

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 29.06.2026 10:21:58  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323



МИНОБРНАУКИ РОССИИ			
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Физический факультет			
Кафедра общей и теоретической физики			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации  
по дисциплине (модулю)  
Электродинамика**

Направление подготовки (специальность)  
03.03.02 Физика


Направленность (профиль)  
Физика

Присваиваемая квалификация (степень)  
Бакалавр

Форма обучения  
Очная

Год набора 2026

Челябинск, 2026 г.

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики		
	Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		
Версия документа - 1	стр. 2	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

## Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
  - 3.1. Виды оценочных средств
  - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
  - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
  - 4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 3

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль): Физика

Дисциплина: Электродинамика

Семестр: 5

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Система оценивания: балльно-рейтинговая.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Электродинамика» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физико-математических и (или) естественных наук; ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физико-математических и (или) естественных наук; ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, законов физико-математических и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности.	<u>Знать</u> : Для достижения ОПК-1.1: основные концептуальные и математические модели, а также законы классической электродинамики вакуума, условия их применимости и примеры использования в решении научных и технических проблем; условия применимости и классификацию моделей классической электродинамики вакуума, примеры их использования в различных разделах физики; <u>Уметь</u> : Для достижения ОПК-1.2: применять основные модели и законы классической электродинамики вакуума для решения типовых задач теоретической физики;



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 4	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

			вычислять физические величины в критериях применимости моделей классической электродинамики вакуума, обосновывать выбор этих моделей; <u>Владеть:</u> Для достижения ОПК-1.3: навыком решения конкретных физических задач
--	--	--	--

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименовани е оценочного средства на промежуточн ой аттестации/ № задания
1.	ОПК-1 <u>Знать:</u> Для достижения ОПК-1.1: основные концептуальные и математические модели, а также законы классической электродинамики вакуума, условия их применимости и примеры использования в решении научных и технических проблем; условия применимости и классификацию моделей классической электродинамики вакуума, примеры их использования в различных разделах	1. Введение	Задачи к практическим занятиям	-
		2. Элементы теории относительности	Задачи к практическим занятиям; контрольная работа	Вопросы к экзамену № 1-4
		3. Движение частиц в электромагнитном поле	Задачи к практическим занятиям; контрольная работа	Вопросы к экзамену № 5-16
		4. Уравнения электромагнитного	Задачи к практическим	Вопросы к экзамену



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

физики; <u>Уметь:</u> Для достижения ОПК-1.2: применять основные модели и законы классической электродинамики вакуума для решения типовых задач теоретической физики; вычислять физические величины в критериях применимости моделей классической электродинамики вакуума, обосновывать выбор этих моделей; <u>Владеть:</u> Для достижения ОПК-1.3: навыком решения конкретных физических задач	поля	занятиям	№ 17-22
	5. Постоянное электромагнитное поле	Задачи к практическим занятиям; контрольная работа	Вопросы к экзамену № 23-27
	6. Электромагнитные волны	Задачи к практическим занятиям;	Вопросы к экзамену № 28-30
	7. Поле движущихся зарядов	Задачи к практическим занятиям;	Вопросы к экзамену № 31-32
	8. Излучение электромагнитных волн	Задачи к практическим занятиям;	Вопросы к экзамену № 33-34
9. Экзамен	Вопросы и задачи к экзамену	Вопросы к экзамену № 1-34	

### 3.2 Содержание оценочных средств

#### Примеры задач для контрольных работ

*По теме «Элементы теории относительности»*

Вариант 1:

- 1) Записать интервал в пространстве с сигнатурой (3,1).
- 2) Доказать, что дифференциал интервала  $ds = cdt/\gamma$ .
- 3) Доказать, что квадрат 4-скорости равен единице.

Вариант 2:

- 1) Объяснить, почему преобразования Лоренца не пригодны при переходе в систему координат, связанную со спутником Земли.
- 2) Вывести обратные преобразования Лоренца из прямых. Объяснить их отличия.
- 3) Доказать, что 4-скорость  $u^i = (\gamma, \gamma\vec{v}/c)$ .

*По теме «Движение частиц в электромагнитном поле»*

Вариант 1:

- 1) Найти зависимость импульса заряженной частицы от времени в постоянном однородном электрическом поле.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 6	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

- 2) Оценить индукцию магнитного поля в Большом адронном коллайдере для удержания протонов ( $m = 1.67 \cdot 10^{-27}$  кг,  $q = 1.6 \cdot 10^{-19}$  Кл) с Лоренц-фактором 6500 на круговой орбите.

Вариант 2:

- 1) Найти зависимость скорости заряженной частицы от времени в постоянном однородном электрическом поле, полагая, что вначале частица покоится.
- 2) С помощью рисунка доказать, что в сходящемся магнитном поле средняя по циклотронному периоду сила Лоренца направлена в сторону ослабления магнитного поля.

### Вопросы и ответы для тестирования

1. Одно из уравнений Максвелла гласит:

- a) Магнитный момент контура с током равен произведению силы тока на площадь поверхности, опирающейся на контур;
- b) Циркуляция напряжённости электрического поля в контуре пропорциональна темпу изменения магнитного потока через поверхность, опирающуюся на контур;**
- c) Ротор электрической индукции равен плотности тока плюс темп изменения напряжённости электрического поля.

2. Одно из уравнений Максвелла гласит:

- a) Дивергенция магнитной индукции равна произведению силы тока на площадь поверхности, опирающейся на контур;
- b) Циркуляция индукции электрического поля пропорциональна темпу изменения тока;
- c) Ротор электрической напряжённости пропорционален темпу изменения магнитной индукции.**

3. Одно из уравнений Максвелла гласит:

- a) Дивергенция магнитной индукции равна нулю;**
- b) Плотность потока электромагнитной энергии пропорциональна векторному произведению напряжённости электрического и магнитного поля;
- c) Ротор напряжения равен силе тока плюс скорость изменения магнитного потока.

4. Одно из уравнений Максвелла гласит:

- a) Поток магнитной индукции через замкнутую поверхность равен нулю;**
- b) Скорость изменения заряда в области пространства равна потоку заряда через поверхность этой области;
- c) Индукция магнитного поля витка с током максимальна в центре витка.

5. Одно из уравнений Максвелла гласит:

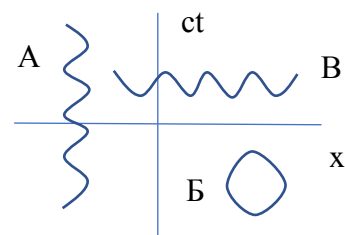
- a) Дивергенция векторного потенциала электромагнитного поля равна нулю;



- b) Поток электрической напряжённости через поверхность некоторой области пропорционален заряду этой области;**
- c) Градиент электростатического потенциала равен напряжённости электрического поля со знаком минус.
6. Одно из уравнений Максвелла гласит:
- a) Градиент векторного потенциала равен темпу изменения напряжённости магнитного поля;
- b) Циркуляция скалярного потенциала магнитного поля равна скорости изменения потока электрической индукции;
- c) Дивергенция напряжённости электрического поля пропорциональна плотности заряда.**
7. Одно из уравнений Максвелла гласит:
- a) **Ротор напряжённости магнитного поля равен линейной комбинации плотности тока и темпа изменения напряжённости электрического поля;**
- b) Градиент напряжённости магнитного поля равен сумме силы тока и скорости изменения электрического поля;
- c) Дивергенция индукции магнитного поля равна разности силы тока и темпа изменения магнитного потока.
8. Одно из уравнений Максвелла гласит:
- a) Поток магнитной индукции в контуре равен сумме силы тока и темпа изменения циркуляции электрического поля через площадь поверхности опирающейся на контур;
- b) Циркуляция напряжённости магнитного поля в контуре равна линейной комбинации силы тока и темпа изменения потока электрического поля через площадь поверхности опирающейся на контур;**
- c) Ротор электрической индукции пропорционален сумме плотности тока и темпа изменения напряжённости электрического поля.

9. Миртовая линия частицы, совершающей одномерные колебания, имеет вид

- А
- Б
- В



10. Квадрат интервала в декартовых координатах в пространстве с сигнатурой (2,2) имеет вид:



Версия документа - 1	стр. 8	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

- a)  $ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 + dz^2$  ;  
 b)  $ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy - dz$  ;  
 c)  $ds^2 = c^2 dt^2 + dx^2 - dy^2 - dz^2$  .

11. Преобразования Лоренца в случае движения инерциальной системы отсчёта  $K'$  в направлении оси  $y$  системы  $K$  со скоростью  $v$  и Лоренц-фактором  $\gamma$  при одинаковой ориентации осей имеют вид:

А	Б	В
$t = \gamma(t' + vy'/c^2)$ $x = x' + vt'$ $y = y'$ $z = z'$	$t = \gamma(t' + vy'/c^2)$ $x = x'$ $y = \gamma(y' + vt')$ $z = z'$	$t = \gamma(t' + vx'/c^2)$ $x = \gamma x'$ $y = \gamma(y' + vt')$ $z = \gamma z'$

12. Лоренц-фактором называют величину:

- a)  $1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$   
 b)  $\sqrt{1 - v^2/c^2}$   
 c)  $\sqrt{1 + v^2/c^2}$

13. Система отсчёта  $K'$  движется в направлении оси  $x$  инерциальной системы отсчёта  $K$  со скоростью  $\vec{v} = \text{const}$ . Ориентация осей в этих системах одинакова.  $1/\sqrt{1 - v^2/c^2} \equiv \gamma$ . Тогда координаты и время в системе  $K'$ :

А	Б	В
$t' = \gamma(t - vx/c^2)$ $x' = \gamma(x - vt)$ $y' = y$ $z' = z$	$t' = \gamma(t + vx/c^2)$ $x' = \gamma(x + vt)$ $y' = y$ $z' = z$	$t' = \gamma(t + vx)$ $x' = \gamma(x + vt)$ $y' = y$ $z' = z$

14. При переходе в систему отсчёта, связанную со спутником Земли, преобразования Лоренца непригодны, поскольку:

- a) **Спутник движется ускоренно;**  
 b) Скорость спутника постоянна;  
 c) Спутник является инерциальной системой отсчёта.

15. Релятивистский импульс частицы:



- a)  $m\vec{v}\sqrt{1 + \frac{v^2}{c^2}}$   
b)  $\rho m\vec{v}$   
c)  $m\vec{v}/\sqrt{1 - v^2/c^2}$

16. Релятивистский импульс частицы:

- a)  $\mathcal{E}\vec{v}/c^2$   
b)  $mc^2$   
c)  $m\vec{v}$

17. Релятивистская энергия частицы:

- a)  $\mathcal{E}\vec{v}/c^2$   
b)  $mc^2/\sqrt{1 - v^2/c^2}$   
c)  $mc^2\sqrt{1 + v^2/c^2}$

18. В инерциальной системе отсчёта расстояние между двумя электронами с энергиями  $E_1$  и  $E_2$  равно  $a$ . Тогда координата центра инерции относительно первого электрона:

- a)  $x=aE_1/(E_1+E_2)$ ,  $y=0$ ,  $z=0$ , если  $Ox$  провести через первый электрон;  
b)  $x=aE_2/(E_1+E_2)$ ,  $y=0$ ,  $z=0$ , если  $Ox$  провести через второй электрон;  
c)  $x=aE_2/(E_1+E_2)$ ,  $y=0$ ,  $z=0$ , если  $Ox$  провести через второй электрон.

19. Релятивистское уравнение движения частицы с зарядом  $q$  имеет вид (в системе СГС):


- a)  $\dot{\vec{p}} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$   
b)  $\dot{\vec{p}} = q\left(\vec{E} + \frac{1}{c}\vec{v} \times \vec{B}\right)$   
c)  $\dot{\vec{p}} = q\vec{E} + \frac{1}{c}\vec{v}\vec{B}$

20. Импульс частицы с зарядом  $q$  в постоянном однородном электрическом поле с напряжённостью  $\vec{E}$  зависит от времени по закону:

- a)  $\vec{p}(t) = \vec{p}(0)q \sin \vec{E}t$   
b)  $\vec{p}(t) = \vec{p}(0) + q\vec{E}\sqrt{1 - t^2}$   
c)  $\vec{p}(t) = \vec{p}(0) + q\vec{E}t$

21. Вычислить Лоренц-фактор электронов в электронном микроскопе с разгоняющим напряжением 100 кВ. Масса электрона  $9.1 \cdot 10^{-31}$  кг, заряд электрона  $1.6 \cdot 10^{-19}$  Кл. Ответ:

- a) 2.4;  
b) 1.2;  
c) 0.8.

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики		
	Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		
Версия документа - 1	стр. 10	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

22. Скорость неизлучающей заряженной частицы в постоянном однородном магнитном поле:

- a) Постоянна по модулю и направлению;
- b) Постоянна по модулю;**
- c) Подобна спирали.

23. В постоянном однородном магнитном поле релятивистская заряженная частица движется по винтовой линии, если:

- a) начальная скорость частицы не параллельна магнитному полю;**
- b) начальная скорость частицы много меньше скорости света;
- c) радиус кривизны магнитного поля много меньше длины волны излучения частицы.

24. Гиромагнитная (циклотронная) частота нерелятивистской частицы (в системе СГС):

- a)  $qB/(mc)$
- b)  $\sqrt{k/m}$
- c)  $2\pi/\sqrt{LC}$

25. Гиромагнитная (циклотронная) частота релятивистской частицы (в системе СГС):

- a)  $eH/(mc^2)$
- b)  $qBc/\mathcal{E}$
- c)  $eB/(mc)$

26. В постоянных и однородных скрещенных электрическом и магнитном полях частица:

- a) Двигается по Архимедовой спирали, перпендикулярной магнитному полю;
- b) Колеблется перпендикулярно магнитному полю;
- c) Дрейфует в направлении, перпендикулярном обоим полям.**

27. Система отсчёта  $K'$  движется в направлении оси  $x$  инерциальной системы отсчёта  $K$  со скоростью  $\vec{v} = \text{const}$ . Ориентация осей в этих системах одинакова.  $1/\sqrt{1 - v^2/c^2} \equiv \gamma$ . Тогда преобразования Лоренца для электрического поля можно записать в виде:



А	Б	В
$E_x = \gamma E'_x$ $E_y = \gamma \left( E'_y + \frac{v}{c} H'_x \right)$ $E_z = \gamma \left( E'_z + \frac{v}{c} H'_x \right)$	$E_x = \gamma \left( E'_x + \frac{v}{c} H'_x \right)$ $E_y = \gamma \left( E'_y - \frac{v}{c} H'_y \right)$ $E_z = \gamma \left( E'_z + \frac{v}{c} H'_z \right)$	$E_x = E'_x$ $E_y = \gamma \left( E'_y + \frac{v}{c} H'_z \right)$ $E_z = \gamma \left( E'_z - \frac{v}{c} H'_y \right)$

28. Система отсчёта  $K'$  движется в направлении оси  $x$  инерциальной системы отсчёта  $K$  со скоростью  $\vec{v} = \text{const}$ . Ориентация осей в этих системах одинакова.  $1/\sqrt{1 - v^2/c^2} \equiv \gamma$ . Тогда преобразования Лоренца для магнитного поля можно записать в виде:

А	Б	В
$H_x = \gamma \left( H'_x + \frac{v}{c} E'_x \right)$ $H_y = \gamma \left( H'_y - \frac{v}{c} E'_z \right)$ $H_z = \gamma \left( H'_z + \frac{v}{c} E'_y \right)$	$H_x = H'_x$ $H_y = \gamma \left( H'_y - \frac{v}{c} E'_z \right)$ $H_z = \gamma \left( H'_z + \frac{v}{c} E'_y \right)$	$H_x = \gamma H'_x$ $H_y = \gamma \left( H'_y - \frac{v}{c} E'_y \right)$ $H_z = \gamma \left( H'_z + \frac{v}{c} E'_z \right)$

29. Инвариантами электромагнитного поля являются:

- $\vec{E}\vec{H}, E^2 - H^2$
- $\vec{E} \times \vec{H}, E^2 + H^2$
- $\vec{E}\vec{H}, E^2 + H^2, E/H$

30. Уравнение  $\text{rot}\vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$  есть математическая запись:

- Закона электромагнитной индукции Фарадея;**
- Условия отсутствия магнитных зарядов;
- Закона Био-Савара-Лапласа.

31. Уравнение  $\text{div}\vec{B} = 0$  есть математическая запись:

- Закона электромагнитной индукции Фарадея;
- Условия отсутствия магнитных зарядов;**
- Закона Био-Савара-Лапласа.

32. Уравнение  $\text{div}\vec{E} = 4\pi\rho$  означает, что:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 12

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

- a) Дивергенция электрической индукции пропорциональна плотности среды;
- b) Расходимость векторного потенциала в точке нахождения частицы вызвана зарядом частицы;
- c) **Дивергенция напряжённости электрического поля пропорциональна плотности заряда.**

33. Уравнение  $\text{rot}\vec{H} = \frac{4\pi}{c}\vec{j} + \frac{1}{c}\frac{\partial\vec{E}}{\partial t}$  означает, что:

- a) Циркуляция магнитного поля пропорционален сумме тока смещения и темпа изменения напряжённости электрического поля;
- b) **Ротор напряжённости магнитного поля равен линейной комбинации плотности тока и темпа изменения напряжённости электрического поля;**
- c) Ротор магнитной индукции пропорционален сумме плотности тока смещения и темпа изменения напряжённости электрического поля.

34. Используя одно из уравнений Максвелла, оценить напряжённость магнитного поля на поверхности молнии с радиусом 20 см и силой тока 500 кА. Током смещения пренебречь.

Ответ:

- a)  **$4 \cdot 10^5$  А/м;**
- b) 3500 Тл;
- c) 8 А/м.

35. Вектор Пойнтинга задаёт:

- a) Мощность излучения антенны;
- b) Электромагнитную светимость системы зарядов;
- c) **Плотность потока электромагнитной энергии.**

36. Плотность электромагнитной энергии в вакууме (в системе СГС):

- a)  $E^2 - H^2$
- b)  **$(E^2 + H^2)/(8\pi)$**
- c)  $\vec{E}\vec{H}$

37. Вектор Пойнтинга в вакууме (в системе СГС):

- a)  $\vec{E}\vec{H}/(8\pi)$
- b)  **$\frac{c}{4\pi}\vec{E} \times \vec{H}$**
- c)  $\vec{E}\vec{H}$

38. Энергия электростатического взаимодействия заряженных частиц может быть вычислена по формуле (в системе СГС):



А	Б	В
$\frac{1}{2} \sum_i q_i \sum_{j \neq i} \frac{q_j}{r_{ij}}$	$\sum_i q_i \sum_{j \neq i} \frac{q_j}{r_{ij}} \vec{r}_{ij}$	$\sum_i q_i \sum_{j \neq i} \frac{q_j}{r_{ij}^2}$

39. Закон Био-Савара-Лапласа может быть записан в виде (в системе СГС):


А	Б	В
$d\vec{E} = \frac{I}{c} \frac{[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^2}$	$d\vec{H} = \frac{I}{c} \frac{[\vec{r}, d\vec{l}]}{r}$	$d\vec{H} = \frac{I}{c} \frac{[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3}$

40. Одномерное волновое уравнение для векторного потенциала электромагнитного поля в вакууме имеет вид:

А	Б	В
$\frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial x^2} = 0$	$\frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial x} = 0$	$\frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} = 0$

### Вопросы к экзамену

1. Постулаты теории относительности. Пространство Минковского. Интервал. \*
2. Вывод и анализ преобразований Лоренца.
3. Преобразование скорости. Предельные случаи. \*
4. Четырёхмерные векторы. 4-скорость и 4-ускорение.
5. Лагранжиан и действие для свободной частицы. Импульс частицы. Сила.
6. Энергия и Гамильтониан свободной частицы. \*
7. 4-импульс, 4-сила, центр инерции.
8. Скалярный и векторный потенциалы электромагнитного поля. \*
9. Уравнение движения частицы в электромагнитном поле. \*
10. Калибровочная инвариантность.
11. Постоянное или однородное электромагнитное поле.
12. Движение в постоянном однородном электрическом или магнитном поле. \*
13. Движение в постоянных однородных электрическом и магнитном полях.
14. Тензор электромагнитного поля.
15. Преобразования Лоренца для поля. \*
16. Инварианты поля. \*
17. Первая пара уравнений Максвелла. \*
18. Действие для электромагнитного поля.
19. Четырёхмерный вектор тока.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 14	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

20. Вторая пара уравнений Максвелла. \*
21. Плотность и поток электромагнитной энергии. \*
22. Тензор энергии-импульса.
23. Вывод закона Кулона. \*
24. Поле равномерно движущегося заряда.
25. Дипольный момент.
26. Закон Био-Савара-Лапласа. \*
27. Магнитный момент.
28. Волновое уравнение.
29. Плоские электромагнитные волны.
30. Плоские монохроматические электромагнитные волны. \*
31. Запаздывающие потенциалы.
32. Потенциалы Лиенара-Вихерта.
33. Поле системы зарядов на далёких расстояниях.
34. Дипольное излучение.

Примечание: \*отмечены вопросы, входящие в список «теоретического минимума».

## **4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация, основанная на балльно-рейтинговой системе, состоит из подведения итогов текущего контроля и проведения письменно-устного экзамена.

Текущий контроль осуществляется, в основном, на практических занятиях в виде контрольных работ и отчётов о самостоятельном решении задач. Контрольная работа рассчитана на 45 минут и охватывает несколько тем практических занятий. Номер варианта работы назначается преподавателем. Отчёт о решении задачи состоит из предъявления письменного решения, его объяснения и ответа на вопросы преподавателя.

Вспомогательными средствами текущего контроля являются:

- учёт посещаемости лекционных и практических занятий,
- проверка конспектов лекций,
- досрочная (до экзамена) сдача избранных глав во время еженедельных консультаций.

Итоги текущего контроля сообщаются студентам до начала экзаменационной сессии.

На экзамене студент отвечает на вопросы билета, содержащего два теоретических вопроса и задачу. Время подготовки к ответу 60 минут. Использовать справочные материалы во время подготовки не разрешается.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 15	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

## 4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Балльно-рейтинговая система:

- 1) Посещение лекции: 0.5 балла, в сумме до 6 баллов;
- 2) Конспект лекции: 1 балл, в сумме до 16 баллов;
- 3) Посещение практического занятия: 0.5 балла, в сумме до 6 баллов;
- 4) Самостоятельное выполнение домашнего задания: 1-3 балла, в сумме до 31 балла;
- 5) Самостоятельное решение задач контрольной работы: 1-3 балла, в сумме до 9 баллов за семестр;
- 6) Изучение лекционного материала: 2-8 баллов за главу (раздел) в зависимости от объёма и сложности, в сумме до 32 баллов.

Суммы баллов, оценки и уровни освоения проверяемых компетенций:

Баллы	Оценка	Уровень освоения проверяемых компетенций
0-39	неудовлетворительно	недостаточный
40-59	удовлетворительно	базовый
60-79	хорошо	средний
80-100	отлично	высокий

Критерии оценивания контрольной работы:

Характеристики решений	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Правильно и с пояснениями решены все задачи	3	высокий
Задачи решены с небольшими ошибками	2	средний
Решена половина задач или задачи решены наполовину	1	базовый
Решений нет	0	недостаточный

Критерии оценивания ответа на экзамене:

Характеристики ответа студента	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Ответил на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения, решил задачу полностью, может пояснить решение. Возможны несущественные ошибки.	25-32	высокий



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки или пробелы при выводе формул и решении задачи.	15-24	средний
Знает «теоретический минимум», т.е. отвечает на вопрос базового уровня и знает основные понятия, соотношения (без вывода), название и физический смысл величин.	5-14	базовый
Не может ответить на большинство вопросов базового уровня.	0-4	недостаточный

Особенности аттестации инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Электродинамика», что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, отработан навык их решения;
2. Средний уровень соответствует оценке хорошо: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Электродинамика»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, отработан навык решения базовых задач;
3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач;
4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно: студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Электродинамика»; не владеет навыками решения базовых задач.

