

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт приборостроения и электротехнических систем  
Кафедра электромеханики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института

Тарасенко О.В.  
« 25 » 02 2025 года



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по учебной дисциплине

**«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ»**

По направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
Магистерская программа:  
«Исследование и совершенствование электрооборудования предприятий,  
организаций и учреждений»  
«Методы исследования и моделирования в электромеханических  
преобразователях энергии»

Разработчик:

Доцент кафедры электромеханики  Шатова Н.А.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры электромеханики  
от « 25 » 02 2025 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой  Яковенко В.В.

Луганск – 2025 г.

## **Комплект оценочных материалов по дисциплине**

### **«Численные методы расчета электромагнитных полей»**

#### **Задания закрытого типа**

##### **Задание закрытого типа на выбор правильного ответа**

*Выберите один правильный ответ:*

1. Что характерно для вихревого электрического поля:

- А) замкнутость силовых линий;
- Б) создание переменного магнитного поля;
- В) изменение с течением времени;
- Г) все варианты верны.

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. В теории электромагнитного поля переменное электрическое поле порождает вихревое магнитное поле:

- А) верно;
- Б) неверно;
- В) не доказано.

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-2

3. Наличие постоянного магнита приводит к появлению в пространстве вокруг себя:

- А) постоянных электрического и магнитного полей;
- Б) только электрического поля;
- В) только магнитного поля;
- Г) переменных электрического и магнитного полей.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-2

4. Электромагнитное поле в пространстве распространяется в виде:

- А) потока нейтральных частиц;
- Б) продольной электромагнитной волны;
- В) поперечной электромагнитной волны;
- Г) потока заряженных частиц.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-2

5. Переменное электрическое поле является вихревым, поскольку силовые линии:

- А) начинаются и завершаются на отрицательных зарядах;
- Б) замкнуты;
- В) начинаются и завершаются на положительных зарядах;
- Г) начинаются на положительных зарядах и завершаются на отрицательных зарядах;
- Д) начинаются на отрицательных зарядах и завершаются на положительных зарядах.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-2

### Задания закрытого типа на установление соответствия

*Установите правильное соответствие*

*Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца*

1. Установите соответствие понятий и их математических формулировок:

1) линейная плотность заряда

$$\text{А) } \rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta V}$$

2) объемная плотность заряда

$$\text{Б) } \sigma = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta S}$$

3) поверхностная плотность заряда

$$\text{В) } \chi = \lim_{\Delta \varphi \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta \varphi}$$

$$\text{Г) } \tau = \lim_{\Delta l \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta l}$$

Правильный ответ:

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Г | А | Б |

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. Установите соответствие законов электромагнитного поля и их математических формулировок:

1) закон Кулона (Шарля)

$$\text{А) } \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = -\frac{\rho}{\epsilon_0 \cdot \epsilon}$$

2) теорема Гаусса

$$\text{Б) } \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0$$

3) уравнение Лапласа

$$\text{В) } \overline{F} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{R^2} \cdot \overline{1_R}$$

4) уравнение Пуассона

$$\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = q$$

$$\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon}$$

Правильный ответ:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| В | Д | Б | А |

Компетенции (индикаторы): ПК-2

3. Установите соответствие между названием системы координат и осями, которые для них характерны:

- |                                                |                                                |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1) Декартова (прямоугольная) система координат | А) $\vec{1}_r, \vec{1}_\alpha, \vec{1}_z$      |
| 2) цилиндрическая система координат            | Б) $\vec{1}_x, \vec{1}_y, \vec{1}_z$           |
| 3) сферическая система координат               | В) $\vec{1}_x, \vec{1}_y, \vec{1}_\alpha$      |
|                                                | Г) $\vec{1}_r, \vec{1}_\theta, \vec{1}_\alpha$ |

Правильный ответ:

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Б | А | Г |

Компетенции (индикаторы): ПК-2

4. Установите соответствие между характеристиками электромагнитного поля и единицами их измерения:

- |                                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|
| 1) напряженность магнитного поля     | А) В/м                   |
| 2) магнитная восприимчивость         | Б) Тл                    |
| 3) напряженность электрического поля | В) А/м                   |
| 4) индукция                          | Г) безразмерная величина |
| 5) заряд                             | Д) В                     |
|                                      | Е) Кл                    |

Правильный ответ:

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| В | Г | А | Б | Е |

Компетенции (индикаторы): ПК-2

5. Установите соответствие материалов по их электропроводности (проводимости):

- |                   |                                                                 |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1) проводники     | А) $10^{-20} \dots 10^{-10} \frac{1}{\text{Ом} \cdot \text{м}}$ |
| 2) диэлектрики    | Б) $10^{-18} \dots 10^{-15} \frac{1}{\text{Ом} \cdot \text{м}}$ |
| 3) полупроводники | В) $10^{-10} \dots 10^4 \frac{1}{\text{Ом} \cdot \text{м}}$     |

4) воздух

$$\Gamma) 10^4 \dots 10^7 \frac{1}{\text{Ом} \cdot \text{м}}$$

Правильный ответ:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Г | А | В | Б |

Компетенции (индикаторы): ПК-2

### **Задание закрытого типа на установления правильной последовательности**

*Установите правильную последовательность.*

*Запишите правильную последовательность букв слева направо*

1. Алгоритм определения аналитических зависимостей для расчета потенциала  $\varphi$  и напряженности электрического поля  $E$  для сферического конденсатора состоит в следующем:

А) Запись уравнения Лапласа (Пуассона) для определения потенциала и напряженности для второй области с проницаемостью  $\varepsilon_2$

Б) Составление и решение системы уравнения для определения постоянных интегрирования

В) Подстановка постоянных интегрирования и получение аналитических зависимостей для расчета потенциала  $\varphi$  и напряженности электрического поля  $E$

Г) Запись уравнения Лапласа (Пуассона) для определения потенциала и напряженности для первой области с проницаемостью  $\varepsilon_1$

Д) Использование граничных условий для определения постоянных интегрирования

Правильный ответ: Г, А, Д, Б, В

Компетенции (индикаторы): ПК-2

### **Задания открытого типа**

#### **Задание открытого типа на дополнение**

*Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

1. Как называются поля, для которых выполняется условие  $\oint_L E dl = 0$ ?

Правильный ответ: потенциальными

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. Величина, которая характеризуется формулой  $\vec{D} = \varepsilon_0 \cdot \vec{E}$ , называется ...

Правильный ответ: вектор электрического смещения / электрическое смещение / диэлектрическое смещение

Компетенции (индикаторы): ПК-2

3. Величина, характеризующая интенсивность электростатического поля и определяющаяся по формуле  $\varphi = -\int \vec{E} d\vec{l} + C$ , называется ...

Правильный ответ: потенциал / потенциал электрического поля

Компетенции (индикаторы): ПК-2

4. Запишите уравнение нормальных составляющих электрического смещения на границе раздела двух сред с разными диэлектрическими проницаемостями:

Правильный ответ:  $D_{1n} = D_{2n} / \varepsilon_1 \cdot E_{1n} = \varepsilon_2 \cdot E_{2n}$

Компетенции (индикаторы): ПК-2

5. Величина, которая характеризуется формулой  $\vec{E} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \frac{q}{R^2} \cdot \vec{1}_R$ , называется

Правильный ответ: напряженностью поля / напряженность

Компетенции (индикаторы): ПК-2

### Задание открытого типа с кратким свободным ответом

*Вставьте пропущенное слово (словосочетание)*

1. Способы исследования, которые помогают изучать процессы и явления в их взаимосвязи и взаимозависимости – это \_\_\_\_\_

Правильный ответ: методы анализа / анализ

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. Запишите математическую формулировку первого уравнения Максвелла.

Правильный ответ:  $\oint H dl = \sum I / \quad \operatorname{rot} \vec{H} = \vec{\delta} + \varepsilon_0 \varepsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} /$   
 $\operatorname{rot} \vec{H} = \gamma \vec{E} + \varepsilon_0 \varepsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$

Компетенции (индикаторы): ПК-2

3. Математический метод, применяемый для решения различных задач, основанный на минимизации суммы квадратов отклонений некоторых функций от экспериментальных входных данных, называется \_\_\_\_\_

Правильный ответ: МНК / метод наименьших квадратов

Компетенции (индикаторы): ПК-2

4. Запишите математическую формулировку второго уравнения Максвелла.

Правильный ответ:  $e = \oint_L \vec{E} d\vec{l} / \operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} / \operatorname{rot} \vec{E} = -\mu_0 \mu \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$

Компетенции (индикаторы): ПК-2

5. Процесс, имеющий целью получение наилучших результатов в заданных ограничениях и условиях, называется \_\_\_\_\_

Правильный ответ: оптимизация

Компетенции (индикаторы): ПК-2

6. Как называется векторный дифференциальный оператор, компоненты которого являются частными производными по координатам?

Правильный ответ: оператор Гамильтона / оператор набла /  $\nabla$  /

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \cdot \vec{1}_x + \frac{\partial}{\partial y} \cdot \vec{1}_y + \frac{\partial}{\partial z} \cdot \vec{1}_z$$

Компетенции (индикаторы): ПК-2

### **Задание открытого типа с развернутым ответом**

*Приведите полное решение задачи*

1. Конденсатор емкостью 10 мкФ имеет энергию 2 мДж. Найти разность потенциалов на обкладках конденсатора.

Время выполнения – 10 мин.

Ожидаемый результат:

Запишем формулу для энергии конденсатора

$$W = \frac{CU^2}{2}, \quad U = \sqrt{\frac{2W}{C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-6}}} = 20 \text{ В}$$

Критерии оценивания:

- Использование формулы определения заряда конденсатора;
- Определение разности потенциалов.

Правильный ответ:  $U = 20 \text{ В}$

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. В парафине (диэлектрическая проницаемость равна 2) на расстоянии 20 см помещены два точечных заряда. На каком расстоянии они должны находиться в воздухе, чтобы сила взаимодействия между ними осталась прежней?

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый результат:

На каждый точечный заряд со стороны другого действует сила Кулона, абсолютная величина которой определяется по формуле:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

Тогда силу взаимодействия зарядов в парафине  $F_1$  и в воздухе  $F_2$  можно найти соответственно по формулам:

$$\begin{cases} F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_1} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r_1^2} \\ F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_2} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r_2^2} \end{cases}$$

где  $\epsilon_1$  – диэлектрическая проницаемость парафина, равная 2,  
 $\epsilon_2$  – диэлектрическая проницаемость воздуха, равная 1.

Поделим верхнее равенство на нижнее, тогда получим:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\epsilon_2 r_2^2}{\epsilon_1 r_1^2}$$

По условию  $F_1 = F_2$ , поэтому:

$$1 = \frac{\epsilon_2 r_2^2}{\epsilon_1 r_1^2}, \quad \epsilon_1 r_1^2 = \epsilon_2 r_2^2$$

Откуда получим формулу для определения расстояния  $r_2$ :

$$r_2 = r_1 \sqrt{\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}} = 0,2 \sqrt{\frac{2}{1}} = 0,2828 \text{ см}$$

Критерии оценивания:

- Использование закона Кулона для определения силы взаимодействия зарядов;
- Определение расстояния  $r_2$ .

Правильный ответ:  $r = 0,283 \text{ см}$

Компетенции (индикаторы): ПК-2

## Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее –ФОС) по дисциплине «Численные методы расчета электромагнитных полей» соответствует требованиям ФГОС ВО.

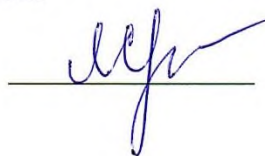
Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель Учебно-методического совета  
института приборостроения и  
электротехнических систем



Яременко С.П.

### Лист изменений и дополнений

| №<br>п/п | Виды дополнений и<br>изменений | Дата и номер протокола<br>заседания кафедры (кафедр),<br>на котором были<br>рассмотрены и одобрены<br>изменения и дополнения | Подпись<br>(с расшифровкой)<br>заведующего<br>кафедрой<br>(заведующих<br>кафедрами) |
|----------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                                     |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                                     |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                                     |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                                     |