Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

Кафедра механики и машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Директор института передовых инженерных технологий
_____ И.Ю. Кольчурина
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Сопротивление материалов

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
(направленность (профиль): «Управление конструкторско-технологическими инновациями»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: c7fcee22ea712e8a9d62ca0595e78e8dabbfaa85
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 4 июня 2025 г. по 26 августа 2026 г.
Дата и время: 28-05-2026 09:51:17 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение основных методов расчётов на прочность элементов конструкций при всех видах деформаций;
– применение методов расчетов на прочность при решении практических задач в условиях растяжения (сжатия), сдвига (среза), смятия, изгиба, кручения;сложнонапряженного состояния и продольного изгиба.

Задачами учебной дисциплины являются:

– решение технических задач на основе условий прочности при различных видах деформаций;
– умение пользоваться справочными материалами, принятыми в машиностроении.

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) 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;
– Инженерная и компьютерная графика;
– Основы проектирования изделий в машиностроении;
– Математика.

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

– Оптимальное проектирование механических систем;
– Компьютерное моделирование объектов машиностроения;
– Ремонт и восстановление машиностроительной продукции;
– Теоретическая механика;
– Детали машин и основы конструирования;
– Конструирование технологических машин.

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

	ОПК-5: Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	ОПК-5.1 Понимает основные положения, законы и методы естественных наук и математики, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества	– знать: фундаментальные законы естествен-ных наук и математики. – уметь: уметь: анализировать про-блемы, процессы и явления в области фи-зики, математике и теоретической механике и их применение при решении задач сопротивления материалов.
		ОПК-5.2 Анализирует задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук, действующих в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества	– знать: профильные раз-делы математических и естественно-научных дисциплин. – уметь: анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики.
	ОПК-8: Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительным и производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	ОПК-8.1 Понимает принципы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	– знать: основные виды деформаций, уравнения при расчетах на прочность и жесткость деталей конструкций; механические свойства материалов, используемых для изготовления деталей промышленного производства;

			основные требования к методикам расчет. – уметь: определять вид деформации, возникающий при воздействии на элемент конструкции внешних факторов.
		ОПК-8.2 Классифицирует обобщенные варианты решения проблем, связанных с машиностроительным и производством	– знать: методы расчета на прочность различных элементов и деталей машин различного производства. – уметь: применять методы расчета в решении задач при проектировании и расчете машин, способных давать возможность выбора оптимального варианта решения.
		ОПК-8.3 Анализирует результаты обобщенных вариантов решения проблем, прогнозирует последствия, находит компромиссные решения	– знать: рекомендации по выбору оптимального решения в многовариантных методах расчета. – уметь: использовать ме-тоды расчетов элементов конструкций по критериям работоспособност и и надежности, а также способностью принимать участие в

			инженерных разработках среднего уровня сложности.

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*	*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*72*	*108*
	зачетных единиц	***5***	*2*	*3*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*16*	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***16***	*8*	*8*
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.*		***46***	*14*	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***54***	*18*	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные понятия (Основные положения, виды деформации и понятия, виды и способы нагружения, метод сечений);

Раздел 2 Опытное изучение механических свойств материалов (Назначение и виды испытаний. Диаграммы испытаний для определения механических свойств материалов);

Раздел 3 Деформация растяжение (Определение внутренних усилий. Применение метода сечений. Продольная, поперечная деформации. Допускаемые напряжения. Закон Гука. Расчеты на прочность);

Раздел 4 Деформация сдвига, среза, смятия (Основные понятия. Чистый сдвиг, напряженное состояние при сдвиге. Модуль упругости второго рода. Закон Гука. Практические расчеты);

Раздел 5 Геометрические характеристики плоских сечений (Статический момент сечения, моменты инерции сечения. Зависимость между моментами инерции относительно параллельных осей. Моменты инерции простых фигур);

Раздел 6 Двухосное напряженное состояние (Оценка ориентации напряжений в плоскости поперечного сечения. Определение напряжений в наклонных плоскостях. графическое определение напряжений, круг Мора);

Раздел 7 Деформация кручения (Основные понятия. Построение эпюр. Формулы для расчёта на прочность и жесткость);

Раздел 8 Деформация изгиба. Совместное действие изгиба и кручения (Основные понятия, теории прочности. Типы опор балок, определение. реакции опор. Правила знаков. Построение эпюр.Условия прочности при изгибе. Напряжение при изгибе).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Основные понятия	2	
Раздел 2.	Опытное изучение механических свойств материалов	3	
Раздел 3.	Деформация растяжение	4	
Раздел 4.	Деформация сдвига, среза, смятия	3	
Раздел 5.	Геометрические характеристики плоских сечений	4	
Раздел 6.	Двухосное напряженное состояние	4	
Раздел 7.	Деформация кручения	4	
Раздел 8.	Деформация изгиба. Совместное действие изгиба и кручения	8	
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы	Темы практических	Трудоемкость, *академ.час*

дисциплины	занятий (семинаров)	всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Основные виды деформаций, допущения при реше-нии задач	2	
Раздел 2.	Механических свойств низкоуглеродистых, углеродистый и легированных марок сталей	2	
Раздел 3.	Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений. Расчет на прочность	3	
Раздел 4.	Расчет на прочность болтовых (заклепочных), шпоночных и сварных соединений	3	
Раздел 5.	Определения центра тяжести сложного сечения и положение главных центральных осей	4	
Раздел 6.	Определение нормальных и касательных напряжений при двухосном напряженном состоянии	4	
Раздел 7.	Расчет вала на прочность и жесткость	5	
Раздел 8.	Расчет заданной балки на прочность, расчет вала на совместное действие изгиба и кручения	9	
Итого:		**32**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Изучение конструктивных схем машин, применяемых для проведения испытаний	1	
Раздел 2.	Определение механических свойств материала стали при растяжении по диаграмме растяжения	2	
Раздел 3.	Определение продольных и поперечных деформаций бруса при центральном	2	

	растяжении		
Раздел 4.	Экспериментальная проверка закона Гука при сдвиге	2	
Раздел 5.	Построение и определение для составного сечения положение центра тяжести и вычисление осевых моментов инерции	2	
Раздел 6.	Определение главных напряжений и главных площадок методом тензометрии	2	
Раздел 7.	Испытание на образцах круглого поперечного сечения с целью определения модуля сдвига	2	
Раздел 8.	Изучение закона распределения нормальных и касательных напряжений по высоте заданного сечения балки	3	
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. Оформление отчета по лабораторной работе; 3. Подготовка к лабораторной работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	4	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала;	5	

	2. Оформление отчета по лабораторной работе; 3. Подготовка к лабораторной работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.		
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета по лабораторной работе; 3. Подготовка к лабораторной работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	6	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета по лабораторной работе; 3. Подготовка к лабораторной работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	6	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета по лабораторной работе; 3. Подготовка к лабораторной работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	6	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета по лабораторной работе; 3. Подготовка к лабораторной работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	6	
Раздел 7.	1. Изучение теоретического материала; 2. Оформление отчета по	6	

	лабораторной работе; 3. Подготовка к лабораторной работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.		
Раздел 8.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета по лабораторной работе; 3. Подготовка к лабораторной работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	7	
Контроль	*Подготовка к экзамену (3 семестр)*	18	
Контроль	*Подготовка к экзамену (4 семестр)*	36	
Итого:		**100**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-5; ОПК-8	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о лабораторной работе; 5. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-5; ОПК-8	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о лабораторной работе; 5. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-5; ОПК-8	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии;

		4. Отчет о лабораторной работе; 5. Тестовые задания
Раздел 4.	ОПК-5; ОПК-8	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о лабораторной работе; 5. Тестовые задания
Раздел 5.	ОПК-5; ОПК-8	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о лабораторной работе; 5. Тестовые задания
Раздел 6.	ОПК-5; ОПК-8	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о лабораторной работе; 5. Тестовые задания
Раздел 7.	ОПК-5; ОПК-8	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о лабораторной работе; 5. Тестовые задания
Раздел 8.	ОПК-5; ОПК-8	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о лабораторной работе; 5. Тестовые задания
Экзамен (3 семестр).	ОПК-5; ОПК-8	1. Экзамен на основе результатов текущего контроля
Экзамен (4 семестр).	ОПК-5; ОПК-8	1. Экзамен на основе результатов текущего контроля

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 – тестирование.

Длительность тестирования – 10 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

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 СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; оценка участия в работе на лекционном занятии.

12.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) или в процессе проведения практических занятий (семинаров) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по содержанию материалов и выполненным заданиям предыдущего раздела (темы) или по вопросам решения и порядку выполнения действий для решения заданий.

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 являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня умений и знаний 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 (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится на практическом занятии или в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Перед тестированием обучающийся должен быть ознакомлен с правилами тестирования и критериями оценки. Длительность тестирования определяется количеством вопросов в тестовом задании (как правило, 10 – 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины): для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1-2 минуты.

При проведении текущего контроля в виде тестирования обучающемуся, как правило, предлагаются вопросы следующих типов:

– выбор только одного ответа. Обучающийся выбирает один из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– выбор одного или нескольких ответов. Обучающийся вправе выбрать любое непустое множество ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает определенное количество баллов (суммарная оценка всех правильных ответов на вопрос – 1 балл). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов;

– введение «короткого ответа» или «числового ответа». Обучающийся должен однозначно сформулировать требуемый ответ. В

случае ввода неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– установление соответствия (ответ на каждый из нескольких вопросов должен быть выбран из списка возможных). Обучающемуся необходимо сопоставить друг другу несколько вариантов ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает 0,5 балла (итоговая оценка ответов на вопросы суммируется). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный блок вопросов 0 баллов;

– выбор пропущенных слов предполагает, что пропущенные слова в тексе заполняются с помощью выпадающего меню. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– «*перетаскивание на изображение*» (изображение или текст необходимо «перетащить» в зону на фоновом изображении), «*перетаскивание в текст*» (пропущенные слова в тексе заполняются с помощью перетаскивания) или «*перетаскивание маркеров*» (маркеры «перетаскиваются» на фоновое изображение). В случае хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67 до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

12.3 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. Подготовку к лабораторным работам обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

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).

Система оценивания двухуровневая.

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся если он выполнил указанную в методических указаниях последовательность действий, получил результат, при выполнении лабораторной работы проявил активность, самостоятельность; выделенное время использовал рационально.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который не умеет самостоятельно работать с методическими указаниями, не может правильно выполнить указанную последовательность действий, не рационально использует отведенное время, Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

12.4 Рекомендации по оцениванию отчета по лабораторной работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют по итогам выполнения работы. Требования к содержанию отчета содержатся в методических указаниях.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Система оценивания двухуровневая.

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся если он подготовил отчет о практической работе в котором: задание выполнено без серьезных ошибок и оформлено в соответствии с требованиями (без серьезных недочетов), содержание раскрывает тему задания.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который представил отчет о практической работе не соответствующий требованиям, содержащий ошибки в расчетах, выводах. Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

12.5 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. Подготовку к практическим работам обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

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).

Система оценивания двухуровневая.

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся если он выполнил указанную в методических указаниях последовательность действий, получил результат, при выполнении практической работы проявил активность, самостоятельность; выделенное время использовал рационально.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который не умеет самостоятельно работать с методическими указаниями, не может правильно выполнить указанную последовательность действий, не рационально использует отведенное время, Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

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: экзамен (3 семестр); экзамен (4 семестр).

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: экзамен на основе результатов текущего контроля.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене (3 семестр)

Экзамен проводится на основе результатов текущего контроля и/или в форме компьютерного (с использованием СУО СибГИУ) или бланкового тестирования, которое охватывает все изученные вопросы и/или собеседования по теоретическим вопросам, составленным по соответствующим темам разделов изучаемой учебной дисциплины.

Промежуточная аттестация может производиться на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Таблица – Шкала оценивания экзамена на основе результатов текущего контроля успеваемости обучающегося по дисциплине «Сопротивление материалов»

Оценка экзамена	Требования к знаниям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку выше четырех с половиной баллов, выполнил все задания и посещал более 60% аудиторных занятий.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку выше трех баллов, выполнил более 80 % заданий и посещал более 30 % аудиторных занятий.
«удовлетво-рительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускал неточности при изложении ответов на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку три и выше баллов, выполнил более 60 % заданий.
«неудовлет-ворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он неуверенно отвечал, допускал серьезные ошибки при изложении ответов на устные вопросы при опросах, не подтвердил освоение программного материала и выполнил тестовые задания на среднюю оценку ниже трех баллов.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене (4 семестр)

Экзамен проводится на основе результатов текущего контроля и/или в форме компьютерного (с использованием СУО СибГИУ или бланкового тестирования, которое охватывает все изученные вопросы и/или собеседования по теоретическим вопросам, составленным по соответствующим темам разделов изучаемой учебной дисциплины.

Промежуточная аттестация может производиться на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Таблица – Шкала оценивания экзамена на основе результатов текущего контроля успеваемости обучающегося по дисциплине «Сопротивление материалов»

Оценка экзамена	Требования к знаниям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку выше четырех с половиной баллов, выполнил все задания и посещал более 60% аудиторных занятий.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку выше трех баллов, выполнил более 80 % заданий и посещал более 30 % аудиторных занятий.
«удовлетво-рительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускал неточности при изложении ответов на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку три и выше баллов, выполнил более 60 % заданий.
«неудовлет-ворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он неуверенно отвечал, допускал серьезные ошибки при изложении ответов на устные вопросы при опросах, не подтвердил освоение программного материала и выполнил тестовые задания на среднюю оценку ниже трех баллов.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Паначев, И. А. Сопротивление материалов : учебное пособие / И.А. Паначев, Г.В. Широколобов, Ю.Ф. Глазков. – Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2010. – 208 с. – ISBN 978-5-89070-740-6. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=6655 (дата обращения: 10.02.2026);

2 Смагин, Н. К. Сопротивление материалов. – Челябинск : ЮУрГАУ, 2008. – 76 с. – ISBN 978-5-88156-452-0. – URL: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=9640 (дата обращения: 10.02.2026);

3 Скопинский, В. Н. Сопротивление материалов / В.Н. Скопинский, А.А. Захаров. – Москва : Московский Политех, 2010. – 144 с. – ISBN 978-

5-2760-1628-3. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=51763 (дата обращения: 10.02.2026);

4 Подгорный, А. С. Сопротивление материалов: методические материалы для самостоятельной работы студентов : методическое пособие. – Москва : Альтаир МГАВТ, 2010. – 118 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430014 (дата обращения: 10.02.2026);

5 Астахова, А. Я. Сопротивление материалов: в 2 частях: рабочая тетрадь для решения задач. Часть 1. – 2-е изд. – Москва : МИСИ – МГСУ, 2014. – 44 с. – ISBN 978-5-7264-0798-2. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73710 (дата обращения: 10.02.2026);

6 Салахутдинов, Ш. А. Сопротивление материалов : учебное пособие / Ш.А. Салахутдинов, С.А. Одинцева, Д.В. Шейкман. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. – 180 с. – ISBN 978-5-94984-656-8. – URL: https://e.lanbook.com/book/142509 (дата обращения: 10.02.2026);

7 Мельникова, Т. Е. Сопротивление материалов : учебно–методическое пособие для студентов заочного обучения по направлению 150200 – машиностроительные технологии и оборудование по специальности 150201 – машины и технология обработки металлов давлением специализация – обработка металлов давлением, ковкой и штамповкой / Т.Е. Мельникова, Т.В. Чернова. – Пермь : ПНИПУ, 2008. – 100 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/160523 (дата обращения: 10.02.2026).

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;
– 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), оснащенную (перечислить оборудование и

технические средства обучения);
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ), оснащенную (перечислить оборудование и технические средства обучения)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) 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Составитель(и):

доцент Гудимова Людмила Николаевна (кафедра механики и машиностроения).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

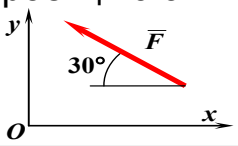
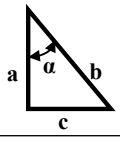
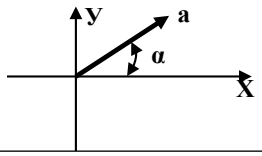
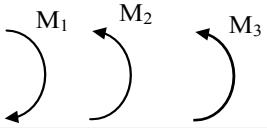
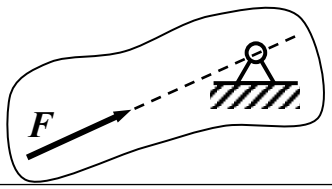
Согласована:

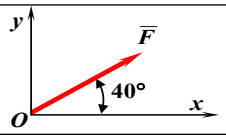
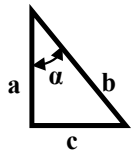
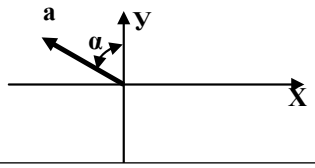
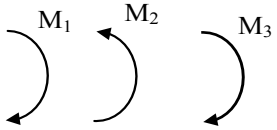
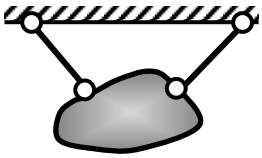
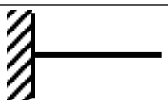
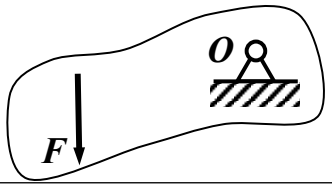
инженер конструктор, к.т.н.,
ООО «Сибэлектро  А.В. Макаров

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

Номер задания	ЗАДАНИЯ
1	Вычислить значение ***x*:3 − *x* = 5 + *x***
2	Найдите проекцию силы *F* на ось *x* 
3	В прямоугольном треугольнике известны***b***, α.Определите: ***a***, ***c***. 
4	Запишите проекции вектора $\bar{a}$ на оси ***Ox*** и ***Oy*** 
5	Решите квадратное уравнение $a^2 - a \cdot c = 16$
6	В одной плоскости расположены три пары сил. Определить момент пары сил M_3, при котором эта система находится в равновесии, если **M_1=510** Н·м; **M_2= 120** Н·м 
7	Как направлены реакции связи?
8	Как называется кратчайшее расстояние между линиями действия сил?
9	 Чему равен момент относительно точки закрепления тела
10	 Как называется тэта опора балки
11	Вычислить значение***x*:** $10 = \frac{7\tilde{o} + 2}{3}$
12	Найдите проекции силы *F* на ось *X* и *У*

	
13	В прямоугольном треугольнике известны***c***, α.Определите: ***а, в.*** 
14	Запишите проекции вектора $\bar{a}$ на оси ***Ox*** и ***Oy*** 
15	решите квадратное уравнение $\mathbf{b^2+ 2bc + c^2 = 16}$
16	В одной плоскости расположены три пары моментов. Определить момент пары сил M_3, при котором эта система находится в равновесии, если $\mathbf{M_1=210}$ Н·м; $\mathbf{M_2= 120}$ Н·м 
17	 Как называется связь, изображена на рисунке
18	Пара сил – это …..
19	 Назовите способ закрепления балки
20	 Покажите на рисунке кратчайшее расстояние (плечо) для определения момента.

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

Раздел 1 Основные понятия

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Назовите основные виды деформаций.

2 Перечислите внешние силовые усилия, рассматриваемые в дисциплине.

3 В чем заключается сущность метода сечений.

4. В чем отличие между сосредоточенными и распределенными нагрузками.

5 Перечислите допущения, существующие в дисциплине сопротивления материалов.

6 назовите простейшие типы элементов конструкций.

Раздел 2 Опытное изучение механических свойств материалов

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Какие виды деформации используются при изучении механических свойств материалов.

2 Какие по форме стандартизированы образцы при испытаниях на растяжение.

3 В каких координатах строится диаграмма растяжения при испытании на разрывных машинах.

4 В чем отличие между условной диаграммой растяжения и диаграммой, полученной на устройстве для испытания.

5. Что возникает на поверхности образца после достижения предела текучести.

6 Как определяется механическая характеристика относительного остаточного сужения.

Раздел 3 Деформация растяжение (сжатие)

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Как называется внутренняя сила при деформации растяжения (сжатия).

2 Какой знак присваивается деформации растяжения при построении эпюры.

3 Как называется напряжения, возникающее при растяжении (сжатии).

4 Назовите значение модуля упругости первого рода для стали.

5 Какая существует зависимость между продольной и поперечной деформациями.

6 В чем отличие между расчетным напряжением и допускаемым.

Раздел 4 Деформация сдвига, среза, смятия

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 В каком случае возникает чистый сдвиг.

2 Как располагаются внешние силы относительно оси элемента конструкции при деформации сдвига.

3 Дайте определение закону Гука при сдвиге.

4 Перечислите виды соединений, в которых возникает деформация сдвига.

5 В каком случае деформация сдвига переходит в деформацию среза.

6 Как называется деформация, возникающая между боковой поверхностью заклепки и листом.

Раздел 5 Геометрические характеристики плоских сечений

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Как определяется статический момент сечения.

2 Какие оси принято называть центральными осями.

3 В чем отличие между осевыми моментами инерции сечения от полярного.

4 По какой формуле определяется осевой момент инерции сечения для круглого сечения.

5 Как определяются моменты инерции сечения относительно любой параллельной оси.

6 Чему равен центробежный момент инерции сечения относительно центральных осей.

Раздел 6 Двухосное напряженное состояние

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Какие существуют правила при определении напряжений при объемном напряженном состоянии.

2 Как определяется максимальное касательное напряжение в наклонной плоскости.

3 Назовите частные случае при определении напряжения

4 От каких параметров зависит угол наклона главных площадок.

5 По каким формулам определяются относительные удлинения при плоском напряженном состоянии.

Раздел 7 Деформация кручения

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Как принято называть стержни, вращающиеся и работающие на кручение.

2 Какой метод применяется для определения внутреннего крутящего момента, возникающего в поперечном сечении вала.

3 Как распределяется касательное напряжение по сечению вала.

4 Какая геометрическая характеристика используется при расчете вала на прочность.

5 Какая геометрическая характеристика используется при расчете вала на жесткость.

Раздел 8 Деформация изгиба

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Как зазывается тело, в котором возникает деформация изгиба.

2 Назовите типы опор балки.

3 какие внутренние усилия возникают в поперечном сечении балки при изгибе.

4 Какой изгиб называют чистым.

5 Сформулируйте правило знаков для поперечной силы.

6 Сформулируйте правило знаков для определения внутреннего изгибающего момента.

3 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, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1) Какая задача считается первой (основной) в дисциплине сопротивление материалов

1 Расчет элементов конструкций на прочность.

2 Расчет элементов конструкций на жесткость.

3 Расчет элементов конструкций на устойчивость.

2) Вставьте пропущенное слово в виде существительного в единственном числе в именительном падеже

_____ это элемент конструкции, ось которого прямолинейная, а длина в несколько раз превышает поперечные размеры

А) Брус,

Б) Стержень.

В) Пластина.

Г) Массив

3) Какое количество допущений существует в дисциплине сопротивление материалов при решении задач на прочность?

Выберите один правильный ответ

1 Одно. 2 Пять. 3 Четыре. 4 Шесть.

4) Воспроизведите правильную последовательность (значимость) используемых видов деформации при изучении механических свойств материалов.

1	
2	
3	
4	

- растяжение;
- изгиб;

- кручение;
- сжатие

Выберите один правильный ответ.

5) Какие по форме образцы используются при проведении испытаний на растяжение?

1 Круглого сечения.

2 Круглого и прямоугольного.

3 Квадратного.

4 В форме кубика.

6) Соотнесите буквенные обозначения напряжений, получаемых на диаграмме растяжения при изучении механических характеристик материалов

$\sigma_{пр}$	
$\sigma_{у}$	
$\sigma_{т}$	
$\sigma_{в}$	

- предел прочности,
- предел текучести,
- предел упругости,
- предел пропорциональности.

7) Какие напряжения возникают в наклонной площадке поперечного сечения стрежня при деформации растяжения. Слова запишите в именительном падеже среднего рода.

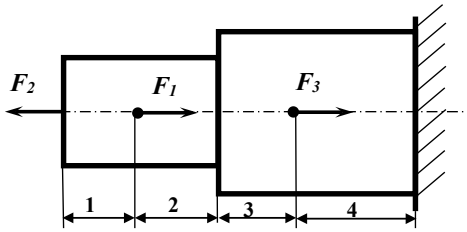
Выберите один правильный ответ.

8) Стальной 1 и медный 2 стержни одинаковых размеров подвешены вертикально и соединены внизу горизонтальной балкой. В каком месте надо приложить силу F, чтобы получить одинаковые удлинения стержней?



1. В середине балки.
2. Ближе к стержню 1.
3. Ближе к стержню 2.

9) Распределите в логической последовательности формулы при построении эпюры продольной силы стержня, приведенного на рисунке.



$N = F_2 – F_1 – F_3$,
$N = F_2 – F_1$,
$N = F_2$,
$N = F_2 – F_1$.

1 участок	
2 участок	
3 участок	
4 участок	

10) Вставьте пропущенные слова в виде существительного и прилагательного в единственном числе в именительном падеже

_____ _____ это напряжение, применяемое для определения допускаемого напряжения для конструкций, изготовленных из пластичных материалов

А) Предел текучести.

Б) Предел упругости.

В) Предел пропорциональности.

Г) Предел прочности

11) Соотнесите модули упругости первого рода с их значениями, соответствующими приведенным материалам

сталь	
медь	
чугун	
дерево	

- $2 \cdot 10^5$ МПа,
- $1 \cdot 10^5$ МПа,
- $1 \cdot 10^4$ МПа,
- $(0{,}75 \ldots 1{,}6) \cdot 10^5$ МПа.

12) Вставьте пропущенные слова в виде существительного и прилагательного в единственном числе в именительном падеже

_____ _____ это метод для определения внутренних усилий, возникающих в поперечном сечении при деформации растяжения (сжатия)

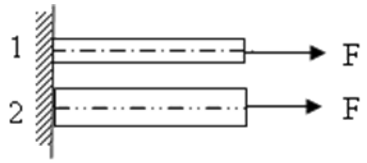
А) Метод точек.

Б) Метод сечений.

В) Метод Сен-Венана

Выберите правильный ответ.

13) К двум стержням разного поперечного сечения 1 и 2 (площадь сечения первого стержня меньше площади второго) приложены одинаковые растягивающие силы F. В каком стержне продольная сила будет больше?



1 В стержне 1.

2. В стержне 2

3. В обоих стержнях продольные силы будут одинаковы

14) Для построения эпюры продольных сил стержень необходимо разделить на участки, границами которых являются…? Запишите слова в именительном падеже, женского рода.

Выберите правильный ответ.

15) Как изменится напряжение, возникающее в растянутом стержне, если площадь поперечного сечения его увеличить в два раза?

1 Увеличится в два раза

2. Уменьшится в два раза

3. Останется без изменения.

Выберите правильный ответ.

16) Какому виду нагружения подвержен брус, если в его поперечных сечениях возникает поперечная сила Q?

1. Растяжению

2. Сдвигу

3. Кручению

4. Чистому изгибу

17) Распределите в логической последовательности этапы расчета на прочность при поперечном изгибе балки, находящейся в двух опорах.

1 этап	
2 этап	
3 этап	
4 этап	
5 этап	
6 этап	
7 этап	
8 этап	

- разделение балки на участки,
- расставление направлений реакций в точках опор,
- определение интервалов изменения сечений на участках,
- проведение сечений,
- построение эпюры изгибающих моментов,
- определение величин и направлений реакций опор,
- применение уравнений прочности для определения размеров в опасном сечении,
- определение опасного сечения.

18) Вставьте пропущенные слова в виде существительного и прилагательного в единственном числе в именительном падеже

_____ _____ это напряжение, которое ставится в формулу условия прочности применяемое для продавливания отверстия в листе металла небольшой толщины

А) Предел текучести.

Б) Предел упругости.

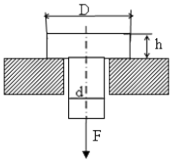
В) Предел пропорциональности.

Г) Предел прочности

Вставьте пропущенное слово.

19) Вставьте пропущенное слово в виде существительного в единственном числе в именительном падеже

_____ определяет площадь поперечного сечения смятия в случае присоединения листа при помощи болта к другому элементу конструкции,



А) Круг.

Б) Прямоугольник.

В) Кольцо.

Г) Квадрат

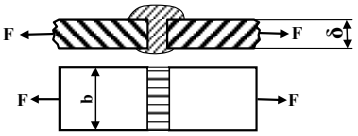
Выберите правильный ответ.

20) Какой внутренний силовой фактор возникает в поперечных сечениях бруса при сдвиге?

1. Продольная сила N,
2. Поперечная сила Q,
3. Крутящий момент T,
4. Изгибающий момент M.

21) Вставьте пропущенное слово в виде существительного в единственном числе в именительном падеже

_____ принимается равной длине лобового шва в расчете на прочность при соединении двух пластин стыковым сварным швом



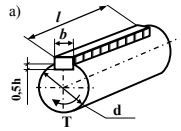
А) Ширина

Б) Толщина.

В) Высота

Выберите правильный ответ.

22) По какой из приведенных формул следует считать напряжение смятия, возникающее в призматической шпонке?



1. $\sigma_{см} = \frac{F}{b \cdot l} \le [\sigma]_{см}$
2. $\sigma_{см} = \frac{F}{h \cdot l} \le [\sigma]_{см}$
3. $\sigma_{см} = \frac{2F}{h \cdot l} \le [\sigma]_{см}$

23) Распределите в логической последовательности этапы расчета и выбор необходимых параметров при определении центра тяжести сложного сечения.

1 этап	
2 этап	
3 этап	
4 этап	

- проведение вспомогательных осу координат,
- определение расстояний между центрами тяжести каждой простой фигуры и вспомогательными осями,

- определение центров тяжести каждой фигуры,

- установление значений площадей поперечных сечений простых фигур.

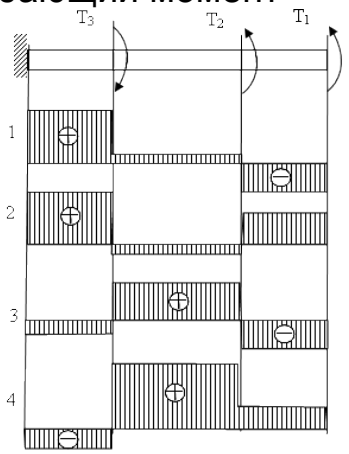
Выберите правильный ответ.

24) Какое внутреннее усилие возникает в поперечных сечениях бруса при кручении?

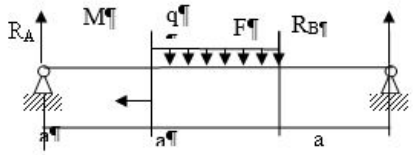
1. Продольная сила
2. Поперечная сила
3. Крутящий момент
4. Изгибающий момент

Выберите правильный ответ.

25) Какая из эпюр крутящих моментов соответствует заданной нагрузке бруса? ($T_3 > T_2 > T_1$)



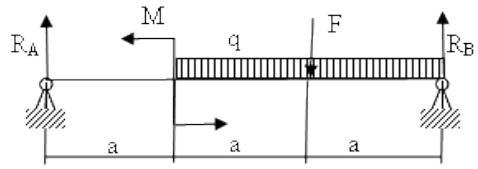
26) Установите соответствие между приведенными формулами, по которым определяются реакции в опорах и способом нагружения балки



$\sum M_A = 0$	
$\sum M_B = 0$	
$\sum Y = 0$	

- $R_A - q \cdot a - F + R_B = 0$,
- $R_B \cdot 3a - M + q \cdot a \cdot 1{,}5a - F \cdot a = 0$,
- $-R_A \cdot 3a - M + q \cdot a \cdot 1{,}5a + F \cdot a = 0$

27) Установите соответствие между формулами, определяющими поперечную силу на участках 1, 2, 3 и условием нагружения балки внешними силами.



1 участок	
2 участок	
3 участок	

- $Q = -R_B + q \cdot a$,

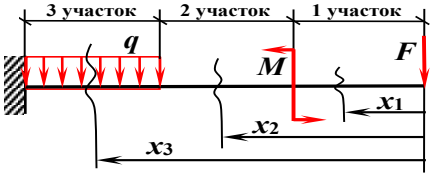
- $Q = R_A - g \cdot a$,
- $Q = R_A$

Выберите правильный ответ.

28) Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечных сечениях балки при поперечном изгибе?

1. Продольная сила N,
2. Поперечная сила Q,
3. Изгибающий момент M,
4. M и Q.

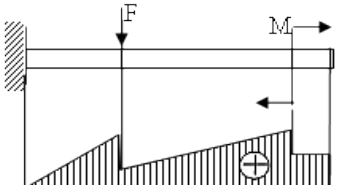
29) Установите соответствие между формулами, определяющими интервалы изменения сечений на участках для балки, приведенной на рисунке.



1 участок	
2 участок	
3 участок	

- $(l_1 + l_2) \le x_3 \le (l_1 + l_2 + l_3)$,
- $0 \le x_1 \le l_1$,
- $l_1 \le x_2 \le (l_1 + l_2)$.

30) Распределите в логической последовательности этапы расчета и определение диаметра вала при расчете на прочность балки, испытывающей деформацию изгиба.



1 этап	
2 этап	
3 этап	
4 этап	
5 этап	
6 этап	

- определение интервалов изменения сечений на участках,
- разделение балки на участки,
- проведение сечений,
- построение эпюры изгибающих моментов,
- применение уравнений прочности для определения размеров в опасном сечении,

- определение опасного сечения

31) Вставьте пропущенное слово в виде прилагательного в единственном числе в именительном падеже

Совокупность напряжений, возникающих на множестве площадок, проходящих через рассматриваемую точку, называют _____ напряжением.

А) Полным.

Б) Нормальным.

В) Касательным.

Г) Единичным

32) Распределите в логической последовательности в точке напряженного деформированного тела по трем главным площадкам значения нормальных напряжений:

σ_1	
σ_2	
σ_3	

- (50) МПА,

-(-100) МПА,

- 150 МПа

Выберите правильный ответ.

33) Когда два напряженных состояния считаются равноопасными.?

1. Если в них одновременно начинают возникать напряжения.
2. Если для них при увеличении главных напряжений в некоторое число раз одновременно не происходит разрушения.
3. Если они при пропорциональном увеличении главных напряжений в одно и то же число раз одновременно становятся предельными.
4. Если они при пропорциональном увеличении главных напряжений для одного в два, а для другого в три раза становятся предельными.

34) Установите соответствие между формулами, определяющими относительную деформацию и видом напряженного состояния тела

двухосного напряженного состояния	
одноосного напряженного состояния	
трехосного напряженного состояния	

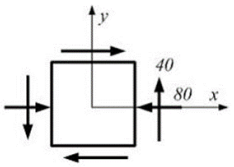
- $\varepsilon_1 = 1/E \cdot (\sigma_1 - \mu\sigma_3)$,
- $\varepsilon_2 = -\mu/E \cdot (\sigma_1 + \sigma_3)$,

- $\varepsilon_3 = 1/E \cdot (\sigma_3 - \mu\sigma_1)$.

35) Из девяти компонентов напряженного состояния, независимыми являются _____.

Выберите правильный ответ.

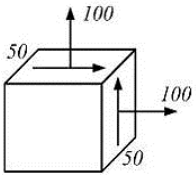
36) На гранях элементарного объема (см. рисунок) определены значения напряжений в МПа. Угол между положительным направлением оси x и внешней нормалью к главной площадке, на которой действует минимальное главное напряжение, равен



1. $-13^0,17'$;
2. 0^o;
3. $-22^0\ 30'$;
4. 22^0

Выберите правильный ответ.

37) Чему равны главные напряжения для напряженного состояния, показанного на рисунке



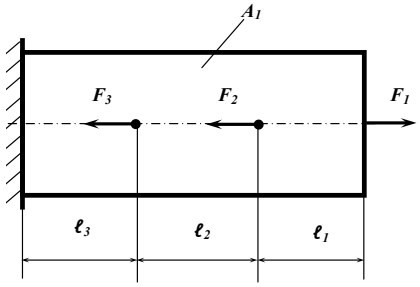
1. σ_1=150 МПа, σ_2=50 МПа, σ_3=-100 МПа;
2. σ_1=150 МПа, σ_2=-100 МПа, σ_3=50 МПа;
3. σ_1=50 МПа, σ_2=-100 МПа, σ_3=150 МПа;
4. σ_1=-100 МПа, σ_2=50 МПа, σ_3=150 МПа

4 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.

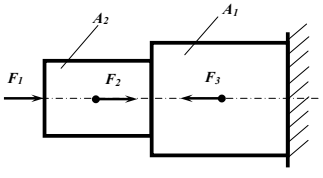
Примеры для выполнения практических работ.

1. Построить для бруса переменного сечения эпюры продольных сил и нормальных напряжений если $F_1 = 30кН,\ F_2 = 10кН,\ F_3 = 60кН,\ A_1 = 200мм^2,$



2. Определить полное перемещение свободного конца стержня, используя решение задачи №1, $\ell_3 = 0,5м$ если: модуль упругости первого рода E=$2\cdot10^5$МПа. $\ell_1 = 0,3м,\ \ell_2 = 0,4м$

3. Определить диаметры каждого участка вала круглого сечения, если $F_1 = 30кН,\ F_2 = 10кН,\ F_3 = 60кН,\ A_1 = 200мм^2,\ A_2 = 180мм^2$. Допускаемое значение напряжения [σ] = 150 МПа.



4. Определить требуемую толщину δ стальной полосы шириной b= 130 мм из условия, чтобы нормальные напряжения в ослабленном поперечном сечении не превышали 140 МПа. Диаметр отверстий d = 23 мм; F = 235,2 кН.

5. Указать ошибку (в процентах), которая получается от пренебрежения влиянием веса стального стержня длиной l = 25 мм при определении допускаемого значения растягивающей силы для него при $[\sigma_p]$ = 140 МПа. γ= 78 кН/ м^3.

6. Стальная проволока диаметром d = 2 мм под воздействием осевой нагрузки F = 300 Н удлинилась на Δ l = 0,5 мм. Определить напряжение σ_p и длину проволоки l. E = 2,1 • 10^5 МПа.

7. К стержням 1 и 2 диаметрами d_1= 16 мм и d_2= 13 мм подвешен груз весом F = 40 кН. Проверить прочность стержней, если они изготовлены из стали Ст.3 с пределом текучести $\sigma_т$ = 240 МПа. Коэффициент запаса прочности [n] = 1,5, α_1 = 30°, α_2 = 45°.

8. Чему равна сила F, растягивающая стальной ступенчатый стержень диаметрами d_1 = 50 мм и d_2= 60 мм, если его абсолютное удлинение Δl = 2 мм, l_1 = 2 м, l_2 = 3 м. Чему равны напряжения σ_1и σ_2 в каждой ступени стержня?

9. Груз весом G= 50 кН подвешен к крюку посредством канатной стропы. Проверить прочность каната, если предел прочности материала проволок каната σ_b = 1300 МПа, площадь сечения всех проволок одного каната A = 90 мм2 и коэффициент запаса прочности [n] = 8, α = 30°.

10. Определить критическую длину lкр стальной, медной и дюралюминиевой проволок при следующих значениях удельного веса и пределов прочности при растяжении: для стали σ_b = 635 МПа и γ= 78 кН/ м^3; для меди σ_b = 235 МПа, γ = 89 кН/м^3; для дюралюминия σ_b = 390 МПа и γ=21 кН/м^3.

12. Проверить на прочность сварное соединение, выполненное внахлестку из двух стальных полос толщиной δ = 15мм и шириной b = 130мм. Растягивающая сила F = 250кН. Допускаемое напряжение на срез сварного шва $[т]_{ср}$ = 70 МПа.

13. Проверить прочность штифтового соединения, если вращающий момент T = 120Н·м, который может передаваться цилиндрическим штифтом диаметром $d_{шт}$ = 6мм, длиной l = 30мм от шестерни к валу. Диаметр вала d = 40мм, а допускаемое напряжение на срез штифта $[т]_{ср}$ = 35МПа.

14. Определить длину призматической шпонки l из условия прочности на смятие, если передаваемый валом момент T = 0,7кН·м. Допускаемое напряжение на смятие $[\sigma]_{см}$ = 110МПа. Шпонка наполовину входит в паз вала и наполовину в паз ступицы. Высота шпонки h = 10мм, диаметр вала d = 50мм. Проверить на срез шпоночное соединение, если допускаемое напряжение $[т]_{ср}$ = 60МПа, а ширина шпонки b = 16мм.

15. Определить необходимое число заклепок n диаметром d = 20мм для присоединения листов толщиной δ_1 = 5мм к третьему листу

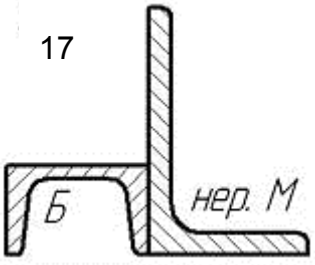
толщиной δ_2 = 12мм. Сила, растягивающая соединение, F = 180кН. Допускаемые напряжения [т]ср = 100МПа, $[\sigma]_{см}$ = 230МПа.

16. Определить диаметр заклепок, скрепляющих венец (1) конического колеса со ступицей (2). Центры восьми заклепок расположены на окружности диаметром D = 475мм. Момент, передаваемый соединением, T = 5кН·м, допускаемое напряжение на срез заклепок $[т]_{ср}$ = 52МПа.

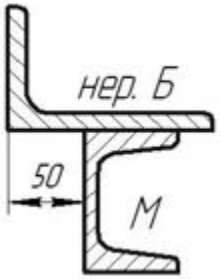
17. Для заданного сечения двух профилей: неравнобокого уголка №8; швеллера №10 определить положение главных центральных осей.

18. Для заданного сечения двух профилей: неравнобокого уголка №10; швеллера №12 определить величины главных центральных моментов инерции.

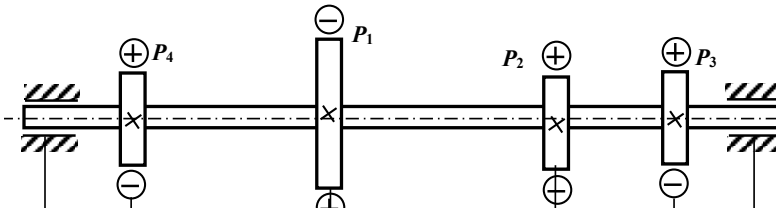
17



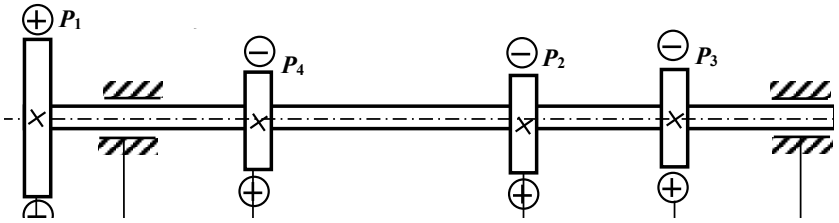
18



19. Для вала изображенного на рисунке определить крутящие моменты и построить эпюру, если $\boldsymbol{P_1}$ = 40кВт, $\boldsymbol{P_2}$, = 10кВт, $\boldsymbol{P_3}$ = 25кВт и $\boldsymbol{P_4}$ = 5кВт; скоростью $\boldsymbol{w}$ = 10$с^{-1}$



20. Для вала изображенного на рисунке определить крутящие моменты, построить эпюру и провести оптимизацию, если $\boldsymbol{P_1}$ = 50кВт, $\boldsymbol{P_2}$, = 10кВт, $\boldsymbol{P_3}$ = 35кВт и $\boldsymbol{P}$ − 5кВт; скоростью $\boldsymbol{w}$ = 10$с^{-1}$



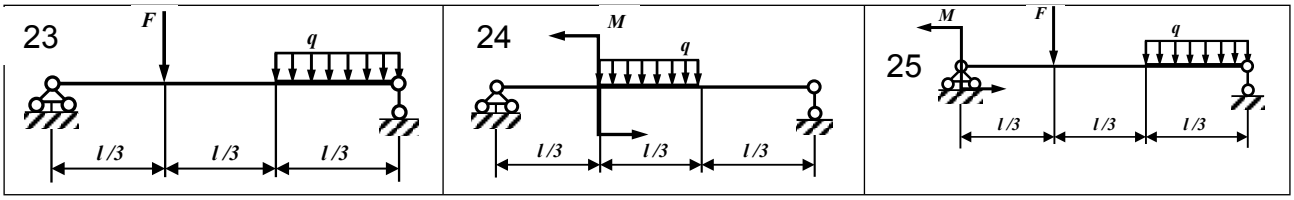
21. Найти нормальные и касательные напряжения, действующие на площадке, наклоненной под заданным углом $\boldsymbol{\alpha}$, решить задачу с использованием круга Мора.

22. Для балки квадратного сечения, изображенной на рисунке, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, определить размер стороны квадрата балки из расчета на прочность, если

допускаемое напряжение [σ] = 160 МПа. Длина балки l = 6м, ***F*** = 15 кН, q =20 кН/м.

23. Для балки, изображенной на рисунке, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, подобрать двутавровый профиль из расчета на прочность, если допускаемое напряжение [σ] = 150 МПа. Длина балки l = 6м, q =25 кН/м, *M* = 10 кНм

24. Для балки квадратного сечения, изображенной на рисунке, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, определить размер стороны квадрата балки из расчета на прочность, если допускаемое напряжение [σ] = 160 МПа. Длина балки l = 6м, ***F*** = 25 кН, q =20 кН/м, *M* = 30 кНм



Примеры для выполнения самостоятельных заданий.

Задание1

1.1 Для стальных стержней постоянного сечения и ступенчатой формы, нагруженных внешними силами определить:

– Продольные силы по длине стержня и построить эпюру продольных сил;

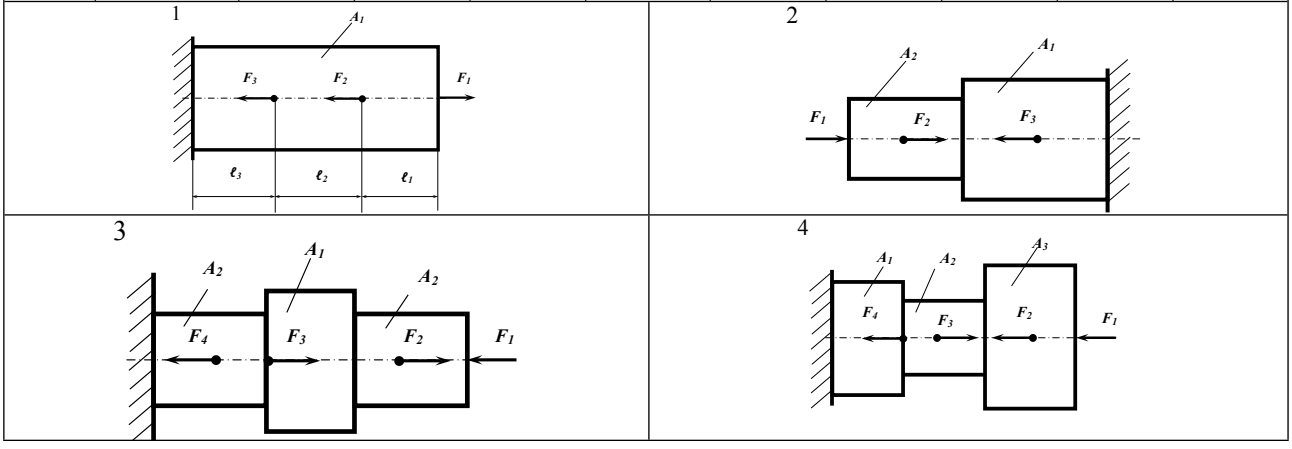
– Нормальные напряжения в поперечных сечениях и построить эпюру нормальных напряжений;

– Полное перемещение свободного конца стержня постоянного поперечного сечения;

– Проверить на прочность, если стержень постоянного сечения круглого сечения d = 20 мм. Модуль упругости первого рода E=2·10^{5}МПа.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

№ п/п	№ рис.	Внешние силы, ***кН***					Длины участков, ***м***			
		F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	ℓ_1	ℓ_2	ℓ_3	ℓ_4
1	1-4	30	10	60	60	-	0,30	0,35	0,35	-
2	5-8	10	5	10	30	50	0,35	0,30	0,40	-



Рисунки 1-4

Задание 1. 2 Расчеты на прочность

1.1 К нижнему концу троса, закрепленного верхним концом, подвешен груз F = 7,5 кН. Трос состоит из проволок диаметром d = 2 мм. Допускаемое напряжение материала троса [σ] = 300 МПа. Из какого количества проволок может быть составлен трос?

1.2 Определить сжимающие напряжения $\sigma_{сж}$ в нижнем поперечном сечении АВ каменного столба высотой l = 8 м с постоянным поперечным сечением (приложение А, рисунок 2). Удельный вес кладки γ = 20 кН/м^3.

1.3 Чугунная колонна высотой l = 3 м (приложение А, рисунок 3) с кольцевым поперечным сечением размерами D = 250 мм и d = 200 мм. Она нагружена сжимающей силой F = 500 кН. Найти напряжение в поперечном сечении σ сж. абсолютное ∆l и относительное ε укорочения колонны. Модуль упругости первого рода E = 1,2·10^5 МПа.

1.4 Определить наибольшее сжимающее напряжение σ_{max}, полное укорочение ∆l бетонной колонны (приложение А, рисунок 2) постоянного поперечного сечения высотой l = 10 м, если удельный вес бетона γ = 24 кН/м3, а его модуль упругости E = 2·10^4 МПа.

1.5 Кронштейн нагружен силой F = 60 к (приложение А, рисунок 1). Стержень АС – стальной (допускаемое напряжение $[\sigma]_с$ = 160 МПа), стержень ВС – деревянный (допускаемое напряжение $[\sigma]_д$ = 4 МПа). Подобрать круглое сечение стального и квадратное сечение деревянного стержней. α= 30°.

1.6 Определить размеры поперечного сечения квадратного каменного столба высотой l = 10 м, центрально нагруженного силой F = 500 кН (приложение А, рисунок 8). Допускаемое напряжение на сжатие [σсж] = 1 МПа, удельный вес кладки γ = 20 кН/м3.

1.7 Стержень из малоуглеродистой стали (приложение А, рисунок 10) шириной b = 300 мм и толщиной δ = 15 мм ослаблен отверстием диаметром d = 23 мм, расположенным на оси стержня. Какую максимальную растягивающую силу [F] может воспринимать этот стержень, если допускаемое напряжение $[\sigma_р]$ = 90 МПа?

Задание 2 Расчет на прочность при сдвиге

1.1 Определить необходимое количество заклепок n диаметром d = 20мм, поставленных в отверстие без зазора, для соединения внахлестку двух листов толщиной δ_1 = 8мм, δ_2 = 10мм (приложение А, рисунок 1). Сила, растягивающая соединение F = 200 кН. Допускаемые напряжения: на срез заклепок $[т]_{ср}$ = 155МПа, на смятие между заклёпками и стенками отверстий в листах $[\sigma]_{см}$ = 320 МПа.

1.2 Определить диаметр $d_ш$ цилиндрического штифта, используемого для крепления колеса на валу (приложение А, рисунок 3), если диаметр вала d = 30мм, а передаваемый момент T = 24Нм. Допускаемое напряжение на срез штифта $[т]_{ср}$ = 40 МПа.

1.3 Определить усилие, действующее в сварном соединении (приложение А, рисунок 7), выполненном внахлестку, из двух стальных

полос, каждая толщиной δ = 12мм и шириной b = 200мм, сваренных лобовыми швами. Допускаемое напряжение $[т]_{ср}$ = 104 МПа.

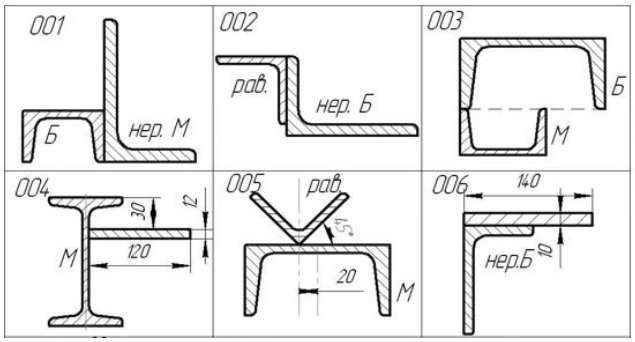
1.4 Определить диаметр цилиндрического штифта $d_{шт}$ длиной l = 25мм, предназначенного для крепления шестерни на валу (приложение А, рисунок 5), если момент, передаваемый валом, Т = 0,3кН·м, диаметр вала dв = 40мм, допускаемое напряжение на срез штифта $[т]_{ср}$ = 50 МПа.

1.5 Стык двух листов сечением δ x b = 10 x 150мм, перекрытый двумя накладками толщиной δ1 = 6мм каждая (приложение А, рисунок 6), растягивается силами F = 125кН. Соблюдается ли условие прочности в заклепочном соединении, если с каждой стороны стыка поставлено по две заклепки диаметром d = 20мм, а допускаемые напряжения: [σ]р = 160 МПа, [т]ср = 100 МПа, [σ]см = 320 МПа.

Задание 3 Геометрические характеристики плоских сечений

Для поперечного сечения, состоящего из различного сочетания прокатных профилей, определить положение главных центральных осей и величину главных центральных моментов инерции

Варианты профилей



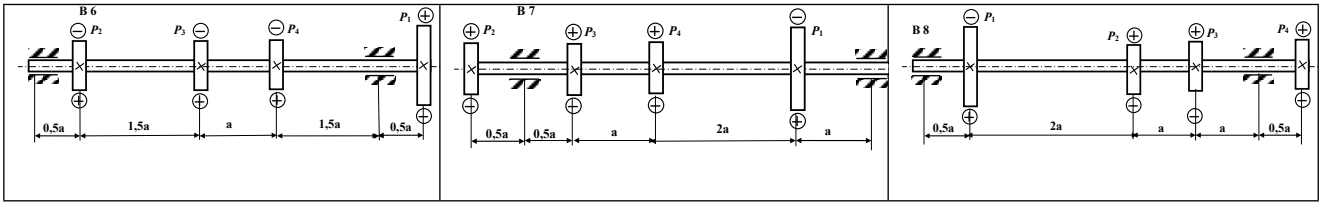
Варианты исходных данных

№ вариант а	Вид профиля						
	Б нер.	М нер	рав.	Б	М	Б	М
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

Задание 4 Деформация кручения

Трансмиссионный вал вращается с угловой скоростью w. На один из шкивов от электродвигателя передается мощность P_1, а другие шкивы передают на станки мощности P_2, P_3 и P_4. 1. Определить численные значения внешних крутящих моментов и построить расчетную схему вала. Построить эпюру крутящих моментов (Тк).

Оптимизировать расчетную схему вала (выбрать рациональное размещение шкивов на валу). Для выбранного расположения шкивов построить эпюру крутящих моментов (Тк). Определить диаметр вала из условия прочности. Определить диаметр вала из условия жесткости. Выбрать окончательный диаметр, построить эпюру углов закручивания. Определить расчетное максимальное касательное напряжение (т) и сравнить его с допускаемым. Определить расчетный максимальный относительный угол закручивания (θ) и сравнить с допускаемым значением.



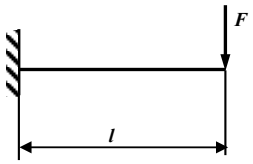
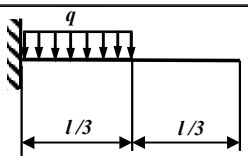
Исходные данные к заданию

номер варианта (исходные данные)			P_1,кВт	P_2, кВт	P_3, кВт	P_4, кВт	w, с$^{-1}$	a, м	[τ], МПа	[ϑ], град/м
1	1.1	1	30	14	10	6	8	0,4	40	0,8
2	2.1	2	25	10	8	7	5	0,3	45	0,6

Задание 5 Деформация изгиба

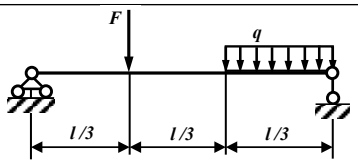
1. Для балки круглого сечения, изображенной на рисунке, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, определить диаметр балки из расчета на прочность, если допускаемое напряжение [σ] = 150 МПа.

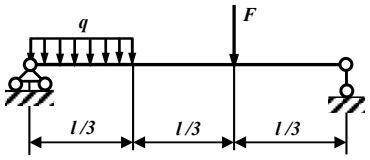
Варианты заданий

№	F, кН	q, кН/м	M, кНм	l, м	Схема нагружения балки
1	30	-	-	6	
6	-	30	-	6	

2. Для балки квадратного сечения, изображенной на рисунке, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, определить размер стороны квадрата балки из расчета на прочность, если допускаемое напряжение [σ] = 160 МПа. Длина балки l = 6м.

Варианты заданий

1	30	20	-	

2	40	10	-	

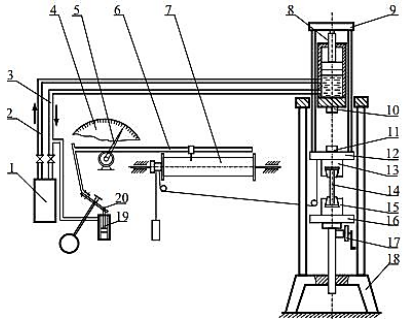
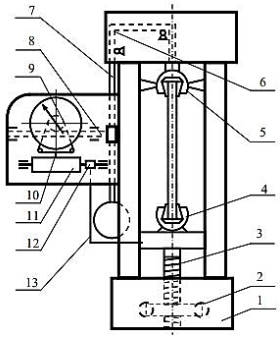
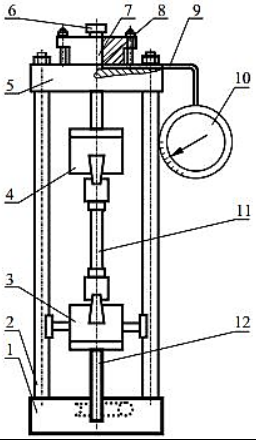
5 Выполнение лабораторных работ

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

Примеры для выполнения лабораторных работ.

Раздел 1 Изучение структурных схем машин для проведения механических испытаний

1. Изучить схемы машин для проведения испытаний с целью изучения механических свойств материалов

1.1 вариант	1.2 вариант	1.3 вариант
		
Универсальная испытательная машина ЦНИИМАШ-10	Универсальная испытательная машина УМ-5А	Испытательная машина фирмы «Лозенгаузен»

Раздел 2. Определение механических свойств материалов. На растяжение.

В соответствии с требованиями ГОСТа подготовить чертеж образца для его изготовления, с обозначением всех требуемых размеров, с целью дальнейшего изучения механических характеристик материалов (сталь):

2.1 вариант –круглая форма образца;

2.2 вариант – прямоугольна форма образца.

2.3. Провести испытание на растяжение с образцами следующих марок сталей: Сталь 10, Сталь 20, Сталь 45, по результатам испытания заполнить таблицу

вариант	Материал	d_o, мм	A_o, мм^2	l_o, мм	F_T, кН	F_{max}, КН	$d_к$, мм	$A_к$, мм^2	l_o, мм	σ_T, МПа	σ_B, МПа	δ, %	ψ, %

3.1	Сталь 10												
3.2	Сталь 20												
3.3	Сталь 45												

Раздел 3. Деформация растяжение (сжатие)

3. Определение продольных и поперечных деформаций бруса при центральном растяжении и сопоставление полученных результатов с расчётными величинами, вычисленными по формулам сопротивления материалов. Результаты опытного определения деформаций заносятся в протокол

№ опыта	F, кН	1 вариант Продольные									2 вариант Поперечные								
		A_1	ΔA_1	A_3	ΔA_3	$(\Delta A_1 + \Delta A_3)/2$	$\Delta A_{ср}$	ε	$\varepsilon_{оп}$	$\delta_{пр}$	A_2	ΔA_2	A_4	ΔA_4	$(\Delta A_2 + \Delta A_4)/2$	$\Delta A_{ср}$	$\varepsilon_{поп}$	$(\varepsilon_{поп})_{оп}$	$\delta_{поп}$
		дел						мм/мм		%	дел						мм/мм		%
1																			
2																			
3																			

Раздел 4. Экспериментальная проверка закона Гука и определение модуля упругости при сдвиге в соответствии с ГОСТ 3565-80

Провести экспериментальную проверку закона Гука и определение модуля упругости при сдвиге в соответствии с ГОСТ 3565-80.

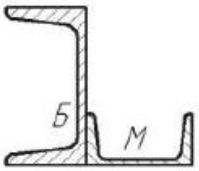
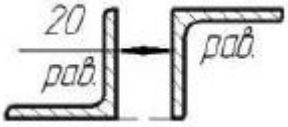
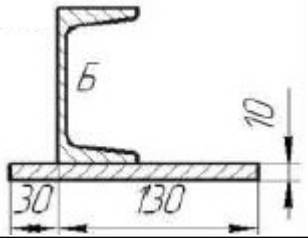
3.1 вариант – Ознакомиться с устройством торсиметра и испытательной машины, торсиметр настроить таким образом, чтобы цена деления стрелочного индикатора соответствовала углу поворота на 1 мин. Составить таблицу экспериментальных данных и построить график $M_к = f(\varphi)$.

3.2 вариант – Определить среднее приращение угла закручивания $\Delta\varphi_{ср}$ и определить модуль сдвига.

Вариант	1	2	3	4	5
d, мм	15	10	12	20	18

Раздел 5. Построение и определение для составного сечения положение центра тяжести и вычисление осевых моментов инерции

Используя программный комплекс AutoCAD построить и определить для составного сечения положение центра тяжести, направления главных осей и вычислить главные моменты инерции.

	1	2	3
Вариант			

Раздел 6. Определение главных напряжений и главных пло-щадок методом тензометрии

Экспериментальное определение деформаций и напряжений ме-тодом тензометрии широко применяется в инженерной практике, часто используется для проверки различных теоретических предположений и решений на моделях или реальных опытных изделиях.

6.1 Измерить деформацию с помощью цифрового измерителя деформаций ИДЦ. До проведения измерений включите прибор в электрическую сеть и дайте ему прогреться в течение 10 минут.

6.2. Нагрузить образец силой 100 кгс (1000 Н). Записать показания тензодатчиков в соответствующие ячейки таблицы. Выполнить те же действия при нагрузке на образец 400 кгс (4000 Н). Подсчитайте величину приращения Δn_i, для каждого тензодатчика.

Таблица Деформации по различным

Нагрузка F, Н	Показания датчиков, деления					
	Датчик x (канал)		Датчик u (канал)		Датчик y (канал)	
	n_x	Δn_x	n_u	Δn_u	n_y	Δn_y
1000						
4000						

Величина относительной деформации ε_i в каждом направлении (соответственно x, u, y) определяется произведением приращения показаний Δn_i на постоянную прибора К: $\varepsilon = \Delta n \cdot K$. Постоянная К прибора измеряется в единицах относительной деформации (1 ЕОД = 10-6); она указана на рабочем месте.

Раздел 7. Испытание на кручение на образцах круглого поперечного сечения с применением индикаторов часового типа.

Применяя индикаторы часового типа провести испытание на образцах круглого поперечного сечения с целью определения модуля сдвига исследуемого материала и доказательства того, что равным приращениям крутящего момента ΔМ должны соответствовать

одинаковые приращения угла закручивания Δφ, построить график зависимости Δφ от ΔМ.

Вариант	1	2	3	4
d, мм	15	10	12	20
материал	Сталь10	Сталь 15	Сталь 20	Сталь45

Раздел 8. Изучение закона распределения нормальных и касательных напряжений по высоте заданного сечения балки

Установить закон распределения нормальных напряжений по высоте заданного сечения балки, определить значения этих напряжений и сравнение их с теоретическими. подтвердить справедливость закона Гука при плоском изгибе, а также гипотезу плоских сечений. Усилие нагружения F = 100кН, профиль балки двутавровый.

Вариант	1	2	3	4
d, мм	20	30	25	40
Пролеты балки, м	$l_1 = l_2 = 0,6$ $l_3 = 0,3$	$l_1 = 0,8$, $l_2 = 0,5$ $l_3 = 0,2$	$l_1 = 0,5$, $l_2 = 0,7$ $l_3 = 0,3$	$l_1 = 0,25$, $l_2 = 1,0$ $l_3 = 0,25$
