

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Термоядерные реакторы и плазменные установки

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Электродинамика**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Перегудов Д.В.
	Идентификатор	R6e4899e3-PeregudovDV-2a0e353

(подпись)

Д.В.

Перегудов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

(подпись)

А.В. Дедов

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

(подпись)

А.В. Дедов

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-5 Способен принимать участие в расчетах характеристик процессов, протекающих в конкретных технических устройствах и аппаратах энергетического оборудования, ядерных и плазменных установок

ИД-2 Владеет математическим аппаратом классической теории электромагнитного поля и теории электромагнитного излучения

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа 1. Векторные поля и дифференциальные операторы 1 порядка (Контрольная работа)
2. Контрольная работа 2. Калибровки. Векторный потенциал (Контрольная работа)
3. Контрольная работа 3. Дифференциальные операторы 2 порядка. Обобщенные функции (Контрольная работа)
4. Контрольная работа 4. Асимптотики, приближения, задачи на движение частиц (Контрольная работа)

БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Заряд, уравнение непрерывности. Общие свойства электрических и магнитных полей					
Заряд, уравнение непрерывности. Общие свойства электрических и магнитных полей	+				
Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля, четырехпотенциал. Энергия и импульс электромагнитных полей					
Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля, четырехпотенциал. Энергия и импульс электромагнитных полей	+				
Калибровочная инвариантность. Поля движущихся зарядов					
Калибровочная инвариантность. Поля движущихся зарядов			+		
Электромагнитное излучение. Свойства электромагнитных волн					

Электромагнитное излучение. Свойства электромагнитных волн			+	+
Движение заряженных частиц в электромагнитных полях				
Движение заряженных частиц в электромагнитных полях				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-5	ИД-2ПК-5 Владеет математическим аппаратом классической теории электромагнитного поля и теории электромагнитного излучения	<p>Знать:</p> <p>классическую теорию электромагнитного поля и электромагнитного излучения</p> <p>основы калибровочной инвариантности, описания полей скалярным и векторным потенциалами</p> <p>Уметь:</p> <p>применять дифференциальные операторы и обобщенные функции для решения дифференциальных уравнений электромагнитного поля</p> <p>применять методы асимптотических разложений для приближенных вычислений</p>	<p>Контрольная работа 1. Векторные поля и дифференциальные операторы 1 порядка (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа 2. Калибровки. Векторный потенциал (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа 3. Дифференциальные операторы 2 порядка. Обобщенные функции (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа 4. Асимптотики, приближения, задачи на движение частиц (Контрольная работа)</p>

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Контрольная работа 1. Векторные поля и дифференциальные операторы 1 порядка

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: КМ проводится в виде письменного ответа на вопросы билета

Краткое содержание задания:

Выполните задание билета

Контрольные вопросы/задания:

Знать: классическую теорию электромагнитного поля и электромагнитного излучения	<ol style="list-style-type: none">1. Получите выражение для $grad \vec{r}$2. Получите выражение для $div\frac{\vec{r}}{r^2}$3. Получите выражение для $rot[\vec{\omega}, \vec{r}]$4. Запишите оператор Лапласа в полярных координатах.5. Получите выражение для $rot\vec{\varphi}$6. Доказать, что $\frac{\partial T}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial T}{\partial y}\vec{j}$ - вектор7. Найти $grad r, grad(1/r), grad\varphi(r), grad\{\varphi(r) \cdot \psi(r)\}$,
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-2. Контрольная работа 2. Калибровки. Векторный потенциал

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: КМ проводится в виде письменного ответа на вопросы билета

Краткое содержание задания:

Выполните задание билета

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основы калибровочной инвариантности, описания полей скалярным и векторным потенциалами	<ol style="list-style-type: none">1. Привести примеры функций δ - функционального типа, построить их графики Рассчитать вторые производные векторных и скалярных полей: $\text{div}(\text{grad } \varphi)$,2. $\text{rot}(\text{grad } T)$, $\text{grad}(\text{div } \vec{a})$, $\text{div}(\text{rot } \vec{a})$, $\text{rot}(\text{rot } \vec{a})$3. Получить выражение для оператора Лапласа в сферических координатах.4. Получить выражение для оператора Лапласа в полярных координатах.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-3. Контрольная работа 3. Дифференциальные операторы 2 порядка.

Обобщенные функции

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: КМ проводится в виде письменного ответа на вопросы билета

Краткое содержание задания:

Выполните задание билета

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять дифференциальные операторы и обобщенные функции для решения дифференциальных уравнений электромагнитного поля	<ol style="list-style-type: none">1. Рассчитайте потенциал электростатического поля, созданного диполем $q = 1$ нКл, $a = 10$ мкм. Получите дипольное приближение. По дипольному приближению получите напряженность электрического поля2. Рассчитайте потенциал электростатического поля, созданного диполем $q = 3$ нКл, $a = 20$ мкм. Получите дипольное приближение. По дипольному приближению получите напряженность электрического поля3. Рассчитайте потенциал электростатического поля, созданного диполем $q = 0,5$ нКл, $a = 15$ мкм. Получите дипольное приближение. По дипольному приближению получите напряженность электрического поля4. Рассчитайте потенциал электростатического поля, созданного диполем $q = 6$ нКл, $a = 30$ мкм. Получите дипольное приближение. По дипольному приближению получите напряженность
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-4. Контрольная работа 4. Асимптотики, приближения, задачи на движение частиц

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: КМ проводится в виде письменного ответа на вопросы билета

Краткое содержание задания:

Выполните задание билета

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: применять методы асимптотических разложений для приближенных вычислений</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Найдите выражение для векторного потенциала однородного магнитного поля. Покажите, что он соответствует исходному распределению магнитной индукции 2. Найдите выражение для векторного потенциала магнитного поля прямого тока. Покажите, что он соответствует исходному распределению магнитной индукции 3. Оценить классический радиус протона 4. Найти по крайней мере два возможных варианта выражения векторного потенциала для однородного магнитного поля, индукция которого направлена вдоль оси Z 5. Доказать, что естественная ширина спектральной линии $\Delta\lambda$, излучаемой осциллятором оказывается соизмеримой с классическим радиусом электрона e^2/mc^2
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Уравнение непрерывности для электрического заряда.

2. Потенциалы Лиенара-Вихерта.

3. Доказать, что $\frac{\partial T}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial T}{\partial y} \vec{j}$ - вектор.

Процедура проведения

Студентам предлагается сделать письменный ответ на вопросы билета

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-5 Владеет математическим аппаратом классической теории электромагнитного поля и теории электромагнитного излучения

Вопросы, задания

1. Рассчитать потенциал электрического поля, создаваемого точечным зарядом

Построить в полярных координатах графики зависимости полиномов Лежандра

2. $P_l(\cos \vartheta)$ от угла ϑ ($l = 1 + 5$).

По известным характеристикам векторного поля \vec{a} : $\text{div } \vec{a} = f_1(r)$, $\text{rot } \vec{a} = \vec{f}_2(r)$,

3. восстановить $\vec{a}(r)$.

4. Доказать, что естественная ширина спектральной линии $\Delta\lambda$, излучаемой осциллятором оказывается соизмеримой с классическим радиусом электрона e^2/mc^2

Получите выражение для $\text{grad } \frac{1}{r^2}$

5.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какое из приведенных выражений равно нулю согласно уравнениям Максвелла?

Ответы:

1. $\text{div } \square$

2. $\text{div } \square$

3. $\text{rot } \square$

4. $\text{rot } \square$

Верный ответ: $\text{div } \square$

2. Чему равна плотность энергии электромагнитного поля?

Ответы:

1.

$$\frac{E^2 - B^2}{8\pi}$$

2.

$$\frac{c}{4\pi} \mathbf{E} \times \mathbf{B}$$

3.

$$\frac{E^2 + B^2}{8\pi}$$

4.

Верный ответ: 2

3. Какое из выражений имеет математический смысл?

Ответы:

$$\text{rot } \varphi$$

2.

rot A

3.

grad A

4.

div φ

Верный ответ: 2

4. Одноименные заряды, движущиеся по параллельным прямым с одинаковой скоростью:

Ответы:

1. Отталкиваются сильнее, чем неподвижные
2. Отталкиваются слабее, чем неподвижные
3. Отталкиваются так же, как неподвижные
4. Притягиваются

Верный ответ: Отталкиваются слабее, чем неподвижные

5. Как выражается электрическое поле через потенциалы?

Ответы:

$$\mathbf{E} = -\text{grad } \varphi$$

2.

$$\mathbf{E} = -\text{grad } \varphi - \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}$$

3.

$$\mathbf{E} = \text{div } \mathbf{A}$$

4.

$$\mathbf{E} = \text{rot } \mathbf{A}$$

Верный ответ: 2

6. Потенциал электростатического поля диполя имеет вид:

Ответы:

$$\varphi = \frac{q}{r}$$

2.

$$\varphi = \frac{\mathbf{dr}}{r^3}$$

3.

$$\varphi = -pr^2$$

4.

$$\varphi = \frac{a}{r^5}$$

Верный ответ: 2

7. Сила взаимодействия двух магнитов на больших расстояниях убывает обратно пропорционально:

Ответы:

1. Первой степени расстояния
2. Второй степени расстояния
3. Четвертой степени расстояния

4. Экспоненциально

Верный ответ: Четвертой степени расстояния

8. Какое из приведенных ниже уравнений является волновым уравнением?

Ответы:

$$\Delta \varphi = 0$$

2.

$$\Delta \mathbf{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} = 0$$

3.

$$\kappa \Delta T = \rho c \frac{\partial T}{\partial t}$$

4.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div} \mathbf{j} = 0$$

Верный ответ: 2

9. Общим решением одномерного волнового уравнения $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = 0$ является:

Ответы:

$$\varphi = f(x - ct) + g(x + ct)$$

2.

$$\varphi = A \sin(x - ct)$$

3.

$$\varphi = A \sin(x - ct) + B \cos(x - ct)$$

4.

$$\varphi = A e^{i \frac{\omega}{c} (x + ct)}$$

Верный ответ: 1

10. Колеблющийся вдоль оси z электрон лучше всего излучает:

Ответы:

1. В направлении оси z
2. Под углом 42° к оси y
3. Перпендикулярно оси z
4. Одинаково во все стороны

Верный ответ: Перпендикулярно оси z

11. Полная интенсивность излучения диполя с дипольным моментом d , гармонически меняющимся с частотой ω , пропорциональна:

Ответы:

1. $\omega^4 d^2$

2. $\omega^2 d^4$

3. d^3

4. $\omega^5 d$

Верный ответ: 1

12. В плоской электромагнитной волне векторы E и B обладают следующим свойством:

Ответы:

1. Равны по величине и перпендикулярны друг другу
2. $E > B$ и сонаправлены
3. $E^2 + B^2$ постоянно, а сами векторы перпендикулярны
4. $E \times B$ постоянно

Верный ответ: 1

13. В плоской гармонической электромагнитной волне поток энергии вдоль направления распространения:

Ответы:

1. всюду постоянный
2. колеблется от нуля до максимального значения с периодом, равным длине волны
3. колеблется от нуля до максимального значения с периодом, равным половине длины волны
4. меняет знак на половине длины волны

Верный ответ: колеблется от нуля до максимального значения с периодом, равным половине длины волны

14. Вектор потока энергии в электромагнитном поле (вектор Пойнтинга) равен:

Ответы:

1. $\frac{c}{4\pi} \mathbf{E} \times \mathbf{B}$

2. $\frac{c}{4\pi} \mathbf{E} \mathbf{B}$

3. $\frac{c}{4\pi} (\mathbf{B} \mathbf{E} + \mathbf{E} \mathbf{B})$

4. $\frac{c}{4\pi} (E^2 - B^2)$

Верный ответ: 1

15. Самым общим случаем поляризации плоской электромагнитной волны является:

Ответы:

1. Плоская
2. Круговая
3. Эллиптическая
4. Параболическая

Верный ответ: Эллиптическая

16. Полное сечение рассеяния электромагнитных волн низкой частоты гармоническим осциллятором пропорционально

Ответы:

1. Частоте
2. Квадрату частоты
3. Четвертой степени частоты
4. От частоты не зависит

Верный ответ: Четвертой степени частоты

17. В постоянном однородном магнитном поле электрон в общем случае движется по:

Ответы:

1. Окружности
2. Параболе
3. Гиперболе
4. Спирали

Верный ответ: Спирали

18. В постоянном однородном электрическом поле нерелятивистский электрон в общем случае движется по:

Ответы:

1. прямой
2. параболе
3. гиперболе
4. спирали

Верный ответ: параболе

19. В медленно меняющемся однородном магнитном поле B радиус окружности R , по которой вращается электрон, меняется так, что:

Ответы:

1. BR постоянно
2. B/R постоянно
3. BR^2 постоянно
4. R не меняется

Верный ответ: 3

20. При рассеянии двух нерелятивистских электронов друг на друге в системе центра масс каждый из электронов движется по:

Ответы:

1. Прямой
2. Параболе
3. Гиперболе
4. Двухзвенной ломаной

Верный ответ: Гиперболе

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих