

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

С.Т. Князев  
« 18 / 12 » 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

Рекомендована учебно-методическим советом Физико-технологического института  
для направлений подготовки и специальностей:

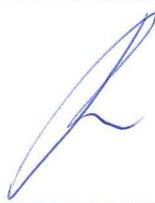

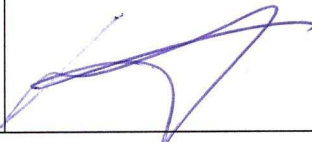
Код ОП	Направление/ Специальность	Направленность (профиль) программы магистратуры/ специализации	Номер учебного плана	Код дисциплины по учебному плану
14.05.01/02.01	Ядерные реакторы и материалы	Ядерные реакторы и материалы	5242	Б1.26
14.05.03/02.01	Технологии разделения изотопов и ядерное топливо	Технологии разделения изотопов и ядерное топливо	5224	Б1.26
14.05.04/02.01	Электроника и автоматика физических установок	Электроника и автоматика физических установок	5181	Б1.27

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Зверев В.В.	д.ф.-м.н., профессор	профессор	ТФПМ	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Кафедра Теоретической физики и прикладной математики (кафедра читающая)	07.07.18	2	Мазуренко В.Г.	
2	Кафедра Технической физики (кафедра выпускающая)	11.03.18	3	Токманцев В.И.	
3	Кафедра Экспериментальной физики (кафедра выпускающая)	15.02.18	2	Иванов В.Ю.	

**Рекомендовано учебно-методическим советом  
Физико-технологического института**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № 10 от 15.06.2018



В.В.Зверев

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ



Р.Х.Токарева



# 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

## Электродинамика

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
14.05.01	Ядерные реакторы и материалы	03.09.2016	956
14.05.03	Технологии разделения изотопов и ядерное топливо	17.10.2016	1292
14.05.04	Электроника и автоматика физических установок	11.08.2016	1014-дсп

### 1.1. Требования к результатам освоения дисциплины

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОП 14.05.01/02.01

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способность решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-1);

ОП 14.05.03/02.01

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-2);
- способность приобретать и самостоятельно добывать новые знания в области современных проблем науки, техники и технологии в сфере деятельности, связанной с ядерной физикой, ядерными материалами и технологиями (ПК-1);
- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7);
- способность применять экспериментальные, теоретические и расчетные (компьютерные) методы исследований в профессиональной области (ПК-2);

ОП 14.05.04/02.01

- способность действовать в соответствии с Конституцией Российской Федерации, исполнять свой гражданский и профессиональный долг, руководствуясь принципами законности и патриотизма, (ОК-1);

- способность осуществлять свою деятельность в различных сферах общественной жизни с учетом принятых в обществе морально-нравственных и правовых норм, соблюдать принципы профессиональной этики (ОК-2);
- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и выработки решения (ОПК-1);
- способность применять математический аппарат и вычислительную технику для решения профессиональных задач (ОПК-2);
- способность осуществлять поиск, изучение, обобщение и систематизацию научно-технической информации, нормативных и методических материалов в сфере своей профессиональной деятельности (ПК-22);
- способность применять современные методы исследования процессов и объектов профессиональной деятельности, применять математический аппарат для формализации, анализа и выработки решения (ПК-23);

## 1.2.Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины студент должен:

### Знать:

- основные закономерности движения электромагнитного поля и электромагнитных взаимодействий поля с веществом;
- математический аппарат релятивистской механики и электродинамики.

### Уметь:

- производить расчеты параметров электродинамических систем в аналитической форме, используя аппарат матричных вычислений, векторной алгебры и векторного анализа;
- формулировать постановку задач электродинамики, включая выбор дифференциальных уравнений, начальных и граничных условий;
- рассчитывать значения характеристик электромагнитного поля в численной форме, используя различные системы единиц.

### Владеть:

- опытом проведения расчетов, требуемых при решении задач электродинамики, в аналитической и численной форме;
- навыками решения практических задач в области взаимодействия электромагнитного поля с заряженными частицами, непрерывной заряженной средой;
- навыками выявления симметрий физических систем и использования этих симметрий при решении задач электродинамики;

## 1.3.Место дисциплины в структуре образовательной программы

1. Пререквизиты	Атомная физика
2. Кореквизиты*	Квантовая механика
3. Постреквизиты*	Ядерная физика

#### 1.4. Объем дисциплины

Учебный план 5242, 5224, 5181

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5
1.	Аудиторные занятия	68	68	68
2.	Лекции	51	51	51
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	0	0	0
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	58	10,20	58
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен, 18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144	80,53	144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

#### 1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины

Дисциплина посвящена изучению законов движения электромагнитного поля, взаимодействующего с веществом. Рассмотрены процедуры решения уравнений Максвелла в приближениях электростатики, магнитостатики, волновое решение. Рассматривается природа возникновения диэлектрической и магнитной поляризации среды. Даны основы релятивистской механики.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р 1	Уравнения Максвелла	Уравнения Максвелла в дифференциальной форме в абсолютной (гауссовой) системе единиц СГС. Связь между напряженностями электрического и магнитного полей и соответствующими индукциями. Электрическая и магнитная поляризации. Случай линейной связи между напряженностями полей и индукциями, электрическая и магнитная восприимчивости. Выражение для силы Лоренца. Уравнения Максвелла в интегральной форме. Уравнения Максвелла в рационализованной системе единиц МКСА (системе СИ). Электрическая и магнитная проницаемости вакуума. Правила перехода между системами единиц.
Р 2	Обобщенные функции	Обращение преобразования разложения в ряд Фурье; идея введения дельта-функции. Использование дельта-функции

		для представления пространственной плотности заряда и плотности тока в случае системы точечных частиц. Использование дельта-функции при интегрировании по пространственным переменным. Примеры выполнения действий с использованием обобщенных функций, построенных на основе дельта-функции. Правила "снятия" интегралов для случаев, когда подынтегральная функция содержит дельта-функцию, аргументом которой является линейная функция; дифференцируемая функция, обращающаяся в ноль.
Р 3	Электрическая поляризация в диэлектриках	Физическая природа электрической поляризации диэлектриков. Коэффициент поляризации (диэлектрическая восприимчивость) и диэлектрическая проницаемость. Плотность нескомпенсированного (связанного) заряда, ее связь с плотностью поляризации.
Р 4	Магнитная поляризация и магнитная проницаемость	Физическая природа магнитной поляризации магнетиков. Магнитные моменты атомов с точки зрения классической и квантовой физики. Орбитальные и собственные (спиновые) моменты электронов. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Плотность тока поляризации и плотность тока намагничения. Уравнение непрерывности для плотности тока поляризации. Связь между полем намагничения и распределением магнитных моментов атомов. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость.
Р 5	Закон Ома в дифференциальной форме	Закон Ома в дифференциальной форме. Поле сторонних сил; ЭДС. Проводимость изотропной и анизотропной среды.
Р 6	Условия на границах раздела сред	Условия на границе раздела сред; их вывод из уравнений Максвелла в интегральной форме. Поверхностные плотность зарядов и плотность токов.
Р 7	Плотность силы Лоренца. Энергия поля	Плотности силы Лоренца, выраженная через плотность зарядов и плотность токов. Плотность мощности, связанной с работой силы Лоренца; полная мощность для некоторой области. Уравнение баланса энергии, учитывающее поток энергии через граничную поверхность. Плотность энергии электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойнтинга.
Р 8	Электростатическое поле	Уравнения электростатики. Введение скалярного потенциала электростатического поля; уравнение Пуассона для потенциала. Решение в случае одиночного точечного заряда; системы зарядов. Представление уравнения Пуассона в форме уравнения для функции Грина. Решение уравнения для функции Грина. Выражение для потенциала, создаваемого непрерывным распределением зарядов. Энергия электростатического взаимодействия зарядов (случаи непрерывного распределения зарядов, системы точечных зарядов). Мультипольное разложение для электростатического потенциала. Член, связанный с наличием нескомпенсированного заряда, дипольный и квадрупольный члены. Общий вид мультипольного разложения, записанного с использованием полиномов и присоединенных полиномов (функций) Лежандра; с помощью сферических функций. Мультипольное разложение для энергии системы зарядов, находящихся во

		<p>внешнем поле; силы, действующей на систему зарядов. Энергия взаимодействия двух систем зарядов.</p> <p>Потенциал двойного слоя. Связь между потенциалом в некоторой точке пространства и телесным углом, под которым поверхность видна из этой точки. Скачок потенциала на поверхности двойного слоя.</p> <p>Потенциал поля связанных зарядов; его связь с поляризацией среды. Вектор Герца.</p> <p>Решение уравнения Лапласа в сферических координатах. Запись общего решения в виде ряда с использованием присоединенных полиномов (функций) Лежандра. Асимптотическое поведение отдельных членов ряда при стремлении радиальной переменной к нулю; к бесконечности.</p> <p>Проводник во внешнем электростатическом поле. Электрическое поле, скалярный потенциал, плотность зарядов внутри проводника. Поверхностное распределение зарядов. Граничное условие на поверхности проводника. Задача о проводящем шаре, помещенном во внешнее электрическое поле, которое вдали от шара является однородным. Потенциал вблизи шара, распределение заряда на поверхности шара, дипольный момент шара.</p> <p>Задача о шаре из диэлектрика, помещенном во внешнее электрическое поле, являющееся вдали от шара однородным. Граничные условия на поверхности диэлектрика. Потенциал вблизи шара, во внутренних точках шара. Плотность поляризации диэлектрика, дипольный момент шара, поверхностный заряд.</p> <p>Метод отражений. Поле, создаваемое точечным зарядом, находящимся вблизи плоской граничной поверхности проводника, который заполняет полупространство.</p>
<b>Р 9</b>	Векторный потенциал. Калибровочная инвариантность	<p>Введение векторного потенциала. Калибровочное преобразование и калибровочная инвариантность. Калибровка Кулона и калибровка Лоренца.</p>
<b>Р 10</b>	Магнитостатическое поле	<p>Уравнения магнитостатики. Векторный потенциал. Уравнение Пуассона для векторного потенциала; его решение. Закон Био-Савара.</p> <p>Мультипольное разложение для векторного потенциала в магнитостатическом приближении. Магнитно-дипольный вклад в векторный потенциал. Магнитный момент системы движущихся зарядов; его связь с механическим моментом.</p> <p>Силы, действующие на магнитный диполь. Уравнение движения магнитного момента, находящегося во внешнем магнитном поле. Ларморовская прецессия. Гиромагнитное отношение. Добавление в уравнение движения членов релаксации (трения). Магнитный резонанс.</p> <p>Векторный потенциал, описывающий поле однородно намагниченной среды. Уравнение Пуассона для магнитного вектора Герца; его решение. Скалярный магнитный потенциал. Магнитные заряды. Энергия магнитного поля и энергия взаимодействия стационарных токов.</p>

<p>Р 11</p>	<p>Волновые решения уравнений Максвелла</p>	<p>Волновые решение уравнений Максвелла. Волновые уравнения для электрического и магнитного полей. Плоская волна в пространстве. Волновой вектор; его связь с частотой колебаний (случай волны в вакууме). Связь между направлениями волнового вектора, векторов электрического и магнитного поля.</p> <p>Волновые уравнения для потенциалов. Поле, создаваемое неподвижным точечным зарядом, величина которого зависит от времени. Сферические волны. Опережающее и запаздывающее решения. Отбор решения, удовлетворяющего принципу причинности. Общие выражения для скалярного и векторного потенциалов, создаваемых зависящими от времени распределениями зарядов и токов, с учетом эффекта запаздывания.</p> <p>Поле, создаваемое точечным зарядом, движущимся по заданной траектории. Потенциалы Льенара-Вихерта. Связь между спектральными компонентами потенциалов и плотностей зарядов (плотностей токов). Спектральные функции (фурье-образы) потенциалов полей, создаваемых одиночным движущимся зарядом. Явные выражения для напряженностей полей, создаваемых движущимся зарядом. Поле, создаваемое зарядом, движущимся равномерно. Поле излучения, порождаемое зарядом, движущимся ускоренно.</p> <p>Поле, создаваемое системой движущихся зарядов вдали от области локализации. Отбор члена мультипольного разложения, убывающего с ростом расстояния наиболее медленно. Электрическое и магнитное поле, выраженные через скорость изменения векторного потенциала. Напряженности поля излучения в дипольном приближении. Перенос энергии при дипольном излучении: энергия, излучаемая в заданный телесный угол в единицу времени; полная мощность (интенсивность) излучения. Электрическое квадрупольное и магнитное дипольное излучение; соответствующие вклады в векторный потенциал, электрическое и магнитное поле, полную интенсивность излучения.</p> <p>Значения электрического и магнитного полей с точки зрения неподвижного наблюдателя и наблюдателя, движущегося с постоянной скоростью. Постулаты теории относительности. Инерционные системы отсчета; преобразование Лоренца. Формулы, связывающие значения полей, соответствующие различным инерционным системам отсчета. Инвариантность некоторых условий, налагаемых на значения полей.</p>
<p>Р 12</p>	<p>Переменное электромагнитное поле в однородной среде</p>	<p>Переменное электромагнитное поле в однородной среде. Приближение линейного отклика. Диэлектрическая и магнитная проницаемости, зависящие от частоты. Вещественная и мнимая части диэлектрической проницаемости. Связь между мнимой частью диэлектрической проницаемости и проводимостью среды. Соотношения Крамерса-Кронига.</p> <p>Монохроматическое электромагнитное поле и плоская волна в среде. Связь между волновым вектором и</p>



		<p>частотой. Коэффициент преломления, фазовая скорость волны. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух сред: равенство углов падения и отражения, закон Снеллиуса, явные выражения для амплитуд электрического поля отраженной и преломленной волн.</p> <p>Метаматериалы. Скин-эффект.</p>
<b>Р 13</b>	<p>Электродинамика и теория относительности</p>	<p>Скорость распространения взаимодействия. Принцип относительности в классической физике. Инерциальные системы отсчета. Преобразование Галилея. Гипотеза эфира. Опыт Майкельсона-Морли. Принцип относительности Эйнштейна. Интервал. Преобразования Лоренца. Световой конус. 4-векторы и 4-тензоры.</p> <p>Релятивистские энергия и импульс. Уравнение движения релятивистской заряженной частицы в электромагнитном поле. Связь между энергией и импульсом частицы. Зависимость энергии от времени. 4-тензор электромагнитного поля. Законы сохранения. Волновые уравнения для потенциалов в 4-векторной форме. Уравнения Максвелла. Закон сохранения заряда. Закон сохранения энергии-импульса.</p>

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (по очной форме обучения)

#### 3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

**Таблица 3.1.**  
Объем дисциплины (зач.ед.): 4

Семестр: 5

Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий										Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)			Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)									
		Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего на подготовку к контрольным мероприятиям (час.)	Курсовая работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*		
P1	Уравнения Максвелла	1	1	0		0	0	0																				
P2	Обобщенные функции	3	2	0		1	1	0																				
P3	Электрическая поляризация в диэлектриках	6	3	1		3	3	1													2	1						
P4	Магнитная поляризация и магнитная проницаемость	14	7	1		7	5	4	1																			
P5	Закон Ома в дифференциальной форме	5	3	1		2	2	1	1																			
P6	Условия на границах раздела сред	6	4	2		2	2	1	1																			
P7	Плотность силы Лоренца. Энергия поля	12	6	4		6	6	4	2																			
P8	Электростатическое поле	26	12	8		14	12	8	4												2	1						
P9	Векторный потенциал. Калибровочная инвариантность	2	1	0		1	1	1	0																			
P10	Магнитостатическое поле	19	10	7		9	9	6	3																			
P11	Волновые решения уравнений Максвелла	15	9	6		6	6	3	3																			
P12	Переменное электромагнитное поле в однородной среде	8	4	4		4	2	2	0												2	1						
P13	Электродинамика и теория относительности	9	6	6		3	3	3	0																			
	<b>Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:</b>	<b>126</b>	<b>68</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	<b>58</b>	<b>52</b>	<b>36</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18</b>
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>144</b>	<b>68</b>			<b>76</b>																						

## 4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1.Лабораторный практикум

Не предусмотрено

### 4.2.Практические занятия

Код раздела, темы	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P3	Электрическая поляризация в диэлектриках	1
P4	Магнитная поляризация и магнитная проницаемость	1
P5	Закон Ома в дифференциальной форме	1
P6	Условия на границе раздела сред	2
P7	Плотность силы Лоренца. Энергия поля.	2
P8	Электростатическое поле	4
P10	Магнитостатическое поле	3
P11	Волновые решения уравнения Максвелла	3

**Всего:** 17

### 4.3.Самостоятельная работа студентов

#### 4.3.1. *Примерный перечень тем домашних работ*

Не предусмотрено

#### 4.3.2. *Примерный перечень тем графических работ*

Не предусмотрено

#### 4.3.3. *Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)*

Не предусмотрено

#### 4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)*

Не предусмотрено

#### 4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

Не предусмотрено

#### 4.3.6. *Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)*

Не предусмотрено

#### 4.3.7. *Примерный перечень тем контрольных работ*

1. Векторная алгебра и анализ в электродинамике (тест по материалу лекций)
2. Основные законы электродинамики (тест по материалу лекций)
3. Задачи по электродинамике (по материалу практических занятий)

#### 4.3.8. *Примерная тематика коллоквиумов*

Не предусмотрено

## 5 СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы											
		Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1 – P13	Методы активного обучения												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)		*										
	Командная работа		*										

## 6 ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

**6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – 1**  
 В том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены — 0 (не предусмотрено)

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,7</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Текущий контроль (посещение лекций)</i>	5 семестр (01.09-01.10)	12
<i>Текущий контроль (посещение лекций)</i>	5 семестр (02.10-01.11)	12
<i>Текущий контроль (посещение лекций)</i>	5 семестр (02.11-25.12)	12
<i>Контрольная работа</i>	5 семестр (01.09-01.10)	32
<i>Контрольная работа</i>	5 семестр (01.10-01.11)	32
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3</b>		

Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Текущий контроль (посещение занятий)	5 семестр (02.11-25.12)	20
Контрольная работа	5 семестр (02.11-25.12)	80
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– <u>не предусмотрена</u></b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– <u>не предусмотрена</u></b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– 0</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы**  
Курсовая работа не предусмотрена

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 5	1

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1.Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теоретическая физика, т. II. Теория поля. - М.:Физматлит, 2012. – 536 с.<URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2237](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2237)>.
2. И.Е. Иродов. Электромагнетизм. Основные законы. - М.: "Бином. Лаборатория знаний.", 2010. – 319 с. 48 экз
3. В.В. Покровский. Электромагнетизм. Методы решения задач. - М.: "Бином. Лаборатория знаний.", 2011. – 120 с. 21 экз
4. В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности. Спб.: "Лань", 2010. – 480 с. 51 экз
5. М.Н. Крамм. Сборник задач по основам электродинамики. - Спб.: "Лань", 2011. – 259 с.[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1541](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1541)
6. О.И. Фальковский. Техническая электродинамика -Спб.: Лань, - 2009. - 432с.[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=403](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=403)

### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. *Б.В. Медведев.* Начала теоретической физики. Механика, теория поля, элементы квантовой механики. - М.:Физматлит, 2007. – 600  
с.[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59454](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59454)
2. *А.И. Алексеев.* Сборник задач по классической электродинамике. Спб.: - "Лань",2008. – 320  
с.[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=100](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=100)
3. *М.М. Бредов, В.В. Румянцев, И.Н. Батыгин.* Классическая электродинамика. Спб.: "Лань",  
2003. – 400 с.[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=606](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=606)
4. *И.Е. Тамм.* Основы теории электричества. - М.: Физматлит, 2003. -  
616с.[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2333](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2333)
5. *Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.* Теоретическая физика. т.VIII. Электродинамика сплошных сред.  
- М.: Физматлит, 2005. -  
656с.[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2234](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2234)
6. *В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин.* Сборник задач по электродинамике. - Ижевск-Москва:НИИЦ  
"Регулярная и хаотическая динамика", 2002. - 640с. 33 экз
7. *Я.П. Терлецкий, Ю.П. Рыбаков.* Электродинамика. - М.: Высшая школа, - 1990. - 352с. 14  
экз
8. *Б.В. Медведев.* Начала теоретической физики.- М.: Наука, 1977. - 496с.
9. *Ю.В. Новожиллов, Ю.А. Яппа.* Электродинамика.- М.: Наука, 1978. - 352с. 22 экз
10. *Дж. Джексон.* Классическая электродинамика.- М.: Мир, 1965. -  
703с.<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213805>
11. *В.Г. Левич.* Курс теоретической физики. т. I. - М.: Наука, 1969. - 912с. 10 экз
12. *И.В. Савельев.* Основы теоретической физики. т. I. Механика, электродинамика. - М.:  
Наука, 1975. - 496с. 38 экз 1991 года

### **7.1.3. Методические разработки**

*не используются*

### **7.2. Программное обеспечение**

*не используется*

### **7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационно-справочные и поисковые системы**

Национальный открытый университет «ИНТУИТ»- <http://www.intuit.ru/>  
Федеральный портал. Российское образование - <http://www.edu.ru>

### **7.4. Электронные образовательные ресурсы**

Портал информационно-образовательных ресурсов: <http://study.urfu.ru>  
Зональная научная библиотека УрФУ Режим доступа:<http://lib.urfu.ru>

### **7.5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Рекомендации для студента

- Обязательное посещение лекций ведущего преподавателя; лекции – основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал; в лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы; в лекции даются необходимые разные подходы к исследуемым проблемам;
- Подготовка и активная работа на практических занятиях. Подготовка к практическим занятиям, выполняемая в часы самостоятельной работы, включает проработку материалов лекций, рекомендованной учебной литературы, материалов методических указаний,

выполнение домашних заданий к очередному практическому занятию.

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность,

## 8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Тестирование в рамках НТК не проводится

## 8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий *не предусмотрено*

### 8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Найти потенциал и напряженность электрического поля шара, равномерно заряженного по объему. Радиус дан шара и его заряд.

2. Найти потенциал электрического поля на больших расстояниях от системы четырех зарядов: два заряда величиной  $+q$  лежат в точках с координатами  $(0,0,0)$  и  $(a,a,0)$ ; два других заряда величиной  $-q$  лежат в точках  $(a,0,0)$  и  $(0,a,0)$ . Учитывать члены мультипольного разложения вплоть до квадрупольных.

3. Найти потенциал электрического поля на больших расстояниях от эллипсоида с заданными полуосями, равномерно заряженного по объему (дан полный заряд эллипсоида). Учитывать члены мультипольного разложения вплоть до квадрупольных.

4. Диэлектрический полый шар из однородного материала с некоторой диэлектрической проницаемостью помещен в однородное внешнее электрическое поле. Внешней границей шара и границей полости являются сферы, имеющие заданные радиусы. Найти электрическое поле внутри полости.

5. Частица с заданными массой и скоростью сталкивается с покоящейся частицей, масса которой также задана, и поглощается ею. Найти массу и скорость образовавшейся частицы.

### 8.3.3. Примерные контрольные кейсы

*не предусмотрено*

### 8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

*не предусмотрено*

### 8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.
2. Сила Лоренца.
3. Электрическая поляризация в диэлектриках. Диэлектрическая проницаемость.
4. Закон Ома в дифференциальной форме.
5. Условия на границе раздела сред.
6. Электростатика. Электрическое поле, создаваемое неподвижным зарядом.
7. Мультипольное разложение.
8. Калибровочное преобразование. Калибровка Лоренца и калибровка Кулона.
9. Магнитостатика. Магнитный момент и намагниченность среды.
10. Уравнения движения магнитного момента; ларморовская прецессия.
11. Магнитный резонанс.
12. Волновые уравнения для напряженностей полей и потенциалов. Решения в виде плоских волн.
13. Выражения для напряженностей полей, создаваемых движущимся зарядом.
14. Излучение системы зарядов в дипольном приближении.
15. Инерциальная система отсчета (ИСО) и принцип относительности Эйнштейна.
16. Преобразования Лоренца.



17. Уравнение движение релятивистской заряженной частицы во внешнем поле.
18. Тензор электромагнитного поля.
19. Закон сохранения заряда.
20. Тензор энергии-импульса. Закон сохранения энергии
21. Векторная форма представления уравнений движения частиц и поля.
22. Преобразование электромагнитного поля при переходе к другой ИСО.

**8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

*не используются*

**8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

*не используются*

**8.3.8. Интернет-тренажеры**

*не используются*

**8.3.9. Примерные задания в составе коллоквиума**

*не используются*

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**9.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

1. Аудитории с мультимедийным комплексом: ФТ-201, ФТ-401, ФТ-349, ФТ-310(б), ФТ-414;
2. Аудитории с проектором: ФТ-422, ФТ-439;
3. Компьютерные классы: ФТ-323, ФТ-232, ФТ-230, ФТ-114, Т-508, ФТ-307, ФТ-437, ФТ-144.

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Номерлиста изменений	Номер протокола заседания кафедры	Дата заседания кафедры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений