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

23.05.04 «Эксплуатация железных дорог»
(направленность (профиль): «Промышленный транспорт»)

Квалификация выпускника
Инженер путей сообщения

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года 2 месяца

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: fc9174b54ee9e52ecccebc4447325f87f55889f2
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 17 апреля 2024 г. по 11 июля 2025 г.
Дата и время: 27-04-2025 19:56:42 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:

– решения технических задач на основе условий прочности при различных видах деформаций;
– умение применять теории прочности для расчета элементов конструкций;
– умение пользоваться справочными материалами, приняты-ми 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) 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Инженерная и компьютерная графика;
– Теоретическая механика;
– Математика.

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

– Теория решения изобретательских задач;
– Физика;
– Основы технологии производства продукции (оказания услуг);
– Материаловедение;
– Основы теории надежности.

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	Планируемые результаты обучения

		достижения ОПК	
Математический и естественнонаучный анализ задач в профессиональной деятельности	ОПК-1: Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	ОПК-1.2 Использует естественнонаучные и общеинженерные знания, необходимые для решения стандартных задач профессиональной деятельности	– знать: основные виды деформаций, уравнения при расчетах на прочность и жесткость деталей конструкций; механические свойства материалов, используемых для изготовления деталей промышленного транспорта; основные требования к методикам расчета. – уметь: использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности, а также способностью принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива.

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***	***2 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*
	зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***6***	*6*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***54***	*54*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные понятия.Опытное изучение механических свойств материалов (Виды деформации и понятия, виды и способы нагружения, метод сечений. Назначение и виды испытаний. Диаграммы испытаний для определения механических свойств материалов);

Раздел 2 Деформация растяжение (сжатие) (Определение внутренних усилий. Применение метода сечений. Про-дольная, поперечная деформации. Допускаемые напряжения. Закон Гука. Расчеты на прочность);

Раздел 3 Деформация сдвига, среза, смятия (Основные понятия. Чистый сдвиг, напряженное состояние при сдвиге. Модуль упругости второго рода. Закон Гука. Практические расчеты);

Раздел 4 Геометрические характеристики плоских сечений (Статический момент сечения, моменты инерции сечения. Зависимость между моментами инерции относительно параллельных осей. Моменты инерции простых фигур);

Раздел 5 Деформация кручения (Основные понятия. Построение эпюр. Формулы для расчёта на проч-ность и жесткость);

Раздел 6 Деформация изгиба (Основные понятия. 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.Опытное изучение механических свойств материалов	2	
Раздел 2.	Деформация растяжение (сжатие)	2	
Раздел 3.	Деформация сдвига, среза, смятия	2	
Раздел 4.	Геометрические характеристики плоских сечений	2	
Раздел 5.	Деформация кручения	4	
Раздел 6.	Деформация изгиба	4	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Анализ диаграммы растяжения. Определение основных механических характеристик	4	
Раздел 2.	Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений. Расчеты на прочность	5	
Раздел 3.	Расчеты на прочность болтовых, заклепочных, шпоночных и сварных соединений	5	
Раздел 4.	Определение центра тяжести сложного сечения и главных центральных осей	5	
Раздел 5.	Построение эпюр крутящих моментов и расчет вала на прочность	6	
Раздел 6.	Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов, расчет балок на прочность	7	

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 структурных схем машин для проведения механических испытаний	0.5	
Раздел 2.	Опытное изучение механических свойств материалов на растяжение	0.5	
Раздел 3.	Экспериментальная проверка закона Гука и определение модуля упругости при сдвиге в соответствии с ГОСТ 3565-80	1	
Раздел 4.	Используя программный комплекс AutoCAD построить и определить для составного сечения положение центра тяжести	2	
Раздел 5.	Испытание на кручение на образцах круглого поперечного сечения с применением индикаторов часового типа	1	
Раздел 6.	Установление закона распределения нормальных напряжений по высоте заданного сечения балки	1	
Итого:		**6**	**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.	9	
Раздел 2.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Оформление отчета по лабораторной работе; 4. Подготовка к лабораторной работе; 5. Подготовка к практическому занятию; 6. Прохождение тестирования.	10	
Раздел 3.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Оформление отчета по лабораторной работе; 4. Подготовка к лабораторной работе; 5. Подготовка к практическому занятию; 6. Прохождение тестирования.	9	
Раздел 4.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Оформление отчета по лабораторной работе; 4. Подготовка к лабораторной работе; 5. Подготовка к практическому занятию; 6. Прохождение тестирования.	8	
Раздел 5.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Оформление отчета по	8	

	лабораторной работе; 4. Подготовка к лабораторной работе; 5. Подготовка к практическому занятию; 6. Прохождение тестирования.		
Раздел 6.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Оформление отчета по лабораторной работе; 4. Подготовка к лабораторной работе; 5. Подготовка к практическому занятию; 6. Прохождение тестирования.	10	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	36	
Итого:		**90**	**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 лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о лабораторной работе; 5. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 6. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Домашнее задание; 3. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии; 5. Отчет о лабораторной работе; 6. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 7. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);

		2. Домашнее задание; 3. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии; 5. Отчет о лабораторной работе; 6. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 7. Тестовые задания
Раздел 4.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Домашнее задание; 3. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии; 5. Отчет о лабораторной работе; 6. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 7. Тестовые задания
Раздел 5.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Домашнее задание; 3. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии; 5. Отчет о лабораторной работе; 6. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 7. Тестовые задания
Раздел 6.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Домашнее задание; 3. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии; 5. Отчет о лабораторной работе; 6. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 7. Тестовые задания
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 – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

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

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 устного обсуждения (опроса); домашнее задание; наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о лабораторной работе; оценка участия в работе на лекционном 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 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.	удовлетворительно
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 СУО «Moodle» 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 участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.5 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.

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».

12.2.6 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».

12.2.7 Рекомендации по оцениванию отчета о лабораторной работе

Оформление отчета о проделанной лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о лабораторной работе:

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

– аккуратность оформления отчета о лабораторной работе.

Критерии оценки отчета о лабораторной работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о лабораторной работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о лабораторной работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о лабораторной работе оформлен аккуратно.	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: экзамен.

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

13.2 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

Оценка	Требования к знаниям
	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.

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. – Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2008. – 191 с. – ISBN 978-5-89070-580-8. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=6654 (дата обращения: 20.03.2025);

2 Игнатьев, А. Г. Сопротивление материалов. Выполнение индивидуальных расчетных заданий. – Челябинск : ЮУрГАУ, 2010. – 127 с. – ISBN 978-5-88156-560-2. – URL: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=9667 (дата обращения: 20.03.2025);

3 Жилкин, В. А. Сопротивление материалов. – Челябинск : ЮУрГАУ, 2011. – 524 с. – ISBN 978-5-88156-588-6. – URL: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=9686 (дата обращения: 20.03.2025);

4 Методические указания к семестровым заданиям по курсу "Сопротивление материалов". – Челябинск : ЮУрГАУ, 2012. – 38 с. – URL: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=9688 (дата обращения: 20.03.2025);

5 Хохлов, В. А. Сопротивление материалов : учебное пособие / В.А. Хохлов, К.Н. Цукублина, Н.А. Куприянов, Н.А. Логвинова. – Томск : ТПУ, 2011. – 228 с. – ISBN 978-5-98298-815-7. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=10323 (дата обращения: 20.03.2025);

6 Болтенкова, О. М. Механика. Сопротивление материалов (теория и практика) : учебное пособие / О.М. Болтенкова, О.Ю. Давыдов, В.Г. Егоров, С.В. Ульшин. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013. – 121 с. – ISBN 978-5-89448-

971-1. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141640 (дата обращения: 20.03.2025);

7 Шатохина, Л. П. Сопротивление материалов. Расчёты при сложном сопротивлении : учебное пособие / Л.П. Шатохина, Я.Ю. Белозерова, Е.М. Сигова ; ред. Л.П. Шатохина. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2012. – 140 с. – ISBN 978-5-7638-2308-0. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229341 (дата обращения: 20.03.2025);

8 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: 20.03.2025);

9 Подгорный, А. С. Сопротивление материалов : практикум / А.С. Подгорный, Ю.П. Захаров. – Москва : Альтаир МГАВТ, 2009. – 195 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430010 (дата обращения: 20.03.2025).

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;
– 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 оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ), оснащенную приборами и устройствами для проведения испытаний;

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) 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог».

Составитель(и):

доцент Гудимова Людмила Николаевна (кафедра механики и машиностроения).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

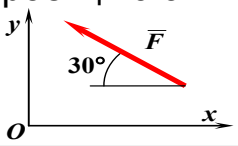
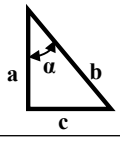
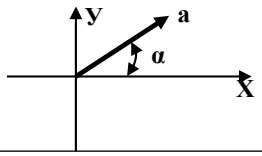
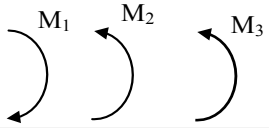
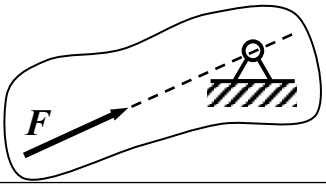
Согласована:

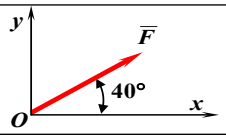
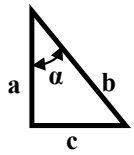
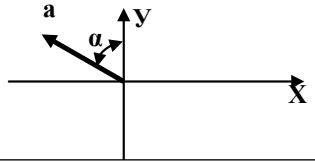
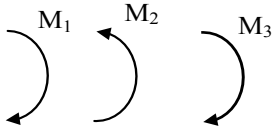
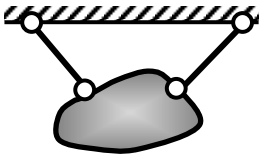
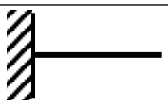
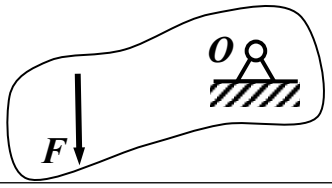
инженер конструктор, к.т.н.,
ООО «Сибэлектро  А.В. Макаров

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 $b^2+ 2bc + c^2 = 16$	
16	В одной плоскости расположены три пары моментов. Определить момент пары сил M_3, при котором эта система находится в равновесии, если M_1=210 Н·м; 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

Тема 1. Основные понятия. Опытное изучение механических свойств материалов

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.

7 Какие виды деформации используются при изучении механических свойств материалов.

8 Какие по форме стандартизированы образцы при испытаниях на растяжение.

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

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

11 Что возникает на поверхности образца после достижения предела текучести.

12 Как определяется механическая характеристика относительного остаточного сужения.

Раздел 2 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 3 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 4 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 5 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 6 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 (разделы 1 – 6):

Выберите один правильный ответ.

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.

Элемент конструкции, ось которого прямолинейная и длина в несколько раз превышает поперечные размеры называется _____.

Выберите один правильный ответ

3) Какое количество допущений существует при проведении расчетов в дисциплине сопротивление материалов?

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.

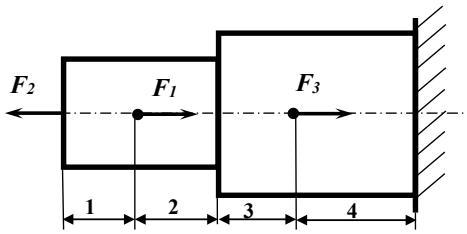
Выберите один правильный ответ.

8) Стальной 1 и медный 2 стержни одинаковых размеров подвешены вертикально и соединены внизу горизонтальной балкой. В каком месте надо приложить силу $\boldsymbol{F}$, 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 пропущенное слово.

При определении допускаемого напряжения для конструкций, изготовленных из пластичных материалов, применяется предел _____.

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

сталь	
медь	
чугун	

дерево	

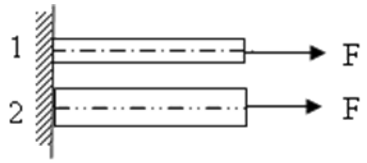
- $2 \cdot 10^5$ МПа,
- $1 \cdot 10^5$ МПа,
$1 \cdot 10^4$ МПа,
- $(0{,}75 \ldots 1{,}6) \cdot 10^5$ МПа.

Вставьте пропущенное слово.

12) При деформации растяжения (сжатия) для определения внутренних усилий, возникающих в поперечном сечении, применяется метод _____.

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	

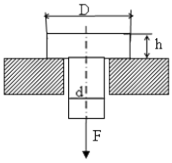
- разделение балки на участки,
- расставление направлений реакций в точках опор,
- определение интервалов изменения сечений на участках,
- проведение сечений,
- построение эпюры изгибающих моментов,
- определение величин и направлений реакций опор,
- применение уравнений прочности для определения размеров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

Вставьте пропущенное слово.

18) Для продавливания отверстия в листе металла небольшой толщины в формулу условия прочности ставится механическая характеристику предел _____.

Вставьте пропущенное слово.

19) Полоса при помощи болта присоединяется к другому элементу конструкции, деформация смятия в этом случае происходит по площади поперечного сечения _____.



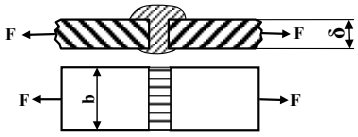
Выберите правильный ответ.

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.

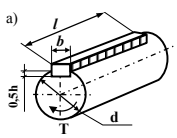
Вставьте пропущенное слово.

21) При расчете на прочность при соединении двух пластин (шириной – b и толщиной δ) стыковым сварным швом, длина лобового шва принимается равной _____ пластины.



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.

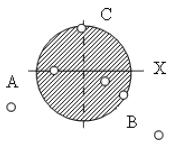
Выберите правильный ответ.

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

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

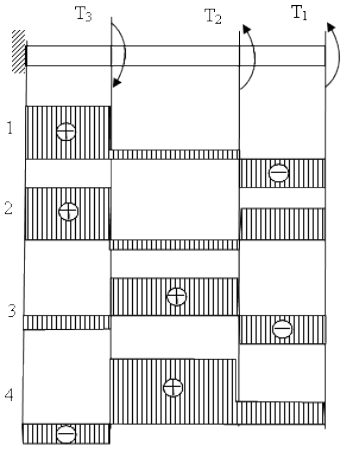
Вставьте пропущенное слово.

25) Стержень круглого поперечного сечения испытывает деформацию кручения. Максимальное значение касательного напряжения будет соответствовать точкам _____.

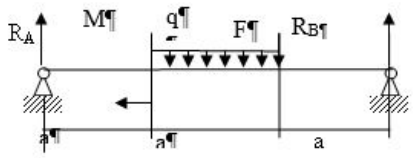


Выберите правильный ответ.

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

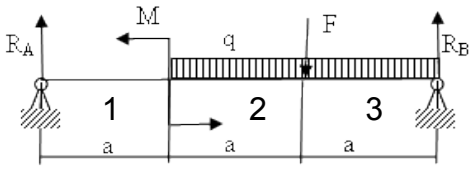


27) Установите соответствие между приведенными формулами, по которым определяются реакции в опорах и способом нагружения балки



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

28) Установите соответствие между формулами, определяющими поперечную силу на участках и условием нагружения балки внешними силами.



1 участок	
2 участок	
3 участок	

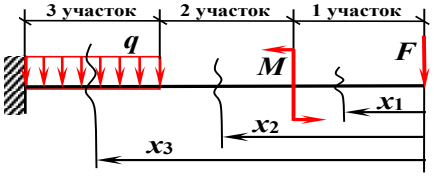
- $Q = -R_B + q \cdot a$,
- $Q = R_A - g \cdot a$,
- $Q = R_A$

Выберите правильный ответ.

29. 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.

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

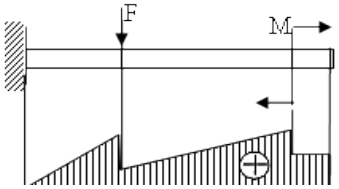


1 участок	
2 участок	
3 участок	

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

31) 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

Вставьте пропущенное слово.

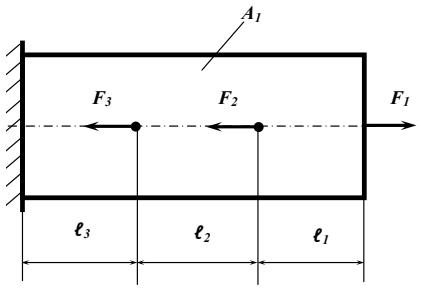
32) Допускаемое напряжение для балки равно 130 МПа. После окончательного выбора формы и размеров балки расчетное напряжение в наиболее опасном сечении оказалось равным 120 МПа. В этом случае условие прочности _____.

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.

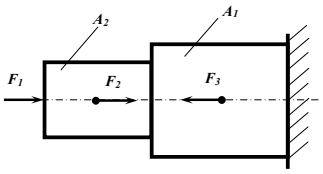
Примеры для выполнения практических работ.

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=2·10^{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, $\alpha_1 = 30°$, $\alpha_2 = 45°$.

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.

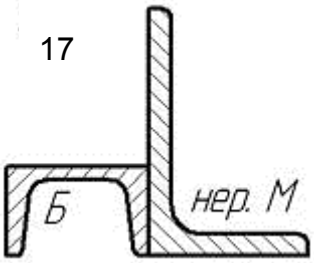
15. Определить необходимое число заклепок n диаметром d = 20мм для присоединения листов толщиной δ_1 = 5мм к третьему листу толщиной δ_2 = 12мм. Сила, растягивающая соединение, F = 180кН. Допускаемые напряжения [т]ср = 100МПа, $[\sigma]_{см}$ = 230МПа.

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.

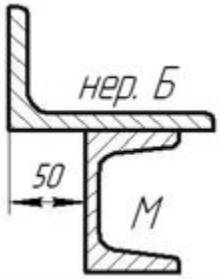
17. Для заданного сечения двух профилей: неравнобокого уголка №8; швеллера №10 определить положение главных центральных осей.

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

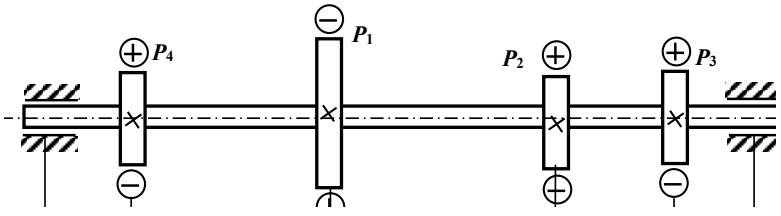
17



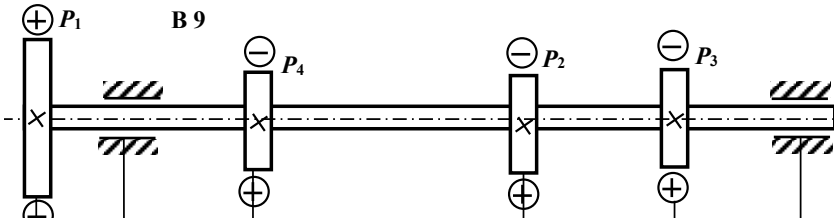
18



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



20. Для вала изображенного на рисунке определить крутящие моменты, построить эпюру и провести оптимизацию, если P_1 = 50кВт, P_2, = 10кВт, P_3 = 35кВт и P_4 = 5кВт; скоростью w = 10с$^{-1}$

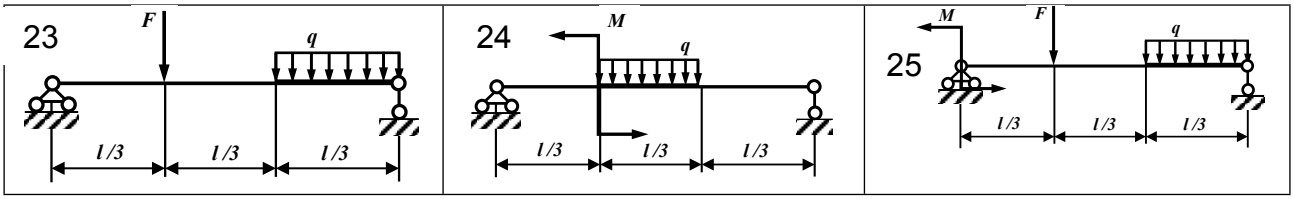


21. Найти нормальные и касательные напряжения, действующие на площадке, наклоненной под заданным углом ***α***, решить задачу с использованием круга Мора.

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 домашних 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;

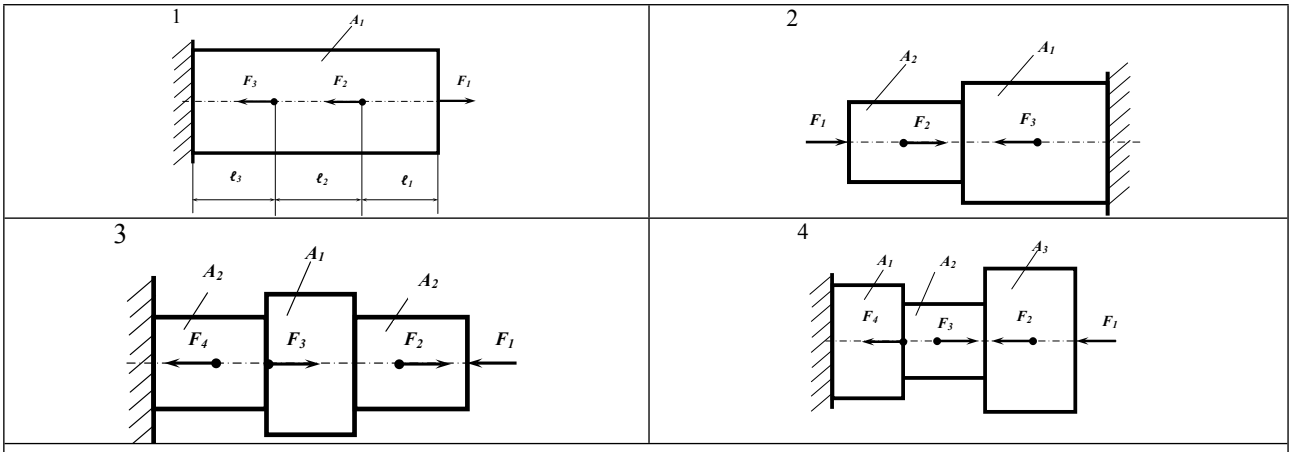
– Проверить на прочность, если стержень постоянного сечения круглого сечения d = 20 мм. Модуль упругости первого рода $E=2\cdot10^5$МПа.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

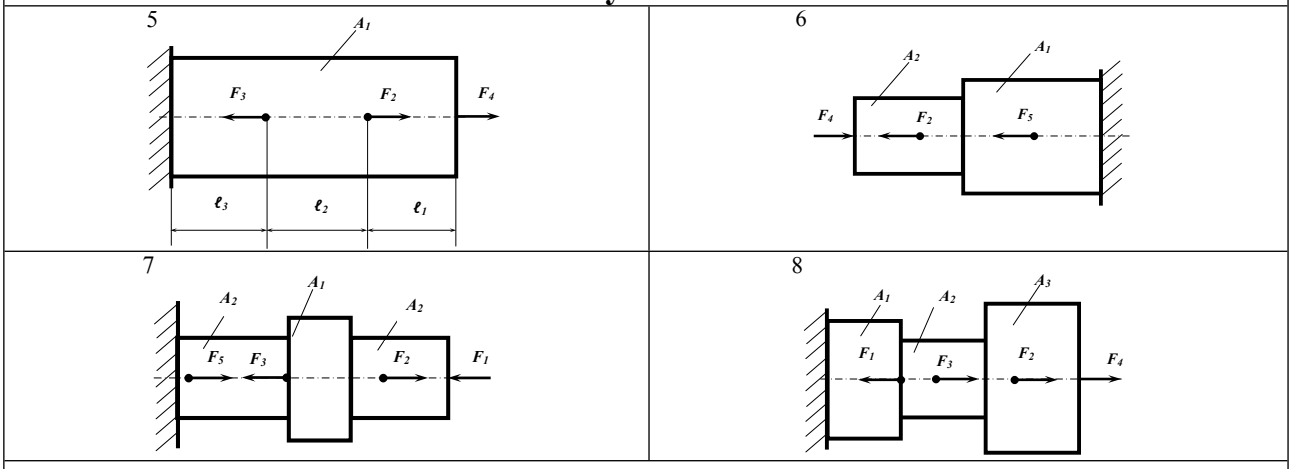
№ п/п	№ рис.	Внешние силы, ***кН***					Длины участков, ***м***			
		F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	ℓ_1	ℓ_2	ℓ_3	ℓ_4
1	1-4	30	10	60	60	-	0,30	0,35	0,35	-
2	5-8	10	5	10	30	50	0,35	0,30	0,40	-

……

……



Рисунки 1-4



Рисунки 5-8

……

……

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 Δl 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 = $2 \cdot 10^4$ 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?

1.8 Стальной стержень постоянного поперечного сечения имеет длину l = 5 м. Определить удлинение стержня Δl при подвешивании его за один конец (приложение А, рисунок 11). Принять E = $2{,}1 \cdot 10^5$ МПа, удельный вес материала стержня γ = 78 кН/$м^3$.

1.9 Груз силой тяжести F подвешен на двух стержнях круглого поперечного сечения (приложение А, рисунок 12).Угол α = 30°. Стержень 1 – стальной (диаметр d_1 = 30 мм, допускаемое напряжение для материала стержня $[\sigma_р]_1$= 160 МПа), стержень 2 - алюминиевый (диаметр d_2 = 40 мм и $[\sigma_р]_2$ = 60 МПа). Какой наибольший груз [F] можно повесить на этих стержнях?

1.10 Определить полное удлинение стального стержня длиной l = 120 м, вызванное силой тяжести стержня (приложение А, рисунок 11). Удельный вес γ = 78,5 кН/м3

……
……

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.

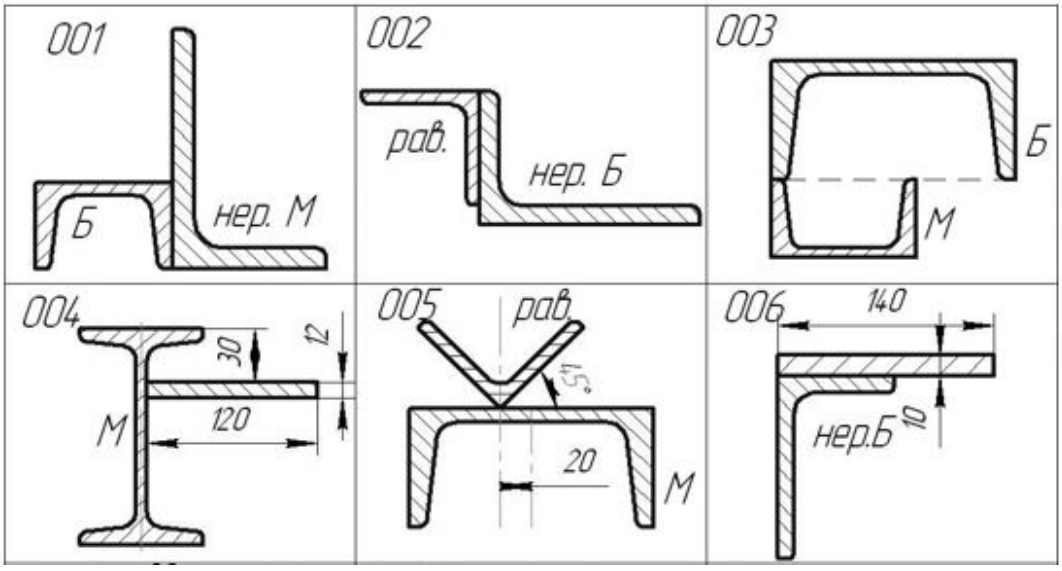
1.6 Определить напряжение, действующее в сварном соединении (приложение А, рисунок 7), выполненном внахлестку, из двух стальных полос, каждая толщиной δ = 12мм и шириной b = 200мм, сваренных лобовыми швами. Растягивающая сила F = 350кН.

……
……

Задание 3 Геометрические характеристики плоских сечений

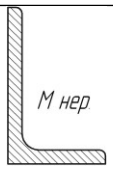
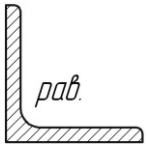
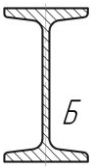
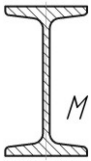
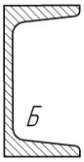
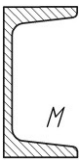
Для поперечного сечения, состоящего из различного сочетания прокатных профилей, определить положение главных центральных осей и величину главных центральных моментов инерции

Варианты профилей



……
……

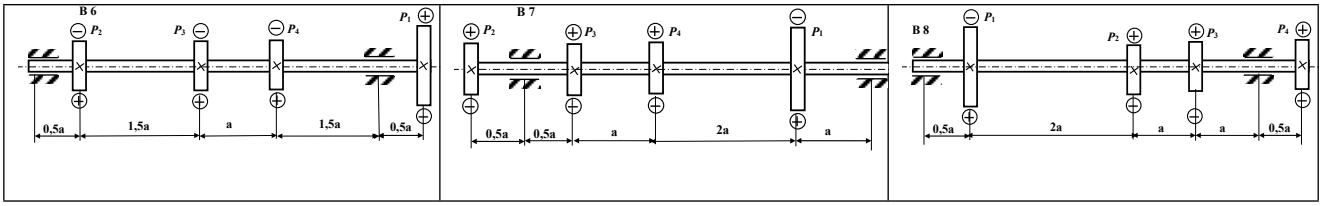
Варианты исходных данных

№ вариант	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

……
……

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

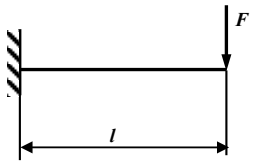
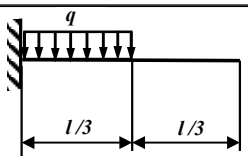
номер варианта (исходные данные)			P_1,кВт	P_2, кВт	P_3, кВт	P_4, кВт	w, с$^{-1}$	a, м	[τ], МПа	[ϑ], град/м
1	1.1	1	30	14	10	6	8	0,4	40	0,8
2	2.1	2	25	10	8	7	5	0,3	45	0,6
3	3.2	3	40	10	20	10	12	0,4	40	0,6
4	4.3	4	45	12	18	15	15	0,4	45	0,5

……
……

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.

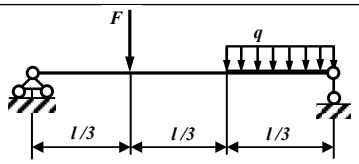
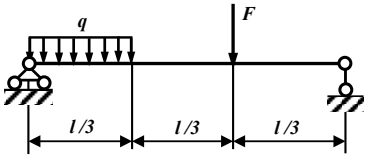
Варианты заданий

№	***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

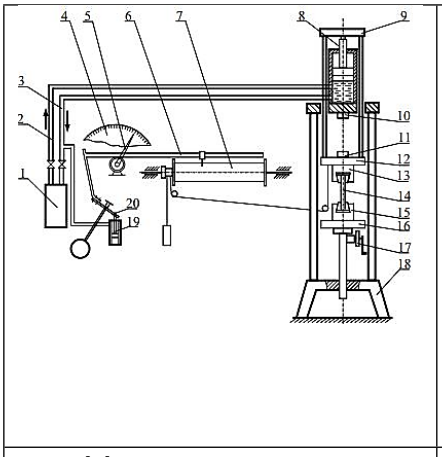
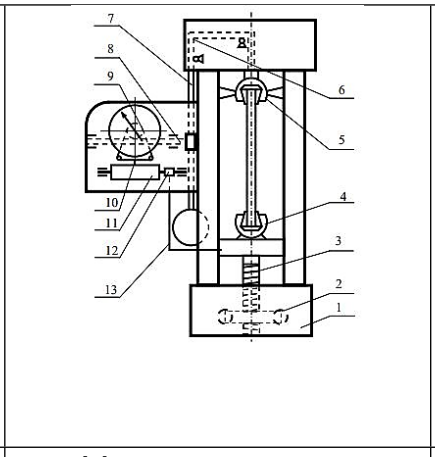
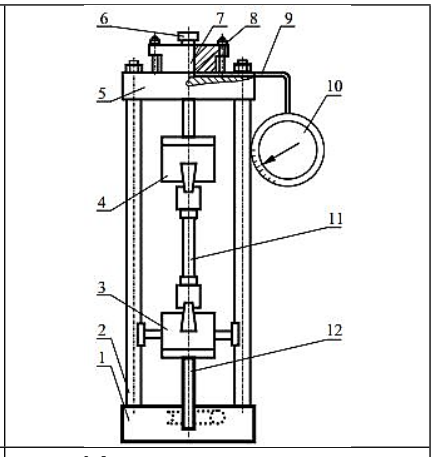
Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.

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. Опытное изучение 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. 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.

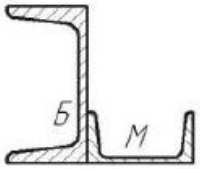
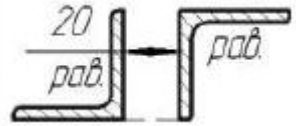
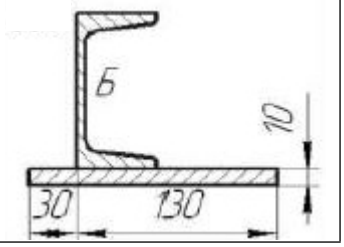
3.1 вариант – Ознакомиться с устройством торсиметра и испытательной машины, торсиметр настроить таким образом, чтобы цена деления стрелочного индикатора соответствовала углу поворота на 1 мин. Составить таблицу экспериментальных данных и построить график $M_к = f(\varphi)$.

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

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

Раздел 4. Геометрические характеристики плоских сечений

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			

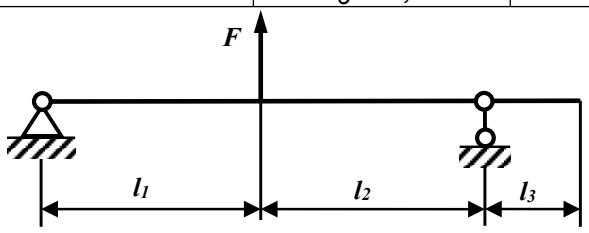
Раздел 5. Испытание на кручение на образцах круглого поперечного сечения с применением индикаторов часового типа.

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 6. Деформация изгиба.

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	$l_1 = l_2 = 0,6$ $l_3 = 0,3$	$l_1 = 0,8$, $l_2 = 0,5$ $l_3 = 0,2$	$l_1 = 0,5$, $l_2 = 0,7$ $l_3 = 0,3$	$l_1 = 0,25$, $l_2 = 1,0$ $l_3 = 0,25$
				

5 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

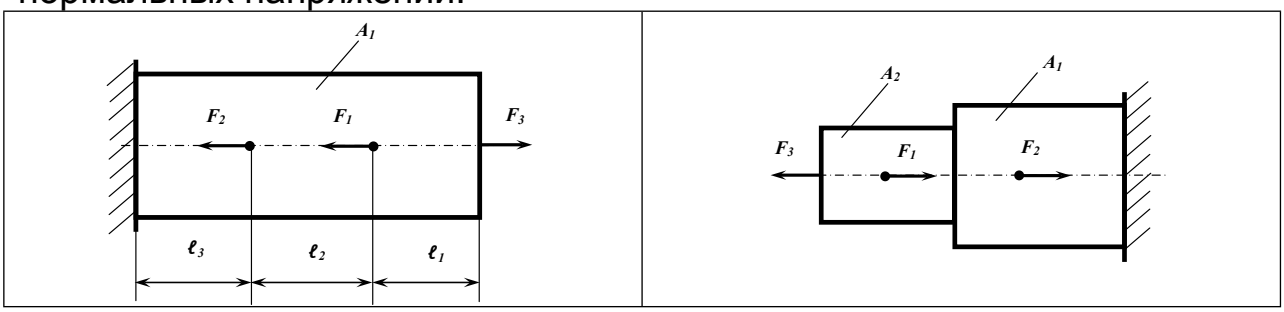
1. Задачи курса сопротивления материалов.
2. Допущения, принимаемые в курсе сопротивления материалов.
3. Внешние силы (нагрузки).
4. Метод сечений. Напряжения.
5. Определение продольных сил при растяжении (сжатии).
6. Определение напряжений при растяжении (сжатии).
7. Условная диаграмма растяжения малоуглеродистой стали.
8. Диаграммы растяжения легированной стали.
9. Основные понятия при сдвиге.
10. Расчет на прочность болтовых и заклёпочных соединений.
11. Расчет на прочность сварных соединений.
12. Расчет на прочность шпоночных соединений.
12. Моменты инерции сечения.
14. Моменты инерции простых фигур.
15. Построение эпюр крутящих моментов.
16. Определение напряжений в стержнях круглого сечения.
17. Деформации и перемещения при кручении.
18. Общие понятия о деформации изгиба.
19. Типы опор балок. Определение реакций опор.
20. Определение внутренних усилий при изгибе.
21. Правила знаков при изгибе.
22. Определение нормального напряжения при изгибе.
23. Условие прочности при изгибе. Момент сопротивления круглого тела.
24. Гипотезы прочности. Третья гипотеза прочности.

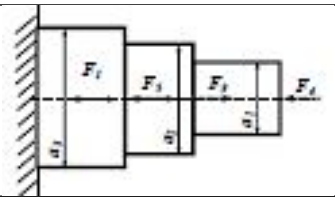
6 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

Задача 1. Для стального стержня постоянного или переменного сечения и ступенчатой формы, нагруженного внешними силами определить:

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

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

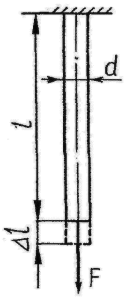






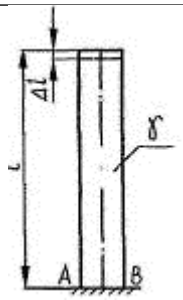
Задача 2

Стальная проволока диаметром ***d*** = 1,5 *мм* удлиняется на Δl = 0,5 *мм* под действием растягивающей силы ***F*** = 220 кН. Определить начальную длину проволоки ***l;*** ***E*** = $2{,}1 \cdot 10^5$ *МПа.*



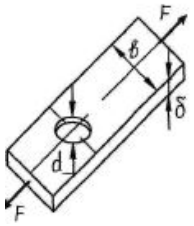
Задача 3

Определить сжимающие напряжения $\sigma_{сж}$ в нижнем поперечном сечении *AB* каменного столба высотой *l* = 8 *м* с постоянным поперечным сечением. Удельный вес кладки γ = 20 *кН/м³*



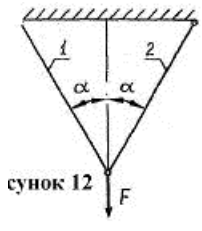
Задача 4

Стержень из малоуглеродистой стали 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 $[\sigma_p]$ = 90 МПа?



Задача 5

Груз силой тяжести F подвешен на двух стержнях круглого поперечного сечения Угол α = 30°. Стержень 1 – стальной (диаметр d_1 = 30 мм, допускаемое напряжение для материала стержня $[\sigma p]_1$= 160 МПа), стержень 2 - алюминиевый (диаметр d_2 = 40 мм и $[\sigma p]_2$ = 60 МПа). Какой наибольший груз [F] можно повесить на этих стержнях?



сунок 12

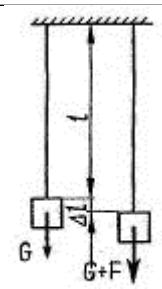
Задача 6

Стальной трос, состоящий из Z = 38 проволок диаметром d = 0,5

мм, должен работать с 5-ти кратным запасом прочности. Определить максимальную допустимую нагрузку [F], если предел прочности σв = 1200 МПа.

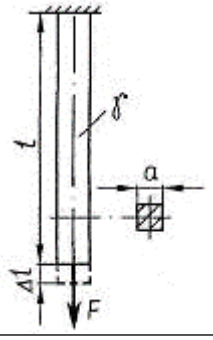
Задача 7

К тросу диаметром d = 10 мм подвешена клеть шахтного подъемника весом G = 1 кН. Длина троса, нагруженного только весом самой клети l = 100 м, его длина, когда клеть загружена рудой весом F = 4 кН, на 30 мм больше (∆l = 30 мм). Определить модуль упругости E троса.



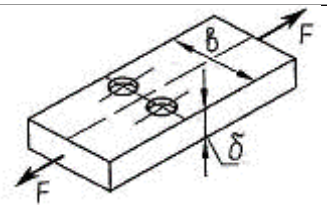
Задача 8

Определить наибольшее напряжение σ_{max}, в стальном стержне квадратного сечения и удлинение ∆l с учетом его веса l = 10 м, F = 150 кН; a = 60 мм E = $2 \cdot 10^5$ МПа и удельный вес γ = 78 кН/м3.



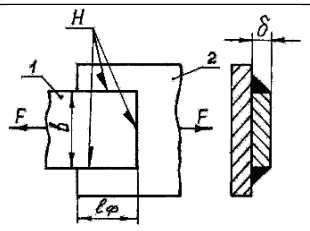
Задача 9

Определить требуемую толщину δ стальной полосы шириной b= 130 мм из условия, чтобы нормальные напряжения в ослабленном поперечном сечении не превышали 140МПа (приложение А, рисунок 20). Диаметр отверстий d = 23 мм; F = 235,2 кН.



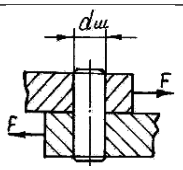
Задача 10

Определить необходимую длину фланговых швов для прикрепления внахлестку стальной полосы (1) к листу (2). Размеры полосы ***b*** x δ = 150 x 10мм, статическая растягивающая сила ***F*** = 240кН. Допускаемое напряжение шва, работающего на срез, $[\tau]_{ср}$ = 66,5МПа.



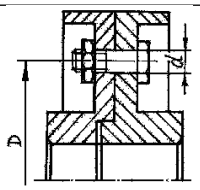
Задача 11

Определить диаметр цилиндрического штифта $d_{шт}$, предназначенного для крепления двух стальных полос, если: растягивающая сила F = 8кН, допускаемое напряжение штифта на срез $[\tau]_{ср}$ = 60МПа.



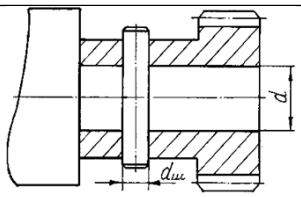
Задача 12

Фланцы муфты соединены между собой шестью болтами, поставленными в отверстия без зазора. Определить диаметр стержня болта d, если допускаемое напряжение на срез стержня болта $[\tau]_{ср}$ = 44МПа, а диаметр окружности, на которой расположены оси болтов D = 200мм. Момент, передаваемый муфтой, T = 4,09кН·м.



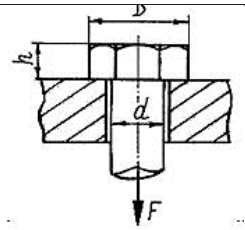
Задача 13

Определить диаметр $d_ш$ цилиндрического штифта, используемого для крепления колеса на валу, если диаметр вала d = 30мм, а передаваемый момент T = 24Нм. Допускаемое напряжение на срез штифта $[\tau]_{ср}$ = 40 МПа.



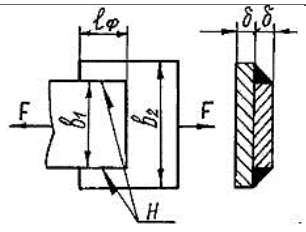
Задача 14

Выяснить, соблюдаются ли условия равнопрочности болта на растяжение, его головки на срез и опорной поверхности головки на смятие, если: $[\sigma]_р$ = 120МПа, $[\tau]_{ср}$ = 70МПа, $[\sigma]_{см}$ = 170МПа, высота головки болта h = 12мм, диаметр болта d = 20мм и диаметр головки болта D = 32мм.



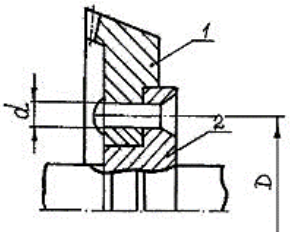
Задача 15

Рассчитать длину фланговых швов сварного соединения, выполненного внахлестку, при допускаемом напряжении на срез швов [т]ср = 60МПа. Размеры свариваемых листов δ x b_1 = 8 x 30мм и δ x b_2 = 8 x 50мм, допускаемое напряжение листов на растяжение $[\sigma]_р$ = 110МПа.



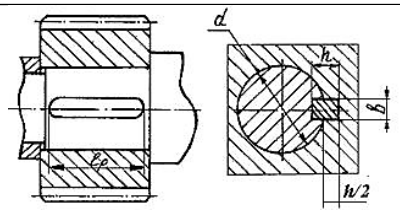
Задача 16

Венец (1) конического скреплен шестью заклепками со ступицей (2). Определить диаметр заклепок d из условия прочности на срез, если [т]ср = 68МПа, а центры заклепок расположены на окружности диаметром D = 450мм. Момент, передаваемый заклепочным



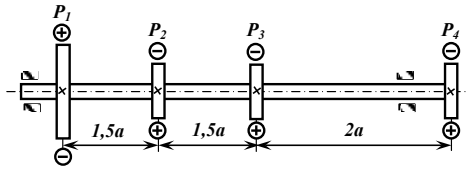
соединением Т = 7,2кН·м.	

Задача 17

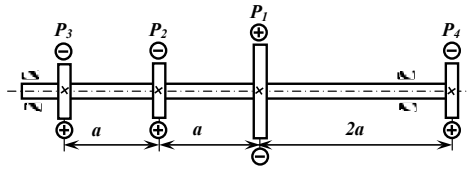
Определить напряжение смятия в шпоночном соединении при передаче вращающего момента Т = 560Нм. Если диаметр вала d = 50мм, высота шпонки h = 9мм, а длина призматической шпонки со скругленными торцами l = 45мм Шпонка наполовину входит в паз вала и наполовину в паз ступицы.	

Задача 18, 19 Трансмиссионный вал вращается с угловой скоростью ω. На один из шкивов от двигателя передается мощность P_1, а другие шкивы передают на станки мощности P_2, P_3 и P_4. Определить численные значения внешних моментов, построить эпюру крутящих моментов, оптимизировать схему

Вариант 1

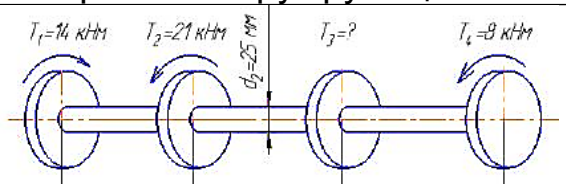


Вариант 2

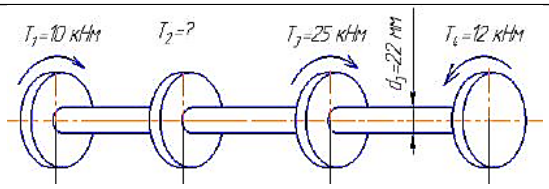


P_1,кВт	P_2, кВт	P_3, кВт	P_4, кВт	w, $с^{-1}$
30	**14**	**10**	**6**	**8**

Задача 20, 21 Задана ступенчатая конструкция, находящегося в равновесии. На размещены и жестко закреплены шкивы, передающие внешние крутящие моменты. На одном из шкивов значение и направление крутящего момента не указано. Диаметр одного из участков задан, как показано на рисунке к заданию. Определить: величину и направление неизвестного крутящего момента Тх, приложенного к одному из шкивов из условия равновесия вала. Построить эпюру крутящего момента.



Вариант 1

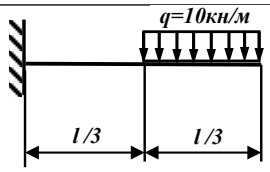


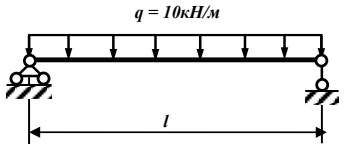
Вариант 2

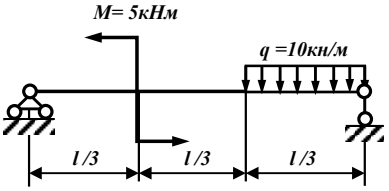
Задача 22 – 25 Для стальной балки круглого (задача 1), квадратного (задача 2) и двутаврового (задача 3) сечений требуется:

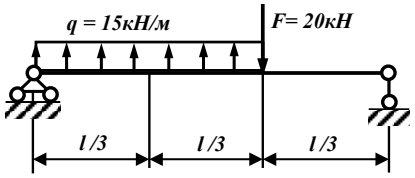
- построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов,
- выявить опасное сечение,
- из условия прочности по нормальным напряжениям подобрать размеры поперечного сечения балки. Допускаемое напряжение [σ] = 150 МПа, длина *l* = 6м

Задача 1	Задача 2	Задача 3


q=10кн/м
l/3
l/3


q = 10кН/м
l


M= 5кНм
q =10кн/м
l/3
l/3
l/3


q = 15кН/м
F= 20кН
l/3
l/3
l/3