

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

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики


Могильная Е.П.
« 25 » 02 2025 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

Вычислительные методы в физике

(наименование учебной дисциплины, практики)

03.04.02 Физика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

«Теоретическая и математическая физика»

(наименование профиля подготовки (специальности, магистерской программы); при отсутствии ставится прочерк)

Разработчик:

доцент  Воробьев С.Г.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры физики

от 25 02 2025 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой



Корсунов К.А.

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Вычислительные методы в физике»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ.

1. Какой порядок точности имеет метод Эйлера?

- А) Первый
- Б) Второй
- В) Третий
- Г) Четвертый

Правильный ответ: А

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2)

2. Какой порядок точности имеет неявный метод второго порядка?

- А) Первый
- Б) Второй
- В) Третий
- Г) Четвертый

Правильный ответ: Б

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

3. Какое условие устойчивости применяется к гиперболическим уравнениям?

- А) Условие Куранта-Фридрихса-Леви
- Б) Условие Неймана
- В) Условие Лапласа
- Г) Условие Фурье

Правильный ответ: А

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

4. В каком случае метод Эйлера будет устойчивым?

- А) Если шаг по времени не влияет на решение
- Б) Если шаг по времени равен нулю
- В) Если шаг по времени достаточно мал
- Г) Если шаг по времени достаточно велик

Правильный ответ: В

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

Задания закрытого типа на установление соответствия

1 Установите соответствие между процессами в развитии физической теории и их описанием. *Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.*

	Процессы		Описания
1)	Вычислительные эксперименты	А)	Установление соответствия математических утверждений экспериментальным данным.
2)	Математические утверждения	Б)	Моделирование физических процессов с помощью компьютеров.
3)	Экспериментальные законы	В)	Установление соответствия математических утверждений экспериментальным данным.
4)	Абстрактные принципы	Г)	Творческий акт, опирающийся на образование и опыт физика.

Правильный ответ:

1	2	3	4
Б	А	В	Г

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

2. Установите соответствие между типами вычислительных экспериментов и их целями. *Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.*

	Типы вычислительных экспериментов		Цели вычислительных экспериментов
1)	Моделирование сложных устройств	А)	Исследование ситуаций, где теория и эксперимент не совпадают
2)	Получение информации в условиях разрыва между теорией и экспериментом	Б)	Получение данных для уточнения теоретических моделей.
3)	Рекомендации для развития теории	В)	Оценка большого количества вариантов перед созданием модели
4)	Проверка предсказаний теории	Г)	Проверка гипотез

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	А	Б	Г

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

3. Установите соответствие между задачами и их описанием. *Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.*

	Задачи		Описание задач
1)	Задача с начальными условиями	А)	Нахождение решения на основе граничных данных
2)	Задача Штурма-Лиувилля	Б)	Нахождение решения на основе начальных данных
3)	Задача с граничными условиями	В)	Решение задачи состоит в отыскании нетривиальных решений на промежутке (a, b)

Правильный ответ:

1	2	3
Б	В	А

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

4. Установите соответствие между методами и их применением. *Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.*

	Вычислительные методы		Применение методов
1)	Метод Эйлера	А)	Высокоточное численное решение дифференциальных уравнений
2)	Метод Рунге-Кутты	Б)	Численное решение дифференциальных уравнений низкой точности
3)	Метод Монте-Карло	В)	Моделирование случайных процессов

Правильный ответ:

1	2	3
Б	А	В

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо.

1. Установите правильную последовательность шагов в методе Эйлера?

А) Проверка устойчивости решения

- Б) Задание начальных условий
 - В) Аппроксимация интеграла по времени
 - Г) Вычисление значения функции на новом шаге
- Правильный ответ: Б, В, Г, А

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

2. Установите правильную последовательность шагов при анализе устойчивости метода Эйлера?

- А) Корректировка шага по времени
- Б) Определение множителя перехода
- В) Проверка условия устойчивости
- Г) Анализ роста ошибок

Правильный ответ: Б, В, Г, А

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

3. Установите правильную последовательность шагов в методе конечных разностей?

- А) Замена дифференциальных уравнений разностными аналогами
- Б) Построение временной и пространственной сетки
- В) Решение системы разностных уравнений
- Г) Анализ устойчивости и точности решения

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

4. Установите правильную последовательность шагов при решении ОДУ высших порядков?

- А) Проверка устойчивости
- Б) Сведение уравнения к системе ОДУ первого порядка
- В) Применение численного метода
- Г) Получение решения

Правильный ответ: Б, В, Г, А

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

1. Напишите пропущенное слово (сочетание).

В явном двухшаговом методе используется промежуточный шаг для повышения _____ решения.

Правильный ответ: точности

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

2. Напишите пропущенное слово (сочетание).

Задача с начальными условиями предполагает нахождение решения на основе заданных _____ значений.

Правильный ответ: начальных

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

3. Напишите пропущенное слово (сочетание).

Метод Адамса-Башфорта используется для решения систем _____ дифференциальных уравнений.

Правильный ответ: обыкновенных

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

4. Напишите пропущенное слово (сочетание).

Метод конечных разностей основан на замене непрерывной переменной на _____ сетку точек.

Правильный ответ: дискретную

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

5. Напишите пропущенное слово (сочетание).

В неявном методе новое значение функции входит в разностное уравнение _____ образом.

Правильный ответ: неявным

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Дайте ответ на вопрос. Если ошибки со временем не накапливаются в разностной схеме, это означает, что схема обладает хорошей? (*Ответ запишите, одним словом*).

Правильный ответ: устойчивостью

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

2. Дайте ответ на вопрос. Метод Эйлера не применим к решению уравнений какого типа? (*Ответ запишите, одним словом*).

Правильный ответ: осцилляторного

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

3. Дайте ответ на вопрос. Какие два источника ошибок влияют на точность численного решения? (*Ответ запишите двумя словами*).

Правильный ответ: аппроксимации, округления.

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

4. Дайте ответ на вопрос. Уравнение диффузии — это дифференциальное уравнение в частных производных, которое описывает какой процесс? (*Ответ запишите, одним словом*).

Правильный ответ: диффузии.

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. В физической задаче моделируется охлаждение тела в воздухе. Скорость изменения температуры тела описывается дифференциальным уравнением:

$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_0)$, где T – температура тела (в °C), $T_0=20$ °C – температура окружающей среды, $k=0,1$ с⁻¹ – коэффициент теплообмена, t - время (в секундах). Начальная температура тела в момент $t=0$ равна $T(0)=80$ °C.

Используя метод Эйлера первого порядка с шагом $h=1$, найдите приближённое значение температуры тела через 2 секунды (на $t=2$ с). Ответ записать в °C.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 30 мин.

Ожидаемый результат:

Решение. Метод Эйлера первого порядка – это численный метод решения дифференциальных уравнений, который использует линейное приближение для вычисления значений функции на следующем шаге. Он основан на формуле:

$$T_{n+1} = T_n + h \cdot f(t_n, T_n),$$

где T_n – температура на текущем шаге, h – шаг по времени, $f(t_n, T_n) = \frac{dT}{dt}$ – правая часть уравнения, t_n - текущее время. В нашем случае:

$$f(t, T) = -k(T - T_0) = -0,1(T - 20)$$

Шаг $h=1$ с, нужно найти T на $t=2$ с, то есть сделать 2 шага от $t=0$.

Шаг 1: Вычисление T на $t=1$ с:

Начальные условия: $t_0=0$ с, $T_0=80$ °C.

Подставляем в $f(t_0, T_0)$:

$$f(0, 80) = -0,1(80 - 20) = -0,1 \cdot 60 = -6 \text{ °C/c}$$

Применяем метод Эйлера:

$$T_1 = T_0 + h \cdot f(t_0, T_0) = 80 + 1(-6) = 80 - 6 = 74 \text{ °C}$$

Итак, на $t=1$ с, температура $T_1=74$ °C

Шаг 2: Вычисление T на $t=2$ с:

Новые условия: $t_0=1$ с, $T_0=74$ °C.

Подставляем в $f(t_1, T_1)$:

$$f(1,74) = -0,1(74 - 20) = -0,1 \cdot 54 = -5,4 \text{ °C/с}$$

Применяем метод Эйлера:

$$T_2 = T_1 + h \cdot f(t_1, T_1) = 74 + 1(-5,4) = 74 - 5,4 = 68,6 \text{ °C}$$

Итак, на $t=2$ с, температура $T_2=68,6$ °C

Ответ: $T_2=68,6$ °C

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

2. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Перечислите основные характеристики метода Эйлера?

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Метод Эйлера – это один из простейших численных методов для решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Вот его основные характеристики:

1) Порядок точности: метод Эйлера имеет первый порядок точности. Это означает, что ошибка на каждом шаге интегрирования пропорциональна квадрату размера шага, а общая ошибка на конечном интервале интегрирования пропорциональна размеру шага.

2) Явный метод: метод Эйлера является явным, то есть для вычисления следующего значения функции требуется только информация из предыдущего шага.

3) Устойчивость: устойчивость метода Эйлера зависит от конкретного дифференциального уравнения и размера шага интегрирования. Для некоторых уравнений метод может быть неустойчивым при больших шагах.

4) Простота реализации: метод Эйлера легко реализовать, так как он требует минимального количества вычислений на каждом шаге.

5) Ограниченная точность: из-за первого порядка точности метод Эйлера может быть недостаточно точным для задач, требующих высокой точности решения.

6) Применимость к системам уравнений: метод Эйлера можно применять для решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений, представляя их в векторной форме.

Критерии оценивания: указание 3 характеристик засчитывается за правильный ответ.

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

3. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Перечислите основные характеристики метода Рунге-Кутты?

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Метод Рунге-Кутты – это большой класс численных методов для решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Вот его основные характеристики:

1) Порядок точности: существуют методы Рунге-Кутты различного порядка точности, от второго и выше. Чем выше порядок метода, тем меньше ошибка на каждом шаге интегрирования.

2) Явные и неявные методы: методы Рунге-Кутты могут быть как явными, так и неявными. Явные методы, такие как классический метод четвёртого порядка, требуют только информации из предыдущего шага для вычисления следующего значения функции. Неявные методы требуют решения системы уравнений на каждом шаге, что может быть более сложным, но они часто более устойчивы для сложных задач.

3) Устойчивость: устойчивость методов Рунге-Кутты зависит от конкретного уравнения и размера шага интегрирования. В целом, методы Рунге-Кутты более устойчивы, чем метод Эйлера, особенно при решении сложных задач.

4) Точность и эффективность: методы Рунге-Кутты обеспечивают высокую точность решения при умеренных размерах шага.

5) Применимость к системам уравнений: методы Рунге-Кутты можно применять для решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений, представляя их в векторной форме.

6) Адаптивные методы: существуют адаптивные методы Рунге-Кутты, которые автоматически регулируют размер шага интегрирования для достижения заданной точности. Это позволяет оптимизировать вычислительные затраты и повысить точность решения.

Критерии оценивания: указание 3 характеристик засчитывается за правильный ответ.

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4), ПК-2 (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Вычислительные методы в физике» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

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-методической
комиссии института технологий и
инженерной механики



Ясуник С.Н.

Лист изменений и дополнений

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