

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
АКАДЕМИЯ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

« 30 » 03 2022

Г.Ю. Нагорная



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Современные численные методы строительной механики**

Уровень образовательной программы \_\_\_\_\_ магистратура \_\_\_\_\_

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 08.04.01 Строительство \_\_\_\_\_

Направленность (профиль) Промышленное и гражданское строительство

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная (очно-заочная, заочная) \_\_\_\_\_

Срок освоения ОП \_\_\_\_\_ 2 года (2 года 3 месяца, 2 года 6 месяцев) \_\_\_\_\_

Институт \_\_\_\_\_ Инженерный \_\_\_\_\_

Кафедра разработчик РПД \_\_\_\_\_ Строительство и управление недвижимостью \_\_\_\_\_

Выпускающая кафедра \_\_\_\_\_ Строительство и управление недвижимостью \_\_\_\_\_

Начальник

учебно-методического управления

\_\_\_\_\_ Семенова Л.У.

Директор института

\_\_\_\_\_ Клинецвич Р.И.

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_ Мекеров Б.А.

г. Черкесск, 2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Цели освоения дисциплины.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Планируемые результаты обучения по дисциплине .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Структура и содержание дисциплины.....</b>	<b>7</b>
4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	7
4.2. Содержание учебной дисциплины .....	8
4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля .....	8
4.2.2. Лекционный курс.....	8
4.2.3. Лабораторный практикум.....	10
4.2.4. Практические занятия .....	10
4.3. Самостоятельная работа студента.....	12
<b>5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>13</b>
<b>6. Образовательные технологии.....</b>	<b>19</b>
<b>7. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины.....</b>	<b>19</b>
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы.....	19
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» .....	21
7.3. Информационные технологии .....	21
<b>8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины.....</b>	<b>21</b>
8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий...21	
8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся...22	
8.3. Требования к специализированному оборудованию .....	22
<b>9. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....</b>	<b>22</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств.....</b>	<b>23</b>
<b>Рецензия на рабочую программу.....</b>	<b>43</b>
<b>Лист переутверждения рабочей программы дисциплины.....</b>	<b>44</b>

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Современные численные методы строительной механики» состоит в подготовке будущего специалиста (магистра) к решению сложных задач строительной механики и стержневых систем.

При этом *задачами* дисциплины являются:

- передача студентам теоретических основ и знаний в области решения задач строительной механики численными методами;
- обучение умению применять полученные знания для решения прикладных задач строительной механики;
- развитие общего представления о современных численных методах строительной механики для исследования механических систем.
- овладение важнейшими численными методами решения задач строительной механики и основными алгоритмами математического моделирования механических систем;
- приобретение умения самостоятельно строить и исследовать математические и механические модели строительных конструкций;
- формирование навыков использования математического аппарата для решения инженерных задач в области строительной механики;
- развитие логического мышления и творческого подхода к решению профессиональных задач строительной механики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**2.1.** Учебная дисциплина «Современные численные методы строительной механики» относится к факультативной части дисциплин (Дисциплины (модули) ФТД.2), имеет тесную связь с другими дисциплинами.

Учебная дисциплина «Современные численные методы строительной механики» относится к факультативной части дисциплин (Дисциплины (модули) ФТД.2) профессионального цикла ООП магистратуры по направлению 08.04.01 «Строительство». Курс «Современные численные методы строительной механики» базируется на дисциплинах: высшая математика, физика, теоретическая механика, техническая механика, сопротивление материалов, строительная механика. Студенты должны владеть: основами векторной алгебры, начертательной и аналитической геометрии; методами расчета механических систем; иметь понятия об основных операциях над матрицами; владеть основами дифференциального исчисления, правилами дифференцирования; владеть интегральным исчислением, иметь навыки интегрирования дифференциальных уравнений.

На материале курса «Современные численные методы строительной механики» базируются такие общеинженерные дисциплины, как «Расчет и проектирование строительных конструкций высотных и большепролетных зданий», «Расчет и проектирование оснований и фундаментов зданий в сложных грунтовых условиях». В ходе изучения курса студент должен получить представление о возможностях применения численных методов в строительной механике, возможностях и границах их применения.

Изучение курса «Современные численные методы строительной механики» даёт цельное представление о использовании математического аппарата при расчете сложных

строительных конструкций и способствует формированию единой системы фундаментальных инженерных знаний. Наличие такой системы знаний позволит будущему магистру научно анализировать проблемы в его профессиональной области, в том числе связанные с созданием новых строительных конструкций; успешно решать разнообразные научно-технические задачи, используя современные образовательные и информационные технологии, самостоятельно овладевать новой информацией, с которой ему придётся столкнуться в производственной и научной деятельности. Таким образом, курс «Современные численные методы строительной механики» является важнейшей в учебном процессе дисциплиной, закладывающей фундамент в формирование теоретических и инженерных знаний для студентов направления подготовки 08.04.01 «Строительство».

**2.2.** В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП.

**Предшествующие и последующие дисциплины,  
направленные на формирование компетенций**

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Математическое моделирование Методы оптимального проектирования строительных конструкций	Научно-исследовательская работа

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты освоения образовательной программы (ОП) – компетенции обучающихся определяются требованиями стандарта по направлению подготовки (специальности) и формируются в соответствии с матрицей компетенций ОП

<b>№ п/п</b>	<b>Номер/ индекс компетенции</b>	<b>Наименование компетенции (или ее части)</b>	<b>В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:</b>
1	2	3	4
1.	ПК-7	Способность разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности	<b>ПК 7.1</b> Рассматривает основные методы математического моделирования <b>ПК 7.2</b> Может описывать профессиональные проблемы методами математического моделирования <b>ПК 7.3</b> Владеет основными методами математического моделирования

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1.а ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

*Очная форма обучения*

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			№ 3
			часов
1		2	3
<b>Аудиторная контактная работа (всего)</b>		28	28
В том числе:			
Лекции (Л)		14	14
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С) В том числе, практическая подготовка		14	14
<b>Самостоятельная работа обучающегося (СРО) (всего)</b>		40	40
В том числе: контактная внеаудиторная работа		3,7	3,7
Самостоятельное изучение материала		10	10
Выполнение домашнего задания		15	15
Подготовка к практическим занятиям		15	15
<b>Промежуточн ая аттестация</b>	Зачет (З), в том числе	0,3	0,3
	СРО, час		
<b>ИТОГО:</b>			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>часов</b>	72	72
	<b>зач. ед.</b>	2	2

##### 4.1. б. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

*Заочная форма обучения*

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			№ 3
			часов
1		2	3
<b>Аудиторная контактная работа (всего)</b>		8	8
В том числе:			
Лекции (Л)		4	4
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С) В том числе, практическая подготовка		4	4
<b>Самостоятельная работа обучающегося (СРО) (всего)</b>		59	59
В том числе: контактная внеаудиторная работа		-	-
Самостоятельное изучение материала		10	10
Выполнение домашнего задания		15	15
Подготовка к практическим занятиям		15	15
<b>Промежуточн</b>	Зачет (З), в том числе	0,3	0,3

<b>ая аттестация</b>	СРО, час	3,7	3,7
<b>ИТОГО:</b>	<b>часов</b>	72	72
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	2	2

#### 4.1. в. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

*Очно-заочная форма обучения*

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			№ 3
			часов
1		2	3
<b>Аудиторная контактная работа (всего)</b>		28	28
В том числе:			
Лекции (Л)		14	14
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)		14	14
В том числе, практическая подготовка			
<b>Самостоятельная работа обучающегося (СРО) (всего)</b>		42	42
В том числе: контактная внеаудиторная работа		1,7	1,7
Самостоятельное изучение материала		12	12
Выполнение домашнего задания		15	15
Подготовка к практическим занятиям		15	15
<b>Промежуточн ая аттестация</b>	Зачет (З), в том числе	0,3	0,3
	СРО, час		
<b>ИТОГО: Общая трудоемкость</b>	<b>часов</b>	72	72
	<b>зач. ед.</b>	2	2

## 4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.2.1. а Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля Очная форма обучения

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ЛР	ПЗ	СРС	все го	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	2	Раздел 1. Введение в численные методы решения задач строительной механики	4	-	4	10	18	тестовый контроль, контрольные вопросы
		Раздел 2. Численные методы решения задач строительной механики	10	-	10	30	50	тестовый контроль, контрольные вопросы
		Внеаудиторная контактная работа					3,7	
2.	2	Промежуточная аттестация					0,3	Зачет
		<b>ИТОГО:</b>	14		14	40	72	

### 4.2.1.б Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля Заочная форма обучения

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ЛР	ПЗ	СРС	все го	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	2	Раздел 1. Введение в численные методы решения задач строительной механики	2	-	2	19	23	тестовый контроль, контрольные вопросы
		Раздел 2. Численные методы решения задач строительной механики	2	-	2	40	44	тестовый контроль, контрольные вопросы
		Внеаудиторная контактная работа					1	
2.	2	Промежуточная аттестация					4	Зачет
		<b>ИТОГО:</b>	4		4	59	72	

**4.2.1. а Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля**  
*Очно-заочная форма обучения*

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ЛР	ПЗ	СРС	все го	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	2	Раздел 1. Введение в численные методы решения задач строительной механики	4	-	4	12	20	тестовый контроль, контрольные вопросы
		Раздел 2. Численные методы решения задач строительной механики	10	-	10	30	50	тестовый контроль, контрольные вопросы
		Внеаудиторная контактная работа					1,7	
2.	2	Промежуточная аттестация					0,3	Зачет
		<b>ИТОГО:</b>	14		14	42	72	

**4.2.2. Лекционный курс**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы лекции	Содержание лекции	Всего часов		
				Очная	Заочная	Очно-заочная
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение в численные методы решения задач строительной механики	Математический аппарат численных методов	Матрицы. Основные понятия и определения Операции над матрицами Решение системы линейных алгебраических уравнений Прямые методы решения СЛАУ	2	2	2
2.	Введение в численные методы решения задач строительной механики	Математический аппарат численных методов	Обращение матриц Итерационные методы решения СЛАУ Метод простой итерации Метод ускоренной итерации Задача на собственные значения	2		2

3.	Численные методы решения задач строительной механики	Применение метода конечных разностей (МКР) для расчета строительных конструкций	Метод конечных разностей МКР в задаче изгиба стержней Расчет стержней переменной жесткости Определение внутренних усилий Учет промежуточных опор	2		2
4.	Численные методы решения задач строительной механики	Обзор численных методов строительной механики	Решение задач устойчивости МКР Вариационные методы Метод Ритца Выбор координатных функций	2	2	2
5.	Численные методы решения задач строительной механики	Устойчивость стержневых конструкций	Устойчивость стержней Метод Бубнова – Галеркина Вывод матрицы жесткости на основании вариационного принципа Лагранжа	2		2
6.	Численные методы решения задач строительной механики	Расчет стержневых конструкций	Расчет стержневых систем Расчет системы с растянутыми (сжатыми) элементами Матрица направляющих косинусов Глобальная матрица жесткости Вектор узловых нагрузок Учет опорных связей Определение внутренних усилий Основные этапы МКЭ	2		2
7.	Численные методы решения задач строительной механики	МКЭ для континуальных систем	Решение плоской задачи теории упругости методом конечных элементов Расчет плоских стержневых систем на устойчивость	2		2

	<b>ИТОГО часов в семестре:</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>14</b>
--	--------------------------------	-----------	----------	-----------

#### 4.2.3. Лабораторный практикум (не предусмотрен)

#### 4.2.4. Практические занятия

№ п/п 1	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование практического занятия	Содержание практического занятия	Всего часов		
				Очная	Заочная	Очно-заочная
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение в численные методы решения задач строительной механики	Математический аппарат численных методов	Матрицы. Основные понятия и определения Операции над матрицами Решение системы линейных алгебраических уравнений Прямые методы решения СЛАУ	2		2
2.	Введение в численные методы решения задач строительной механики	Математический аппарат численных методов	Обращение матриц Итерационные методы решения СЛАУ Метод простой итерации Метод ускоренной итерации Задача на собственные значения	2	2	2
3.	Численные методы решения задач строительной механики	Применение метода конечных разностей (МКР) для расчета строительных конструкций	Метод конечных разностей МКР в задаче изгиба стержней Расчет стержней переменной жесткости Определение внутренних усилий Учет промежуточных опор	2		2
4.	Численные методы решения задач строительной механики	Обзор численных методов строительной механики	Решение задач устойчивости МКР Вариационные методы Метод Ритца Выбор координатных	2		2

			функций			
5.	Численные методы решения задач строительной механики	Устойчивость стержневых конструкций	Устойчивость стержней Метод Бубнова – Галеркина Вывод матрицы жесткости на основании вариационного принципа Лагранжа	2	2	2
6.	Численные методы решения задач строительной механики	Расчет стержневых конструкций	Расчет стержневых систем Расчет системы с растянутыми (сжатыми) элементами Матрица направляющих косинусов Глобальная матрица жесткости Вектор узловых нагрузок Учет опорных связей Определение внутренних усилий Основные этапы МКЭ	2		2
7.	Численные методы решения задач строительной механики	МКЭ для континуальных систем	Решение плоской задачи теории упругости методом конечных элементов Расчет плоских стержневых систем на устойчивость	2		2
	ИТОГО часов в семестре:			14	4	14

#### 4.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	№ п/п	Виды СРО	Всего часов		
				Очная	Заочная	Очно-заочная
1	2	3	4	5	6	7

1.	Раздел 1. Введение в численные методы решения задач строительной механики	1.1.	Самостоятельное изучение материала по теме: Математический аппарат численных методов	4	6	4
		1.2.	Выполнение домашнего задания по темам практических занятий: Матрицы. Основные понятия и определения. Операции над матрицами. Решение системы линейных алгебраических уравнений. Прямые методы решения СЛАУ. Обращение матриц. Итерационные методы решения СЛАУ. Метод простой Итерации. Метод ускоренной итерации Задача на собственные значения.	1	6	3
		1.3.	Подготовка к практическим занятиям по темам: Матрицы. Основные понятия и определения. Операции над матрицами. Решение системы линейных алгебраических уравнений. Прямые методы решения СЛАУ. Обращение матриц. Итерационные методы решения СЛАУ. Метод простой Итерации. Метод ускоренной итерации Задача на собственные значения.	5	7	5
2.	Раздел 2. Численные методы решения задач строительной механики	2.1.	Самостоятельное изучение материала по теме: Численные методы решения задач строительной механики	10	14	10
		2.2.	Выполнение домашнего задания по темам практических занятий: Метод конечных разностей. МКР в задаче изгиба стержней. Расчет стержней переменной жесткости. Определение внутренних усилий. Учет промежуточных опор. Решение задач устойчивости МКР. Вариационные методы. Метод Ритца. Выбор координатных функций. Устойчивость стержней. Метод Бубнова – Галеркина. Вывод матрицы жесткости на основании вариационного принципа Лагранжа. Расчет стержневых	10	13	10

			<p>систем. Расчет системы с растянутыми (сжатыми) элементами. Матрица направляющих косинусов. Глобальная матрица жесткости. Вектор узловых нагрузок. Учет опорных связей. Определение внутренних усилий. Основные этапы МКЭ. Решение плоской задачи теории упругости методом конечных элементов. Расчет плоских стержневых систем на устойчивость.</p>			
		2.3.	<p>Подготовка к практическим занятиям по темам:  Метод конечных разностей. МКР в задаче изгиба стержней. Расчет стержней переменной жесткости. Определение внутренних усилий. Учет промежуточных опор. Решение задач устойчивости МКР. Вариационные методы. Метод Ритца.  Выбор координатных функций. Устойчивость стержней. Метод Бубнова – Галеркина. Вывод матрицы жесткости на основании вариационного принципа Лагранжа. Расчет стержневых систем. Расчет системы с растянутыми (сжатыми) элементами. Матрица направляющих косинусов. Глобальная матрица жесткости. Вектор узловых нагрузок. Учет опорных связей. Определение внутренних усилий. Основные этапы МКЭ. Решение плоской задачи теории упругости методом конечных элементов. Расчет плоских стержневых систем на устойчивость.</p>	10	13	10
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				40	59	42

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **5.1. Методические указания для подготовки магистрантов к лекционным занятиям**

Лекция является главным звеном дидактического цикла обучения магистрантов. Ее цель – формирование у магистрантов ориентировочной основы для последующего усвоения учебного материала.

В ходе лекции преподаватель, применяя методы устного изложения и показа, передает магистрантам знания по основным, фундаментальным вопросам изучаемой дисциплины.

Назначение лекции состоит в том, чтобы доходчиво, убедительно и доказательно раскрыть для магистрантов основные теоретические положения изучаемой науки, нацелить обучаемых на наиболее важные вопросы, темы, разделы учебной дисциплины, дать им установку и оказать помощь в овладении научной методологией (методами, способами, приемами) получения необходимых знаний и применения их на практике.

Одним из неоспоримых достоинств лекции является то, что новизна излагаемого материала соответствует моменту ее чтения, в то время как положения учебников, учебных пособий относятся к году их издания. Кроме того, на лекции личное общение преподавателя с магистрантами предоставляет большие возможности для реализации воспитательных целей.

При подготовке к лекционным занятиям магистранты должны ознакомиться с тезисами лекций, предлагаемыми в УМКД, отметить непонятные термины и положения, подготовить вопросы с целью уточнения правильности понимания, попытаться ответить на контрольные вопросы. Магистрантам необходимо приходить на лекцию подготовленным, ведь только в этом случае преподаватель может вести лекцию в интерактивном режиме, что способствует повышению эффективности лекционных занятий.

#### Формы лекционного занятия

Вводная лекция должна давать представление магистрантам о содержании всего курса, его взаимосвязях с другими дисциплинами, раскрывать структуру и логику развития конкретной области науки, техники или культуры.

Методическое решение вводной лекции должно быть направлено на развитие у магистрантов интереса к предмету, создание у них целостного представления о дисциплине, способствующего ее творческому усвоению.

Проблемная лекция отличается от обычной, прежде всего отсутствием монологического, информационного характера сообщения готовых знаний и выводов. Особенность проблемного изложения в том, что преподаватель не все знания дает в готовом виде, а в ходе лекции ставит вопросы, создает проблемные ситуации, направляет внимание магистрантов на их сущность и необходимость решения, добивается вовлечения их в активную учебную деятельность по решению минутных проблем, т.е. проблемная лекция активна, если в ходе ее обеспечивается самостоятельная творческая работа магистрантов контролирующими вопросами, обсуждениями и другими способами.

Обзорная лекция проводится с целью систематизации занятий магистрантов, полученных ими в ходе самостоятельного изучения учебного материала. Основным в обзорной лекции является умение преподавателя так отразить и сгруппировать факты, чтобы в ходе ее проведения студенты логически осмыслили закономерности тех или иных явлений, фактов изученной темы или раздела.

Обобщающая лекция проводится в завершении изучения раздела или темы для закрепления полученных магистрантами знаний. При этом преподаватель вновь выделяет узловые вопросы, широко использует обобщающие таблицы, схемы, алгоритмы, позволяющие выполнить усвоенные знания, умения и навыки в новые связи и зависимости, переводя их на более высоком уровне усвоения, способствуя тем самым применению полученных знаний, умений и навыков в нестандартных и поисково-творческих ситуациях.

Мини-лекция может проводиться преподавателем в начале каждого учебного занятия в течении десяти минут по единому из вопросов изучаемой темы. Мини-лекция может быть использована как занятие творческого уровня, когда магистрант выступает с самостоятельно подготовленных сообщений по изучаемой проблеме.

Кино (видео) лекция способствует развитию наглядно-образного мышления у студентов. Преподаватель осуществляет подбор необходимых кино-видео материалов по изучаемой теме. Перед началом просмотра кино-видео материалов преподаватель комментирует происходящие на экране события.

Инструктивная лекция проводится с целью организации самостоятельной работы последующей работы магистрантов по углублению, систематизации и обобщению изучаемого материала на практических занятиях. В ходе лекции магистранты получают методические рекомендации по работе с учебной литературой, с содержанием темы, выполняют инструктивные задания.

Парная лекция читается двумя преподавателями. Каждый из них играет определённую роль, например, основной докладчик и критик или эксперт.

Лекция – консультация проводится по предварительно сформулированным вопросам обучаемых.

Лекция пресс – конференция сходна с лекцией – консультацией, но проводится с несколькими преподавателями.

Лекция – провокация, или лекция с запланированными ошибками. Формирует у магистрантов умение внимательно слушать, оперативно ориентироваться в информации, анализировать и оценивать её.

Лекция – диалог, где содержание передаётся через серию вопросов, на которые магистранты должны отвечать по ходу лекции.

В заключительной лекции необходимо подытожить изученный материал по данной дисциплине в целом, выделив узловые вопросы курса и сосредоточив внимание на практическом значении полученных знаний в дальнейшем обучении студентов и их будущей профессиональной деятельности. Специальной дидактической задачей заключительной лекции выступает стимулирование интереса магистрантов к более глубокому дальнейшему изучению соответствующей дисциплины, указание путей и методов самостоятельной работы в данной области.

Использование мультимедийных средств обучения на лекционных занятиях

Мультимедийные средства обучения – интерактивные средства, позволяющие одновременно проводить операции с неподвижными изображениями, видеофильмами, анимированными графическими образами, текстом, речевым и звуковым сопровождением.

Требование обеспечения наглядности обучения означает необходимость учета чувственного восприятия изучаемых объектов, их макетов или моделей и их личное наблюдение студентами. Требование обеспечения наглядности в случае мультимедийных средств обучения реализуется на принципиально новом, более высоком уровне.

Распространение систем виртуальной реальности, позволит в ближайшем будущем говорить не только о наглядности, но и о полисенсорности обучения.

Методические требования к мультимедийным средствам обучения предполагают учет своеобразия и особенности строительной механики, ее понятийного аппарата, особенности методов исследования; возможностей реализации современных методов обработки информации.

Мультимедийные средства обучения применяемые на лекциях, должны обеспечивать возможность иллюстрации излагаемого материала видеоизображением, анимационными роликами с аудиосопровождением, предоставлять преподавателю средства демонстрации сложных явлений и процессов, визуализации создаваемых на лекции текста, графики, звука.

Работа магистрантов на лекционном занятии

Основная задача магистрантов при слушании лекции – учиться мыслить, анализировать, понимать положения, изложенные преподавателем. Режим восприятия материала диктуется лектором. Это создаёт определённые трудности у магистрантов, особенно первого года обучения. Среди наиболее частых ошибок магистрантов - попытка записать каждое услышанное слово или только слуховое восприятие материала.

Ведение конспекта лекций магистрантами наилучшим образом способствует запоминанию услышанного, так как задействовано слуховое, зрительное, кинестетическое восприятие. Наиболее полезный вид конспективной записи лекции – краткое изложение наиболее важных положений из содержания лекции своими словами с включением пометок, возникающих в ходе осмысления воспринимаемого материала.

При конспектировании лекции необходимо обращать внимание магистрантов на ряд правил:

- Вести конспект необходимо в отдельной тетради, т. к. разрозненные листы, как правило, всегда теряются.
- Записи осуществлять максимально чётко и ясно, что бы в дальнейшем не возникала необходимость в «расшифровке» собственных записей.
- Увеличить скорость письма до 120 букв в минуту.
- При записи конспектов оставлять поля, для последующих пометок, в тексте выделять темы, разделы, ключевые моменты.
- В конспекте по возможности применять сокращения слов и условные знаки.

## **5.2. Методические указания для подготовки магистрантов к практическим занятиям**

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия. Планы практических занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или в методических указаниях по данной дисциплине.

Прежде чем приступить к изучению темы, магистранту необходимо прокомментировать основные вопросы плана. Такой подход преподавателя помогает магистрантам быстро находить нужный материал к каждому из вопросов, не задерживаясь на второстепенном.

Начиная подготовку к практическому занятию, необходимо, прежде всего, указать магистрантам страницы в конспекте лекций, разделы учебников и учебных пособий, чтобы они получили общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует рекомендовать им поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам.

Подготовка к практическому занятию включает 2 этапа:

- 1й – организационный;
- 2й - закрепление и углубление теоретических знаний.

На первом этапе магистрант планирует свою самостоятельную работу, которая включает:

- уяснение задания на самостоятельную работу;
- подбор рекомендованной литературы;
- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки.

Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.

Второй этап включает непосредственную подготовку магистрантов к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы магистрант должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретает практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь.

При необходимости магистранту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале занятия магистранты под руководством преподавателя более глубоко осмысливают теоретические положения по теме занятия, раскрывают и объясняют основные положения публичного выступления. В процессе творческого обсуждения и дискуссии вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности.

Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы магистрантов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику и тем самым проникнуть в творческую лабораторию автора.

Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у магистранта, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе.

Важно развивать у магистрантов умение сопоставлять источники, продумывать изучаемый материал.

Большое значение имеет совершенствование навыков конспектирования у магистрантов. Преподаватель может рекомендовать магистрантам следующие основные формы записи: план (простой и развернутый), выписки, тезисы. Результаты конспектирования могут быть представлены в различных формах.

План – это схема прочитанного материала, краткий (или подробный) перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Подробно составленный план вполне заменяет конспект.

Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

- План-конспект - это развернутый детализированный план, в котором достаточно

подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.

- Текстуальный конспект - это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.

- Свободный конспект - это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.

- Тематический конспект - составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу).

Ввиду трудоемкости подготовки к практике преподавателю следует предложить магистрантам алгоритм действий, рекомендовать еще раз внимательно прочитать записи лекций и уже готовый конспект по теме семинара, тщательно продумать свое устное выступление.

На практике каждый магистрант должен быть готовым к выступлению по всем поставленным в плане вопросам, проявлять максимальную активность при их рассмотрении. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к репродуктивному уровню (простому воспроизведению текста), не допускается и простое чтение конспекта.

Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом магистрант может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д. Вокруг такого выступления могут разгореться споры, дискуссии, к участию в которых должен стремиться каждый. Преподавателю необходимо внимательно и критически слушать, подмечать особенное в суждениях магистрантов, улавливать недостатки и ошибки, корректировать их знания, и, если нужно, выступить в роли рефери. При этом обратить внимание на то, что еще не было сказано, или поддержать и развить интересную мысль, высказанную выступающим студентом.

#### **5.4. Методические указания по самостоятельной работе магистрантов**

Самостоятельная работа магистрантов по курсу «Современные численные методы строительной механики» является залогом усвоения знаний и прохождения промежуточных аттестаций, предусмотренных рабочей программой. Ключевые цели самостоятельных внеаудиторных занятий заключаются в закреплении, расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

Выполняемая в процессе изучения дисциплины «Современные численные методы строительной механики» магистрантами самостоятельная работа является по дидактической цели познавательной и обобщающей; по характеру познавательной деятельности и типу решаемых задач – познавательной и исследовательской; по характеру коммуникативного взаимодействия учащихся – индивидуальной; по месту выполнения – домашней; по методам научного познания – теоретической. В ходе организации самостоятельной работы магистрантов преподавателем решаются следующие задачи:

- 1) углублять и расширять их профессиональные знания;
- 2) формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
- 3) научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- 4) развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- 5) развивать познавательные способности будущих специалистов.

Самостоятельная работа магистрантов включает, как изучение текущих и дополнительных теоретических вопросов, так и совершенствование навыков по решению практических задач. Теоретические знания являются базой для понимания принципов

построения математических моделей, математической формализации задач расчетного проектирования. На практических занятиях решаются задачи по темам лекционного курса. Часть задач выносятся на самостоятельное решение.

Самостоятельное решение задач также необходимо при подготовке к текущей аттестации. Магистрант должен владеть основными методами исследования и решения задач сопротивления материалов и строительной механики с позиций вариационного исчисления. Необходима выработка первичных навыков перевода реальной задачи на язык вариационного исчисления, построение соответствующей математической модели, выбор нужного метода ее решения, интерпретация и оценка полученного результата. При подготовке к сдаче зачета рекомендуется пользоваться записями, сделанными на практических и лекционных занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы. Сначала необходимо повторить теоретическую часть, а затем переходить к решению задач. Большое значение для активизации самостоятельной работы магистрантов имеет выполнение практических работ в аудитории под руководством преподавателя. Это элемент обучения магистранта, преподаватель отмечает ошибки и дает рекомендации магистранту. При выполнении самостоятельной работы магистранты используют учебники и учебные пособия, указанные в разделе 7.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	№ семестра	Виды учебной работы	Образовательные технологии	Всего часов		
				Очная	Заочная	Очно-заочная
1	2	3	4			
1	3	Лекция «Математический аппарат численных методов»	Проблемная лекция (визуализация)	2		2
2	3	Лекция «Обзор численных методов строительной механики»	Проблемная лекция (визуализация)	2	2	2
3	3	Практическое занятие «Математический аппарат численных методов»	Разбор конкретных численных методов	2		2
4	3	Практическое занятие «Обзор численных методов строительной механики»	Разбор применения конкретных численных методов в строительной механике	2	2	2

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Список основной литературы	
1.	Агапов, В. П. Строительная механика, курс лекций : учебное пособие / В. П. Агапов. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 179 с. — ISBN 978-5-7264-1386-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/58215.html">https://www.iprbookshop.ru/58215.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2.	Петров, В. В. Нелинейная строительная механика. Часть 1. Физическая нелинейность : учебное пособие / В. В. Петров. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015. — 168 с. — ISBN 978-5-7433-2927-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/76491.html">https://www.iprbookshop.ru/76491.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <a href="https://doi.org/10.23682/76491">https://doi.org/10.23682/76491</a>
3.	Петров, В. В. Нелинейная строительная механика. Часть 2. Геометрическая нелинейность : учебное пособие / В. В. Петров. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2016. — 152 с. — ISBN 978-5-7433-3025-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/76492.html">https://www.iprbookshop.ru/76492.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <a href="https://doi.org/10.23682/76492">https://doi.org/10.23682/76492</a>
4.	Строительная механика : учебное пособие / А. Г. Юрьев, Н. А. Смоляго, В. А. Зинькова, А. С. Горшков. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2018. — 237 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/92296.html">https://www.iprbookshop.ru/92296.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей
Список дополнительной литературы	
5.	Бабанов, В. В. Строительная механика. Расчетно-графические работы : учебное пособие / В. В. Бабанов, Н. А. Масленников. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 84 с. — ISBN 978-5-9227-0730-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/74351.html">https://www.iprbookshop.ru/74351.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей
6.	Мущанов, В. Ф. Строительная механика : учебно-методическое пособие к выполнению расчетно-графических работ / В. Ф. Мущанов, А. Н. Оржеховский, А. И. Демидов. — Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2019. — 81 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/93875.html">https://www.iprbookshop.ru/93875.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей
7.	Мущанов, В. Ф. Строительная механика : учебно-методическое пособие к выполнению расчетно-графических работ / В. Ф. Мущанов, А. Н. Оржеховский, А. И. Демидов. — Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2019. — 81 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/93875.html">https://www.iprbookshop.ru/93875.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://window.edu.ru> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам;

<http://fcior.edu.ru> - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;

<http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

### 7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение

Лицензионное программное обеспечение	Реквизиты лицензий/ договоров
Microsoft Azure Dev Tools for Teaching	Идентификатор подписчика: 1203743421
1. Windows 7, 8, 8.1, 10	Срок действия: 30.06.2022
2. Visual Studio 2008, 2010, 2013, 2019	
5. Visio 2007, 2010, 2013	(продление подписки)
6. Project 2008, 2010, 2013	
7. Access 2007, 2010, 2013 и т. д.	

MS Office 2003, 2007, 2010, 2013	Сведения об Open Office: 63143487, 63321452, 64026734, 6416302, 64344172, 64394739, 64468661, 64489816, 64537893, 64563149, 64990070, 65615073 Лицензия бессрочная
Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite	Лицензионный сертификат Серийный № 8DVG-V96F-H8S7-NRBC Срок действия: с 20.10.2022 до 22.10.2023
Консультант Плюс	Договор № 272-186/С-23-01 от 20.12.2022 г.
Цифровой образовательный ресурс IPRsmart	Лицензионный договор №10423/23П от 30.06.2023 г. Срок действия: с 01.07.2023 до 01.07.2024
Бесплатное ПО	
Sumatra PDF, 7-Zip	

### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование специальности, направления подготовки	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
08.04.01	Строительство направленность (профиль) «Промышленное и гражданское строительство»	Сопротивление материалов	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Ауд. № 344	Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий обеспечивающих тематические иллюстрации: Экран ..... 1 шт Ноутбук ..... 1 шт Проектор ..... 1 шт Специализированная мебель:	Выделенные стоянки автотранспортных средств для инвалидов; достаточная ширина дверных проемов в стенах, лестничных маршей, площадок

				<p>Столы ученические – 24 шт.          Стулья ученические – 48 шт.          Стол преподавателя – 1 шт.          Стул преподавателя – 2 шт.          Кафедра - преподавателя – 1 шт.          Кресло преподавателя -2 шт.          Доска ученическая – 1 шт.          Жалюзи вертикальные – 3 шт.          Встроенный шкаф двухдверный – 2 шт.</p>	
			<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнение контрольных работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.          Ауд. № 342</p>	<p>Технические средства обучения, для предоставления учебной информации большой аудитории :          Настенный экран....1 шт          Монитор ..... 1 шт          Проектор ..... 1 шт          Демонстрационные плакаты – 10 шт.          Плакат – табличка- 1шт          Специализированная мебель:          Столы ученические – 14 шт.          Столы ученические чертежные – 14шт.          Стулья ученические – 38 шт.          Стол преподавателя – 1 шт.          Доска ученическая – 1 шт.          Жалюзи вертикальные – 3 шт.</p>	<p>Выделенные стоянки автотранспортных средств для инвалидов;          достаточная ширина дверных проемов в стенах, лестничных маршей, площадок</p>

## 8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,

## 8.3. Требования к специализированному оборудованию

Специализированное оборудование не предусмотрено

## 9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Для обеспечения образования инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается (в случае необходимости) адаптированная

образовательная программа, индивидуальный учебный план с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, в частности применяется индивидуальный подход к освоению дисциплины, индивидуальные задания: рефераты, письменные работы и, наоборот, только устные ответы и диалоги, индивидуальные консультации, использование диктофона и других записывающих средств для воспроизведения лекционного и семинарского материала.

В целях обеспечения обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья комплектуется фонд основной учебной литературой, адаптированной к ограничению электронных образовательных ресурсов, доступ к которым организован в БИЦ Академии. В библиотеке проводятся индивидуальные консультации для данной категории пользователей, оказывается помощь в регистрации и использовании сетевых и локальных электронных образовательных ресурсов, предоставляются места в читальном зале.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Современные численные методы строительной механики**

# 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Современные численные методы строительной механики

(наименование дисциплины)

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

### 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Индекс	Формулировка компетенции
ПК-7	Способность разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности

### 2. Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение студентами необходимыми компетенциями. Результат аттестации студентов на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций студентами.

Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

Разделы (темы) дисциплины	Формируемые компетенции (коды)
	ПК-7
Математический аппарат численных методов	+
Применение метода конечных разностей (МКР) для расчета строительных конструкций	+
Обзор численных методов строительной механики	+
Устойчивость стержневых конструкций	+
Расчет стержневых конструкций	+
МКЭ для континуальных систем	+

### 3. Индикаторы достижения компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

<b>ПК-7 Способность разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности</b>						
<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>				<b>Средства оценивания результатов обучения</b>	
	<b>неудовлетв</b>	<b>удовлетв</b>	<b>хорошо</b>	<b>отлично</b>	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
<b>ПК 7.1</b> Рассматривает основные методы математического моделирования	Не знает основы компьютерного моделирования и применения современных численных методов строительной механики в решении научно-практических задач.	монстрирует частичны нания основ современны численных методов строительной механики в решении научно-практических задач.	Демонстрирует знания в применении компьютерного и численного моделирования в решении научно-практических задач.	Раскрывает основное содержание методологии компьютерного и численного моделирования в решении научно-практических задач.	тестирование	зачет
<b>ПК 7.2</b> Может описывать профессиональные проблемы методами математического моделирования	Не умеет разрабатывать физические и математические, компьютерные модели явлений и объектов.	Умеет разрабатывать физические и некоторые математические модели явлений и объектов.	Умеет разрабатывать основные физические, математические, компьютерные модели явлений и объектов.	Готов и умеет в полной мере разрабатывать физические и математические, компьютерные модели явлений и объектов.	тестирование	зачет
<b>ПК 7.3</b> Владеет основными методами математического моделирования	Не владеет навыками создания математических моделей исследуемых моделей.	Владеет отдельными приемами и навыками создания математических моделей исследуемых моделей.	Владеет приемами и навыками создания математических моделей исследуемых моделей.	Демонстрирует отличное владение системой приемов и навыков создания математических моделей исследуемых моделей.	тестирование	зачет

## 4. Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине

### Темы рефератов

по дисциплине Современные численные методы строительной механики

1. Расчет стержневых систем с использованием ЭВМ.
2. Автоматизация расчета стержневых систем. Полная система уравнений строительной механики для стержня.
3. Матрицы реакций (жесткости) для плоских и пространственных стержней и их использование.
4. Описание учебного комплекса по расчету стержневых систем. Внутреннее и внешнее представление исходных данных. Блок-схема комплекса по расчету стержневых систем.
5. Учет геометрической и физической нелинейности при расчете стержневых систем.
6. Метод конечных элементов (МКЭ). Связь МКЭ с уравнениями строительной механики.
7. Особенности комплексов для расчета конструкций по МКЭ. Суперэлементный подход.
8. Кинетическая энергия. Уравнение Лагранжа. Приведение кинематического воздействия к силовому. Сведение системы дифференциальных уравнений динамики к разделяющимся уравнениям с помощью решения проблемы собственных значений.
9. Метод постоянного ускорения и его использование для решения динамических задач
10. Матрицы, их виды, простейшие операции над матрицами.
11. Метод Гаусса для решения систем линейных уравнений. Разложение матрицы в произведение трех матриц.
12. Исследование систем линейных уравнений. Однородные уравнения. Решение  $n$  уравнений со многими неизвестными с использованием метода Гаусса.
13. Однородные координаты и интегрирование по треугольной области. Соотношения между тригонометрическими, гиперболическими функциями и экспоненциальной функцией.
14. Методы решения СЛАУ
15. Итерационные методы решения СЛАУ.
16. Метод конечных разностей для расчета строительных конструкций.
17. Обзор численных методов строительной механики.
18. Вариационные методы для расчета строительных конструкций.
19. Устойчивость стержневых конструкций. Метод Бубнова – Галеркина.
20. Матрицы жесткости. Вариационный принцип Лагранжа
21. Расчет стержневых конструкций численными методами.
23. Основные этапы МКЭ.
24. Решение плоской задачи теории упругости методом конечных элементов.
25. Расчет плоских стержневых систем на устойчивость.

### Вопросы к зачету

#### Тема 1. Математический аппарат численных методов.

1. Матрицы. Основные понятия и определения.
2. Операции над матрицами. Обратная матрица.
3. Решение системы линейных алгебраических уравнений
4. Прямые методы решения СЛАУ
5. Итерационные методы решения СЛАУ.
6. Метод простой итерации.

7. Метод ускоренной итерации.

**Тема 2. Применение метода конечных разностей (МКР) для расчета строительных конструкций.**

1. Метод конечных разностей.
2. МКР в задаче изгиба стержней
3. Расчет стержней переменной жесткости.
4. Определение внутренних усилий. Учет промежуточных опор.

**Тема 3. Обзор численных методов строительной механики.**

5. Решение задач устойчивости МКР.
6. Вариационные методы.
7. Метод Ритца. Выбор координатных функций.

**Тема 4. Устойчивость стержневых конструкций**

8. Устойчивость стержней. Метод Бубнова – Галеркина.
9. Вывод матрицы жесткости на основании вариационного принципа Лагранжа

**Тема 5. Расчет стержневых конструкций.**

10. Расчет стержневых систем.
11. Расчет системы с растянутыми (сжатыми) элементами.
12. Матрица направляющих косинусов.
13. Глобальная матрица жесткости.
14. Вектор узловых нагрузок. Учет опорных связей.
15. Определение внутренних усилий.
16. Основные этапы МКЭ.

**Тема 6. МКЭ для континуальных систем.**

17. Решение плоской задачи теории упругости методом конечных элементов.
18. Расчет плоских стержневых систем на устойчивость.

## Комплект тестовых задач (заданий)

1) Приближенным числом  $a$  называют число, незначительно отличающиеся от

- a) точного  $A$
- b) неточного  $A$
- c) среднего  $A$
- d) точного не известного
- e) приблизительного  $A$

2)  $a$  называется приближенным значением  $A$  по недостатку, если

- a)  $a < A$
- b)  $a > A$
- c)  $a = A$
- d)  $a \geq A$
- e)  $a \leq A$

3)  $a$  называется приближенным значением числа  $A$  по избытку, если

- a)  $a > A$
- b)  $a < A$
- c)  $a = A$
- d)  $a \geq A$
- e)  $a \leq A$

4) Под ошибкой или погрешностью  $\Delta a$  приближенного числа  $a$  обычно понимается разность между соответствующим точным числом  $A$  и данным приближением, т.е.

- a)  $\Delta a = A - a$
- b)  $\Delta a = A + a$
- c)  $\Delta a = A/a$
- d)  $a = \Delta a - A$
- e)  $A = \Delta a + A$

5) Если ошибка положительна  $A >$ , то

- a)  $\Delta a > 0$
- b)  $\Delta a < 0$
- c)  $\Delta a = 0$
- d)  $\Delta a \leq 0$
- e)  $a > a$

6) Абсолютная погрешность приближенного числа

- a)  $\Delta = |\Delta a|$
- b)  $\Delta a = a$
- c)  $\Delta = |a|$
- d)  $A = |\Delta a|$
- e)  $\Delta a = |\Delta b|$

7) Абсолютная погрешность

- a)  $\Delta = |A - a|$
- b)  $\Delta A = a$
- c)  $\Delta = |B - a|$
- d)  $a = |A + a|$
- e)  $\Delta a = |A + b|$

8) Предельную абсолютную погрешность вводят если

- a) число  $A$  не известно
- b) число  $a$  не известно
- c)  $\Delta$  не известно
- d)  $A - a$  не известно
- e) не известно  $B$

9) Предельная абсолютная погрешность

- a)  $\Delta a$
- b)  $\Delta b$
- c)  $\Delta A$
- d)  $A$
- e)  $A$

10) Определить предельную абсолютную погрешность числа  $a = 3,14$ , заменяющего число  $\pi$

- a) 0,002
- b) 0,001
- c) 3,141
- d) 0,2
- e) 0,003

11) Относительная погрешность

- a)  $\sigma = \Delta/|A|$
- b)  $\sigma = \Delta$
- c)  $\sigma = \Delta/b$
- d)  $\sigma = c/a$
- e)  $\sigma = a - A$

12) Погрешность, связанная с самой постановкой математической задачи

- a) погрешность задачи
- b) погрешность метода
- c) остаточная погрешность
- d) погрешность действия
- e) начальная

13) Погрешности, связанная с наличием бесконечных процессов в математическом анализе

- a) остаточная погрешность
- b) абсолютная
- c) относительная
- d) погрешность условия
- e) начальная погрешность

- 14) Погрешности, связанные с наличием в математических формулах, числовых параметров
- начальном
  - конечной
  - абсолютной
  - относительной
  - остаточной
- 15) Погрешности, связанные с системой счисления
- погрешность округления
  - погрешность действий
  - погрешности задач
  - остаточная погрешность
  - относительная погрешность
- 16) Округлить число  $\pi = 3,1415926535\dots$  до пяти значащих цифр
- 3,1416
  - 3,1425
  - 3,142
  - 3,14
  - 0,1415
- 17) Абсолютная погрешность при округлении числа  $\pi$  до трёх значащих цифр
- $0,5 \cdot 10^{-2}$
  - $0,5 \cdot 10^{-3}$
  - $0,5 \cdot 10^{-4}$
  - $0,5 \cdot 10^{-1}$
  - 0,5
- 18) Предельная абсолютная погрешность разности
- $\Delta u = \Delta x_1 + \Delta x_2$
  - $\Delta u = a + b$
  - $\Delta u = A + b$
  - $\Delta = x_1 + x_2$
  - $\Delta a = b + c$
- 19) Числовой ряд назван сходящимся, если
- существует предел последовательности его частных сумм
  - можно найти сумму ряда
  - существует последовательность
  - частные суммы равны нулю
  - существует предел разности
- 20) Найти  $\ln 3$  с точностью до  $10^{-5}$
- 1,09861
  - 1,01
  - 1,098132
  - 1,02
  - 1,3
- 21) Найти  $\sin 200301$
- 0,35
  - 0,36
  - 0,2
  - 0,47
  - 0,5
- 22) Найти  $\operatorname{tg} 400$
- 0,839100
  - 0,84
  - 0,9
  - 1,0
  - 1,2

- 23) С помощью этого метода число верных цифр примерно удваивается на каждом этапе по сравнению с первоначальным количеством
- процесс Герона
  - формула Тейлора
  - формула Маклорена
  - метод Крамера
  - процесс Даламбера
- Методом половинного деления уточнить корень уравнения  $x^4+2x^3-x-1=0$
- 0,867
  - 0,234
  - 0,2
  - 0,43
  - 0,861
- 24) Используя метод хорд найти положительный корень уравнения  $x^4-0,2x^2-0,2x-1,2=0$
- 1,198+0,0020
  - 1,16+0,02
  - 2+0,1
  - 3,98+0,001
  - 4,2+0,0001
- 25) Вычислить методом Ньютона отрицательный корень уравнения  $x^4-3x^2+75x-10000=0$
- 10,261
  - 10,31
  - 5,6
  - 3,2
  - 0,44
- 26) Используя комбинированный метод вычислить с точностью до 0,005 единственный положительный корень уравнения
- 1,04478
  - 1,046
  - 2,04802
  - 3,45456
  - 802486
- 27) Найти действительные корни уравнения  $x-\sin x=0,25$
- 1,17
  - 1,23
  - 2,45
  - 4,8
  - 5,63
- 28) Определить число положительных и число отрицательных корней уравнения  $x^4-4x+1=0$
- 2 и 0
  - 3 и 2
  - 0 и 4
  - 0 и 1
  - 0 и 4
- 29) Определить нижнее число и верхнее число перемен знаков в системе 1, 0, 0, -3, 1.
- 2 и 4
  - 3 и 1
  - 0 и 4
  - 0 и 5
  - 3 и 2
- 30) Определить состав корней уравнения  $x^4+8x^3-12x^2+104x-20=0$
- один положительный и один отрицательный
  - нет ни одного корня
  - невозможно найти число корней
  - уравнение не имеет положительных корней

е) два отрицательных корня

31) Две матрицы одного и того же типа, имеющие одинаковое число строк и столбцов, и соответствующие элементы их равны, называют

- a) равными
- b) одинаковыми
- c) разными по рангу
- d) схожими
- e) транспонированными

32) Укажите свойства суммы матриц  $A+(B+C)=...$

- a)  $(A+B)+C$
- b)  $(B+A)*C$
- c)  $ABC$
- d)  $A+B+C*A$
- e)  $A*C+B*C$

33) Укажите название матрицы  $-A=(-1)A$

- a) противоположная
- b) обратная
- c) равная
- d) матрица не существует
- e) транспонированная

34) Заменяя в матрице типа  $m \times n$  строки соответственно столбцами получим

- a) транспонированную матрицу
- b) равную матрицу
- c) среднюю матрицу
- d) обратную матрицу
- e) квадратную матрицу

35) С какой матрицей совпадает дважды транспонированная матрица

- a) с исходной
- b) с обратной
- c) с нулевой
- d) с единичной
- e) с квадратной

36) Нахождение обратной матрицы для данной называется

- a) обращение данной матрицы
- b) транспонированием
- c) суммой матриц
- d) заменой строк и столбцов
- e) произведением матриц

37) Максимальный порядок минора матрицы, отличного от нуля, называют

- a) рангом
- b) пределом
- c) рядом
- d) сходимостью
- e) определителем

38) Разность между наименьшим из чисел  $m$  и  $n$  и рангом матрицы называется

- a) дефектом
- b) пределом
- c) рангом
- d) определителем
- e) разницей

39) Существующие и имеющие важное значение матричные степенные ряды

- a) правые и левые
- b) средние
- c) верхние и нижние

- d) высокие
- e) дифференцируемые

40) Матричные ряды дают возможность определять

- a) трансцендентные функции матрицы
- b) миноры матричного ряда
- c) сходящиеся ряды
- d) геометрические прогрессии
- e) каноническую форму ряда

41) Матрица разбитая на клетки, называется клеточной и ...

- a) блочной
- b) равной
- c) окаймленной
- d) квазидиагональной
- e) средней

42) Если элементы квадратной матрицы, стоящие выше (ниже) главной диагонали, равны нулю, то матрицу называют

- a) треугольной
- b) нулевой
- c) диагональной
- d) такая матрица не существует
- e) единичной

43) Метод, представляющий собой конечные алгоритмы для вычисления корней системы

- a) точный метод
- b) метод релаксации
- c) метод итерации
- d) приближенный метод
- e) относительный метод

44) Метод позволяющий получить корни системы с заданной точностью путем сходящихся бесконечных процессов

- a) итерационный метод
- b) точный метод
- c) приближенный метод
- d) относительный метод
- e) метод Зейделя

45) Этот метод является наиболее распространенным приемом решения систем линейных уравнений, алгоритм последовательного исключения неизвестных

- a) метод Гаусса
- b) метод Крамера
- c) метод обратных матриц
- d) ведущий метод
- e) аналитический метод

46) Целый однородный полином второй степени от  $n$  переменных называется

- a) квадратичной формой
- b) кубической формой
- c) прямоугольной формой
- d) треугольной формой
- e) матричной формой

47) Квадратичная форма называется положительно (отрицательно) определенной, если она принимает положительные (отрицательные) значения, обращаясь в нуль лишь при

- a)  $x_1=x_2=\dots=x_n=0$
- b)  $x_1+x_2+\dots+x_n=0$
- c)  $x_1x_2\dots x_n=0$
- d)  $a+b+c+\dots=0$
- e)  $x_1+x_2+\dots+x_n=5$

- 48) Простейшая форма этого метода заключается в том, что на каждом шаге обращают в нуль максимальную по модулю невязку путем изменения значения соответствующей компоненты приближения
- метод ослабления
  - итерационный метод
  - метод обратных матриц
  - ведущий метод
  - метод Гаусса
- 49) Произведением вектора  $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$  на число  $k$  называется вектор
- $kx=(kx_1, kx_2, \dots, kx_n)$
  - $k=x_1+x_2+\dots+x_n$
  - $ab=x_1+x_2+\dots+x_n$
  - нельзя вектор умножать на число
  - $c=a+b$
- 50) Для векторов  $x$  и  $y$  естественно определяется линейная комбинация
- $\alpha x + \beta y$
  - $\alpha x * \beta y$
  - $\alpha x / \beta y$
  - $x+y=0$
  - $(x+y)\alpha=0$
- 51) Любая совокупность  $n$ -мерных векторов, рассматриваемая с установленными в ней операциями сложения векторов и умножения вектора на число, не выходящими за пределы этой совокупности называется
- линейным векторным пространством
  - плоскостью векторов
  - скалярным произведением векторов
  - суммой векторов
  - сходимостью векторного пространства
- 52) Максимальное число линейно независимых векторов  $n$ -мерного пространства  $E_n$  в точности равно
- размерности этого пространства
  - соразмерности векторов
  - сумме линейных векторов
  - совокупности единичных векторов
  - сумме  $n$  векторов
- 53) Название любой совокупности  $n$  линейно независимых векторов  $n$ -мерного пространства
- базис
  - орт
  - вектор
  - координата
  - скаляр
- 54) Как иначе называют метод бисекций?
- Метод половинного деления
  - Метод хорд
  - Метод пропорциональных частей
  - Метод «начального отрезка»
  - Метод коллокации
- 55) Методы решения уравнений делятся на:
- Прямые и итеративные
  - Прямые и косвенные
  - Начальные и конечные
  - Определенные и неопределенные
  - Простые и сложные
- 56) Кто опубликовал формулу для решения кубического уравнения?
- Кардано
  - Галуа
  - Абеле

- d) Дарбу
- e) Фредгольм

57) Основная теорема алгебры:

- a) Уравнение вида  $a_0x^n + a_1x^{n-1} + \dots + a_{n-1}x + a_n=0$  имеет ровно  $n$  корней, вещественных или комплексных, если  $k$ -кратный корень считать за  $k$  корней
- b) Если функция  $f(x)$  определена и непрерывна на отрезке  $[a;b]$  и принимает на его концах значения разных знаков, то на  $[a;b]$  содержится, по меньшей мере, один корень уравнения  $f(x)=0$
- c) Если функция  $f(x)$  монотонна на отрезке  $[a;b]$ , то она интегрируема на этом отрезке
- d) Если функция  $f(x)$  монотонна на отрезке  $[a;b]$ , то она дифференцируема на этом отрезке
- e) Определитель  $D=|a_{ij}|$   $n$ -го порядка равен сумме произведений элементов какой-либо строки (столбца) на их алгебраические дополнения

58) Отделение корней можно выполнить двумя способами:

- a) аналитическим и графическим
- b) приближением и отделением
- c) аналитическим и систематическим
- d) систематическим и графическим
- e) приближением последовательным и параллельным

59) Укажите первую теорему Больцано-Коши:

- a) Если функция  $f(x)$  определена и непрерывна на отрезке  $[a;b]$  и принимает на его концах значения разных знаков, то на  $[a;b]$  содержится, по меньшей мере, один корень уравнения  $f(x)=0$
- b) Уравнение вида  $a_0x^n + a_1x^{n-1} + \dots + a_{n-1}x + a_n=0$  имеет ровно  $n$  корней, вещественных или комплексных, если  $k$ -кратный корень считать за  $k$  корней
- c) Если функция  $f(x)$  монотонна на отрезке  $[a;b]$ , то она интегрируема на этом отрезке
- d) Если функция  $f(x)$  монотонна на отрезке  $[a;b]$ , то она дифференцируема на этом отрезке
- e) Определитель  $D=|a_{ij}|$   $n$ -го порядка равен сумме произведений элементов какой-либо строки (столбца) на их алгебраические дополнения

60) Отделим корни уравнения  $x^3 - 2x - 3=0$

- a) Единственный корень расположен между  $\sqrt{2/3}$  и  $\infty$
- b) Корней нет
- c) Один из корней находится на отрезке  $[1,2]$
- d) Один из корней находится на отрезке  $[-1,2]$
- e) Единственный корень расположен между  $\sqrt{1/8}$  и  $\sqrt{3/8}$

61) При контроле решения алгебраического уравнения может быть полезна:

- a) Теорема Виета
- b) Теорема Ньютона
- c) Теорема Перрона
- d) Теорема Штурма
- e) Теорема Бюдана-Фурье

62) Итерация *iteratio* в переводе с латинского:

- a) повторение
- b) замещение
- c) возвращение
- d) умножение
- e) удаление

63) Укажите рекуррентную формулу метода простой итерации:

- a)  $x_{n+1}=\varphi(x_n)$
- b)  $x=\varphi$
- c)  $x=C$
- d)  $x_{n+1}=\psi(x_n)+\varphi(x_n)$
- e)  $x_{n-1}=\psi(x_n)-\varphi(x_n)$

64) От латинского слова *resurgens*:

- a) возвращающийся
- b) меняющийся
- c) повторяющийся
- d) заменяющийся

е) приближающийся

65) Последовательность, удовлетворяющая условию Коши, называется:

- a) фундаментальной последовательностью
- b) рекуррентной последовательностью
- c) итеративной последовательностью
- d) двусторонней последовательностью
- e) односторонней последовательностью

66) Метод хорд-

- a) Частный случай метода итераций
- b) Частный случай метода коллокации
- c) Частный случай метода прогонки
- d) Частный случай метода квадратных корней
- e) Частный случай метода Гаусса

67) Свойство самоисправляемости:

- a) Усиливает надежность метода
- b) Не влияет на конечный результат
- c) Влияет на конечный результат
- d) Не учитывается
- e) Считается ошибочным

68) Что общего у метода хорд и метода итераций?

- a) Общая скорость и свойство самоисправляемости
- b) Свойство самоисправляемости
- c) Общая скорость
- d) Легкость при решении
- e) Требуется нахождение производной

69) Метод Ньютона-

- a) обладает свойством самоисправляемости и имеет высокую скорость сходимости
- b) дает большой выигрыш во времени
- c) занимает очень много времени
- d) предельно прост
- e) надежен

70) Все методы вычисления интегралов делятся на:

- a) Точные и приближенные
- b) Прямые и итеративные
- c) Прямые и косвенные
- d) Аналитические и графические
- e) Приближенные и систематические

71) Точный метод вычисления интегралов был предложен:

- a) Ньютоном и Лейбницем
- b) Ньютоном и Гауссом
- c) Гауссом и Стирлингом
- d) Вольтерром
- e) Гауссом и Крамером

72) Геометрически нижняя сумма Дарбу равна:

- a) Площади ступенчатого многоугольника, содержащегося в криволинейной трапеции
- b) Площади ступенчатого многоугольника, содержащего внутри себя криволинейную трапецию
- c) Площади прямоугольного параллелепипеда
- d) Площади ступенчатого шестиугольника
- e) Площади ступенчатого прямоугольника

73) Геометрически верхняя сумма Дарбу равна:

- a) Площади ступенчатого многоугольника, содержащего внутри себя криволинейную трапецию
- b) Площади ступенчатого многоугольника, содержащегося в криволинейной трапеции
- c) Площади прямоугольного параллелепипеда
- d) Площади ступенчатого шестиугольника
- e) Площади ступенчатого прямоугольника

74) Приближенные методы вычисления интегралов можно разделить на 2 группы:

- a) аналитические и численные
- b) аналитические и графические
- c) систематические и численные
- d) систематические и случайные
- e) приближенные и непрближенные

Формируемые компетенции (коды)	Номер тестового задания
ПК-7	1...74

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

### 5.1. Методические материалы по проведению практически работ (семинаров).

Обучающийся на практических занятиях консультируется с преподавателем и получать от него наводящие разъяснения и задания для самостоятельной работы.

#### Критерии оценки практических работ

Оценка «5» – работа выполнена в полном объеме и без замечаний.

Оценка «4» – работа выполнена правильно с учетом 2-3 несущественных ошибок исправленных самостоятельно по требованию преподавателя.

Оценка «3» – работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущена существенная ошибка.

Оценка «2» – допущены две (и более) существенные ошибки в ходе работы, которые обучающиеся не может исправить даже по требованию преподавателя или работа не выполнена.

### 5.2. Методические материалы по проведению промежуточного тестирования

Цель – оценка уровня освоения обучающимися понятийно-категориального аппарата по соответствующим разделам дисциплины, сформированности умений и навыков. Процедура - проводится на последнем практическом занятии в компьютерных классах после изучения всех тем дисциплины. Время тестирования составляет от 45 до 90 минут в зависимости от количества вопросов. Содержание представлено материалами для промежуточного тестирования.

#### Критерии оценки:

Все верные ответы берутся за 100%

90%-100% отлично

75%-89% хорошо

60%-74% удовлетворительно

менее 60% неудовлетворительно

### 5.3 Критерии оценивания результатов освоения дисциплины на зачете

-Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если:

- прочно усвоил предусмотренный программный материал;
- правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;

- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами решения задач: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не справился с 50% вопросов, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

#### **5.4. Методические материалы по проведению докладов (сообщений).**

##### **Критерии оценки:**

- соответствие целям и задачам дисциплины, соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы - 0,5 баллов;

- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение, логичность и последовательность в изложении материала – 1,5 балла;

- объём исследованной литературы, способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой – 0,5;

- умение извлекать информацию, соответствующую поставленной цели и перераспределять информацию - 1,5 балла;

- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы, соблюдение объёма, шрифтов, интервалов и т.д.) – 0,5 баллов;

- устная защита реферата – 0,5 баллов.

Написание и защита доклада оценивается по 5 бальной системе. Минимум – 1 балл; максимум – 5 баллов. Для зачёта доклада обучающемуся необходимо набрать не менее 3-х баллов.

**Аннотация дисциплины**

Дисциплина (Модуль)	Современные численные методы строительной механики
Реализуемые компетенции	ПК-7
Индикаторы достижения компетенций	ПК 7.1 Рассматривает основные методы математического моделирования ПК 7.2 Может описывать профессиональные проблемы методами математического моделирования ПК 7.3 Владеет основными методами математического моделирования
Трудоемкость,	72/2
Формы отчетности (в т.ч. по семестрам)	ОФО: Зачет (в 3 семестре) ЗФО: Зачет (в 3 семестре) О-ЗФО: Зачет (в 3 семестре)