

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Утверждаю:

Зав. кафедрой «Строительной механики»

 В.А.Козлов

«17» января 2025 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

«Методы вычислительной математики в расчетах зданий и сооружений»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Программа Проектирование, расчет и изготовление строительных сооружений и их элементов

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Разработчик



Е.И. Осипова

Воронеж – 2025

Процесс изучения дисциплины «Методы вычислительной математики в расчетах зданий и сооружений» направлен на формирование у обучающихся следующих компетенций:

ПК-3 - Способен разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, прогнозировать результаты

ПК-5 - Способен создавать новые и совершенствовать существующие методики расчета и проектирования строительных конструкций и их элементов

Перечень планируемых результатов обучения и показателей оценивания сформированности компетенций на этапе промежуточной аттестации

№ п/п	Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Тип ОМ	Показатели оценивания
1	ПК-3	знать: основные методы вычислительной математики для численных расчетов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость; методы обработки и анализа полученных результатов; области приложения и результаты проведенных научных и практических исследований применения методов численного анализа в решениях задач на расчет строительных конструкций.	Вопросы (тест) к зачету	Полнота знаний
		уметь: выполнять расчеты элементов зданий и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость с использованием методов вычислительной математики; использовать для расчета элементов зданий и сооружений программно-вычислительные комплексы (Mathcad, Lira, Scad); анализировать результаты расчета строительных конструкций, полученных с использованием программно-вычислительных комплексов; анализировать современные научные исследования решения задач на расчет строительных конструкций.	Стандартные задания	Наличие умений
		владеть: навыками применения методов вычислительной математики для получения численного решения задач расчета строительных конструкций и их элементов на прочность, жесткость и устойчивость; навыками использования программно-вычислительных комплексов (Mathcad, Lira, Scad) для расчета строительных конструкций.	Прикладные задания	Наличие навыков
2	ПК-5	знать: основные методы вычислительной математики для численных расчетов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;	Вопросы (тест) к зачету	Полнота знаний

	методы обработки и анализа полученных результатов;		
	уметь: выполнять расчеты элементов зданий и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость с использованием методов вычислительной математики; использовать для расчета элементов зданий и сооружений программно-вычислительные комплексы (Mathcad, Lira, Scad); анализировать результаты расчета строительных конструкций, полученных с использованием программно-вычислительных комплексов; совершенствовать существующие методики расчета строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.	Стандартные задания	Наличие умений
	владеть: навыками применения методов вычислительной математики для получения численного решения задач расчета строительных конструкций и их элементов на прочность, жесткость и устойчивость; навыками использования программно-вычислительных комплексов (Mathcad, Lira, Scad) для расчета строительных конструкций; навыками совершенствования существующих методик расчета строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.	Прикладные задания	Наличие навыков

ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ И ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ЭТАПЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Показатели оценивания компетенций	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенции			
	Неудовлетворительный	Минимально допустимый (пороговый)	Средний	Высокий
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки
Наличие умений	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объёме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объёме без недочетов.
Наличие навыков (владение опытом)	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству профессиональных задач.	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных профессиональных задач.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных профессиональных задач.

ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Вопросы (тестовые задания) для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций

ПК-3 - Способен разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, прогнозировать результаты	
1.	Операции над матрицами.
2.	Алгоритм решения нелинейных уравнений методом хорд.
3.	Алгоритм решения нелинейных уравнений методом касательных.
4.	Постановка задачи Коши. Пример.
5.	Постановка краевой задачи. Пример.
6.	Метод конечных разностей в решение дифференциальных уравнений.
7.	Применение метода конечных разностей при расчете перемещений балки.
8.	Метод Эйлера при решении дифференциальных уравнений.
9.	Метод Рунге-Куты при решении дифференциальных уравнений.
10.	Вариационное исчисление. Функционал, вариации функционала.
11.	Метод Рунца.
12.	Применение метода Рунца при расчете перемещений балки.
13.	Основные положения метода конечных элементов.
14.	Классификация конечных элементов.
15.	Основные соотношения и уравнения метода конечных элементов.
16.	Правила дискретизации расчетной схемы в методе конечных элементов.
17.	Основные этапы расчета при использовании метода конечных элементов.
18.	Основные возможности среды Mathcad.
19.	Основные операторы Mathcad для решения дифференциальных уравнений. Правила задания команд.
20.	Основные графические операторы Mathcad.
21.	Реализация метода конечных элементов с помощью ПК Лира-Сапр.
22.	Основные расчетные модули ПК Лира-Сапр
ПК-5 - Способен создавать новые и совершенствовать существующие методики расчета и проектирования строительных конструкций и их элементов	
1.	Операции над матрицами.
2.	Алгоритм решения нелинейных уравнений методом хорд.
3.	Алгоритм решения нелинейных уравнений методом касательных.
4.	Постановка задачи Коши. Пример.
5.	Постановка краевой задачи. Пример.
6.	Метод конечных разностей в решение дифференциальных уравнений.
7.	Применение метода конечных разностей при расчете перемещений балки.
8.	Метод Эйлера при решении дифференциальных уравнений.
9.	Метод Рунге-Куты при решении дифференциальных уравнений.
10.	Вариационное исчисление. Функционал, вариации функционала.
11.	Метод Рунца.
12.	Применение метода Рунца при расчете перемещений балки.
13.	Основные положения метода конечных элементов.
14.	Классификация конечных элементов.
15.	Основные соотношения и уравнения метода конечных элементов.
16.	Правила дискретизации расчетной схемы в методе конечных элементов.
17.	Основные этапы расчета при использовании метода конечных элементов.
18.	Основные возможности среды Mathcad.

19.	Основные операторы Mathcad для решения дифференциальных уравнений. Правила задания команд.
20.	Основные графические операторы Mathcad.
21.	Реализация метода конечных элементов с помощью ПК Лира-Сапр.
22.	Основные расчетные модули ПК Лира-Сапр

**Практические задания для оценки результатов обучения,
характеризующих сформированность компетенций**

ПК-3 - Способен разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, прогнозировать результаты	
ПК-5 - Способен создавать новые и совершенствовать существующие методики расчета и проектирования строительных конструкций и их элементов	
Стандартные задания	
1	Вычисление корней нелинейного уравнения методом хорд.
2	Вычисление корней нелинейного уравнения методом касательных (Ньютона).
3	Вычисление корней нелинейного уравнения с помощью системы Mathcad.
4	Вычисление корней системы нелинейных уравнений с помощью системы Mathcad.
5	Решение дифференциального уравнения методом конечных разностей.
6	Решение дифференциального уравнения с помощью системы Mathcad.
7	Решение краевой задачи методом Рунге.
8	Решение дифференциального уравнения методом Эйлера.
9	Решение дифференциальных уравнений методом Рунге-Куты (4 порядка).
10	Решение систем дифференциальных уравнений с помощью Mathcad.
11	Разбиение исходной конструкции на конечные элементы и выбор узлов соединения.
12	Составление матрицы жесткости МКЭ для стержневой системы
Задания для подготовки к тестированию	
1.	Метод хорд можно применять на участке изоляции $[a,b]$, если: а) $f(a) f(b) > 0$; б) $f(a) f(b) < 0$; в) $f(a) + f(b) = 0$; г) $f(a) f(b) = 0$.
2.	В методе касательных за исходную точку выбирают тот конец интервала, которому отвечает: а) ордината того же знака, что и значение второй производной в той же точке; б) ордината того же знака, что и значение первой производной в той же точке; в) ордината, равная нулю; г) значение второй производной того же знака, что и значение первой производной.
3.	К методам уточнения корней не относится: а) метод половинного деления; б) метод хорд; в) метод касательных; г) метод аппроксимации.
4.	Оператор Solve в системе Mathcad позволяет: а) найти корень уравнения; б) построить график заданной функции; в) присвоить имя переменной.
5.	Оператор Plot в системе Mathcad позволяет: а) решить дифференциальное уравнение; б) выполнить операцию дифференцирования; в) построить различные типы графиков.
6.	Задача Коши состоит в: а) нахождении решения дифференциального уравнения, удовлетворяющего начальным условиям; б) нахождении решения квадратного уравнения, удовлетворяющего начальным условиям;

	в) решении системы линейных уравнений.
7.	Краевая задача – это: а) задача о нахождении решения дифференциального уравнения или системы дифференциальных уравнений, удовлетворяющего условиям плавного сопряжения значений функций; б) задача о нахождении решения заданного дифференциального уравнения (или системы дифференциальных уравнений), удовлетворяющего граничным условиям на границе области; в) задача о нахождении решения системы нелинейных уравнений.
8.	Метод конечных разностей основан на: а) итерационном способе; б) разделении переменных; в) замене производных разностными схемами; г) разбиении геометрической области.
9.	Функционал – это: а) переменная величина, зависящая от функции или от нескольких функций; б) коэффициент квадратного уравнения; в) переменная величина, зависящая от граничных условий; г) константа, зависящая от вида задаваемой функции.
10.	В вариационном исчислении изучаются: а) дифференциал функции; б) корень уравнения; в) вариации функционалов.
11.	Коэффициенты решения по методу Рунге находятся: а) из условий минимизации функционала; б) из условия равенства производных; в) из условий опирания.
12.	Принципы, используемые в методе конечных элементов: а) принцип аппроксимации; б) вариационные принципы; в) принцип исключения.
13.	13. Матрица жёсткости в методе конечных элементов связывает: а) между собой вектор узловых перемещений и вектор узловых нагрузок системы; б) между собой заданную нагрузку и напряжением; в) между собой относительную деформацию и напряжение
14.	Дискретизация расчетной схемы в МКЭ это: а) разделение схемы на основную и вспомогательную; б) разбиение сложной геометрической области на множество более простых подобластей (конечные элементы); в) разбиение составной конструкции на стержни.
15.	Узлами дискретной расчетной стержневой модели МКЭ не являются: а) точки излома и соединения стержневых систем; б) точки разрыва заданной функции; в) точки приложения сосредоточенных внешних воздействий; г) точки изменения жесткостных характеристик стержней.
16.	В ПК Лира-Сапр расчет выполняется: а) методом конечных элементов; б) методом Рунге; в) методом хорд; г) методом Эйлера.
17.	ПК Лира-Сапр не позволяет выполнить: а) расчет на статическое воздействие; б) расчет на динамическое воздействие; в) подбор и проверка сечений стальных конструкций; г) решение континуальных задач.