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

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по учебной работе _____ Г.Ю. Нагорная
«27» 03 2026 г.

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 Общеинженерные и естественнонаучные дисциплины

Выпускающая кафедра Строительство и управление недвижимостью

Начальник
учебно-методического управления _____ Семенова Л.У.

Директор института _____ Павленко Е.Н.

Заведующий выпускающей кафедрой _____ Байрамуков С.Х.

г. Черкесск, 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели освоения дисциплины 3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 3
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине 5
4. Структура и содержание дисциплины 6
4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы 6
4.2. Содержание учебной дисциплины 8
4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля 8
4.2.2. Лекционный курс 9
4.2.3. Лабораторный практикум 11
4.2.4. Практические занятия 11
4.3. Самостоятельная работа студента 12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине 14
6. Образовательные технологии 20
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины 21
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы 21
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» 21
7.3. Информационные технологии 22
8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины 22
8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий…22
8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся…23
8.3. Требования к специализированному оборудованию 23
9. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья 23

Приложение 1. Фонд оценочных средств 25

Приложение 2. Аннотация дисциплины 39

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 моделированиямеханических 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 решатьразнообразные научно-технические задачи, используя современные образовательные иинформационные 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	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

№ п/п	Номер/ индекс компетенции	Наименование компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:
1	2	3	4
1.	ПК-7	Способен разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности	**ПК 7.1** Знает физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности; **ПК 7.2** Может применять физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности; **ПК 7.3** Владеет навыками разработки физических и математических (компьютерных) моделей явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности

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
Аудиторная контактная работа (всего)		28	28
В том числе:			
Лекции (Л)		14	14
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С) В том числе, практическая подготовка		14	14
Самостоятельная работа обучающегося (СРО) (всего)		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
Промежуточная аттестация	Зачет (З), в том числе	0,3	0,3
	СРО, час		
ИТОГО: Общая трудоемкость	**часов**	72	72
	зач. ед.	2	2

4.1. б. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Заочная форма обучения

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

ая аттестация	СРО, час	3,7	3,7
ИТОГО: Общая трудоемкость	**часов**	72	72
	зач. ед.	2	2

4.1. в. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы		**Всего часов**	**Семестры**
			№ 4
			часов
1		2	3
Аудиторная контактная работа (всего)		24	24
В том числе:			
Лекции (Л)		12	12
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С) В том числе, практическая подготовка		12	12
Самостоятельная работа обучающегося (СРО) (всего)		46	46
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
Промежуточная аттестация	Зачет (З), в том числе	0,3	0,3
	СРО, час		
ИТОГО: Общая трудоемкость	**часов**	72	72
	зач. ед.	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	всего	
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
		ИТОГО:	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	всего	
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
		ИТОГО:	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	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	2	Раздел 1. Введение в численные методы решения задач строительной механики	4	-	4	16	24	тестовый контроль, контрольные вопросы
		Раздел 2. Численные методы решения задач строительной механики	8	-	8	30	46	тестовый контроль, контрольные вопросы
		Внеаудиторная контактная работа					1,7	
2.	2	Промежуточная аттестация					0,3	Зачет
		ИТОГО:	12		12	46	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 направляю щих 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		
	ИТОГО часов в семестре:			**14**	**4**	**12**

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 направляю щих 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		
	ИТОГО часов в семестре:			14	4	12

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	6
		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	6
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

			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.			
		2.3.	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.	10	13	10
ИТОГО часов в семестре:				40	59	46

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 осмысляли 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 проводится 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 звуковымсопровождением.

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 – учится 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 виллюстративном 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 приобретается 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 выносится 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 магистрант используют учебники и учебные пособия, указанные в разделе 7.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	**№ семестра**	**Виды учебной работы**	**Образовательные технологии**	**Всего часов**		
1	2	3	4	Очная	Заочная	Очно-заочная
1	3	*Лекция «*Математический аппарат численных методов*»*	*Проблемная лекция (визуализация)*	2		2
2	3	*Лекция* «Обзор числен-ных методов строитель-ной 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 ОБЕСПЕЧЕНИЕУЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

	Список основной литературы
1.	Зиятдинов З.З. Архитектура зданий : учебное пособие / Зиятдинов З.З.. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 240 с. — ISBN 978-5-9729-1795-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/143342.html
2.	Квитко, А. В. Строительная механика инженерных сооружений : учебное пособие / А. В. Квитко. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 72 с. — ISBN 978-5-9729-1926-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа IPR CMAPT : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/books/143573/details
3.	Агапов, В. П. Строительная механика, курс лекций : учебное пособие / В. П. Агапов. — Москва : МИСИ-МГСУ, Ай Пи Ар Медиа, ЭБС АСВ, 2024. — 179 с. — ISBN 978-5-7264-3446-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа IPR CMAPT : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/books/140523/details
4.	Лукашенко, В. И. Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций : учебное пособие / В. И. Лукашенко. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 219 с. — ISBN 978-5-4497-1378-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа IPR CMAPT : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/books/116443
	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: https://www.iprbookshop.ru/74351.html.
6.	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: https://www.iprbookshop.ru/92296.html.
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: https://www.iprbookshop.ru/93875.html.
8.	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: https://www.iprbookshop.ru/93875.html.

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. http://www.gpntb.ru/ сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России
2. http://elibrary.ru/ сайт Научной электронной библиотеки
3. Информационная система по строительству http://www.know-house.ru
4. Библиотека для проектировщика https://dwg.ru/lib
5. Кодекс (ГОСТ, СНиП, Законодательство) https://www.kodeksoft.narod.ru/
6. Строительная наука http://www.stroinauka.ru

7. Информационно-строительный сервер http://www.stroymat.ru
8. Научная библиотека имени В.Г. Распутина http://library.isu.ru/ru
9. Образовательная платформа АКАДЕМИЯ https://academia-moscow.ru/inet_order/

https://cloud.mail.ru/public/3q3E/2rKm1LdC9 лекция 1
https://cloud.mail.ru/public/5GhB/3G5tW3EW5 лекция 2
https://cloud.mail.ru/public/23NB/1ZM8WTY8r лекция 3
https://cloud.mail.ru/public/5fVQ/w3zYpAvCG лекция 4
https://cloud.mail.ru/public/41CH/5upEz3fHF лекция 5
https://cloud.mail.ru/public/5o6K/3WEcd7QaA лекция 6

7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение

Лицензионное программное обеспечение	Реквизиты лицензий/ договоров
Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite	Лицензионный договор № 100164437126100227 Срок действия: с 28.10.2026 до 30.11.2027
Консультант Плюс	Договор № 7 от 15.01.2026 г.
Цифровой образовательный ресурс IPR SMART	Лицензионный договор № 14172/26ПК от 24.06.2026 г. Срок действия: с 01.07.2026 г. по 30.06.2027 г.
ЛИРА	Сублицензионный договор № 2066/А от 21.01.2014 г.
Кодекс	Лицензионное соглашение № 5/4072 от 29.03.2026 г.
Бесплатное ПО	
LibreOffice, МойОфис, Visual Studio Community, Sumatra PDF, 7-Zip, Adobe Acrobat Reader, МТС Линк, Notepad++, Blender 3D, ArchiCAD.Учебная версия, Компас 3d/.Учебная версия, Project, STDU Viewer, Графический векторный редактор Inkscape, Графический редактор Krita, Программа для чертежей и 3d – Компас, Nanocad	

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

				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.	
			Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнение контрольных работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Ауд. № 342	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.	Выделенные стоянки автотранспортных средств для инвалидов; достаточная ширина дверных проемов в стенах, лестничных маршей, площадок

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.

Приложение 1

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	Способен 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

ПК-7 Способен разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности						
Индикаторы достижения компетенции	**Критерии оценивания результатов обучения**				**Средства оценивания результатов обучения**	
	неудовлетв	**удовлетв**	**хорошо**	**отлично**	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
ПК 7.1 Знает физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности;	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
ПК 7.2 Может применять физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности;	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
ПК 7.3 Владеет навыками разработки физических и математических (компьютерных) моделей явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности;	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. Обращение матриц.
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. Что показывает эпюра?

а) Значение ВСФ в любом поперечном сечении строительной конструкции.
б) Значение ВСФ в заданном сечении.
в) Значение размеров поперечного сечения.
г) Размер поперечного сечения.

2. Каким путем проводится анализ геометрической неизменяемости в многопролетных статически определимых балках?

а) Построением расчетной схемы.
б) Построением кинематической схемы.
в) Построением поэтажной схемы.
г) Построение эпюры перемещений.

3. Предел упругости - показатель каких характеристик?

а) Силовых.
б) Деформационных.
в) Надежности.
г) Прочностных.

4. Линия влияния показывает значение ВСФ в поперечном сечении?

а) Любом.
б) Характерном.
в) Заданном.
г) Бесконечно близком к одной из опор.

5. В линиях влияния знак площадей берут соответственно знакам?

а) перемещений.
б) деформаций.
в) высот.
г) ординат.

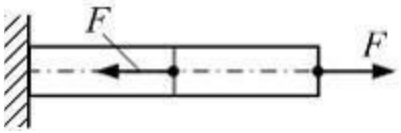
6. Аналитический расчет многопролетной статически определимой балки ведется.

а) С нижнего этажа.
б) Со среднего этажа.
в) Нет разницы.
г) С верхнего этажа.
7. В чем измеряется ордината линии влияния поперечной силы?
а) Метрах.
б) Сантиметрах.
в) Без размеров.
г) Ньютонах.
8. Простейшей формой ГНС - геометрически неизменяемой системой является?
а) Окружность.
б) Элипс.
в) Прямоугольник.
г) Треугольник.
9. Что показывает ордината линии влияния?
а) Значение ВСФ когда Р=1 находится в определенной точке.
б) Значение ВСФ когда Р=1 находится в характерной точке.
в) Значение ВСФ когда Р=1 находится в заданном сечении.
г) Значение ВСФ когда Р=1 приближается к заданному сечению.
10. При определении усилий по линиям влияния знак составляющей изгибающего момента берется положительным когда ЛВ?
а) Отдаляется от нейтральной линии. б) Совмещается с нейтральной линией. в) Не меняет положения относительно нейтральной линии. г) Частично меняет свое положение.
11. Аналитический расчет арок и рам выполняется путем построения ?
а) Линий влияния.
б) Эпюры ВСФ.
в) Диаграммы « Растяжение- Сжатие »
г) Пирамиды перемещений.
12. Какие способы построения линий влияния существуют в арочных и рамных трехшарнирных системах?
а) Способ перемножения.
б) Способ сопоставления.
в) Способ наложения.
г) Способ нулевых точек.
13. Какие способы определения усилий в стержнях фермы имеют место?
а) Способ сопоставления.
б) Способ отбрасывания лишних стержней.
в) Способ Риттера.
г)Способ отбрасывания лишних узлов.
14. В каких случаях ферму называют статически неопределимой?
а) Присутствие лишних дополнительных узлов.
б) Присутствие лишних стержней и узлов.
в) Наличие дополнительных стержней.
г) Наличием лишних внешних нагрузок.
15. В каких случаях ферма является геометрически неизменяемой?
а) Расчетное количество стержней совладает с действительным.
б) Расчетное количество стержней меньше действительного.
в) Расчетное количество стержней больше действительного.
г) Расчетное количество стержней увеличивается по мере необходимости.
16. Каким образом называют в шпренгельных фермах стержни второй категории?
а) Основными.
б) Дополнительными.
в) Смешанными.
г) Вспомогательными.
17. Используя какой способ используется, при построении линий влияния в стержнях фермы?
а) Способ совмещения.
б) Способ наложения.
в) Способ разложения.
г) Способ сквозных сечений.

18. Распором является какая составляющая реакция в опорах.
а) Вертикальная.
б) Наклонная.
в) Перпендикулярная.
г) Горизонтальная.
19. Интеграл Мора определяет значение?
а) Упругой работы.
б) Потенциальной энергии.
в) Пластической деформации.
г) Упругой деформации.
20. Теорема о взаимности перемещений вытекает из …?
а) Общей формулы перемещений.
б) Диаграммы перемещений.
в) Теоремы Вариньона.
г) Теоремы о взаимности работ.
21. Влиянием каких ВСФ пренебрегают, при определении деформации в рамных системах?
а) Нормальных сил.
б) Поперечных и нормальных сил.
в) Изгибающих моментов и нормальных сил.
г) Изгибающих моментов.
22. Статически неопределяемая рамная система существует?
а) Внешняя.
б) Посторонняя.
в) Алгебраическая.
г) Геометрическая.
23. В каком методе, при расчете СНС статически неопределимых систем канонические уравнения являются уравнениями деформаций.
а) Метод статики.
б) Динамичного равновесия.
в) Кинематического анализа..
г) Метод сил.
24. В методе перемещений «ОС» - основной системой является?
а) Статически определимая.
б) Геометрически неизменяемая.
в) Статически определимая и геометрически.
г) Статически неопределимая и геометрически неизменяемая.
25В каких случаях значение коэффициентов при неизвестных в канонических уравнениях «метода сил» равны нулю?
а) При перемножении симметричной эпюры на симметричную.
в) При перемножении грузовой эпюры на грузовую эпюру.
г) При перемножении кососимметричной эпюры на симметричную эпюру.
26. В методе перемещений канонические уравнения являются уравнениями?
а) Деформаций.
б) Скоростей и ускорений.
в) Статики.
г) Динамического равновесия.
27. Каким способом пользуются в методе перемещений, для определения коэффициентов и свободных членов канонических уравнений
а) Деформационным.
б) Энергетическим.
в) Статическим.
г) Перемножением эпюр.
28. При перемножении суммарной единичной эпюры саму на себя, производится проверка?
а) Системная .
б) Построчная.
в) Диагональная.
г) Универсальная.
29. Фиктивными реакциями в опорах называют реакции полученные от действия?
а) Постоянной нагрузки.

б) Динамической нагрузки.
в) Нагрузки, представленной в виде эпюры поперечных сил.
г) Нагрузки, представленной в виде эпюры изгибающих момент.
30. Круговой частотой называют число колебаний за?
а) Одну минуту.
б) Одну секунду.
в) Один оборот.
г) 2П секунд.
31. Частотой основного тона упругой системы называют?
а) Максимальное значение.
б) Среднее значение.
в) Промежуточное значение.
г) Минимальное значение.
32. Как определить показатель, определяющий затухание. Отношением?
а) Двух последующих нормальных деформаций.
б) Двух последующих полученных ускорений.
в) Двух последующих полученных скоростей.
г) двух последующих полученных амплитуд.
33. Степень свободы определяется?
а) Количеством действующих масс.
б) Количеством возможных перемещений.
в) Количеством внешних связей .
г) Количеством создаваемых условий.
34. Коэффициент Пуассона μ для изотропного материала изменяется в пределах …
а) $0 < \mu \le 0,5.$
б) $0,2 < \mu \le 0,35$
в) $0 < \mu \le 0,3$
г) $0,2 < \mu \le 0,5$

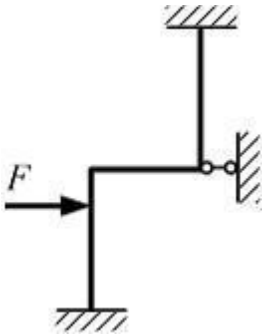
35.



На рисунке показан стержень, нагруженный силами *F*. Площадь поперечного сечения *A*, модуль упругости материала *E* – известны. Продольная линейная 33 деформация на левом грузовом участке стержня равна …

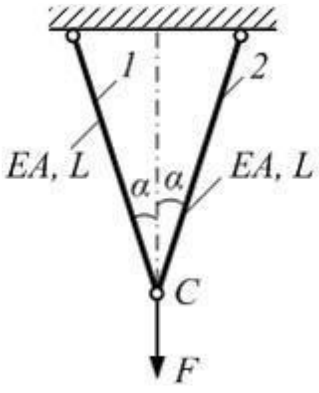
а) $\frac{F}{AE}$ б) 0 в) $\frac{2F}{AE}$ г) $\frac{F}{2AE}$

36. Степень статической неопределимости плоской рамы равна …



а) пяти б) трем в) четырем г) двум

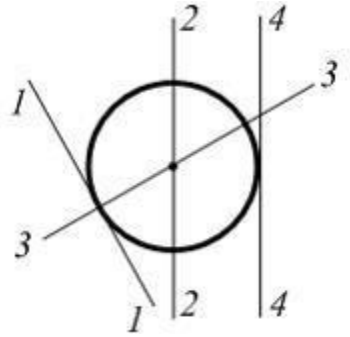
37.



На рисунке показана симметричная ферма, нагруженная силой *F*. Величины *E*, *A*, *L*, *α* известны. – допустимое перемещение сечения *C* задано. Максимально допустимое значение силы *F* равно …

а) $\frac{2EA[\delta_c]\sin 2\alpha}{L}$ б) $\frac{EA[\delta_c]\cos^2\alpha}{L}$ в) $\frac{EA[\delta_c]\sin 2\alpha}{L}$ г) $\frac{2EA[\delta_c]\cos^2\alpha}{L}$

38. Главными центральными осями для круга являются оси(ось) …



а) 2-2, 3-3 б) 2-2 в) 1-1, 3-3 г) 4-4, 2-2

39.Симметричными внутренними силовыми факторами являются …

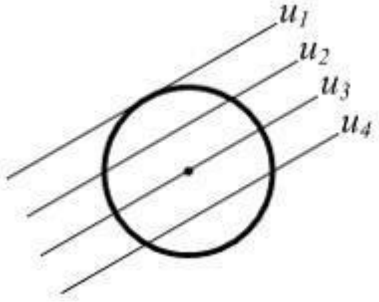
а)продольная и поперечные силы

б) крутящий момент и продольная сила

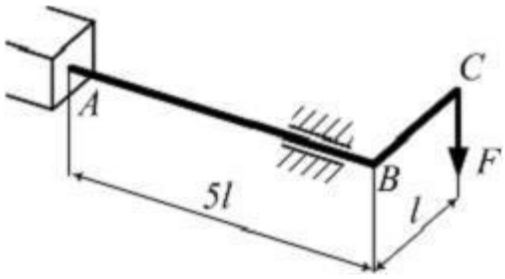
в) изгибающие моменты и продольная сила

г) поперечные силы и крутящий момент

40. Осевой момент инерции круга принимает минимальное значение относительно оси …



а) u_2 б)u_4 в) u_3 г) u_1



41. Левый конец стержня *AB (*см. рисунок) жестко защемлен, правый установлен в подшипнике скольжения. Элемент *BC* абсолютно жесткий. Известны величины: *l*, GJ_p– жесткость поперечного сечения стержня *AB* на кручение, $[\delta]$ – допускаемая величина вертикального перемещения точки *C*. Максимально допустимое значение силы *F* равно …

а) $\frac{3GJ_p[\delta]}{5l^3}$ б) $\frac{GJ_p[\delta]}{6l^3}$ в) $\frac{2GJ_p[\delta]}{5l^3}$ г) $\frac{GJ_p[\delta]}{5l^3}$

42.Стержень круглого сечения работает на кручение и изгиб. В опасных точках напряженное состояние …

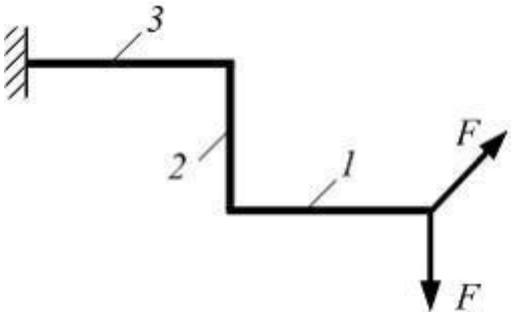
а) плоское

б) линейное

в) объемное

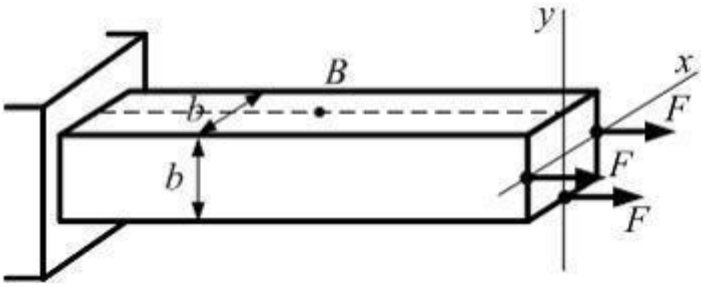
г) чистый сдвиг

43. Схема нагружения стержня квадратного сечения внешними силами показана на рисунке (одна сила лежит в плоскости чертежа, вторая – перпендикулярно плоскости). Деформации (растяжение, кручение и плоский поперечный изгиб) одновременно возникают на участке (-ах) …



а)1
б)2
в)3
г)2, 3

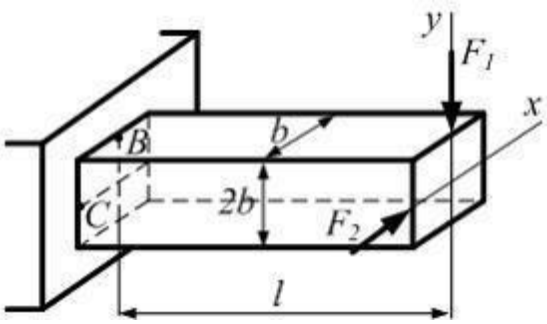
44.



Стержень квадратного сечения со стороной *b* нагружен внешними силами. Значение нормального напряжения в точке *B* равно …

а) $-\frac{F}{b^2}$ б) $\frac{F}{b^2}$ в)0 г) $-\frac{1}{2}\frac{F}{b^2}$

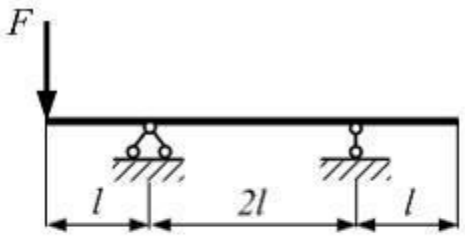
45.



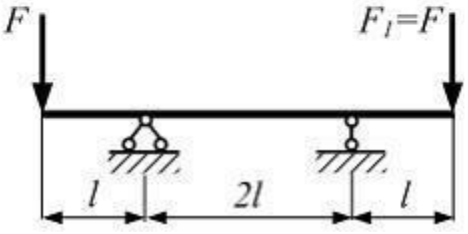
Стержень прямоугольного сечения с размерами *b* и 2*b*, длиной *l* нагружен внешними силами F_1 и F_2. Значение нормального напряжения в точке *B* будет равно значению нормального напряжения в точке *C*, когда отношение F_1/F_2 равно …

а) 3 б) $\frac{1}{2}$ в) 1 г) 2

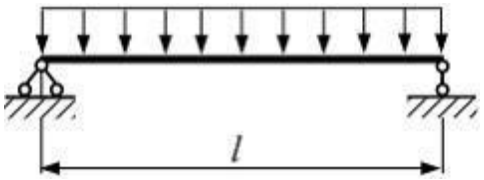
46.Однопролетная двухконсольная балка нагружена силой *F*. К балке дополнительно $F_1 = F$. прикладывается сила С изменением схемы нагружения прочность балки …



а) не изменится
б) уменьшится в два раза
в) увеличится в два раза
г) уменьшится в четыре раза



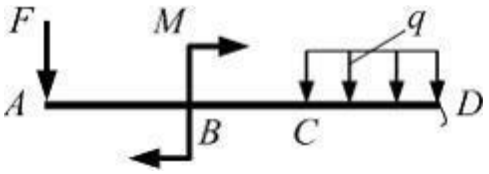
47.



Однопролетная балка длиной l, высотой h нагружена равномерно распределенной нагрузкой. Радиус кривизны нейтрального слоя балки в середине пролета равен ρ. Жесткость поперечного сечения на изгиб EJ_x по всей длине постоянна. Максимальное нормальное напряжение в балке равно … (Влияние поперечной силы на изменение кривизны не учитывать).

а) $\frac{El}{\rho}$ б) $\frac{Eh}{2\rho}$ в) $\frac{Eh}{4\rho}$ г) $\frac{El}{2\rho}$

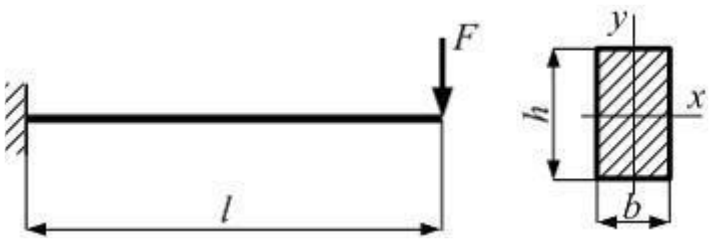
48.



На схеме показана отсечная часть стержня и нагрузка, действующая на нее. **Неверным** является утверждение, что изгибающий момент …

а) в сечении B изменяется скачком
б) в сечении A равен нулю
в) на участке CD меняется по линейному закону
г) на участке AB переменный

49.



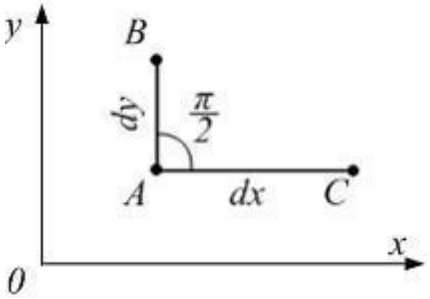
Консоль длиной l прямоугольного сечения с размерами b и h нагружена силой F. При увеличении линейных размеров балки в два раза максимальное нормальное напряжение …

а) увеличится в 4 раза
б) уменьшится в 2 раза
в) не изменится
г) уменьшится в 4 раза

50. Числовой мерой распределения внутренних сил по сечению является …

а) напряжение
б) продольная сила
в) потенциальная энергия
г) изгибающий момент

51.



В процессе деформации точки A, B, C деформируемого тела перемещаются в плоскости xoy, а прямолинейные отрезки AB и AC поворачиваются по часовой стрелке на угол Угловая деформация в точке A между направлениями AB и AC, когда длины отрезков стремятся к нулю, равна …

а) α
б) нулю
в) 2α
г) $\frac{\alpha}{2}$

52. Моделью формы купола цирка является …

а) массивное тело
б) стержень
в) оболочка
г) пластина

53. Объемные силы имеют размерность …

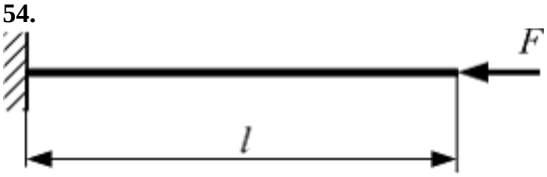
а) $\left(\frac{сила}{длина}\right)$

б) $\left(\frac{сила}{длина^2}\right)$

в) $(сила \cdot длина^2)$

г) $\left(\frac{сила}{длина^3}\right)$

54.



Стержень круглого сечения диаметром *d*, длиной *l* сжимается силой *F*. Схема закрепления показана на рисунке. Модуль упругости материала *E*. При увеличении диаметра стержня в два раза, при прочих равных условиях, значение критической силы … При решении учитывать, что напряжение в сжатом стержне не превышает предел пропорциональности.

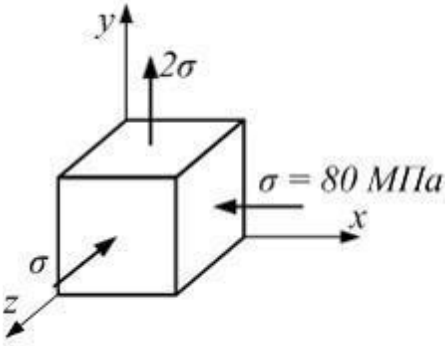
а) увеличится в 16 раз б) не изменится в) увеличится в 8 раз г) уменьшится в 16 раз

55. На рисунке показан стержень растянутый силами *F*. Напряженное состояние в точках стержня …



а) плоское
б) линейное
в) плоское (чистый сдвиг)
г) объемное

56.

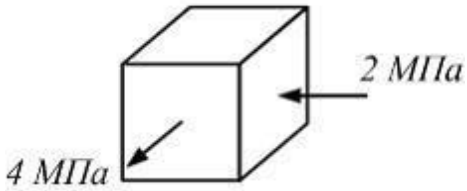


На рисунке показано напряженное состояние в точке. Известны величины:
$G = 8 \cdot 10^4 МПа, E = 2 \cdot 10^5 МПа, \mu = 0{,}25.$
Угловые деформации элементарного параллелепипеда

γ_{xy}; γ_{yz}; γ_{zx} соответственно равны …

а) 00,00025; 0,00012; 0,0003
б) 0; 0; 0,00015
в) 0; 0;
г) 0,00062; 0; 0

57.



На рисунке показано напряженное состояние в точке. Материал хрупкий с пределом прочности на растяжение и пределом прочности на сжатие Коэффициент Пуассона $\mu = 0{,}17$. Величина эквивалентного напряжения равна *МПа*, прочность материала . Использовать теорию наибольших линейных деформаций удлинения.

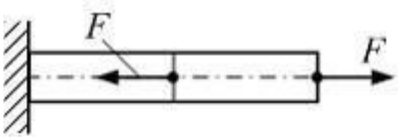
а) 3,66, обеспечена б) 4,34, обеспечена в) 6, не обеспечена г) 4,34, не обеспечена

58. Коэффициент Пуассона μ для изотропного материала изменяется в пределах …

а) $0 < \mu \le 0{,}5.$
б) $0{,}2 < \mu \le 0{,}35$
в) $0 < \mu \le 0{,}3$
г) $0{,}2 < \mu \le 0{,}5$

59.

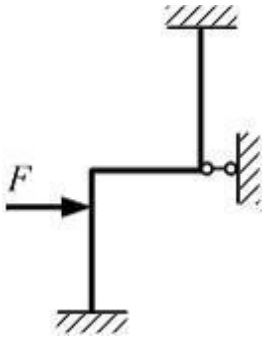
На рисунке показан стержень, нагруженный силами *F*. Площадь поперечного сечения *A*, модуль упругости



материала E – известны. Продольная линейная деформация на левом грузовом участке стержня равна …

а) $\frac{F}{AE}$ б) 0 в) $\frac{2F}{AE}$ г) $\frac{F}{2AE}$

60. Степень статической неопределимости плоской рамы равна …



а) пяти б) трем в) четырем г) двум

Формируемые компетенции (коды)	Номер тестового задания
ПК-2	1…60

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 материаламидля 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 балов. Для зачёта доклада обучающемуся необходимо набрать не менее 3-х баллов.

Приложение 2

Аннотация дисциплины

Дисциплина (Модуль)	Современные численные методы строительной механики
Реализуемые компетенции	ПК-7
Индикаторы достижения компетенций	ПК 7.1 Знает физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности; ПК 7.2 Может применять физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности; ПК 7.3 Владеет навыками разработки физических и математических (компьютерных) моделей явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности;
Трудоемкость,	72/2
Формы отчетности (в т.ч. по семестрам)	ОФО: Зачет (в 3 семестре) ЗФО: Зачет (в 4 семестре) ОЗФО: Зачет (в 4 семестре)