Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра инженерных конструкций, строительных технологий и материалов

УТВЕРЖДАЮ
Директор архитектурно-строительного института
_____ И.В. Зоря
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Сопротивление материалов

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»
(направленность (профиль): «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»)

Квалификация выпускника
Инженер-строитель

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 6 лет

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: e9cdc8d2e1d8561393a70ffb2f35aadef93db4e4
Владелец: Директор АСИ Зоря Ирина Васильевна
Действителен: с 17 января 2025 г. по 12 апреля 2026 г.
Дата и время: 22-04-2025 13:15:30 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– подготовить обучающегося к решению задач на прочность, жесткость и устойчивость элементов строительных конструкций.

Задачами учебной дисциплины являются:

– дать обучающемуся фундаментальные знания о напряженно-деформированном состоянии стержней и стержневых систем под действием различных нагрузок, необходимые представления о работе конструкций, расчетных схемах, задачах расчета стержневых систем.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Теоретическая механика.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Строительная механика.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Теоретическая фундаментальная подготовка	ОПК-1: Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	ОПК-1.1 Выявляет и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности	– знать: виды внешних нагрузок, действующих на элементы конструкций. – уметь: определять внутренние усилия в элементах конструкций.
		ОПК-1.2 Выбирает физические и химические	– знать: методики расчета элементов конструкций на

		закономерности для решения практических задач	прочность, жесткость и устойчивость. – уметь: проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***3 семестр***	***4 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*	*зачет с оценкой*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*108*	*72*
	зачетных единиц	***5***	*3*	*2*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*16*	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***16***	*16*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***32***	*16*	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***55***	*24*	*31*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***45***	*36*	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Введение. Основные понятия. Центральное растяжение/сжатие (Введение. Метод сечений. Напряжения и

деформации. Закон Гука. Расчеты на прочность. Одноосное центральное растяжение или сжатие стержней.);

Раздел 2 Механические свойства материалов (Диаграмма растяжения – сжатия. Истинная диаграмма. Условный предел текучести. Наклеп материала. Пластичность и хрупкость материалов. Ползучесть материала.);

Раздел 3 Геометрические характеристики поперечных сечений стержней (Статический момент сечения. Осевые и полярный моменты инерции. Центробежный момент инерции. Зависимость между моментами инерции относительно параллельных осей. Моменты инерции простейших фигур. Изменение моментов инерции при повороте осей. Главные оси инерции и главные моменты инерции. Свойства главных осей.);

Раздел 4 Прямой поперечный изгиб (Классификация видов изгиба. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях. Поперечные силы и изгибающие моменты.Напряжения в стержнях. Условия прочности при изгибе.);

Раздел 5 Определение деформаций при изгибе (Дифференциальное уравнение оси изогнутого стержня. Метод начальных параметров. Определение прогибов и углов поворота в балках энергетическими методами. Интеграл Максвелла-Мора. Вычисление интеграла Мора по правилу Верещагина и Симпсона.);

Раздел 6 Напряженное состояние (Главные напряжения и главные площадки. Одноосное напряженное состояние. Плоское напряженное состояние. Частные случаи. Закон парности касательных напряжений. Определение главных напряжений и положения главных площадок. Обобщенный закон Гука.);

Раздел 7 Сдвиг (Чистый сдвиг как частный случай напряженного состояния в точке и сдвиг (срез) как простой вид деформации стержня. Практический расчет заклепочных, болтовых и сварных соединений, работающих на сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Модуль упругости второго рода.);

Раздел 8 Кручение (Крутящий момент, напряжения, углы закручивания. Расчет на прочность и жесткость.);

Раздел 9 Косой изгиб (Определение нормальных напряжений. Определение положения нулевой линии. Условие прочности при косом изгибе.);

Раздел 10 Внецентренное растяжение и сжатие (Нормальные напряжения. Уравнение нулевой линии. Ядро сечения.);

Раздел 11 Гипотезы прочности (Одноосное напряженное состояние. Плоское напряженное состояние. Гипотезы прочности. Расчеты на прочность по эквивалентным напряжениям, найденным по одной из гипотез прочности.);

Раздел 12 Кручение с изгибом (Определение напряжений в опасных сечениях. Проверка прочности бруса с использованием одной из теорий прочности.);

Раздел 13 Устойчивость сжатых стержней (Понятие об устойчивости. Критическая сила. Формула Эйлера. Условие устойчивости. Подбор сечения.);

Раздел 14 Динамические и периодические нагрузки (Ударное действие нагрузок на упругую систему. Понятие о коэффициенте динамичности. Испытание материалов на ударную вязкость. Усталость материалов Переменные напряжения. Характеристика цикла переменных напряжений. Прочность при переменных напряжениях. Понятие о пределе выносливости.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Введение. Основные понятия. Центральное растяжение/сжатие	2	
Раздел 2.	Механические свойства материалов	2	
Раздел 3.	Геометрические характеристики поперечных сечений стержней	2	
Раздел 4.	Прямой поперечный изгиб	2	
Раздел 5.	Определение деформаций при изгибе	4	
Раздел 6.	Напряженное состояние	2	
Раздел 7.	Сдвиг	2	
Раздел 8.	Кручение	2	
Раздел 9.	Косой изгиб	2	
Раздел 10.	Внецентренное растяжение и сжатие	2	
Раздел 11.	Гипотезы прочности	2	
Раздел 12.	Кручение с изгибом	2	
Раздел 13.	Устойчивость сжатых стержней	2	
Раздел 14.	Динамические и периодические нагрузки	4	
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической**

			подготовки
Раздел 1.	Центральное растяжение и сжатие стержней	4	
Раздел 3.	Геометрические характеристики плоских сечений	4	
Раздел 4.	Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил при прямом поперечном изгибе	6	
Раздел 4.	Определение нормальных и касательных напряжений	2	
Раздел 5.	Определение перемещений в статически определимых стержневых системах	8	
Раздел 8.	Кручение стержня круглого сечения	2	
Раздел 10.	Внецентренное растяже-ние/сжатие	2	
Раздел 13.	Устойчивость сжатых стержней	4	
Итого:		**32**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Разрыв стального образца	4	
Раздел 2.	Испытание на сжатие	4	
Раздел 2.	Испытание стального образца на срез	2	
Раздел 5.	Определение перемещений при поперечном изгибе	4	
Раздел 14.	Определение ударной вязкости при действии динамических сил	2	
Итого:		**16**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		

Итого:	**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	2	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Прохождение тестирования.	2	
Раздел 3.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	6	
Раздел 4.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	10	
Раздел 5.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к лабораторной работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	10	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	2	
Раздел 7.	1. Изучение лекционного	2	

	материала; 2. Прохождение тестирования.		
Раздел 8.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	2	
Раздел 9.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	2	
Раздел 10.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	2	
Раздел 11.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	2	
Раздел 12.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	2	
Раздел 13.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	9	
Раздел 14.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Прохождение тестирования.	2	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	36	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**100**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);

		2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 4. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Домашнее задание; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 4.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Домашнее задание; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 5.	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Домашнее задание; 4. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 5. Наблюдение за работой на практическом занятии; 6. Тестовые задания
Раздел 6.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 7.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 8.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 9.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 10.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии;

		3. Тестовые задания
Раздел 11.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 12.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 13.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Домашнее задание; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 14.	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на лабораторной работе
Зачет с оценкой.	ОПК-1	1. Вопросы к зачету с оценкой
Экзамен.	ОПК-1	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля – определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – индивидуальный или фронтальный устный опрос. В ходе проведения входного контроля обучающимся предлагается ответить на вопросы по материалу, изученному в процессе освоения ООП ВО.

Шкала оценивания устных ответов обучающихся

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценку «зачтено» получает обучающийся, если он при собеседовании обнаруживает знание и понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные; при ответе на вопросы излагает материал последовательно и правильно, полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; рационально использует время, отведенное на ответ.

Оценку «не зачтено» получает обучающийся, который не рационально использует время, отведенное на ответ; обнаруживает незнание ответа на соответствующий вопрос; допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл; беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «не зачтено» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые требуют проведения дополнительных индивидуальных консультаций.

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; вопросы для устного обсуждения (опроса); домашнее задание; наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию домашнего задания

Домашнее задание – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки домашнего задания

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся выполнил задание в полном объёме; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала; может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно.	отлично
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных	удовлетворительно

Наименование параметра оценки	Оценка
положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.	
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наблюдение за работой на лабораторном занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении лабораторной работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении лабораторной работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.6 Рекомендации по оцениванию в процессе собеседования при защите отчета о лабораторной работе

Подготовку к защите отчета о лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о лабораторной работе представлены в методических указаниях к лабораторным занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о лабораторной работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о лабораторной работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет с оценкой; экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к зачету с оценкой; вопросы к экзамену; задачи к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете с оценкой

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он

Оценка	Требования к знаниям
	твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не

Оценка	Требования к знаниям
	могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Сопротивление материалов : учебник / П.А. Павлов, Л.К. Паршин, Б.Е. Мельников, В.А. Шерстнев. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 556 с. – ISBN 978-5-8114-4208-9. – URL: https://e.lanbook.com/book/206420 (дата обращения: 03.04.2025);

2 Сопротивление материалов : учебник / Б.Е. Мельников, Л.К. Паршин, А.С. Семенов, В.А. Шерстнев. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 576 с. – ISBN 978-5-507-48147-7. – URL: https://e.lanbook.com/book/341261 (дата обращения: 03.04.2025);

3 Степин, П. А. Сопротивление материалов / П. А. Степин. – 13-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 320 с. – ISBN 978-5-8114-1038-5. – URL: https://e.lanbook.com/book/210815 (дата обращения: 03.04.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– LibreOffice;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ);

- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Составитель(и):

доцент Алешина Елена Анатольевна (кафедра инженерных конструкций, строительных технологий и материалов).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

директор Ассоциации «СРО «Кузбасский проектно-научный центр», к.т.н., доцент — С.К. Яковлев

должность, степень, звание представителя работодателя	подпись	инициалы, фамилия

Приложение

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся

1 Типы опор балок?

2 Какие балки называются консольными?

3 Какие балки называются статически определимыми?

4 Какие балки называются статически неопределимыми?

5 Количество уравнений равновесия?

6 Назначение опор балок?

7 Как заменить распределенную нагрузку равнодействующей?

8 Правило знаков при определении опорных связей?

9 Как определяется момент сил?

10 Условие проверки правильности определения опорных реакций?

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

Раздел 1. Введение. Основные понятия. Центральное растяжение/сжатие

1.Задачи курса «Сопротивление материалов»?

2. Какие деформации называются упругими?

3. Какие деформации называются остаточными (пластическими)?

4. В чем сущность метода сечения?

5. Как формулируется закон Гука?

6. Продольные силы и напряжения в поперечных сечениях?

7. Закон Гука при растяжении - сжатии?

8. Модуль упругости первого рода.

9. Что называется коэффициентом поперечной деформации?

Раздел 2. Механические свойства материалов

1. В чем разница между пластичными и хрупкими материалами?

2. Что называется пределом пропорциональности, пределом упругости, пределом текучести, пределом прочности?

3. Что называется коэффициентом запаса прочности?

Раздел 3. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней

1. Что такое S_x , J_x , J_p , J_{xy} и их единицы измерения?

2. Чему равен статический момент сечения относительно оси, проходящей через центр его тяжести?

3. Формулы для определения осевых моментов инерции относительно центральных осей круга, прямоугольника, кольца?

4. Если в плоскости сечения несколько параллельных осей, относительно какой из них J_x равен минимальному значению?

5. Что такое главные моменты инерции?

6. Какие оси называются главными и главными центральными осями инерции?

7. Чему равен J_{xy} относительно главных осей инерции?

8. В каких случаях без вычисления можно установить положение главных осей инерции сечения?

9. Если $J_x = J_y$ и $J_{xy} = 0$, то какие оси сечения являются главными?

10. Ось, относительно которой статический момент площади сечения равен нулю, называется…

Раздел 4. Прямой поперечный изгиб

1. Поперечная сила Qy в произвольном поперечном сечении стержня численно равна алгебраической сумме проекций на ось…

2. В чем заключается проверка эпюр Q и M при изгибе?

3. На каком волокне поперечного сечения балки изображается эпюра изгибающих моментов?

4. При плоском поперечном изгибе нормальные напряжения по ширине сечения балки …

5. Как расположены нейтральный слой и нейтральная ось при поперечном изгибе?

6. По какой формуле определяются нормальные напряжения в поперечном сечении балки при поперечном изгибе и как они изменяются по высоте балки?

7. По какой формуле определяются касательные напряжения при поперечном изгибе?

Раздел 5. Определение деформаций при изгибе

1. Принцип расслоения эпюр?

2. Показатели деформации балки?

3. Методика определения прогиба балки?

4. Методика определения угла поворота поперечного сечения балки?

5. В чем заключается сущность определения деформаций балки правилом Верещагина?

6. В чем заключается сущность определения деформаций балки правилом Симпсона?

Раздел 6. Напряженное состояние

1. Зависимость между компонентами напряженного и деформированного состояния в пределах малых упругих деформаций носит название…

2. Правило, согласно которому на взаимно перепендикулярных площадках элемента, выделенного из тела, касательные напряжения равны по величине и направлены к общему ребру (или от него), называют…

3. Какие имеются виды напряженного состояния материала?

4. Изотропный материал на растяжение и сжатие работает неодинаково. Для оценки прочности материала при сложном напряженном состоянии используется теория…

Раздел 7 Сдвиг

1. Что значит чистый сдвиг?

2. Закон Гука при сдвиге?

3. Что характеризует модуль сдвига второго рода?

4. Напряжения, возникающие при сдвиге?

5. Условие прочности при сдвиге?

Раздел 8 Кручение

1. Труба испытывает деформацию кручения. Эпюра распределения касательных напряжений в поперечном сечении трубы имеет вид…

2. При деформации кручения угол взаимного поворота двух сечений, отнесенный к расстоянию между ними, называется…

3. Правила построения эпюр крутящих моментов?

4. Какие напряжения возникают в поперечном сечении круглого стержня при кручении и как они направлены?

5 Чему равен полярный момент инерции круглого сечения?

6 Что называется моментом сопротивления при кручении?

Раздел 9 Косой изгиб

1. Условие прочности при косом изгибе?

2. В каких точках поперечного сечения возникают максимальные напряжения при косом изгибе?

3. Как проходит нейтральная ось (нулевая линия) через поперечное сечение при косом изгибе?

Раздел 10 Внецентренное растяжение и сжатие

1. Как находят напряжения в произвольной точке поперечного сечения при внецентренном растяжении или сжатии?

2. Чему равно напряжение в центре тяжести поперечного сечения при внецентренном растяжении или сжатии?

3. Что характеризует нулевая линия?

4. Свойства нулевой линии?

5. Что такое ядро сечения?

6. Какое положение занимает нейтральная линия, когда продольная сила приложена в одной из точек контура ядра сечения?

Раздел 11 Гипотезы прочности

1. Виды напряженного состояния?

2. Первая теория прочности?

3. Вторая теория прочности?

4. Третья теория прочности?

5. Четвертая теория прочности?

6. Теория прочности Мора?

Раздел 12 Кручение с изгибом

1. Какие напряжения возникают при изгибе с кручением?

2. Условия прочности при изгибе с кручением по 3-ей и 4-ой теориям прочности?

3. Какое напряженное состояние возникает в точках при изгибе с кручением?

4. Что такое эквивалентное напряжение и эквивалентный момент при изгибе с кручением?

Раздел 13. Устойчивость сжатых стержней

1.Что такое продольный изгиб?

2 Формы равновесия сжатых прямых стержней?

3 Формула Эйлера для определения критической силы? Пределы её применяемости?

4 Формула для определения гибкости стержня?

5 Как влияет способ крепления стержня на его гибкость?

6 Пределы применяемости формулы Ясинского?

7 Как выглядит график зависимости критического напряжения от гибкости?

Раздел 14 Динамические и периодические нагрузки

1. Алгоритм расчета на прочность при известном ускорении?

2. Коэффициент динамичности?

3. Что такое ударная вязкость?

4. Что такое усталость материала?

5. Что такое предел выносливости?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся.

Перечень вопросов для тестирования:

1. Как называется способность конструкции сопротивляться усилиям, стремящимся вывести ее из исходного состояния равновесия?

а) прочность;

б) жесткость;

в) устойчивость;

г) выносливость.

2. Материал, у которого механические свойства во всех точках одинаковы, называется:

а) упругим;

б) изотропным;

в) однородным;

г) хрупким.

3. Условный предел текучести вводится для:

а) хрупких материалов;

б) пластичных материалов, не имеющих площадки текучести;

в) пластичных материалов;

г) пластичных материалов при сжатии.

4. У стержня «равного сопротивления» во всех поперечных сечениях нормальные напряжения равны:

а) пределу текучести;

б) допускаемому напряжению;

в) пределу прочности;

г) нормативному сопротивлению.

5. Главными площадками называются:

а) сечения, на которых действуют максимальные напряжения;

б) сечения, на которых напряжения равны нулю;

в) сечения, на которых действуют только нормальные напряжения;

г) сечения, на которых действуют только касательные напряжения.

6. Напряженное состояние в поперечных сечениях стержня при кручении представляет собой:

а) чистый сдвиг;

б) центральное растяжение-сжатие;

в) изгиб;

г) кручение.

7. При удалении оси от центра тяжести плоской фигуры осевой момент инерции:

а) уменьшается;

б) увеличивается;

в) не изменяется;

г) может как увеличиваться, так и уменьшаться.

8. Разделение тела на части под действием внешних нагрузок называется:

а) разрушением;

б) пластичностью;

в) прочностью;

г) идеальной упругостью.

9. Объект, освобожденный от особенностей, несущественных при решении данной задачи, называется:

а) расчетной схемой;

б) реальной конструкцией;

в) математической моделью;

г) абсолютно твердым телом.

10. Для определения внутренних силовых факторов, действующих в сечении тела, используют:

а) метод сил;

б) метод сечений;

в) метод перемещений;

г) гипотезу плоских сечений.

11. Проекции главного вектора и главного момента всех внутренних сил в данном сечении на три взаимно перпендикулярные оси, расположенные в этом же сечении, называются:

а) внутренними силовыми факторами;

б) сосредоточенными силами и моментами;

в) компонентами напряженного состояния;

г) поперечными силами и изгибающими моментами.

12. Вдали от мест, приложения внешней нагрузки и резкого изменения формы и размеров поперечного сечения стержня

нормальные напряжения при растяжении распределяются в этом сечении:

а) по линейному закону;

б) по закону квадратичной параболы;

в) распределяются равномерно;

г) распределяются неравномерно.

13. Упрочнение пластичных материалов – это:

а) повышение упругих свойств пластичного материала в результате предварительного пластичного деформирования;

б) соединение материала заклепками;

в) изменение напряжений и деформаций в нагруженной детали, сделанной из этого пластичного материала;

г) повышение предела прочности пластичного материала.

14. Напряженное состояние, при котором на гранях выделенного элемента действуют только касательные напряжения, называется:

а) линейным;

б) объемным;

в) чистым сдвигом;

г) двухосным растяжением.

15. Напряжение, которое следует создать в растянутом стержне, чтобы его состояние было равноопасно с заданным напряженным состоянием, называется:

а) эквивалентным напряжением;

б) главным напряжением;

в) наибольшим касательным напряжением;

г) октаэдричеким напряжением.

16. Главные оси инерции – это оси:

а) которые можно провести через точки, лежащие на оси симметрии;

б) которые можно провести через центр тяжести плоской фигуры;

в) которые можно провести через любую точку поперечного сечения;

г) относительно которых главные моменты инерции равны нулю.

17. Нормальные напряжения в поперечном сечении балки при изгибе распределяются:

а) равномерно по сечению балки;

б) по линейному закону, причем экстремальные значения напряжения достигают в точках, наиболее удаленных от нейтральной оси;

в) равны нулю;

г) по линейному закону, причем экстремальные значения напряжения достигают в точках, наиболее удаленных от центральной оси.

18 Сопротивление материалов – это наука о методах расчета элементов инженерных конструкций на:

а) жесткость;

б) прочность;

в) устойчивость;

г) жесткость, прочность и устойчивость.

19 Объект, освобожденный от особенностей, несущественных при решении данной задачи, называется:

а) абсолютно твердым телом;

б) математической моделью;

в) расчетной схемой;

г) реальной конструкцией.

20 Полное напряжение в точке сечения, в общем случае, раскладывается на:

а) касательное напряжение;

б) нормальное и касательное напряжения;

в) среднее напряжение;

г) нормальное напряжение.

21 В результате действия внешних сил на деформируемое тело точка К заняла новое положение К1. Вектор КК1 называется:

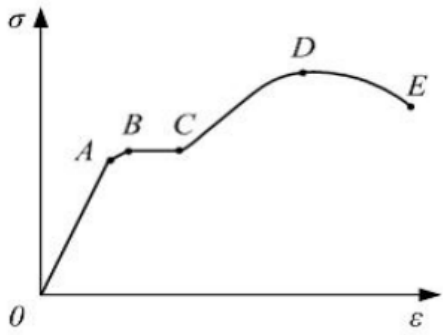
а) проекцией вектора перемещения;

б) полным перемещением;

в) линейной деформацией;

г) угловой деформацией.

22



На представленной диаграмме зависимости напряжения от деформации для конструкционной стали точка *D* соответствует пределу:

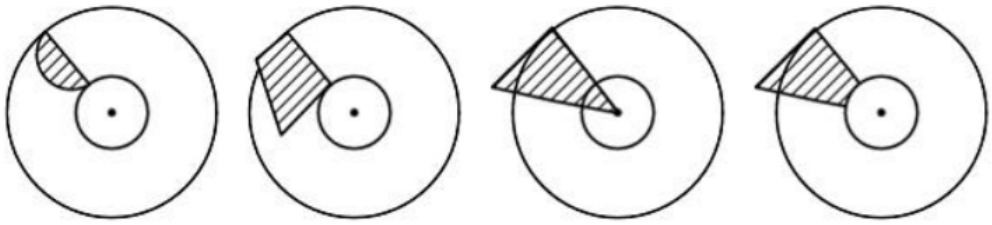
а) упругости;

б) текучести;

в) прочности;

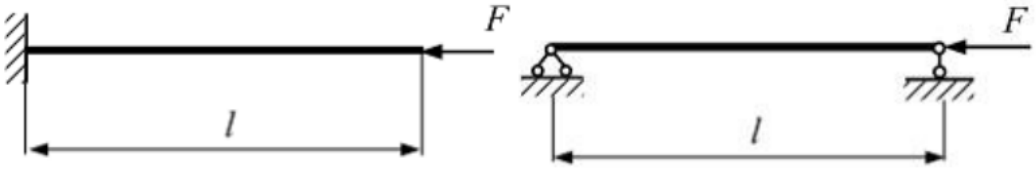
г) пропорциональности.

23 Труба испытывает деформацию кручения. Эпюра распределения касательных напряжений в поперечном сечении трубы имеет вид:



а) б) в) г)

24



1) *2)*

На рисунке показаны два варианта закрепления одинаковых стержней. Отношение значений критических напряжений $\sigma_{\text{кр}}^{(1)} / \sigma_{\text{кр}}^{(2)}$ равно… (При решении учитывайте, что напряжения в стержнях не превышают предела пропорциональности).

25 Граница применимости обобщенной формулы Эйлера

$F_{\text{кр}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_{min}}{(\mu \cdot l)^2}$ определяется:

а) величиной жесткости поперечного сечения стержня на изгиб *(E·J);*

б) неравенством $\sigma_{пц} \leq \sigma_{кр} \leq \sigma_{тс}$;

в) физико-механическими свойствами материала сжимаемого стержня;

г) неравенством $\sigma_{кр} \geq \sigma_{пц}$.

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры выполнения практических задач:

Раздел 1 Расчеты на прочность при растяжении и сжатии стержней

Пример. Для заданной конструкции стержня и схемы нагружения внешними силами определить:

1) Внутренние усилия в поперечных сечениях стержня (и построить эпюру внутреннего усилия ***N***).

2) Определить напряжения, действующие в поперечных сечениях стержня.

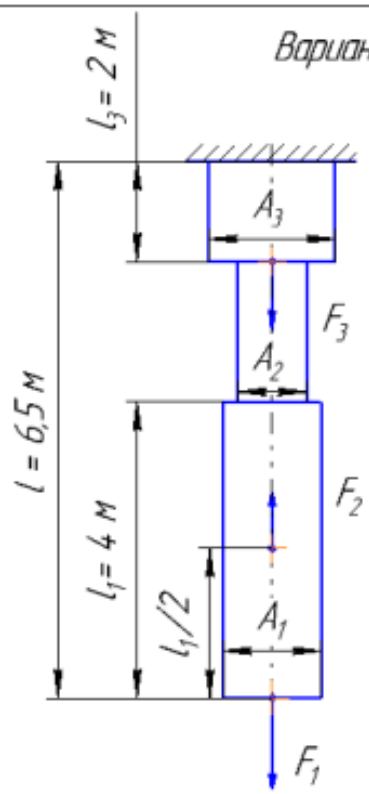
3) Сделать вывод о прочности каждого участка стержня, если известно допускаемое нормальное напряжение материала стержня. В случае, когда прочность стержня неудовлетворительная, определить новое значение площади поперечного сечения для данного конкретного участка стержня.

4) Определить полное (суммарное) абсолютное удлинение (укорочение) стержня и построить его эпюру.

Таблица 1

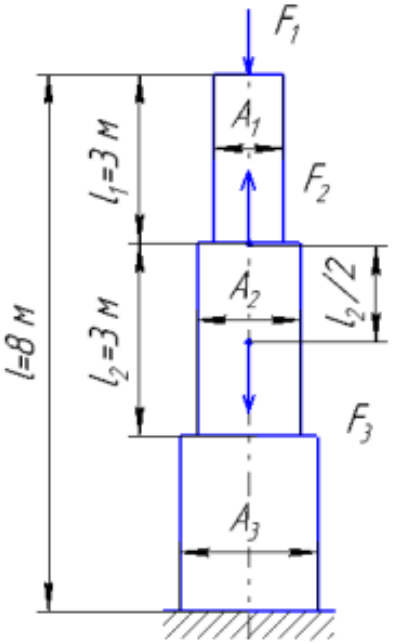
№ строки	F_1 , кН	F_2 , кН	F_3 , кН
0	12	20	9
1	11	18	15
2	8	12	7
3	23	14	9
4	17	6	13
5	14	8	22
6	15	23	11
7	10	25	14
8	7	23	15
9	9	20	16

Вариант 1



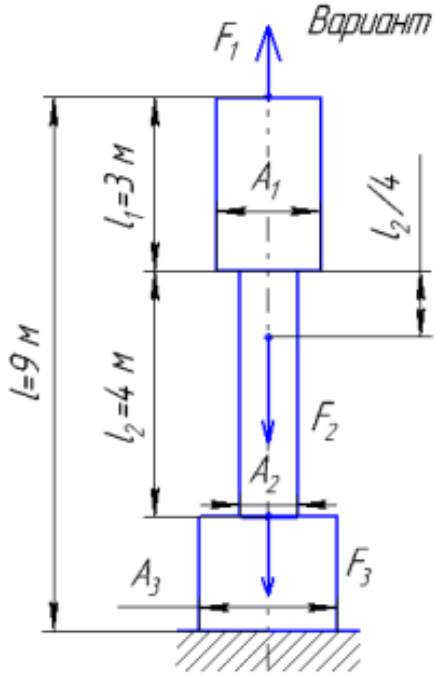
A_1=25 мм^2 A_2=15 мм^2 A_3=36 мм^2

Вариант 2



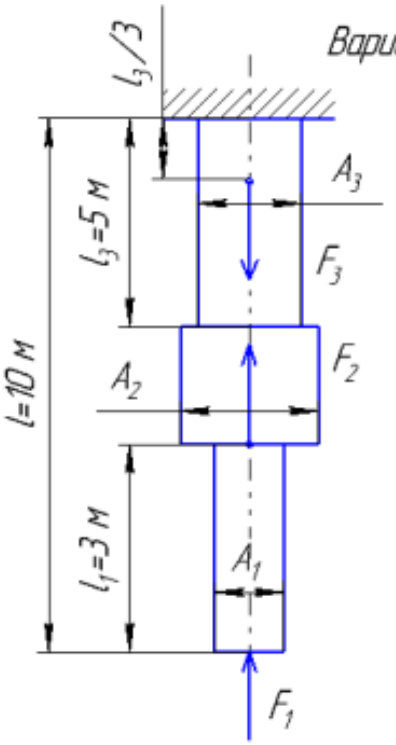
A_1=12 мм^2 A_2=21 мм^2 A_3=34 мм^2

Вариант 3

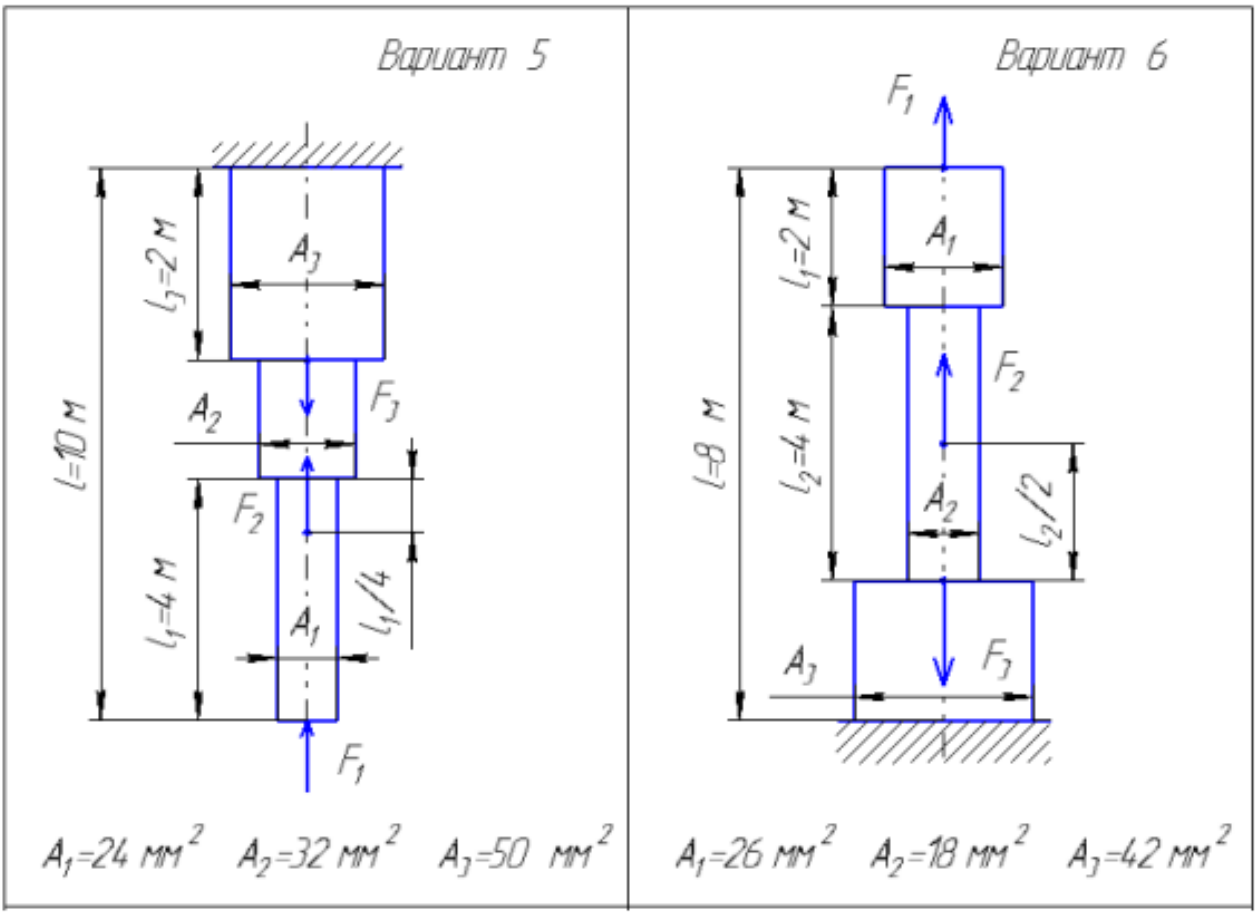


A_1=22 мм^2 A_2=13 мм^2 A_3=38 мм^2

Вариант 4

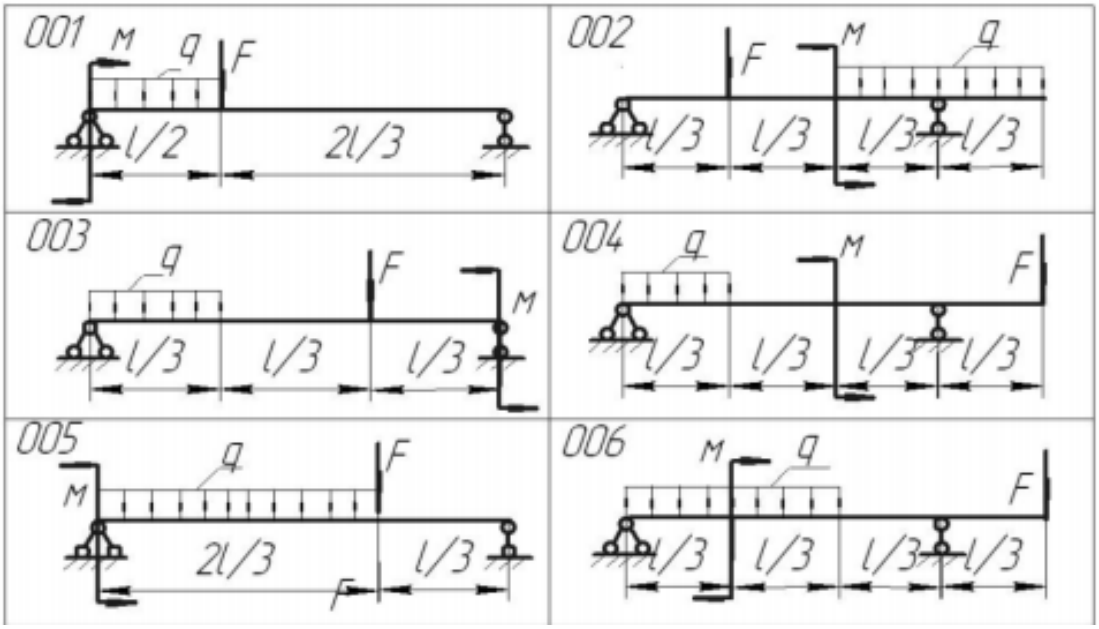


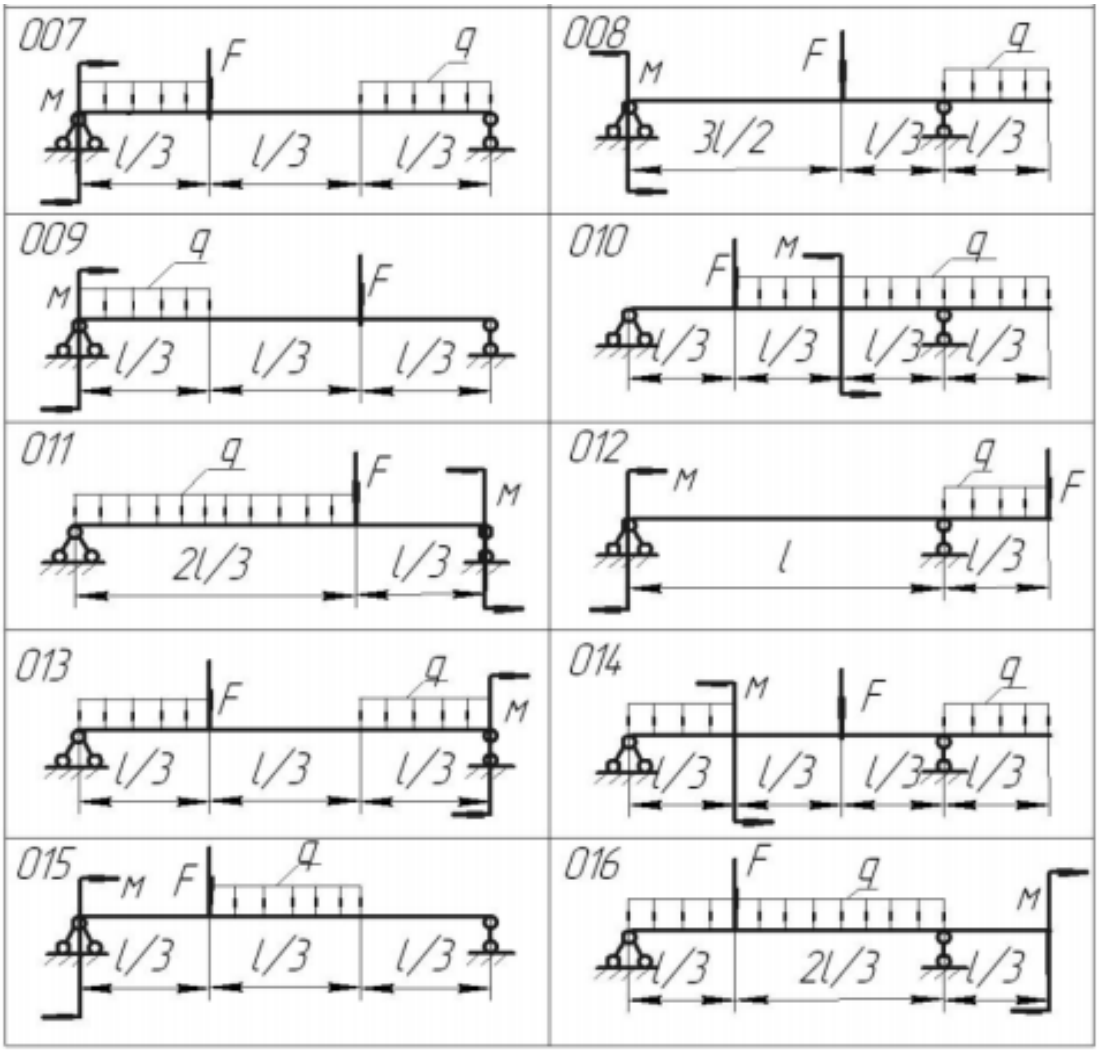
A_1=15 мм^2 A_2=42 мм^2 A_3=31 мм^2



Раздел 2 Определение внутренних усилий и нормальных напряжений при изгибе

Для заданной балки построить эпюры внутренних усилий и нормальных напряжений.





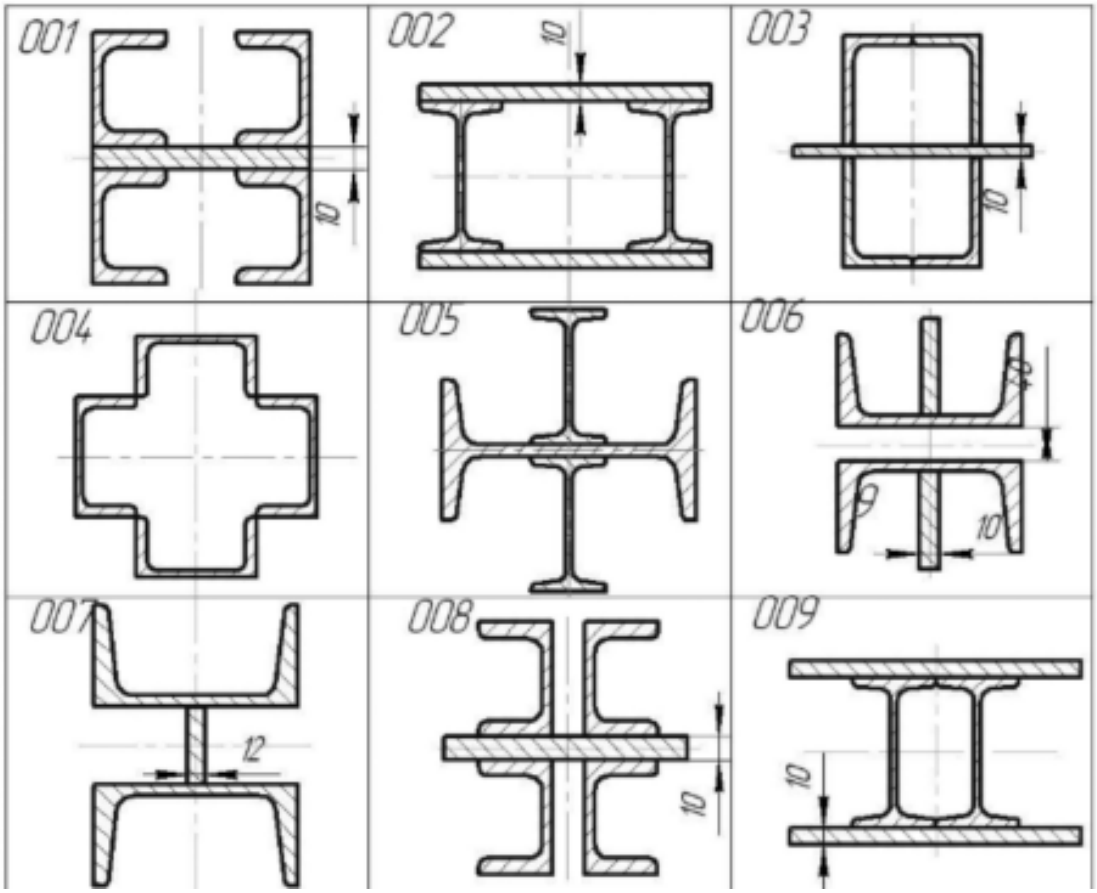
Исходные данные

№ варианта	*l, м*	*M, кН·м*	*F, кН*	*q, кН/м*
1	4	10	20	4
2	6	12	22	5
3	8	14	24	6
4	8	16	26	8
5	9	16	18	4
6	6	12	16	6
7	8	14	16	8
8	4	8	14	4
9	3	10	24	2
10	9	8	26	8
11	9	16	14	4
12	3	12	16	5
13	4	10	18	6
14	8	8	20	8
15	6	8	22	8
16	9	10	24	6

Раздел 3 Устойчивость сжатых стержней

Пример

Для заданной конфигурации поперечного сечения (рисунок) подобрать размеры ее элементов при допускаемом напряжении [σ] = 160 МПа и модуле продольной упругости E = $2 \cdot 10^5$ МПа. (Размеры на рисунке приведены в мм). Определить для данной колонны критическую силу и коэффициент запаса устойчивости.



4 Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.

Вопросы к защите лабораторных работ

Раздел 2 Разрыв стального образца

1. Какой вид имеет диаграмма растяжения для малоуглеродистой стали, высокоуглеродистой стали, хрупких материалов?

2. Каково устройство тензометра, с помощью которого измерялись деформации?

3. Какие деформации называются упругими, остаточными?

4. Что такое текучесть материала?

5. Какая нагрузка называется разрушающей?

6. Что такое предел прочности? Можно ли сказать, что предел прочности есть максимальное напряжение?

Раздел 2 Испытание на сжатие

1. Какие механические характеристики определяются при испытаниях на сжатие?

2. Как испытывают на сжатие образцы из пластичного материала?

3. Какой вид имеет диаграмма сжатия пластичного материала? Сравните ее с диаграммой растяжения.

4. Как испытывают образцы из хрупкого материала: чугуна, цемента?

5. Каков характер разрушения хрупких материалов? От чего он зависит?

6. Каково различие между диаграммами сжатия для дерева вдоль и поперек волокон?

Раздел 2 Испытание стального образца на срез

1. Что такое срез?

2. Как определяются напряжения при срезе?

3. Что называется чистым сдвигом?

4. Какие деформации сопутствуют срезу?

5. В чем условность предела прочности на срез?

6. Когда сталь прочнее – при срезе или при растяжении?

Раздел 5 Определение перемещений при поперечном изгибе

1. Что называется прогибом балки?

2. Что такое упругая линия балки? Как получить используемые в данной работе формулы для определения прогибов балки?

3. Сформулируйте принцип независимости действия сил. Как можно подтвердить его в частном случае?

4. Как определяются наибольшие нормальные напряжения при изгибе?

5. Как вычисляется максимальный изгибающий момент для опытных балок?

Раздел 14 Определение ударной вязкости при действии динамических сил

1. Что такое вязкость материала?
2. Влияет ли вязкость материала на его хрупкость?
3. Что такое удельная ударная вязкость?
4. Виды образцов?
5. Что такое порог хладноломкости?

5 Задания для домашних работ по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 3. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней. *Задание.* Для заданного сечения (см. рисунок) и номера варианта профилей (таблица) определить положение главных центральных осей и величину главных центральных моментов инерции. Если в таблице поставлена буква Б при том или ином профиле, то нужно брать больший профиль из помещенных в таблице, при букве М – меньший профиль.

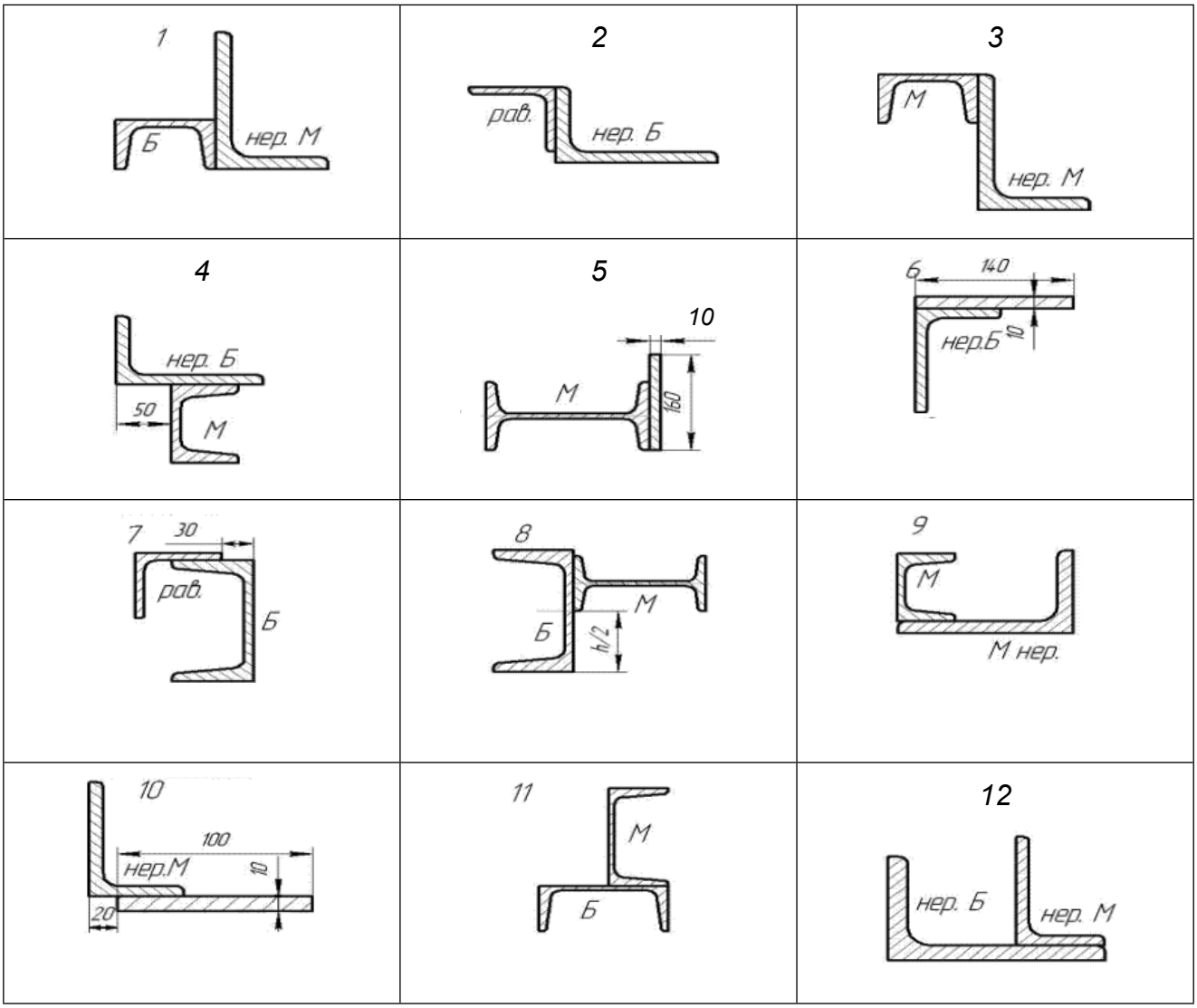
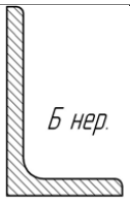
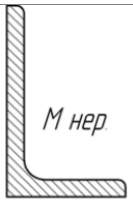
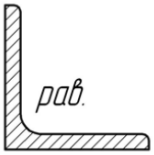
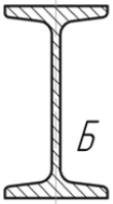
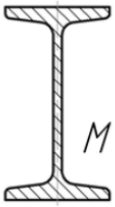
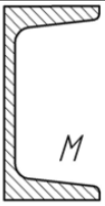


Рисунок – Профили поперечных сечений

Таблица – Номера вариантов и виды профилей

Номер варианта	Вид профиля						
							
1	75×50×8	63×40×6	63×63×6	12	10	8	5
2	90×56×8	75×50×6	70×70×8	14	12	10	6,5
3	100×63×8	80×50×6	75×75×8	16	14	12	8
4	110×70×8	90×56×6	80×80×8	18	16	14	10
5	125×80×8	100×63×6	90×90×8	18а	18	14а	12
6	141×90×8	110×70×7	100×100×8	20	18а	16	14
7	90×56×8	75×50×6	70×70×8	12	10	8	5
8	75×50×8	63×40×6	63×63×6	14	12	10	6,5
9	100×63×8	80×50×6	75×75×8	14	12	10	6,5
10	110×70×8	90×56×6	80×80×8	16	14	12	8

Раздел 4. Деформация изгиба

Задание. Для заданной схемы нагружения балки (рисунок) требуется:

1. Построить эпюры внутренних изгибающих моментов и поперечных сил.

2. Подобрать по условию прочности размеры двутаврового поперечного сечения при [σ] = 160 МПа.

3. Построить эпюры распределения нормальных и касательных напряжений для двутаврового сечения балки.

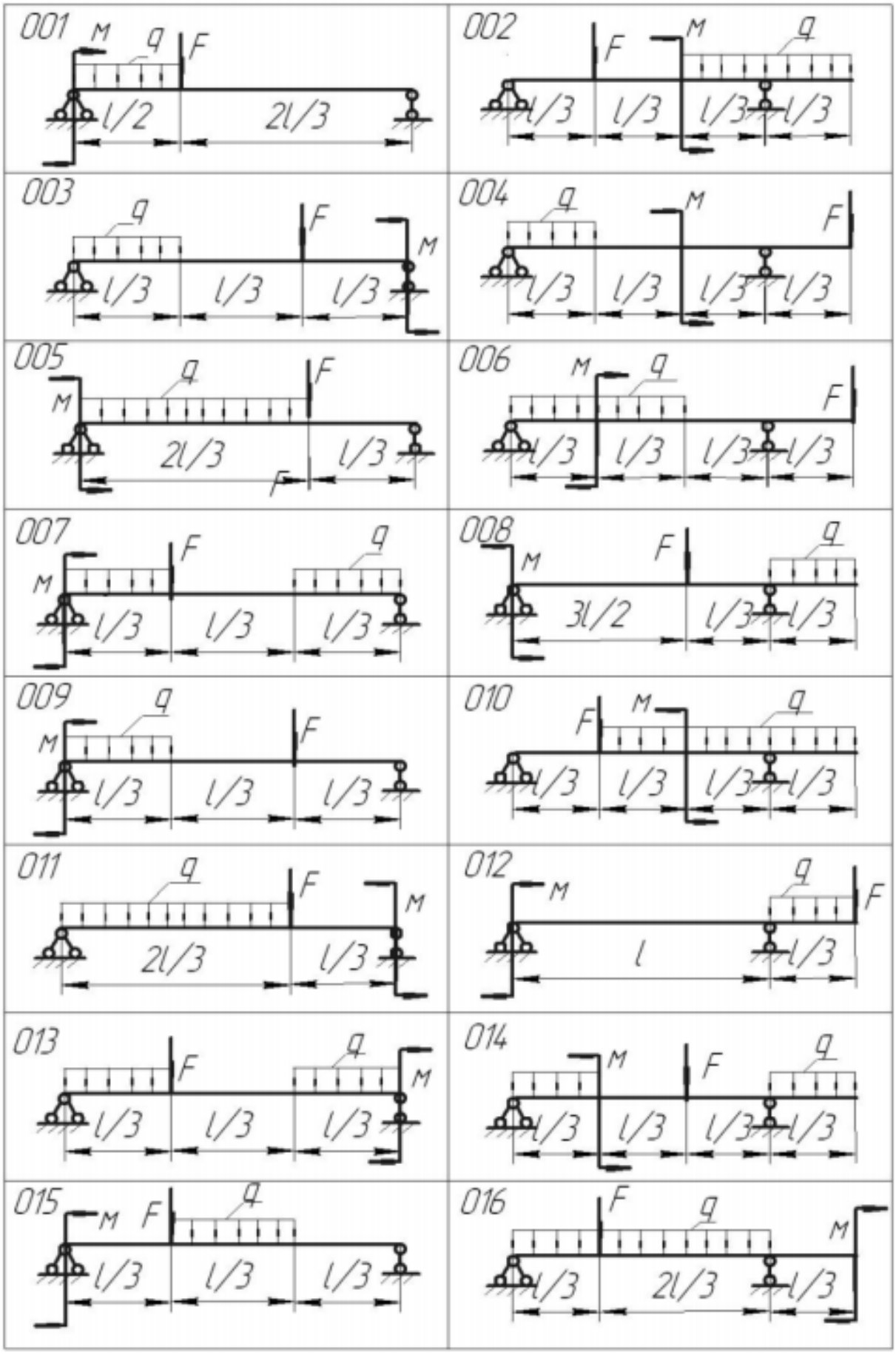


Рисунок – Схемы балок

Таблица – Исходные данные

Номер варианта	*l, м*	*q, кН/м*	*F, кН*	*M, кН·м*	Вид сечения по рисунку	*a, см*
1	3	10	16	32	1	4
2	6	16	20	24	3	6
3	4	12	18	20	5	8
4	2	20	16	24	7	6
5	6	8	20	16	9	4
6	4	16	18	20	10	8
7	3	12	16	16	8	3
8	2	20	18	32	6	4
9	4	8	20	28	4	6
10	6	10	20	20	2	3

Раздел 5. Определение перемещений в статически определимых стержневых системах

Задание. Для двух опорной балки, рассмотренной в разделе 4:

1. Определить прогибы в середине межопорного пролета и на конце консоли (при отсутствии консоли величину второго прогиба определить в сечении, отстоящем от правой шарнирной опоры на величину $l/4$).

2. Построить упругую линию балки.

Раздел 13. Устойчивость сжатых стержней

Задание: Для стальной колонны длиной *l*, центрально нагруженной сжимающей силой *F*, требуется:

1. Подобрать размеры поперечного сечения колонны заданного профиля (рисунок) при допускаемом напряжении на сжатие $[\sigma]$ = 160 МПа и модуле продольной упругости E = $2 \cdot 10^5$ МПа. (Размеры на рисунке приведены в мм). Расчет производится последовательным приближением, предварительно задавшись коэффициентом продольного изгиба φ:

$$\varphi = \frac{[\sigma]_y}{[\sigma]} = 0{,}5.$$

Для обеспечения равноустойчивости колонны максимальное расхождение главных центральных моментов инерции расчётного поперечного сечения не должно превышать 20%, то есть

$$\frac{J_{max} - J_{min}}{J_{min}} \cdot 100\% \leq 20\%.$$

Таблица – Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
μ	0,5	0,7	1	2	0,5	0,7	1	2	0,5	0,7
l, м	6,0	5,0	4,0	5,6	6,0	6,0	4,0	6,0	5,0	6,4
F, кН	500	850	250	300	290	420	280	220	450	260

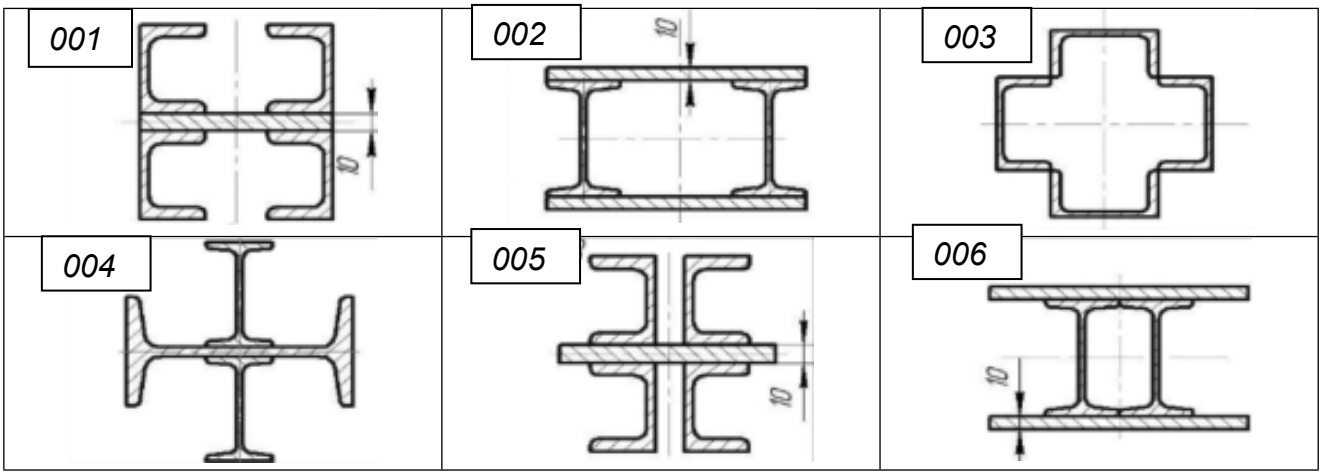


Рисунок – Схемы поперечных сечений

6 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1 Сопротивление материалов – это наука о методах расчета элементов инженерных конструкций на …

2 Утверждение, что напряжения и перемещения в сечениях, удаленных от места приложения внешних сил, не зависят от способа приложения нагрузки, называется …

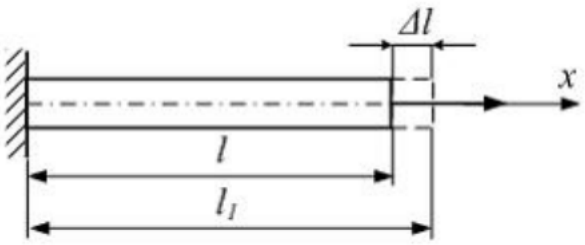
3 Тело , один размер которого намного превышает два других, называется …

4 Силы взаимодействия между частями рассматриваемого тела называются …

5 Полное напряжение в точке сечения, в общем случае, раскладывается на …

6 Распределение нормальных напряжений при растяжении – сжатии вдали от мест нагружения, резкого изменения формы и размеров поперечного сечения существенно зависит от …

7



Первоначальная длина стержня равна *l.* После приложения растягивающей силы длина стержня стала l_1. Величина $\Delta l = l_1 - l$ называется …

8 Коэффициентом Пуассона называется …

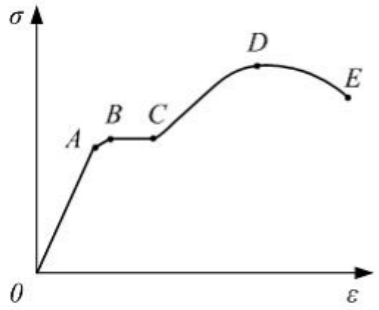
9 К стержню квадратного поперечного сечения приложены одинаковые растягивающие силы. Если одновременно увеличить в 2 раза длину стержня и размер стороны, абсолютное удлинение стержня …

10 Какие деформации называются упругими?

11 Какие деформации называются остаточными (пластическими)?

12 В чем сущность метода сечения?

13



На представленной диаграмме зависимости напряжения от деформации для конструкционной стали точка D соответствует пределу …

14 Как формулируется закон Гука?

15 Что называется коэффициентом поперечной деформации?

16 Какие задачи называются статически неопределимыми?

17 Что называется пределом пропорциональности, пределом упругости, пределом текучести, пределом прочности?

18 В чем разница между пластичными и хрупкими материалами?

19 Что называется коэффициентом запаса прочности?

20 Как формулируется условие прочности при любом виде деформации?

22 Что такое жесткость поперечного сечения?

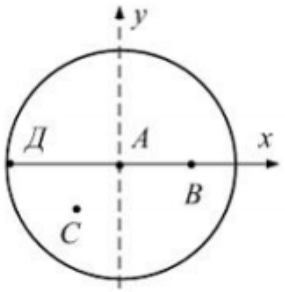
23 Что характеризует величина E?

24 Что называется абсолютным и относительным сдвигом?

25 Как формулируется закон Гука при сдвиге?

26 Какова формула связи трех упругих констант (E, G и μ)?

27



При кручении максимальное касательное напряжение возникает в точке …

28 Труба испытывает деформацию кручения. Эпюра распределения касательных напряжений в поперечном сечении трубы имеет вид …

29 При деформации кручения угол взаимного поворота двух сечений, отнесенный к расстоянию между ними, называется …

30 Правила построения эпюр крутящих моментов?

31 Какие напряжения возникают в поперечном сечении круглого стержня при кручении и как они направлены?

32 Чему равен полярный момент инерции круглого сечения?

33 Что называется моментом сопротивления при кручении?

34 Что называется полным и относительным углом закручивания бруса?

35 Что такое S_x , J_x , J_p , J_{xy} и их единицы измерения?

36 Чему равен статический момент сечения относительно оси, проходящей через центр его тяжести?

37 Формулы для определения осевых моментов инерции относительно центральных осей круга, прямоугольника, кольца?

38 Если в плоскости сечения несколько параллельных осей, относительно какой из них J_x равен минимальному значению?

39 Что такое главные моменты инерции?

40 Какие оси называются главными и главными центральными осями инерции?

41 Чему равен J_{xy} относительно главных осей инерции?

42 В каких случаях без вычисления можно установить положение главных осей инерции сечения?

43 Если $J_x = J_y$ и $J_{xy} = 0$, то какие оси сечения являются главными?

44 Ось, относительно которой статический момент площади сечения равен нулю, называется…

45 Правило, согласно которому на взаимно перпендикулярных площадках элемента, выделенного из тела, касательные напряжения равны по величине и направлены к общему ребру (или от него), называют …

46 Оси, относительно которых центробежный момент инерции равен нулю, а осевые моменты принимают экстремальные значения, называются…

47 Изотропный материал на растяжение и сжатие работает неодинаково. Для оценки прочности материала при сложном напряженном состоянии используется теория…

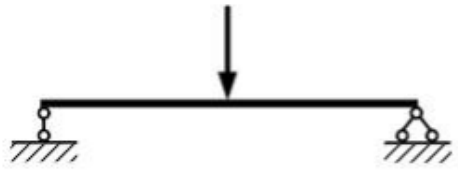
48 Площадки в исследуемой точке напряженного тела, на которых касательные напряжения равны нулю, называют …

49 Три взаимно перпендикулярные оси, в системе которых отсутствуют угловые деформации, называют…

50 Совокупность линейных и угловых деформаций, возникающих по различным осям и в различных плоскостях, проходящих через данную точку тела, называют…

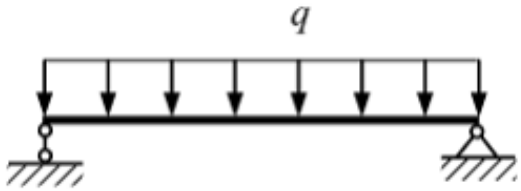
51 Проверка на прочность по касательным напряжениям необходима в случае, если …

52



Эпюра изгибающих моментов имеет вид …

53



Балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой интенсивности *q.* Эпюра изгибающих моментов имеет вид …

54 Поперечная сила Q_y в произвольном поперечном сечении стержня численно равна алгебраической сумме проекций на ось …

55 При плоском поперечном изгибе нормальные напряжения по ширине сечения балки …

56 Что такое момент сопротивления при изгибе и какова его размерность?

57 По какой формуле определяются касательные напряжения при поперечном изгибе?

58 В чем заключается проверка эпюр *Q* и *M* при изгибе?

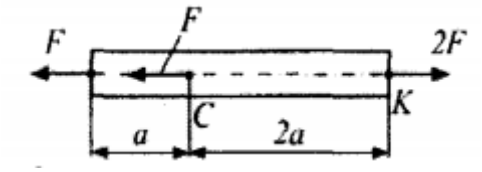
59 На каком волокне поперечного сечения балки изображается эпюра изгибающих моментов?

60 Как расположены нейтральный слой и нейтральная ось при поперечном изгибе?

61 По какой формуле определяются нормальные напряжения в поперечном сечении балки при поперечном изгибе и как они изменяются по высоте балки?

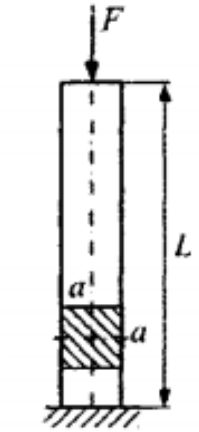
7 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

1.



Стержень нагружен системой сил. Модуль упругости материала *E*, площадь поперечного сечения *A*, размер *a*, значение силы *F* заданы. Продольная линейная деформация на участке *CK* равна …

2.

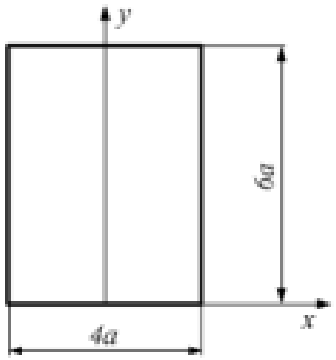


Стержень с квадратным поперечным сечением нагружен силой *F*=1000 кН. Модуль упругости материала *E*=200 МПа. Допускаемое напряжение [σ]=100 МПа. Допустимое минимальное перемещение

верхнего сечения [δ]=0,0001L. Допустимый размер поперечного сечения стержня из условия жесткости равен …

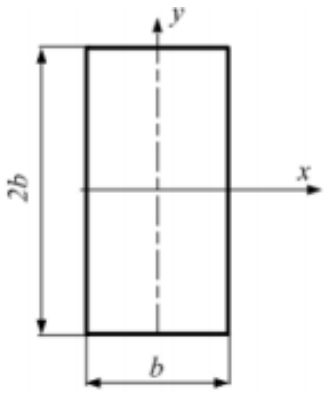
3. К стержню квадратного поперечного сечения приложены одинаковые растягивающие силы. Если одновременно увеличить в 2 раза длину стержня и размер стороны, абсолютное удлинение стержня …

4.



Статический момент площади сечения относительно оси x равен …

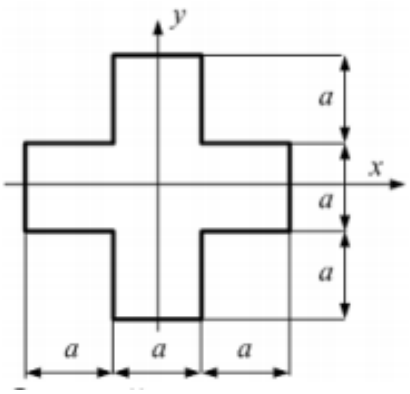
5.



Осевой момент инерции площади сечения относительно оси y равен …

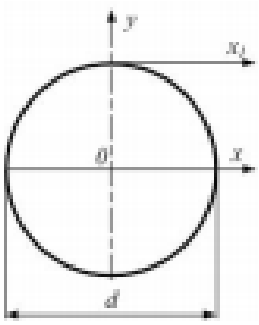
6. Для сечения известны осевые моменты инерции сечения относительно осей x_1, y_1, x_2 : J_{x1} = 3000 см^4, J_{y1} = 1000 см^4, J_{x2} = 1500 см^4. Осевой момент инерции относительно оси y_2 равен …

7.



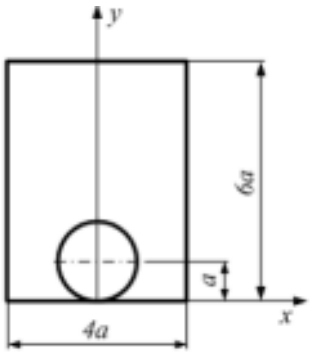
Осевой момент инерции сечения относительно оси *x* равен …

8.



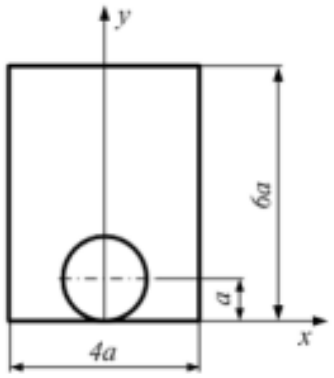
Осевой момент инерции сечения относительно оси x_1 равен …

9.



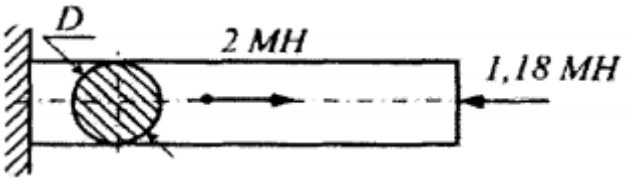
Момент инерции сечения относительно оси *x* равен …

10.



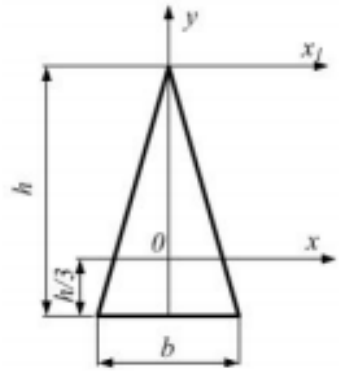
Координата центра тяжести y_c фигуры равна …

11.



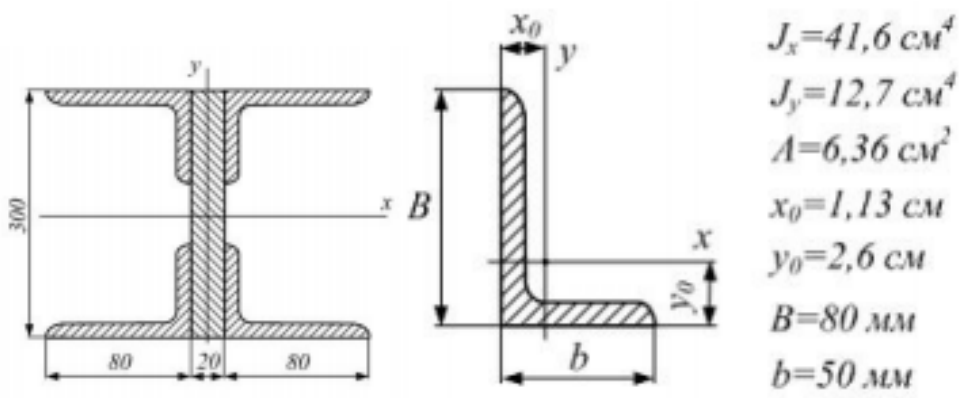
Допускаемое напряжение на растяжение-сжатие для материала стержня равно 150 МПа. Для стержня круглого поперечного сечения наименьший размер *D* из условия прочности равен …

12.



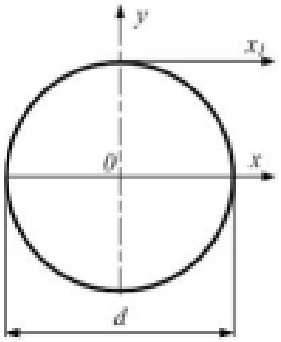
Если $h = 3b$, то значение осевого момента инерции оси x_1 равно …

13.



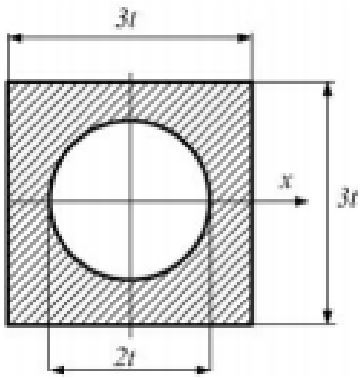
Поперечное сечение балки составлено из вертикального листа и четырех неравнобоких уголков 80×50×5. Характеристики уголка заданы. Размеры на рисунке даны в мм. Моменты инерции сечения J_x и J_y соответственно равны …

14.



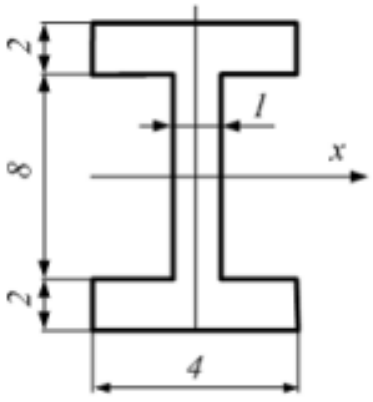
Осевой момент инерции сечения относительно оси x_1 равен …

15.



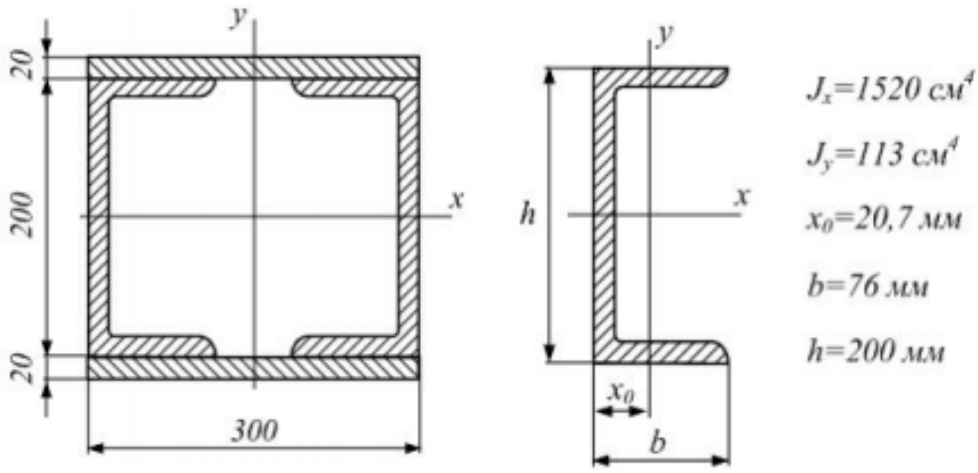
Момент инерции площади фигуры относительно оси *x*, проходящей через центр тяжести фигуры, равен …

16.



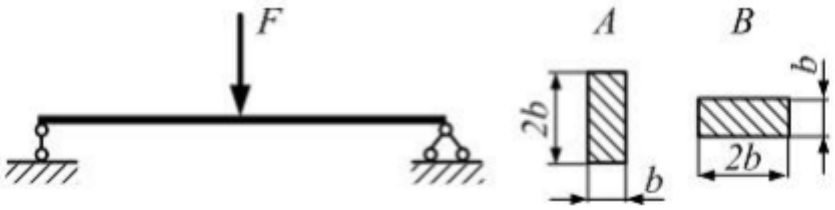
На рисунке размеры поперечного сечения заданы в см. Осевой момент инерции сечения относительно центральной оси *x* равен …

17.



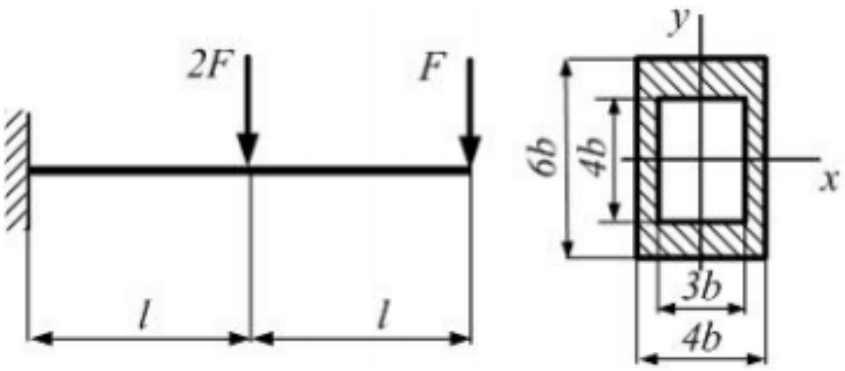
Поперечное сечение балки составлено из двух швеллеров №20 и листов, прикрепленных с помощью сварки. Характеристики швеллера приведены. Размеры на рисунке даны в мм. Осевой момент инерции сечения относительно главной центральной оси x равен …

18.



Прямоугольная балка имеет два варианта расположения поперечного сечения. Отношение наибольших нормальных напряжений σ_B / σ_A для этих двух вариантов равно …

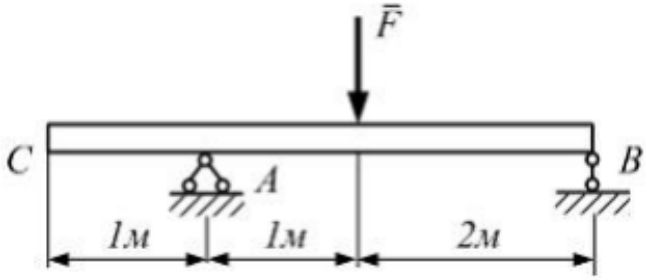
19.



Консольная балка нагружена, как показано на схеме. Материал балки одинаково работает на растяжение и сжатие. Допускаемое

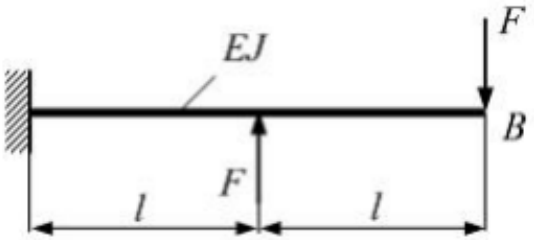
напряжение [σ], размеры *b* и *l* заданы. Из расчета по допускаемым напряжениям значение силы …

20.



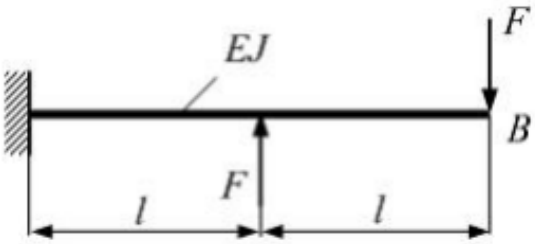
Прогиб на свободном конце балки v_C = 7 мм. Угол поворота поперечного сечения над опорой *A* равен …

21.



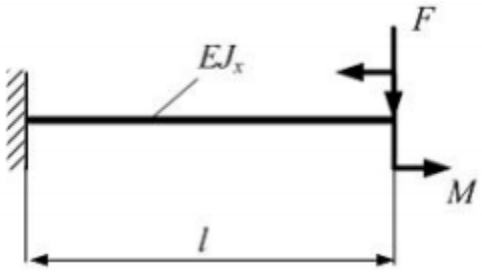
Жесткость поперечного сечения на изгиб *EJ* по длине балки постоянна. Размер *l* задан. Значение силы *F*, при которой прогиб концевого сечения *B* будет *f*, равно …

22.



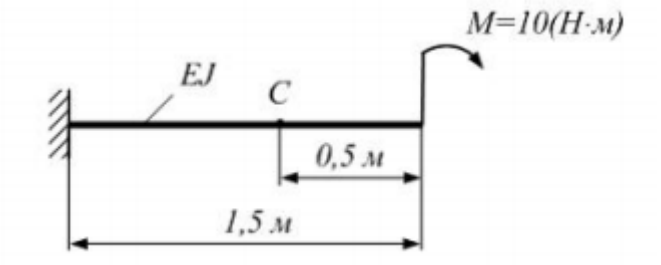
Жесткость поперечного сечения на изгиб *EJ* по длине балки постоянна. Размер *l* задан. Значение силы *F* , при которой прогиб концевого сечения *B* будет *f*, равно …

23.



Жесткость поперечного сечения балки на изгиб EJ_x по длине постоянна. Сила F, размер l заданы. Прогиб свободного конца балки равен нулю, когда значение момента M равно …

24.



Для вычисления интегралов Мора использовать правило Верещагина. Вертикальное перемещение сечения C равно …

25.

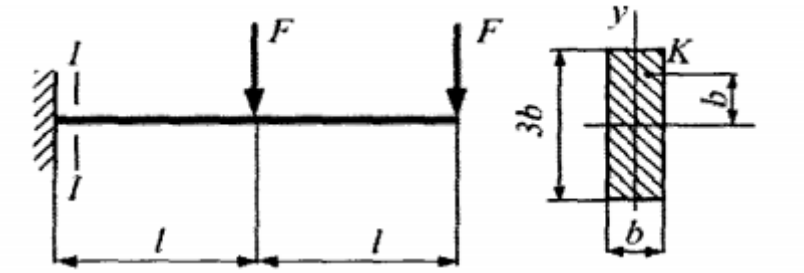
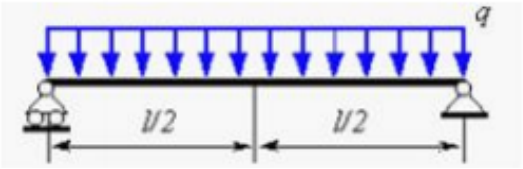


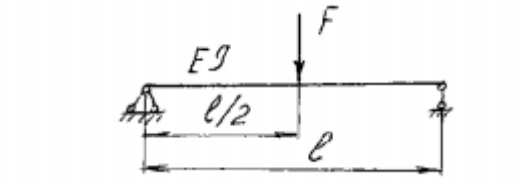
Схема нагружения балки прямоугольного сечения с размерами $b \times 3b$ представлена на рисунке. Сила F и размер l заданы. Значение нормального напряжения в точке *«K»* сечения *I-I* равно …

26.



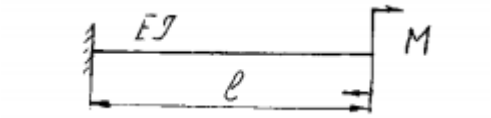
Балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой интенсивности q. Жесткость поперечного сечения балки на изгиб по всей длине постоянна и равна EJ_z. Прогиб в середине пролета балки длиной l равен …

27.



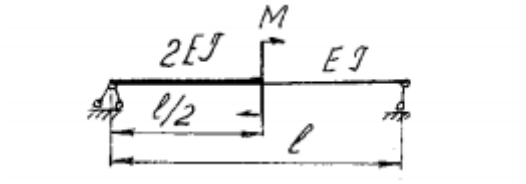
Определить стрелу прогиба балки.

28.



Определить прогиб концевого сечения балки.

29.



Определить стрелу прогиба балки.

30.

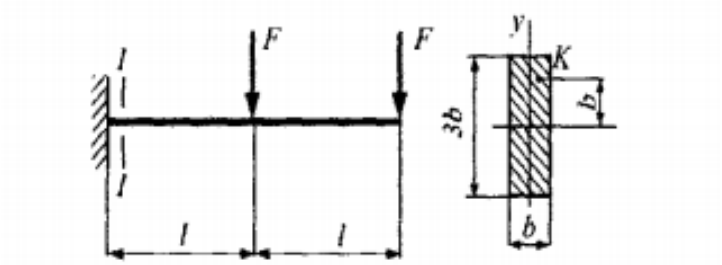
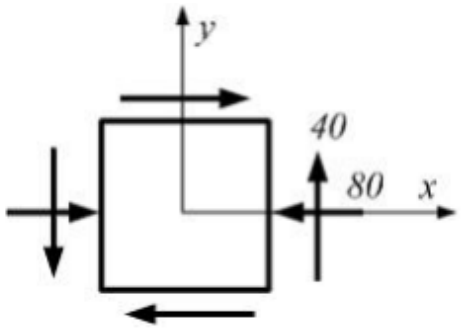


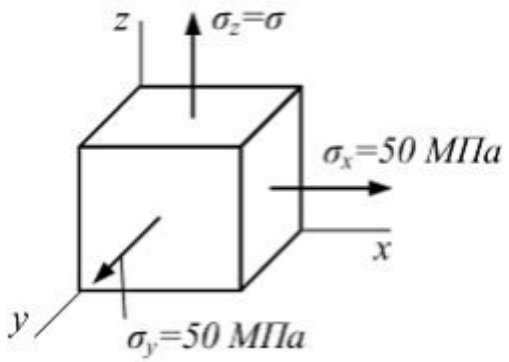
Схема нагружения балки прямоугольного сечения с размерами $b \times 3b$ представлена на рисунке. Сила F и размер l заданы. Значение нормального напряжения в точке *«K»* сечения *I-I* равно …

31.



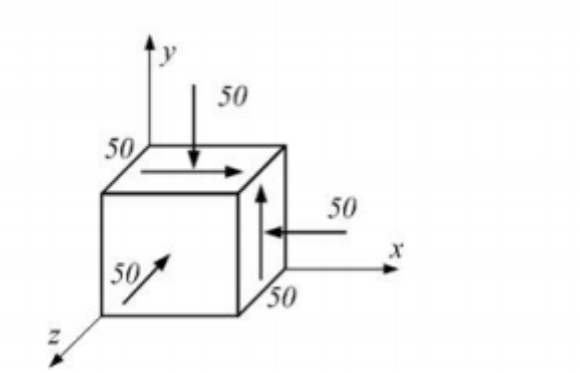
На гранях элементарного объема (см. рисунок) определены значения напряжений в *МПа.* Угол между положительным направлением оси *x* и внешней нормалью к главной площадке, на который действует минимальное главное напряжение, равен …

32. Какие имеются виды напряженного состояния материала?



Объемный элемент находится под действием нормальных напряжений, показанных на рисунке: σ_x = 50 МПа, σ_y = 50 МПа, $\sigma_z = \sigma$. Модуль упругости материала $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, коэффициент Пуассона μ = 0,25. Линейная деформация в направлении оси z будет равна нулю, когда σ принимает значение …

33.



На гранях элементарного объема (см. рисунок) действуют напряжения, заданные в *МПа*. Напряженное состояние в точке …

8 Вопросы к зачету с оценкой для промежуточной аттестации

1. Методика определения параметров деформации балки (рамы) при изгибе?
2. Способ Верещагина, Симпсона?
3. Отличие косого изгиба от прямого?
4. Условие прочности при косом изгибе?
5. В каких точках поперечного сечения возникают максимальные напряжения при косом изгибе?
6. Как проходит нейтральная ось (нулевая линия) через поперечное
сечение при косом изгибе?
7. Методика определения изгибающих моментов, параметров деформаций при изгибе с использование табличных формул?

8. Какие напряжения возникают при изгибе с кручением?

9. Условия прочности при изгибе с кручением по 3-ей и 4-ой теориям
прочности?

10. Какое напряженное состояние возникает в точках при изгибе с кручением?

11. Что такое эквивалентное напряжение и эквивалентный момент при изгибе с кручением?

12. Условие прочности при кручении с растяжением?

13. Условие прочности при внецентренном сжатии (растяжении)?

14. Свойства нулевой линии при внецентренном сжатии (растяжении)?

15. Что такое ядро сечения при внецентренном сжатии (растяжении)?

16. Порядок построения ядра сечения при внецентренном сжатии (растяжении)?

17. Что такое продольный изгиб?

18. Формы равновесия сжатых прямых стержней?

19. Формула Эйлера для определения критической силы? Пределы её применяемости?

20. Формула для определения гибкости стержня?

21. Как влияет способ крепления стержня на его гибкость?

22. Пределы применяемости формулы Ясинского?

23. Как выглядит график зависимости критического напряжения от гибкости?

24. При увеличении диаметра круглого стержня в два раза во сколько раз увеличится критическая сила?

25. Какие нагрузки имеют динамический характер?

26. Методика динамического расчета при известном ускорении?

27. Методика расчета при ударном действии нагрузок на упругую систему?

28. Влияние амортизатора на величину коэффициента динамичности?

29. Что такое вязкость материала и что она характеризует?

30. Что называют ударной вязкостью и какова ее размерность?

31. Что такое усталость материала?

32. Что такое выносливость материала?

33. Что такое предел выносливости?

34. Что такое твердость материала и способы ее определения?