

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кузнецова Эмилия Вадимовна  
Должность: Исполнительный директор  
Дата подписания: 10.12.2025 20:58:26  
Уникальный программный ключ:  
01e176f1d70c109e93d86b7d8f37ec826bb87d6

**ЧАСТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ БИЗНЕСА И УПРАВЛЕНИЯ»**

Рассмотрено и одобрено на заседании  
Ученого совета Протокол № 8 от 17  
апреля 2023 года, с изменениями и  
дополнениями, одобренными протоколами  
Ученого совета №23/24-02 от 26 января  
2024 года, №25/6 от 21 апреля 2025 года,  
№25/11 от 28 ноября 2025 года

**УТВЕРЖЕНО**



Проректор по учебно-воспитательной  
работе и качеству образования

Ю.Н.Паничкин

«28» ноября 2025 года

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

*по дисциплине «Дополнительные главы математики»*

Направление подготовки / специальность 23.03.01 Технология транспортных процессов

Квалификация выпускника Бакалавр

Направленность (профиль) / специализация «**Организация перевозок и безопасность  
движения**»

Для оценки сформированности компетенции:

**ОПК-1: "Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности."**

Индикаторы достижения компетенции:

**ОПК-1.1:** Знает теорию, методики и основные законы в области общетехнических наук;

**ОПК-1.2:** Умеет использовать полученные теоретические знания при решении задач в технических приложениях профессиональной деятельности.

**ОПК-1.3:** Владеет навыками применения общетехнических методик в реализации технологических процессов в профессиональной деятельности.

2025 г.

### Закрытые задания на установление соответствия

Инструкция для выполнения задания: прочитайте текст и установите соответствие

#### Общепрофессиональная компетенция ОПК-1

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 1:** Установите соответствие между типом межмолекулярного взаимодействия и его краткой характеристикой.

Левая колонка	Правая колонка
А) Методическая погрешность	1) Из-за конечного числа итераций в алгоритме
Б) Итерационная погрешность	2) Разница между точным и численным методом при $h \rightarrow 0$
В) Погрешность округления	3) Ошибка, внесённая конечной машинной точностью
Г) Погрешность исходных данных	4) Неточность заданных параметров задачи

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 3 мин.

**Задание 2:** Соотнесите вид межатомного потенциала и его аналитическое выражение.

Левая колонка	Правая колонка
А) Метод Ньютона	1) Линейная сходимость, не требует производной
Б) Метод бисекции	2) Квадратическая сходимость, использует касательную
В) Метод секущих	3) Гарантированная сходимость при смене знака
Г) Метод простой итерации	4) Сверхлинейная сходимость без производной через две точки

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 3:** Установите соответствие между физической константой и её приблизительным значением.

Левая колонка	Правая колонка
А) LU-разложение	1) Ортогонализация и поиск собственных значений
Б) QR-разложение	2) Факторизация SPD-матриц для быстрого решения
В) Разложение Холецкого	3) Разложение на нижнюю и верхнюю

	треугольные матрицы
Г) SVD-разложение	4) Оптимальное ранговое приближение и сингулярные числа

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ: 3 мин.**

**Задание 4:** Соотнесите экспериментальный метод и основную физическую величину, которую он измеряет.

Левая колонка	Правая колонка
А) Равномерные узлы	1) Минимизируют максимальную погрешность при фиксированном $n$
Б) Узлы Чебышёва	2) Электростатически равномерны, но подвержены эффекту Рунге
В) Адаптивные узлы	3) Сгущаются в областях большой кривизны
Г) Узлы экстремумов функции	4) Делают остаток ортогональным первой производной

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор** ИОПК-1.2

**Время на ответ: 2 мин.**

**Задание 5:** Соотнесите металлургическое явление и его описание.

Левая колонка	Правая колонка
А) Левые прямоугольники	1) Полиномы до степени 1
Б) Трапеции	2) Полиномы до степени 0
В) Симпсон	3) Полиномы до степени 3
Г) 3/8-правило	4) Полиномы до степени 3 (но использует 3 шага)

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ: 3 мин.**

**Задание 6:** Установите соответствие между фазовым превращением и изменением кристаллической решётки.

Левая колонка	Правая колонка
А) Явный метод Эйлера	1) Многошаговый явный, условно устойчив
Б) Метод Адамса–Бэшфорта 2-го порядка	2) Одношаговый явный, условно устойчив, порядок 4
В) Runge–Kutta 4-го порядка	3) Явный одношаговый первого порядка
Г) Неявный метод Гира (BDF-2)	4) Неявный многошаговый, А-устойчивый

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 7:** Соотнесите элемент дилатометрической кривой охлаждения стали и соответствующее физическое событие.

Левая колонка	Правая колонка
А) Абсолютная погрешность	1) $ x - \tilde{x} $
Б) Относительная погрешность	2) $ x - \tilde{x} / x $
В) Норма вектора ошибки (евклид.)	3) $\sqrt{\sum_i e_i^2}$
Г) Норма вектора ошибки (макс.)	4) $\max_i  e_i $

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 8:** Установите соответствие между механизмом упрочнения и препятствием движению дислокаций.

Левая колонка	Правая колонка
А) Бисекция	1) 1
Б) Простая итерация (фикс. точка)	2) $\varphi'(x^*)$
В) Секущих	3) $\approx 1.618$
Г) Метод Ньютона	4) 2

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 3 мин.

**Задание 9:** Соотнесите тип детектора и частицу/излучение, которое он наиболее чувствительно регистрирует.

Левая колонка	Правая колонка
А) Метод Якоби	1) Матрица SPD
Б) Метод Гаусса–Зейделя	2) Любая квадратная, но желательно разреженная, несимметричная
В) Метод сопряжённых градиентов	3) Диагональное преобладание – достаточное условие сходимости
Г) GMRES	4) Более строгое условие, быстрее при диагональном преобладании

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 10:** Соотнесите реакцию синтеза дейтронов и основные продукты.

Левая колонка	Правая колонка
А) Линейный	1) 3 узла
Б) Квадратичный	2) $n+1$ узлов
В) Кубический	3) 4 узла
Г) $n$ -й степени	4) 2 узла

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 3 мин.

**Задание 11:** Установите соответствие между вычислительным методом и ожидаемым результатом.

Левая колонка	Правая колонка
А) Трапеции	1) $p=4$
Б) Симпсон	2) $p=2$
В) Правило midpoint	3) $p=2$ (но коэффициент меньше)
Г) Гаусс 2-узлов	4) $p=5$

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 12:** Соотнесите научный прибор и структурный/физический параметр, определяемый с его помощью.

Левая колонка	Правая колонка
А) Одношаговый явный	1) Метод трапеций
Б) Одношаговый неявный	2) RK-4
В) Многошаговый явный	3) BDF-3
Г) Многошаговый неявный	4) Адамс–Бэшфорт 3

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 13:** Соотнесите безразмерное число и соотношение величин, которое оно характеризует.

Левая колонка	Правая колонка
А) $\text{cond}(A) \sim 1$	1) Практически не усиливает погрешности
Б) $\text{cond}(A) \sim 10^3$	2) Умеренно плохо обусловленная система
В) $\text{cond}(A) \sim 10^8$	3) Чрезвычайно чувствительная система, требуется регуляризация
Г) $\text{cond}(A) \rightarrow \infty$	4) Сингулярная матрица, решение не единственно

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ:** 3 мин.

**Задание 14:** Соотнесите закон термодинамики и его математическое выражение.

Левая колонка	Правая колонка
А) Newton	1) Требуется $f'$ , квадр. порядок
Б) Secant	2) Без $f'$ , использует два приближения
В) Bisection	3) Без $f'$ , только знаки, лин. порядок
Г) Steffensen	4) Без $f'$ , ускоренный порядок 2

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.3

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 15:**

**Вопрос:** Соотнесите фундаментальное уравнение и физическое явление, которое оно описывает.

Левая колонка	Правая колонка
А) Степенной метод	1) Находит максимально по модулю собственное значение
Б) Обратный степенной метод	2) Генерирует тридиагональную матрицу для больших разреженных систем
В) QR-итерация	3) Находит ближайшее к заданному $\sigma$ значение через факторизацию
Г) Метод Ланцоша	4) Находит все собственные значения небольшой матрицы

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 16:** Установите соответствие между режимом диффузии и доминирующим механизмом переноса атомов.

Левая колонка	Правая колонка
А) 1 узел	1) 3
Б) 2 узла	2) 7
В) 3 узла	3) 1
Г) 4 узла	4) 5

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

### Ключи к заданиям

Номер вопроса	Правильный вариант ответа
1	A→2; Б→1; В→3; Г→4
2	A→2; Б→3; В→4; Г→1
3	A→3; Б→1; В→2; Г→4
4	A→2; Б→1; В→3; Г→4
5	A→2; Б→1; В→3; Г→4
6	A→3; Б→1; В→2; Г→4
7	A→1; Б→2; В→3; Г→4
8	A→1; Б→2; В→3; Г→4
9	A→3; Б→4; В→1; Г→2
10	A→4; Б→1; В→3; Г→2
11	A→2; Б→1; В→3; Г→4
12	A→2; Б→1; В→4; Г→3
13	A→1; Б→2; В→3; Г→4
14	A→1; Б→2; В→3; Г→4
15	A→1; Б→3; В→4; Г→2
16	A→3; Б→1; В→4; Г→2

### Закрытые задания на установление последовательности

**Инструкция для выполнения задания:** прочитайте текст и установите последовательность

### Общепрофессиональная компетенция ОПК-1

**Индикатор:** ИОПК-1.3

**Время на ответ:** 4 мин.

**Задание 1:** Определите последовательность действий при выводе силы из потенциала Леннарда-Джонса.

Варианты ответа:

А) Выбор характерного межатомного расстояния  $r$

Б) Запись выражения потенциала

$$U(r) = 4\epsilon \left[ \left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6 \right]$$

Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:

--	--	--	--

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 5 мин.

**Задание 2:** Установите порядок экспериментального определения поверхностного натяжения методом капиллярного подъёма.

Варианты ответа:

- А) Измерение внутреннего диаметра капилляра  $d$   
 Б) Определение высоты подъёма  $h$  столба жидкости  
 В) Измерение плотности  $\rho$  жидкости при данной  $T$   
 Г) Расчёт  $\sigma$  из формулы  

$$\sigma = \sqrt[4]{\rho g h d}$$

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 3:** Расположите этапы численного моделирования твёрдого тела методом молекулярной динамики.

Варианты ответа:

- А) Определение параметров межатомного потенциала  

$$U(r) = 4\epsilon \left[ \left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6 \right]$$
  
 Б) Задание начальных координат и скоростей  
 В) Выбор алгоритма интегрирования (Верле)  
 Г) Анализ траекторий и усреднение свойств

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор** ИОПК-1.2

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 4:** Определите порядок процессов при образовании полос сдвига в металле.

Варианты ответа:

- А) Аккумуляция дислокаций при пластической деформации  
 Б) Локальное повышение напряжения  
 В) Самоорганизация дислокаций в полосу  
 Г) Разгрузка окружающей матрицы

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--	--

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 5:** Установите последовательность регистрации формирования мартенсита методом дилатометрии.

Варианты ответа:

- А) Нагрев образца до аустенитной температуры  
 Б) Быстрое охлаждение (закалка) до заданной  $T$   
 В) Запись изменения длины  $\Delta L(t)$   
 Г) Определение температуры  $M_s$  из кривой

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--



**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 6:** Расположите этапы расчёта критической скорости охлаждения, исключающей образование перлита.

Варианты ответа:

- А) Серия закалок с разными скоростями
- Б) Построение кинетических точек превращения
- В) Составление ССТ-диаграммы
- Г) Определение пересечения «носика» перлитной области

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 7:** Определите порядок вывода энергии взаимодействия ван-дер-Ваальса из уравнения Вириала второго порядка.

Варианты ответа:

- А) Запись Вириального уравнения  $P = RT(1/V + B(T)/V^2 + \dots)$
  - Б) Определение второго коэффициента  $B(T)$  интегралом по потенциалу
  - В) Подстановка потенциала Леннарда-Джонса в интеграл
- $$U(r) = 4\epsilon \left[ \left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6 \right]$$

- Г) Численный расчёт  $B(T)$  и сравнение с экспериментом

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор: ИОПК-1.3**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 8:** Установите порядок экспериментального определения коэффициента диффузии методом меченых атомов.

Варианты ответа:

- А) Нанесение радиоактивного изотопа на поверхность образца
- Б) Отжиг при фиксированной температуре  $t$
- В) Шлифовка слоёв и измерение активности
- Г) Расчёт  $D$  из решения уравнения Фика

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 9:** Определите порядок подготовки электролитической ячейки для эксперимента по холодному ядерному синтезу ( $\text{Pd}/\text{D}_2\text{O}$ ).

Варианты ответа:

- А) Полировка и очистка палладиевого катода
- Б) Дегазация тяжёлой воды  $D_2O$
- В) Сборка ячейки и установка катода-анода
- Г) Установка датчиков тепловыделения и нейтронов

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор: ИОПК-1.3**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 10:** Расположите этапы детектирования нейтронов при холодном синтезе методом счётчика  $^3\text{He}$ .

Варианты ответа:

- А) Калибровка счётчика стандартным источником
- Б) Установка счётчика рядом с ячейкой
- В) Регистрация импульсов в течение опыта
- Г) Сопоставление спектра импульсов с фоном

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 11:** Определите порядок численного моделирования водородной загрузки палладия.

Варианты ответа:

- А) Решение диффузионного уравнения в 1D
- Б) Задание граничных условий  $C(0,t)=C_s$ ,  $C(L,t)=0$
- В) Построение зависимости степени насыщения vs  $t$
- Г) Сравнение модели с калориметрическими данными

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 12:** Установите порядок калибровки тензодатчика для измерения локальных деформаций полос сдвига.

Варианты ответа:

- А) Нагрузка образца гирями с известной силой
- Б) Измерение выходного напряжения датчика
- В) Построение калибровочной кривой  $\epsilon = k \cdot V$
- Г) Установка датчика на исследуемый образец

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор: ИОПК-1.3**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 13:** Расположите этапы определения энергии стеклования аморфного полимера методом DSC.

Варианты ответа:

- А) Запись теплофизической кривой при нагреве
- Б) Калибровка DSC по эталонам (In, Zn)
- В) Определение скачка теплоёмкости  $\Delta C_p$
- Г) Расчёт энергии стеклования  $\Delta H_g = \int \Delta C_p dT$

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор:** ИОПК-1.3

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 14:** Определите последовательность расчёта температуры Дебая по эксперименту теплоёмкости при низких температурах.

Варианты ответа:

- А) Запись  $C_p(T)$  в интервале 2–20 К
- Б) Аппроксимация зависимости  $C_p = a T^3$
- В) Определение коэффициента  $a$
- Г) Вычисление  $T_D$  из формулы

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 15:** Расположите шаги получения радиальной функции распределения  $g(r)$  из MD-трассировки.

Варианты ответа:

- А) Запись координат всех атомов за  $N$  шагов
- Б) Вычисление гистограммы парных расстояний
- В) Нормировка на объём  $4\pi r^2 \rho_0 \Delta r$
- Г) Сглаживание и вывод  $g(r)$

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 16:** Определите последовательность подготовки Монте-Карло-моделирования сечения реакции  $D + D \rightarrow {}^3\text{He} + n$  при низких энергиях.

Варианты ответа:

- А) Выбор эффективного потенциала взаимодействия (экран-Кулонов + Юкава)
- Б) Задание распределения энергий падающих дейтронов
- В) Запуск Монте-Карло-симуляции рассеяния
- Г) Статистическая обработка событий и получение  $\sigma(E)$

$$\sigma(E) = \pi r_0^2 \exp\left(-\frac{b}{\sqrt{E}}\right)$$

Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:

--	--	--	--

#### Ключи к заданиям

Номер вопроса	Правильный вариант ответа
1	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
2	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
3	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
4	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
5	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
6	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
7	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
8	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
9	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
10	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
11	$B \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
12	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
13	$B \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
14	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
15	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
16	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$

#### Открытые задания с развернутым ответом

Инструкция для выполнения задания: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

#### Общепрофессиональная компетенция ОПК-1

Индикатор: ИОПК-1.1

Время на ответ: 4 мин.

**Задание 1:** Что такое относительная погрешность приближённого значения? (Дается формула)

Поле для ответа:

Индикатор: ИОПК-1.1

Время на ответ: 4 мин.

**Задание 2:** Как вычисляется следующий шаг метода Ньютона? Дайте формулу.

Поле для ответа:

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 3:** В чём ключевое отличие LU- и QR-разложений (укажите одно слово)?

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 4:** Сколько узлов требуется для интерполяционного полинома степени  $n$ ?

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 5:** Почему глобальная погрешность трапеций  $O(h^2)$ , если локальная  $O(h^3)$ ? (ответ: из-за ... )

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 6:** Что произойдет с устойчивостью явного Эйлера при увеличении  $|\lambda|h$  выше 1 для  $y' = \lambda y$ ? (одно слово)

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 7:** Дайте определение спектральной нормы матрицы  $A$  (ответ — формула).

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 8:** Как влияет число обусловленности  $\text{cond}(A)$  на относительную ошибку решения  $Ax=b$ ? (формула)

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 9:** В чем разница между явным и неявным одношаговыми методами (одно ключевое слово)?

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 10:** К какому порядку относится глобальная погрешность метода Симпсона? (число)

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 11:** Почему метод секущих обычно сходится медленнее Ньютона? (одно слово)

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 12:** Что произойдет с полиномом Лагранжа при добавлении нового узла? (одно слово)

**Поле для ответа:**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 13:** Дайте формулу жёсткостного числа  $R_s$  для линейной системы  $y'=Ay$ .

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.3**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 14:** Какой шаг  $h$  потребуется правилу трапеций, чтобы погрешность была  $O(10^{-6})$  на отрезке длиной 1 при  $f' \leq 10$ ? (ответ число порядка  $1e-?$ )

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 15:** Как уменьшение машинного эпсилон влияет на округлённую ошибку? (одна фраза)

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 16:** Какой детерминант у треугольной матрицы  $T$  с диагональю  $(2, -1, 3)$ ?

**Поле для ответа:**

## Ключи к заданиям

Номер вопроса	Ответ (развернутое обоснование)
1	$\varepsilon_{\text{rel}} = \frac{ x - \tilde{x} }{ x }$
2	$x_{k+1} = x_k - \frac{f(x_k)}{f'(x_k)}$

3	Ортогональность
4	$n + 1$
5	суммирования сегментов
6	Расходимость
7	$\ A\ _2 = \sqrt{\lambda_{\max}(A^T A)}$
8	$\frac{\ \Delta x\ }{\ x\ } \leq \operatorname{cond}(A) \frac{\ \Delta b\ }{\ b\ }$
9	решатель
10	4
11	порядок
12	изменится
13	$R_s = \frac{\max_i \operatorname{Re} \lambda_i}{\min_i \operatorname{Re} \lambda_i}$
14	$10^{-3}$
15	уменьшает
16	-6

### Закрытые задания с выбором одного правильного ответа

Инструкция для выполнения задания: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите в поле для ответа

### Общепрофессиональная компетенция ОПК-1

Индикатор: ИОПК-1.1

Время на ответ: 4 мин.

**Задание 1:** Как вычисляется относительная погрешность приближённого значения  $\tilde{x}$  относительно истинного  $x$ ?



- А)  $|x - \tilde{x}|$
- Б)  $|x - \tilde{x}|/|x|$
- В)  $|x|/|x - \tilde{x}|$
- Г)  $(|x - \tilde{x}|)^2$

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 2:** Каков порядок сходимости метода секущих при решении нелинейного уравнения?

- А) 1
- Б)  $\sim 1.618$  (золотое сечение)
- В) 2
- Г) 3

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 3:** Какое условие необходимо для существования разложения Холецкого  $(A = LL^T)$ ?

- А)  $A$  – произвольная квадратная матрица
- Б)  $A$  – диагональная
- В)  $A$  – симметричная положительно определённая
- Г)  $A$  – ортогональная

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 4:** Какое явление описывает эффект Рунге при полиномиальной интерполяции?

- А) Сходимость к истинной функции при увеличении степени полинома на равномерной сетке
- Б) Осцилляции и рост погрешности на концах интервала при увеличении степени на равномерных узлах
- В) Минимальную погрешность на узлах Чебышёва
- Г) Невозможность интерполировать функцию в конечном числе точек

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 5:** Для полиномов какой максимальной степени правило Симпсона интегрирует точно?

- А) 2
- Б) 3
- В) 4
- Г) 5

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 6:** Каково условие устойчивости явного метода Эйлера для ОДУ  $y' = \lambda y$  с  $\lambda < 0$ ?

- А)  $h|\lambda| \leq 1$
- Б)  $h|\lambda| < 2$
- В)  $h|\lambda| \leq 2$
- Г)  $h|\lambda| \geq 1$

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 7:** Каков порядок локальной аппроксимационной погрешности центральной разностной формулы  $f'(x) \approx \frac{f(x+h) - f(x-h)}{2h}$ ?

- А)  $O(h)$
- Б)  $O(h^2)$
- В)  $O(h^3)$
- Г)  $O(h^4)$

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 8:** Каким условием гарантируется сходимость метода Якоби для системы  $Ax=b$ ?

- А)  $A$  симметрична
- Б)  $A$  диагонально преобладает
- В)  $\det A = 0$
- Г)  $A$  ортогональна

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 9:** Узлы Чебышёва минимизируют...

- А) Среднеквадратичную погрешность аппроксимации
- Б) Максимальную погрешность интерполяции полиномом заданной степени
- В) Число узлов
- Г) Значение производной полинома

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 10:** Глобальная погрешность составного правила Симпсона на  $[a,b]$  ведёт себя как...

- А)  $O(h^2)$
- Б)  $O(h^3)$
- В)  $O(h^4)$
- Г)  $O(h^5)$

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 11:** Система ОДУ называют жёсткой, если...

- А) В ней присутствует большой коэффициент при высшей производной
- Б) Решение содержит компоненты с резко различающимися масштабами затухания
- В) Правая часть нелинейна
- Г) Невозможно получить аналитическое решение

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 12:** Как влияет большое число обусловленности матрицы на решение системы  $Ax=b$ ?

- А) Погрешность решения практически равна погрешности данных
- Б) Погрешность решения может значительно превосходить погрешность данных
- В) Решение становится точнее
- Г) Не влияет

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 13:** Каков порядок локальной погрешности классического метода Рунге–Кутты 4-го порядка?

- А)  $O(h^5)$
- Б)  $O(h^4)$
- В)  $O(h^3)$
- Г)  $O(h^2)$

**Ответ:**

**Индикатор: ОПК-1,1**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 14:** Узлы квадратуры Гаусса на  $[-1,1]$ ...

- А) Совпадают с равномерной сеткой
- Б) Являются корнями полиномов Лежандра
- В) Отмечены в экстремумах этих полиномов
- Г) Определяются произвольно

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 15:** Базисный многочлен Лагранжа  $l_k(x)$  удовлетворяет условию...

- А)  $l_k(x_i) = 0 \ (\forall i)$
- Б)  $l_k(x_i) = 1 \ (\forall i)$
- В)  $l_k(x_i) = \delta_{ik}$
- Г)  $l_k(x) = x^k$

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 16:** Метод Рундсона использует результаты вычислений...

- А) На одном шаге

- Б) На двух шагах разного размера для устранения ведущего члена ошибки  
 В) На трёх равных шагах  
 Г) Без шага

**Ответ:**

#### Ключи к заданиям

Номер вопроса	Ответ
1	Б
2	Б
3	В
4	Б
5	Б
6	А
7	Б
8	Б
9	Б
10	В
11	Б
12	Б
13	А
14	Б
15	В
16	Б

#### Закрытые задания с выбором нескольких вариантов ответа

**Инструкция для выполнения задания:** прочитайте текст, выберите все правильные ответы и запишите в поле для ответов

#### Общепрофессиональная компетенция ОПК-1

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 7 мин.

**Задание 1:** Какие действия уменьшают методическую погрешность численного алгоритма?

☒ Выберите ВСЕ правильные ответы:

- 1) Уменьшение шага дискретизации  $h$
- 2) Повышение разрядности машинной арифметики
- 3) Использование схемы более высокого порядка  $p$
- 4) Улучшение начального приближения
- 5) Повторное масштабирование переменных

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 2:** Какие приёмы повышают надёжность метода Ньютона при отсутствии гарантии квадратической сходимости? ☒ Выберите ВСЕ правильные ответы:

- 1) Дефляция корней
- 2) Линейный поиск (дэмпфирование) шага
- 3) Переход к бисекции при росте невязки
- 4) Использование секущей вместо производной
- 5) Ограничение шага trust-region стратегией

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 8 мин.**

**Задание 3:** Для SPD-матрицы  $A$  верны следующие утверждения. ☒ Выберите ВСЕ правильные ответы:

- 1) Все собственные значения положительны
- 2) Существует уникальное разложение  $A=LL^T$
- 3)  $\text{cond}_2(A)=\lambda_{\max}/\lambda_{\min}$
- 4) Матрица всегда разрежена
- 5)  $A$  допускает ортогональную диагонализацию

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 4:** Какие методы помогают избежать эффекта Рунге? ☒ Выберите ВСЕ правильные ответы:

- 1) Использование узлов Чебышёва
- 2) Применение кусочно-кубических сплайнов
- 3) Увеличение степени полинома на равномерной сетке
- 4) Рациональная аппроксимация
- 5) Линейная сегментная интерполяция

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 5:** Что снизит глобальную погрешность составного метода трапеций? ☒ Выберите ВСЕ правильные ответы:

- 1) Уменьшить шаг  $h$
- 2) Применить экстраполяцию Рундсона
- 3) Перейти на правило Симпсона
- 4) Применить адаптивное распределение узлов
- 5) Увеличить порядок подынтегральной функции

**Ответ:**

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 7 мин.

**Задание 6:** Какие признаки свидетельствуют о жёсткости ОДУ? ☒ Выберите ВСЕ правильные ответы:

- 1) Собственные значения якобиана сильно отличаются по модулю
- 2) Неявные А-устойчивые методы позволяют брать шаг, несоизмеримо больший, чем явные
- 3) Явный метод Эйлера требует чрезвычайно малого шага для устойчивости
- 4) Система является линейной и автономной
- 5) Решение содержит как быстро затухающие, так и медленные компоненты

**Ответ:**

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ:** 8 мин.

**Задание 7:** Какие меры снижают накопление округлённых ошибок при суммировании длинного ряда чисел с большими и малыми слагаемыми? ☒ Выберите ВСЕ правильные ответы:

- 1) Сортировать слагаемые по возрастанию абсолютного значения
- 2) Применить алгоритм компенсационного суммирования (Кахана)
- 3) Использовать арифметику двойной точности вместо одинарной
- 4) Уменьшить шаг интегрирования
- 5) Усреднить слагаемые попарно

**Ответ:**

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ:** 7 мин.

**Задание 8:** Какие условия обеспечивают квадратическую сходимость метода Ньютона к корню  $x^*$ ? ☒ Выберите ВСЕ правильные ответы:

- 1)  $f \in C^2$  в окрестности  $x^*$
- 2)  $f'(x^*) \neq 0$

- 3) Начальное приближение достаточно близко к  $x^*$
- 4)  $f''(x^*)=0$
- 5)  $f(x^*)=0$  и  $f$  непрерывна

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 8 мин.**

**Задание 9:** Какие утверждения верны для метода сопряжённых градиентов (CG) при решении SPD-системы  $Ax=b$ ? ☒ Выберите ВСЕ правильные ответы:

- 1) Завершается за  $\leq n$  шагов в точности при идеальной арифметике
- 2) Использует  $A$ -ортогональные направления
- 3) Требуется хранения только нескольких векторов длины  $n$
- 4) Применим к несимметричным матрицам без изменений
- 5) Скорость сходимости зависит от  $\text{cond}_2(A)$

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 10:** Какие характеристики верны для кубических естественных сплайнов? ☒  
Выберите ВСЕ правильные ответы:

- 1) Сплайн имеет непрерывные первые и вторые производные
- 2) В каждом подотрезке это полином степени 3
- 3) В узлах вторая производная равна нулю
- 4) Граничные условия «естественности» задают нулевую вторую производную на концах интервала
- 5) Сплайн проходит через все узлы данных

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 8 мин.**

**Задание 11:** Для  $n$ -узловой квадратуры Гаусса-Лежандра на  $[-1,1]$  справедливо: ☒  
Выберите ВСЕ правильные утверждения:

- 1) Узлы – корни полинома Лежандра  $P_n$
- 2) Все веса положительны
- 3) Формула точна для полиномов степени  $\leq 2n-1$
- 4) Узлы равномерно распределены
- 5) Квадратура минимизирует погрешность среди всех  $n$ -узловых правил

**Ответ:**



**Индикатор: ИОПК-1.3**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 12:** Какие из перечисленных одношаговых методов являются А-устойчивыми? ☒

Выберите ВСЕ правильные ответы:

- 1) Явный Эйлер
- 2) Неявный Эйлер
- 3) Схема трапеций
- 4) RK-4
- 5) Неявный метод середины (implicit midpoint)

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.3**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 13:** Какие операции приведут к уменьшению числа обусловленности системы линейных уравнений? ☒ Выберите ВСЕ правильные ответы:

- 1) Масштабирование переменных и уравнений
- 2) Частичное pivot-разложение при LU
- 3) Использование предобуславливателя в итерационных схемах
- 4) Увеличение машинной точности
- 5) Добавление случайного шума к коэффициентам

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 8 мин.**

**Задание 14:** Какие условия гарантируют, что на отрезке  $[a,b]$  существует корень уравнения  $f(x)=0$ ? ☒ Выберите ВСЕ правильные ответы:

- 1)  $f$  непрерывна на  $[a,b]$
- 2)  $f(a) \cdot f(b) < 0$
- 3)  $f$  монотонна на  $[a,b]$
- 4)  $f'(x) \neq 0$  внутри  $[a,b]$
- 5) Отрезок  $[a,b]$  достаточно мал

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.3**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 15:** Какие утверждения верны для алгоритма QR-итерации без сдвига? ☒

Выберите ВСЕ правильные ответы:

- 1) Сохраняет треугольную форму, если исходная матрица треугольная
- 2) Сходимость может быть линейной для близких по модулю собственных значений
- 3) Требуется формирования Q и R на каждом шаге
- 4) Нуждается в симметричности исходной матрицы
- 5) Для симметричных матриц сходится к треугольной (диагональной) форме

**Ответ:**

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ:** 8 мин.

**Задание 16:** Какие утверждения справедливы для рациональной аппроксимации Паде? ☒

Выберите ВСЕ правильные ответы:

- 1) Совпадает с рядом Тейлора до максимально возможного порядка
- 2) Может приблизить функции с полюсами лучше полинома той же степени
- 3) Используется для аналитического продолжения
- 4) Всегда превосходит по точности интерполяционный сплайн
- 5) Степени числителя и знаменателя выбираются произвольно но фиксируют порядок аппроксимации

**Ответ:**

#### Ключи к заданиям

Номер вопроса	Ответ
1	1,3,5
2	2,3,5
3	1,2,3,5
4	1,2,4,5
5	1,2,3,4
6	1,2,3,5
7	1,2,3,5
8	1,2,3,5
9	1,2,3,5
10	1,2,4,5
11	1,2,3,5
12	2,3,5
13	1,2,3
14	1,2
15	1,2,3,5
16	1,2,3,5