

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)

Институт физико-математического образования, информационных и
обслуживающих технологий

Кафедра физики и методики преподавания физики

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора ИФМОИОТ


_____ Е.А. Журавлева
«15» _____ 2025 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине «Методы математической физики»

По направлению подготовки 44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ (С ДВУМЯ ПРОФИЛЯМИ ПОДГОТОВКИ)

Профиль подготовки **Физика. Математика**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**


Курс **4 (7 семестр)**

Разработчики:

доцент кафедры физики
и методики преподавания
физики, канд. физ.-мат. наук
Сильчева А.Г.

Ассистент кафедры физики
и методики преподавания
физики Техтелев Ю.В.

Врио заведующего кафедры физики
и методики преподавания физики

 Корчикова Н.В.
«13» января 2025 г.

Луганск, 2025

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.1. Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – неотъемлемая часть рабочей программы дисциплины Б1.В.03.01 «Методы математической физики» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений студентов, освоивших программу дисциплины.

1.2. Цели и задачи фонда оценочных средств

Цель ФОС – установить соответствие уровня подготовки обучающегося требованиям ФГОС ВО бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 г. № 125 (с изменениями и дополнениями).

1.3. Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения основной образовательной программы

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

| Код по ФГОС ВО | Индикатор достижения |
|------------------|-------------------------------|
| Профессиональные | |
| ПК-1. | ПК-1.1. ПК-1.2. ПК-1.3. |

1.4. Этапы формирования компетенций и средства оценивания уровня их сформированности

| Этапы формирования компетенций | Компетенции | Контрольно-оценочные средства / способ оценивания |
|--|-------------|---|
| Часть 1. Теория поля | | |
| Тема 1: Скалярные поля | ПК-1 | Решение задач и тестирование |
| Тема 2: Векторные поля | ПК-1 | Решение задач и тестирование |
| Тема 3: Дивергенция векторного поля | ПК-1 | Решение задач и тестирование |
| Тема 4: Ротор векторного поля | ПК-1 | Решение задач и тестирование |
| Тема 5: Дифференциальные | ПК-1 | Решение задач и тестирование |
| Тема 6: Оператор набла и лапласиан | ПК-1 | Решение задач и тестирование |
| Тема 7: Классификация векторных полей | ПК-1 | Решение задач и тестирование |
| Тема 8: Тензоры в теории поля | ПК-1 | Написание реферата |
| Часть 2. Уравнения математической физики | | |
| Тема 9: Дифференциальные уравнения | ПК-1 | Решение задач и индивидуальное задание |
| Тема 10: Уравнение Бесселя и его решения | ПК-1 | Решение задач и индивидуальное задание |
| Тема 11: Уравнение Лежандра | ПК-1 | Решение задач и индивидуальное задание |
| Тема 12: Уравнения физики и их общая характеристика | ПК-1 | Решение задач и индивидуальное задание |
| Тема 13: Общая характеристика | ПК-1 | Решение задач и индивидуальное задание |

| | | |
|--|------|----------------------|
| уравнений физики в частных производных и методы их решения | | задание |
| Промежуточная аттестация | ПК-1 | Экзамен (письменный) |

1.5. Описание показателей формирования компетенций

| Код компетенции | Результаты сформированности |
|--|--|
| ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач. | <p><i>Знает:</i> структуру, состав и дидактические единицы предметной области методов математической физики.</p> <p><i>Умеет:</i> осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО.</p> <p><i>Владеет навыками:</i> разработки различных форм учебных занятий, применения методов, приемов и технологий обучения, в том числе информационных.</p> |

1.6. Критерии оценивания компетенций на разных этапах их формирования

| Вид учебной работы | Количество баллов | | |
|---------------------------------|-------------------|-------|-----|
| | ОФО | О-ЗФО | ЗФО |
| Индивидуальное задание | 15 | - | - |
| Работа на практических занятиях | 15 | - | - |
| Контрольные работы | 15 | - | - |
| Теоретический отчет | 35 | - | - |
| Экзамен | 20 | - | - |
| Всего | 100 | | |

Накопительная система оценивания по 100-балльной шкале

| 5 - балльная система оценивания экзамена | 100 - балльная шкала | Буквенная шкала, соответствующая 100-балльной шкале |
|---|-----------------------------|--|
| Отлично | 90–100 | А – отлично – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному |
| Хорошо | 83–89 | В – очень хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному |
| Хорошо | 75–82 | С – хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью; некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками |
| Удовлетворительно | 63–74 | Д – удовлетворительно – теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки |
| Удовлетворительно | 50–62 | Е – посредственно – теоретическое содержание курса освоено частично; некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному |
| Неудовлетворительно | 21–49 | FX – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса освоено частично; необходимые практические навыки работы не сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий |
| Неудовлетворительно | 0–20 | F – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса не освоено; необходимые практические навыки работы не сформированы; все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий |

Образец оформления экзаменационного билета

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)**

2024/2025 учебный год

**Институт физико-математического образования, информационных
и обслуживающих технологий**

экзамен (устный/письменный) по дисциплине

«Методы математической физики»

Код/названия направлений подготовки **44.03.05 Педагогическое образование**
(с двумя профилями подготовки)

Физика. Математика

ОФО/ЗФО

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1.

2.

3.

Утверждено на заседании кафедры физики и методики преподавания физики, Протокол от
«30» ноября 2023 г. № 4.

.

Заведующий кафедрой

Сильчева А.Г.

Экзаменатор

...

2. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

2.1. Оценочные средства текущего контроля

Задачи:

1. Вычислить градиент скалярного поля $\varphi = (\vec{C}\vec{r})$, где \vec{C} – постоянный вектор.
2. Вычислить дивергенцию векторного поля:
 - 1) $\vec{A} = [\vec{C}[\vec{B}\vec{r}]]$, где \vec{C} и \vec{B} – постоянные векторы;
 - 2) $\vec{A} = \vec{C}(\vec{r}\vec{B})$, где \vec{C} и \vec{B} – постоянные векторы;
 - 3) $\vec{A} = \vec{r}(\vec{r}\vec{C})$, где \vec{C} – постоянный вектор.
3. Вычислить ротор векторного поля:
 - 1) $\vec{A} = A_r(r, z)\vec{e}_r + A_z(r, z)\vec{e}_z$;
 - 2) $\vec{A} = r^2 z \vec{e}_r - r z^2 \vec{e}_z$;
 - 3) $\vec{A} = \sin \varphi \vec{e}_r + \frac{(\vec{e}_\varphi \cos \varphi)}{r} + r z \vec{e}_z$;
 - 4) $\vec{A} = \frac{(\vec{e}_r \cos \Theta)}{r^3} + \frac{(\vec{e}_\Theta \sin \Theta)}{r^3}$.
4. Вычислить циркуляцию векторного поля $\vec{A} = (y^2 - z^2)\vec{i} + (z^2 - x^2)\vec{j} + (x^2 - y^2)\vec{k}$ по контуру треугольника $M_1 M_2 M_3$; $M_1(1,0,0)$, $M_2(0,1,0)$, $M_3(0,0,1)$.
5. Вычислить поток вектора $\vec{A} = (y^2 + z^2)\vec{i} + (y^2 + z^2)\vec{j} + (z^2 + x^2)\vec{k}$ через поверхность куба, ограниченного плоскостями $x = 0$, $x = 1$, $y = 0$, $y = 1$, $z = 0$, $z = 1$.
6. Вычислить поток векторного поля $\vec{A} = r^2 \vec{n}_1 + a^2 \cos \varphi \vec{n}_3$ через поверхность сферы $r = a$.
7. Показать, что поле $\vec{A} = (3x^2 y^2 z + y^2 z^3)\vec{i} + (2x^3 y z + 2x y z^3)\vec{j} + (x^3 y^2 + 3x y^2 z^2)\vec{k}$ потенциально и найти его потенциал.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ:

| | |
|--|---|
| 1А | 2А |
| Найти собственные значения и собственные решения краевой задачи $y'' + y = 0$, $y(0) = y(\pi)$, $y'(0) = y'(\pi)$ | Найти закон колебаний однородной струны длины l с жестко закрепленными концами, если в начальный момент времени она представляла квадратную параболу, симметричную относительно перпендикуляра к середине струны. Начальные скорости равны 0. |
| 3А | 4А |
| Найти закон колебаний однородной струны длины $l = \pi$ с жестко закрепленными концами, если начальное отклонение $f(x, 0) = \sin x$. Начальные скорости равны 0. | Найти закон свободных колебаний квадратной мембраны со стороной L , если в начальный момент точкам мембраны сообщена скорость $\frac{\partial u}{\partial t} \Big _{t=0} = \frac{a}{50}$ (a – постоянная в уравнении колебаний). Начальное отклонение равно 0. Мембрана закреплена по контуру. |
| 5А | 6А |

| | |
|--|---|
| <p>Решить краевую задачу $\frac{\partial U}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$, если $0 \leq x \leq l$, $\frac{x(l-x)}{l^2}$, $U(0,t) = U(l,t) = 0$.</p> | <p>Решить краевую задачу $\frac{\partial U}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$, $\frac{\partial U}{\partial x} \Big _{x=0} = 0$, $U(l,t) = u_0$, если $0 \leq x \leq l$, $U(x,0) = f(x)$.</p> |
| <p>7А Найти закон свободных колебаний струны длиной l, если в начальный момент времени всем точкам струны сообщена скорость, равная $\frac{a}{\pi}$ (a – постоянная в уравнении колебаний). Начальное отклонение отсутствует, концы струны закреплены.</p> | <p>8А Найти закон свободных колебаний струны длины l, если в начальный момент всем ее точкам сообщена скорость $\frac{\pi a}{10}$ (a – постоянная в уравнении колебаний). Начальное отклонение отсутствует. Концы струны закреплены.</p> |

Темы рефератов:

1. Тензоры в теории поля.
2. Алгебра тензоров.
3. Инварианты тензоров второго ранга.
4. Четырехмерные векторы и тензоры в физике
5. Тензор момента инерции
6. Введение тензора момента инерции
7. Доказательство тензорного характера момента инерции
8. Главные направления и главные значения тензора инерции шара, цилиндра, диска, кольца, стержня
9. Тензор деформаций
10. Тензор механических напряжений. Обобщенный закон Гука

Тестовые задания:

- 1) Поле, характеристики которого не меняются с течением времени. Значение характеристик при этом могут меняться при переходе от одной точки пространства к другой называется
 - а) стационарным
 - б) нестационарным
 - в) векторным
 - г) скалярным
- 2) Градиентом скалярного поля вектор, определяемый соотношением:
 - а) $\text{div} \vec{A} = \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial R}{\partial z}$
 - б) $\text{grad} \varphi = \varphi(x, y, z) = \varphi(\vec{r})$
 - в) $\text{grad} \varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial \varphi}{\partial z} \vec{k}$
 - г) $\text{rot} \vec{A} = \left(\frac{\partial R}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial z} \right) \cdot \vec{i} + \left(\frac{\partial P}{\partial z} - \frac{\partial R}{\partial x} \right) \cdot \vec{j} + \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y} \right) \cdot \vec{k}$
- 3) Линия, у которой касательная в каждой точке направлена вдоль заданного в этой точке вектора поля.
 - а) поверхностью уровня
 - б) линией уровня
 - в) векторной линией поля

г) векторной трубкой

4) Теорема Гаусса – Остроградского имеет вид:

$$\oint_L (\vec{A} \cdot d\vec{l}) = \oint_L A_l dl$$

а)

$$\oint_S (\vec{A} \cdot d\vec{S}) = \iiint_V \left(\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial R}{\partial z} \right) dV$$

б)

$$\oint_l (\vec{A} \cdot d\vec{L}) = \int_S (\vec{B} \cdot d\vec{S})$$

в)

$$\oint_l (\vec{A} \cdot d\vec{L}) = \int_S (\operatorname{div} \vec{A} \cdot d\vec{S})$$

г)

5) Дивергенция векторного поля определяется по формуле

$$\Delta \varphi = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2}$$

а)

$$\operatorname{rot} \vec{A} = \left(\frac{\partial R}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial z} \right) \cdot \vec{i} + \left(\frac{\partial P}{\partial z} - \frac{\partial R}{\partial x} \right) \cdot \vec{j} + \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y} \right) \cdot \vec{k}$$

б)

$$\operatorname{div} \vec{A} = \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial R}{\partial z}$$

в)

$$\operatorname{grad} \varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial \varphi}{\partial z} \vec{k}$$

г)

2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

Часть 1. Теория поля

1. Скалярное поле. Производная по направлению и градиент скалярного поля.
2. Векторное поле. Векторные линии и векторные трубки. Уравнения векторных линий.
3. Поток вектора и теорема Гаусса-Остроградского.
4. Дивергенция векторного поля.
5. Циркуляция вектора. Формулы Грина и Стокса.
6. Ротор векторного поля.
7. Дифференциальные операции теории поля второго порядка.
8. Дифференциальные операции теории поля в криволинейных координатах.
9. Потенциальное поле.
10. Соленоидальное поле. Поле в отсутствие источников и вихрей.
11. Тензор-производная векторного поля. Дивергенция и ротор как инварианты тензор-производной векторного поля.
12. Векторы и тензоры в четырехмерном пространстве.

Часть 2. Уравнения математической физики

1. Краевые задачи в теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Самосопряженное уравнение второго порядка.
2. Задача Штурма-Лиувилля и ее решение.
3. Свойства собственных решений и собственных значений задачи Штурма-Лиувилля.
4. Уравнение Бесселя и его решение.
5. Уравнение Лежандра 0-го порядка. Полиномы Лежандра.
6. Уравнение Лежандра n-го порядка. Присоединенные функции Лежандра.
7. Уравнения физики в частных производных.
8. Общая характеристика уравнений математической физики и методов их решений.

- 9.Решение волнового уравнения методом Даламбера (методом бегущих волн).
- 10.Метод Фурье решения уравнений математической физики в частных производных.