

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан строительного факультета



/ Панфилов Д. В. /

«17» января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«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

Автор программы

Е. И. Осипова

Заведующий кафедрой
Строительной механики

В. А. Козлов

Руководитель ОПОП

В. А. Козлов

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины: подготовить специалиста к решению задач расчета элементов зданий и сооружений с помощью методов вычислительной математики.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

-изучение основных алгоритмов и методов численного решения задач на расчет элементов зданий и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость;

-умение выбрать математическую модель, создать компьютерную модель, адекватную реальному объекту, и реализовать численные методы ее решения;

-освоение современных методов и приемов реализации задач анализа напряженно-деформированного состояния механических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы вычислительной математики в расчетах зданий и сооружений» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Методы вычислительной математики в расчетах зданий и сооружений» направлен на формирование 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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
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.
	уметь: выполнять расчеты элементов зданий и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость с использованием методов

	<p>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.</p>
	<p>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.</p>
ПК-5	<p>знать: основные методы вычислительной математики для численных расчетов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость; методы обработки и анализа полученных результатов;</p>
	<p>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.</p>
	<p>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.</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Методы вычислительной математики в расчетах зданий и сооружений» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	108	108
Курсовая работа	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Матрицы. Методы и алгоритмы решения уравнений задач строительной механики	Матрицы. Операции над матрицами. Методы решения систем линейных уравнений (СЛАУ). Решение алгебраических уравнений. Методы решения нелинейных уравнений: метод половинного деления, метод хорд, метод Ньютона, метод простых итераций. Алгоритмы решения систем нелинейных уравнений. Решение нелинейных уравнений с помощью Mathcad.	2	2	18	24
2	Задача Коши и краевые задачи. Решение дифференциальных уравнений краевых задач.	Задачи Коши и краевые задачи. Методы численного решения дифференциальных уравнений краевых задач: метод конечных разностей, метод сеток. Применение Mathcad при численном решении дифференциальных уравнений.	2	2	18	24
3	Решение дифференциальных уравнений задач Коши.	Методы численного решения дифференциальных уравнений: метод Эйлера, метод Рунге Кутты. Использование Mathcad при численном решении дифференциальных уравнений.	2	2	18	24
4	Вариационный подход к решению задач на расчет строительных конструкций.	Вариационное исчисление при расчете строительных конструкций. Элементы вариационного исчисления. Вариационные методы решения задач: вариационно-разностный метод, метод Рунге.	2	2	18	24
5	Метод конечных элементов (МКЭ).	Основные положения МКЭ. Классификация конечных элементов. Основные	6	6	18	24

		соотношения и уравнения МКЭ. МКЭ при расчете плоских стержневых систем.				
6	Программные комплексы на основе МКЭ при расчете строительных конструкций.	Использование программных комплексов при расчете строительных конструкций: Лира-Сапр, SCAD	4	4	18	24
Итого			18	18	108	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Методы вычислительной математики в расчетах строительных конструкций»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Расчет деформаций балки методом конечных разностей с применением Mathcad.

- Расчет деформаций балки методом Рунге с применением Mathcad.

- Расчет деформаций балки МКЭ на основе программного комплекса Лира-Сапр.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
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	Курсовая работа, Зачет.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	расчет строительных конструкций.			
	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.	Курсовая работа, Зачет.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	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.	Курсовая работа, Зачет.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать: основные методы вычислительной математики для численных расчетов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость; методы обработки и анализа полученных результатов;	Курсовая работа, Зачет.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	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	Курсовая работа, Зачет.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	устойчивость. 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.	Курсовая работа, Зачет.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
--	--	-------------------------	---	---

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
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.	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: выполнять расчеты элементов зданий и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость с использованием методов вычислительной математики;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	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.					
	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.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	знать: основные методы вычислительной математики для численных расчетов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость; методы обработки и анализа полученных результатов;	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	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);	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

анализировать результаты расчета строительных конструкций, полученных с использованием программно-вычислительных комплексов; совершенствовать существующие методики расчета строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.					
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.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий 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 $[a,b]$, 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:
- а) в нахождении решения дифференциального уравнения, удовлетворяющего начальным условиям;
 - б) в нахождении решения квадратного уравнения, удовлетворяющего начальным условиям;
 - в) 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. 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 Рица;
 - 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.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

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 Рица.
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 элемента и выбор узлов соединения.

Составление матрицы жесткости МКЭ для стержневой системы

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Применение метода Ньютона при решении задач на определении напряжений.
2. Решение нелинейных уравнений методом итераций для определения деформаций при расчете стержневых систем.
3. Вычисление перемещений балки методом конечных разностей.
4. Составление уравнений полной энергии деформированной системы и выбор соответствующей условиям функции прогиба в расчетах перемещений балки при изгибе.
5. Определение перемещений балки при изгибе с помощью метода Рунге.
6. Решение задачи Коши с помощью метода Эйлера.
7. Решение задачи Коши с помощью метода Рунге-Куты.
8. Составление матрицы жесткости МКЭ для стержневой системы.
9. Определение перемещений узлов стержневой системы МКЭ.
10. Построение эпюр усилий элементов стержневой системы с помощью МКЭ.

Расчет стержневой системы методом конечных элементов с применением программно-вычислительных комплексов (Лири-Сапр).

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету (с оценкой)

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 решении 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 Рунге.
12. Применение метода Рунге 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 Лири-Сапр.

22. Основные расчетные модули ПК Лира-Сапр.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 5 баллов, задача оценивается в 10 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 8 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 8 до 15 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 15 до 19 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Матрицы. Методы и алгоритмы решения уравнений задач строительной механики	ПК-3, ПК-5	Тест, защита курсовой работы, билет.
2	Задача Коши и краевые задачи. Решение дифференциальных уравнений краевых задач.	ПК-3, ПК-5	Тест, защита курсовой работы, билет.
3	Решение дифференциальных уравнений задач Коши.	ПК-3, ПК-5	Тест, защита курсовой работы, билет.
4	Вариационный подход к решению задач на расчет строительных конструкций.	ПК-3, ПК-5	Тест, защита курсовой работы, билет.
5	Метод конечных элементов (МКЭ).	ПК-3, ПК-5	Тест, защита курсовой работы, билет.
6	Задачи оптимизации расчета строительных конструкций.	ПК-3, ПК-5	Тест, защита курсовой работы, билет.
7	Программные комплексы на основе МКЭ при расчете строительных конструкций.	ПК-3, ПК-5	Тест, защита курсовой работы, билет.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач

на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Демидович Б. П., Марон И. А., Шувалова Э. З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения. Издательство "Лань", 2022, 5-е изд., 400 с.
2. Лукашевич А. А. Современные численные методы строительной механики: Учебное пособие. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2003. – 135 с. ISBN 5–7389–0250–5
3. Кашеварова, Г.Г. Численные методы решения задач строительства : учеб. пособие : в 2 ч. / Г.Г. Кашеварова, Т.Б. Пермьякова. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – 148 с.
4. Вариационные методы в механике деформируемого твёрдого тела [Электронный ресурс] : электрон. методич. указания к практическим занятиям / М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); авт.-сост: Л. М. Савельев, С.А. Чернякин. - Электрон. текстовые и граф. дан. - Самара, 2013.
5. Ильин В.П., Карпов В.В., Масленников А.М. Численные методы решения задач строительной механики. Справочное пособие. Мн. : Высшая школа, 1990.- 349с.
6. Игнатюк В. И. И26 Метод конечных элементов в расчетах стержневых систем: Учебное пособие. – Брест: БГТУ, 2007. – 172 с.
7. Новиковский, Е. А. Учебное пособие «Работа в системе MathCAD» [Текст] / Е. А. Новиковский. – Барнаул: Типография АлтГТУ, 2013. – 114 с.
8. Озерова Г.П. Информационные технологии: Mathcad: для студентов инженерных специальностей очной и заочных форм обучения: учебно-методическое пособие / Инженерная школа ДВФУ. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, ISBN 978-5-7444-4776, 2020.- 63 с.
9. Ромашкина М.А., Титок В.П. Программный комплекс Лира-Сапр.

Руководство пользователя. Обучающие примеры. Под редакцией академика РААСН Городецкого А.С. Электронное издание, 2018г. – 254 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение:

1. LibreOffice.
2. Microsoft LibreOffice Office Outlook 2013/2007.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. <http://www.edu.ru/>.
2. Образовательный портал ВГТУ.

Информационные справочные системы:

1. <http://window.edu.ru>
2. <https://wiki.cchgeu.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Требования к условиям реализации дисциплины

№ п/п	Вид аудиторного фонда	Требования
1	Лекционная аудитория	Аудитория должна быть оборудована как обычной доской, так и техническими средствами для реализации мультимедийной технологии проведения лекции (проектор, экран, или интерактивная доска, Note-book).
2	Компьютерные классы	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету.
3	Аудитория для практических занятий.	Аудитория должна быть оборудована как обычной доской, так и техническими средствами для реализации мультимедийной технологии проведения практических занятий (проектор, экран, или интерактивная доска, Note-book, или друг ПК).

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины..

№ п/п	Вид и наименование оборудования	Вид занятий	Краткая характеристика
-------	---------------------------------	-------------	------------------------

1	IBM PC-совместимые персональные компьютеры.	Практические занятия.	Процессор серии не ниже Intel Core i3. Оперативная память не менее 8 Гб. ПК должны быть объединены локальной сетью с выходом в Интернет.
2	Мультимедийные средства.	Лекционные заня- тия.	Мультимедиа-проектор, компьютер, оснащенный программой PowerPoint и экран для демонстрации электронных презентаций.
3	Учебно-наглядные пособия.	Лекционные и практические занятия	Плакаты, наглядные пособия, иллюстрационный материал.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Методы вычислительной математики в расчетах зданий и сооружений» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета строительных конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы.

	<p>Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--