

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Куижева Саида Казбековна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.03.2022 11:00:47  
Уникальный программный ключ:  
71183e1134ef9cfa69b206d480271b3c1a975e6f

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Майкопский государственный технологический университет»

Политехнический колледж

Предметная (цикловая) комиссия гуманитарных и естественнонаучных дисциплин

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по учебной работе  
В.М. Куприенко  
« 15 » 06 2019 г.

### УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ по выполнению практических (расчетно-графических) работ (Примерная программа, общие методические указания и задания для студентов очной формы обучения) по дисциплине «Техническая механика»

Базовая подготовка

#### Специальности:

- 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта
- 35.02.03 Технология деревообработки
- 35.02.07 Механизация сельского хозяйства
- 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий
- 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений
- 23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте (по видам)

Одобрено предметной (цикловой комиссией) гуманитарных и естественнонаучных дисциплин

Председатель цикловой комиссии  
  
С.Н.Шхапацева

Протокол № 10 от 15.06 2019 г.

Составлено на основе ФГОС СПО и учебного плана МГТУ по специальностям:

23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта

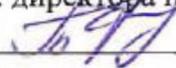
35.02.03 Технология деревообработки

35.02.07 Механизация сельского хозяйства

08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий

08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте (по видам)

Зам. директора по учебной работе  
  
В.М. Куприенко

«15» 06 2019 г.

Разработчики:

Шхапацева С.Н.

  
(подпись)

- преподаватель первой категории  
политехнического колледжа МГТУ

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
II. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	6
III. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
IV. ЗАДАЧИ (№ 1, 2, 3) ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ (РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ) РАБОТ	26
V. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ (РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ) РАБОТ	39
VI. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ПРАКТИЧЕСКИХ (РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ) РАБОТ	41
Литература	56
Приложения	57

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебно-методическое пособие включают в себя краткий курс лекций, вопросы для самоконтроля, методические указания по выполнению практических (расчетно-графических) работ, варианты, краткое пояснение к вопросам, а также перечень вопросов к дифференцированному зачету, экзамену и список литературы.

Методические указания разработаны с целью оказания методической помощи студентам для выполнения практических (расчетно-графических) работ по дисциплине «Техническая механика».

Техническая механика - комплексная дисциплина, является одной из основных общепрофессиональных дисциплин профессионального учебного цикла. Назначение предмета - дать основные сведения о законах равновесия и движения твердых материальных тел и их взаимодействия, о некоторых методах расчета элементов машин и сооружений, об устройстве и области применения в основах проектирования деталей машин и простейших механизмов общего назначения. Знания и навыки, полученные учащимися при изучении предмета, необходимы для освоения ряда специальных и профилирующих дисциплин, выполнения курсовых и дипломного проектов, а также при практической работе на производстве.

*Техническая механика* включает три раздела: «Теоретическая механика», «Соппротивление материалов», «Детали машин». «Теоретическая механика» — раздел, в котором излагаются основные законы движения твердых тел и их взаимодействия. В разделе «Соппротивление материалов» изучаются основы прочности материалов и методы расчетов элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость под действием внешних сил. В заключительном разделе «Технической механики» «Детали машин» рассматриваются основы конструирования и расчета деталей и сборочных единиц общего назначения.

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов системы знаний общих законов движения и равновесия материальных тел, основ расчетов элементов конструкций на прочность, жесткость, усталость и устойчивость, основ проектирования деталей и конструкций.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- раскрыть законы статики, динамики, кинематики и сопротивления материалов;
- освоить основы прочности материалов и методику расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных нагрузках;
- выделять из систем рассматриваемое тело и силы, действующие на него;
- реализовывать деятельностный подход в анализе действующих деформаций.

В результате освоения дисциплины «Техническая механика» обучающийся должен знать:

- историческое развитие науки, связь ее с другими науками;
- основные понятия и аксиомы теоретической механики (статики, кинематики и динамики);
- законы равновесия и перемещения тел;
- определение направления реакции, связи;
- определение момента силы относительно точки, его свойства;
- типы нагрузок и виды опор балок, ферм, рам;
- методики выполнения основных расчетов по теоретической механике, сопротивлению материалов и деталям машин;
- законы механики деформируемого твердого тела, виды деформации, основные расчеты;
- напряжение и деформации возникающие в строительных элементах при работе под нагрузкой.
- основы проектирования деталей и сборочных единиц;
- основы конструирования.

Владеть:

- базовыми знаниями при выполнении основных расчетов по теоретической механике, сопротивлению материалов и деталям машин;
- методами оценки статических и динамических нагрузок на элементы конструкций
- навыками сбора и анализа информации.

Уметь:

- производить расчет на растяжение и сжатие, на срез, смятие, кручение и изгиб;
- выбирать детали и узлы на основе анализа их свойства для конкретного применения;
- пользоваться государственными стандартами, строительными нормами и правилами другой нормативной документацией.

При изложении материала необходимо соблюдать единство терминологии, обозначений, единиц измерения в соответствии с действующими стандартами (ГОСТами и СНиПами).

Для лучшего усвоения материала необходимо использовать технические, аудиовизуальные средства обучения, вычислительную технику и т.д.

Основная форма изучения дисциплины – самостоятельная работа студентов над учебниками и учебными пособиями, конспектами. Умение самостоятельно работать с книгой является основой подготовки специалиста.

Изучать дисциплину рекомендуется последовательно по темам, в соответствии с примерным тематическим планом и методическими указаниями к ним. Изучать каждую тему рекомендуется в такой последовательности. Внимательно и вдумчиво прочитать в учебнике содержание всей темы, обратив особое внимание на общий подход к

изучаемому вопросу и общие принципы решения разбираемого типа задач. На этом этапе не обязательно запоминать все формулы и выводы. Когда усвоена общая методика, нужно прочитать материал снова, составить краткий конспект с выводами необходимых формул. На этом этапе материал должен быть изучен подробно.

Степень усвоения материала проверяется умением ответить на вопросы для самоконтроля, приведенные в конце темы. После того как теоретический материал усвоен, необходимо разобрать решение типовых задач, помещенных в учебниках и учебных пособиях (в том числе и здесь), а также решить некоторое количество задач из задачников. Далее следует перейти к выполнению практической (расчетно-графической) работы.

Материал, выносимый на установочные и обзорные занятия, а также перечень выполняемых расчетно-графических работ и практических занятий определяются учебным заведением исходя из соответствующих рабочих учебных планов по специальности. На аудиторных занятиях студентов знакомят с программой дисциплины, методикой работы над материалом и выполнения практической (расчетно-графической) работы.

Варианты практической (расчетно-графической) работы составлены применительно к действующим рабочим программам по дисциплине.

Проведение практических занятий предусматривает своей целью закрепление теоретических знаний и приобретение практических умений по учебной дисциплине.

Выполнение работы определяет степень усвоения студентами изучаемого материала и умения применять полученные знания при решении практических задач.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде дифференцированного зачета или экзамена

## II. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Разделы и темы
1	2
	Введение <b>Раздел 1. Теоретическая механика</b>
1.1	Основные понятия и аксиомы статики.
1.2	Плоская система сходящихся сил. Определение равнодействующей геометрическим и аналитическим способами.
1.3	Пара сил и момент силы относительно точки.
1.4	Плоская система произвольно расположенных сил.
1.5	Пространственная система сил.
1.6	Центр тяжести тела. Центр тяжести плоских фигур.
1.7	Устойчивость равновесия.
1.8	Кинематика. Основные понятия кинематики.

1.9	Кинематика точки.
1.10	Простейшие движения твердого тела.
1.11	Сложное движение точки. Сложное движение твердого тела.
1.12	Динамика. Основные понятия и аксиомы. Понятие о трении.
1.13	Движение материальной точки. Метод кинетостатики.
1.14	Общие теоремы динамики.
<b>Раздел 2. Сопротивление материалов</b>	
2.1	Основные положения.
2.2	Растяжение и сжатие.
2.3	Практические расчеты на срез и смятие.
2.4	Геометрические характеристики плоских сечений.
2.5	Поперечный изгиб прямого бруса.
2.6	Сдвиг и кручение
2.7	Устойчивость центрально- сжатых стержней.
2.8	Понятие о действии динамических и повторно-переменных нагрузок.
<b>Раздел 3. Детали машин</b>	
3.1	Основные положения.
3.2	Общие сведения о передачах.
3.3	Фрикционные передачи.
3.4	Зубчатые передачи.
3.5	Ременные передачи.
3.6	Цепные передачи.
3.7	Червячные передачи.
3.8	Соединения: разъемные и неразъемные.

### **III. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### ***Введение***

Место дисциплины в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы.

Цели и задачи предмета. Материя и движение. Механическое движение. Равновесие.

Основные разделы предмета.

#### ***Задачи теоретической механики***

*Теоретическая механика* — наука о механическом движении материальных твердых тел и их взаимодействии. Механическое движение понимается как перемещение тела в пространстве и во времени по отношению к другим телам, в частности к Земле.

Для удобства изучения теоретическую механику подразделяют на статику, кинематику и динамику.

*Статика* изучает условия равновесия тел под действием сил.

*Кинематика* рассматривает движение тел как перемещение в пространстве; характеристики тел и причины, вызывающие движение, не рассматриваются.

*Динамика* изучает движение тел под действием сил.

## **Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

### **Тема 1.1. Основные понятия и аксиомы статики**

Теоретическая механика и ее разделы: статика, кинематика, динамика. Краткий обзор развития теоретической механики.

Материальная точка. Абсолютно твердое тело. Сила как вектор. Единицы силы. Система сил. Эквивалентные системы сил. Равнодействующая и уравнивающая системы сил. Внешние и внутренние силы.

Аксиомы статики. Свободное и несвободное тело. Степень свободы.

Связи. Реакции связей. Идеальные связи и правила определения направления их реакций.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Назовите разделы теоретической механики и укажите, какие вопросы в них изучают.
2. Дайте определение материи. Перечислите формы движения материи.
3. В чем общность понятий абсолютно твердого тела и материальной точки и в чем их различие?
4. Дайте определение силы.
5. Какие системы сил называют статически эквивалентными?
6. Что такое равнодействующая системы сил, уравнивающая сила?
7. Сформулируйте аксиомы статики.
8. Какие тела называются свободными, а какие несвободными?
9. Что называется связью?
10. Что такое реакция связи?
11. Перечислите виды связей и укажите направление соответствующих им реакций.
12. Какие связи называются идеальными? Какое направление имеют их реакции?

#### ***В результате изучения темы студент должен:***

- иметь представление об абсолютном твердом теле, материальной точке; о системах сил;
- знать определение направления реакций, связи, типы связей.

### **Тема 1.2. Плоская система сходящихся сил**

Система сходящихся сил. Силовой многоугольник. Геометрическое условие равновесия системы.

Теорема о равновесии трех непараллельных сил. Определение равнодействующей сходящихся сил графическим способом. Определение усилий в двух шарнирно-соединенных стержнях. Проекция силы на оси координат.

Аналитическое определение равнодействующей системы. Аналитические уравнения равновесия системы.

Методика решения задач на равновесие плоской системы сходящихся сил с использованием геометрического и аналитического уравнения равновесия.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Что называется проекцией силы на ось?
2. В каком случае проекция силы на ось равна 0?
3. Сформулируйте определение плоской системы сходящихся сил.
4. Геометрический способ нахождения равнодействующей плоской системы сходящихся сил.
5. Сформулируйте аналитическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил.

**Практическое занятие №1.** Определение равнодействующей плоской системы сходящихся сил. Определение равнодействующей сходящихся сил графическим и аналитическим способами.

**Практическое занятие №2.** Определение усилий в стержнях ферм методом вырезания узлов (графическим и аналитическим способами).

***В результате изучения темы студент должен:***

- иметь представление о силовом многоугольнике; о способах замены системы сил одной;
- знать проекции сил на оси координат; условия равновесия системы сил;
- уметь определять равнодействующую графическим и аналитическим способами.

**Тема 1.3. Пара сил**

Понятие пары сил. Вращающее действие пары на тело. Момент пары сил, величина, знак. Свойства пар. Условие равновесия пары сил.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Что такое пара сил? Какое действие на тело оказывает пара сил?
2. Что такое плечо пары сил, момент пары сил?
3. Сформулируйте условие равновесия системы пар сил.

***В результате изучения темы студент должен:***

- иметь представление о вращательном движении тела; о свойствах пары сил, о моменте пары сил;
- знать условия равновесия пары сил.

**Тема 1.4. Плоская система произвольно расположенных сил**

Момент силы относительно точки; величина, знак, условие равенства нулю. Приведение силы и системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент. Частные случаи приведения плоской системы сил. Теорема Вариньона. Уравнения равновесия плоской произвольной системы сил (три вида). Равновесие плоской системы параллельных сил (два вида).

Классификация нагрузок - сосредоточенные силы, моменты, равномерно распределенные нагрузки и их интенсивность.

Балки, плоские фермы, рамы. Опоры: шарнирно-подвижная, шарнирно-неподвижная, жесткое защемление (заделка) и их реакции. Аналитическое определение опорных реакций балок.

Связи с трением. Сила трения, угол и коэффициент трения. Условие самоторможения.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Что такое момент силы относительно точки? Как берется знак момента силы относительно точки? Что называется плечом силы?
2. В каком случае момент силы относительно точки равен нулю?
3. Что такое главный вектор и главный момент плоской системы сил?
4. Сформулируйте теорему Вариньона.
5. Сформулируйте аналитическое условие равновесия плоской системы произвольно расположенных сил.
6. Укажите три вида уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил.
7. Укажите, как рационально выбрать направления осей координат и центр моментов.
8. Какие нагрузки называются сосредоточенными и распределенными?
9. Что такое интенсивность равномерно распределенной нагрузки?
10. Как найти числовое значение, направление и точку приложения равнодействующей равномерно распределенной нагрузки?
11. Какие системы называются статически определимыми?
12. Что называется силой трения?
13. Перечислите основные законы трения скольжения.
14. Что такое угол трения и коэффициент трения?
15. Каково условие самоторможения тела на наклонной плоскости?
16. Для заданных балочных систем необходимо:
  - а). показать реакции, возникающие в опорах А и В под действием внешних сил;
  - б). записать уравнения равновесия для определения опорных реакций;
  - в). записать уравнения для проверки правильности определения опорных реакций.

**Практическое занятие №3.** Определение опорных реакций консольных и однопролетных балок.

***В результате изучения темы студент должен:***

- иметь представление о главном векторе и главном моменте сил, о трении и условии самоторможения;
- знать определение момента силы относительно точки, его свойства; условия равновесия плоской параллельной и произвольной системы сил; типы нагрузок и виды опор балок;
- уметь определять опорные реакции балок;
- определять усилия в стержнях фермы с использованием метода сечений.

**Тема 1.5. Пространственная система сил**

Параллелепипед сил. Равнодействующая пространственной системы сходящихся сил.

Проекция силы на три взаимно-перпендикулярные оси. Геометрические и аналитические условия равновесия пространственной системы сходящихся сил. Момент силы относительно оси; его величина, знак, свойства.

Приведение пространственной произвольной системы сил к главному вектору. Аналитические уравнения равновесия пространственной системы произвольно расположенных сил (без вывода).

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Что представляет собой параллелепипед сил?
2. Чем является равнодействующая в параллелепипеде сил?
3. Напишите уравнения равновесия для пространственной системы сходящихся сил.
4. Что такое момент силы относительно оси? В каких случаях момент силы относительно оси равен нулю?
5. Напишите уравнения равновесия для произвольной пространственной системы сил.

**В результате изучения темы студент должен:**

- иметь представление о параллелепипеде сил; о приведении пространственной произвольной системы сил к главному вектору и главному моменту;
- знать момент силы относительно оси и его свойства; условие равновесия пространственных систем сил.

**Тема 1.6. Центр тяжести тела. Центр тяжести плоских фигур.**

Центр параллельных сил и его свойства. Координаты центра параллельных сил.

Сила тяжести. Центр тяжести тела как центр параллельных сил. Координаты центра тяжести плоской фигуры (тонкой однородной пластины).

Статический момент площади плоской фигуры относительно оси: определение, единицы измерения, способ вычисления, свойства.

Центры тяжести простых геометрических фигур и фигур, имеющих ось симметрии.

Методика решения задач на определение положения центра тяжести сложных сечений, составленных из простых геометрических фигур и из сечений, стандартных профилей проката.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Что такое центр параллельных сил?
2. Как найти координаты центра параллельных сил?
3. Что такое центр тяжести тела?
4. Как найти центр тяжести прямоугольника, треугольника, круга?
5. Как найти координаты центра тяжести плоского составного сечения?
6. В каком случае для определения центра тяжести достаточно определить одну координату расчетным путем?
7. На какие составные фигуры можно разбить составные сечения для определения их центра тяжести?

**Практическое занятие №4.** Определение центра тяжести плоских фигур. Определение положения центра тяжести сложных плоских фигур, составленных из простых геометрических фигур и из профилей стандартного проката с одной или двумя осями симметрии.

***В результате изучения темы студент должен:***

- иметь представление о центре параллельных сил и его свойствах;
- знать статические моменты плоской фигуры;
- формулы для определения координат центра тяжести плоских фигур;
- уметь определять координаты центра тяжести плоских фигур.

### **Тема 1.7. Устойчивость равновесия**

Устойчивое, неустойчивое и безразличное равновесие твердого тела.

Условие равновесия твердого тела, имеющего неподвижную точку или ось вращения. Условие равновесия тела, имеющего опорную плоскость. Момент опрокидывающий и момент устойчивости.

Коэффициент устойчивости.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Какое равновесие тела называется устойчивым, неустойчивым?
2. Каким является условие равновесия тела, имеющего ось вращения, опорную плоскость?
3. Какое равновесие называется безразличным?
4. Дайте определение опрокидывающему моменту и моменту устойчивости.
5. Как определяется коэффициент устойчивости?

***В результате изучения темы студент должен:***

- иметь представление о различных видах равновесия;
- об опрокидывающем моменте и моменте устойчивости;
- знать формулу коэффициента устойчивости.

### **Тема 1.8. Кинематика. Основные понятия кинематики**

В кинематике изучают зависимости между пространственно-временными характеристиками механического движения. Поэтому кинематику называют также геометрией движения.

Основной задачей кинематики является нахождение положения тела в любой момент времени, если известны его положение, скорость и ускорение в начальный момент времени.

Обычно кинематику подразделяют на две части — кинематику точки и кинематику твердого тела.

Механическое движение - это изменение положения тел (или частей тела) относительно друг друга в пространстве с течением времени.

Для определения положения движущегося тела (или точки) в разные моменты времени с телом, по отношению к которому изучается движение, жестко связывают какую-нибудь систему координат, образующую вместе с этим телом систему отсчета.

Основные кинематические параметры: траектория, пройденный путь. Уравнение движения точки. Естественный и координатный способы задания

движения. Скорость движения. Ускорение точки. Нормальное, касательное, полное ускорение.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Запишите в общем виде закон движения в естественной и координатной форме.
2. Что называется траекторией движения?
3. Как определяется скорость движения точки при естественном способе задания движения?
4. Запишите формулы для определения касательного, нормального и полного ускорений.
5. Что характеризует касательное ускорение и как оно направлено по отношению к вектору скорости?
6. Что характеризует и как направлено нормальное ускорение?

**В результате изучения темы студент должен:**

-иметь представление о пространстве, времени, траектории, пути, скорости и ускорения;

-знать способы задания движения точки.

**Тема 1.9. Кинематика точки**

Анализ видов и кинематических параметров движений. Равномерное движение, равнопеременное движение, неравномерное движение. Прямолинейное и криволинейное движение. Равноускоренное и равнозамедленное движение.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Запишите формулу ускорения при прямолинейном движении.
2. Запишите формулу ускорения (полного) при криволинейном движении.
3. При равноускоренном движении тело проходит за два первых равных последовательных промежутка времени по 4,0 с каждый пути  $s_1 = 24$  м и  $s_2 = 64$  м соответственно. Определите начальную скорость и ускорение тела.
4. По заданному уравнению движения точки  $S = 25 + 1,5t + 6t^2$  определите вид движения и без расчетов, используя законы движения точки, ответьте, почему равны начальная скорость и ускорение?

**В результате изучения темы студент должен:**

- иметь представление о скоростях средней и истинной, об ускорении при прямолинейном и криволинейном движениях, о различных видах движения точки;

- знать формулы и графики равномерного и равнопеременного движений точки;

- уметь определять параметры движения точки по заданному закону движения;

- строить и читать кинематические графики.

**Тема 1.10. Простейшие движения твердого тела**

Поступательное движение. Вращательное движение. Частные случаи вращательного движения (равномерное, равнопеременное). Скорости и ускорения точек вращающегося тела.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Какими кинематическими параметрами характеризуется поступательное движение и почему?
2. Запишите уравнение равномерного поступательного движения твердого тела.
3. Запишите уравнение равнопеременного поступательного движения твердого тела.
4. Запишите уравнение равномерного и равнопеременного вращательного движений твердого тела.
5. Задано уравнение движения тела  $S = f(t)$ . Как определяют скорость и ускорение?

**В результате изучения темы студент должен:**

- иметь представление о поступательном движении, его особенностях и параметрах, о вращательном движении тела и его параметрах;
- знать формулы для определения параметров поступательного и вращательного движений тела;
- уметь определять кинематические параметры тела при поступательном и вращательном движениях, определять параметры любой точки тела.

**Тема 1.11. Сложное движение точки. Сложное движение твердого тела**

Основные определения. Плоскопараллельное движение твердого тела. Метод разложения движения на поступательное и вращательное. Метод определения мгновенного центра скоростей.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Какое движение называют сложным?
2. Какие движения твердого тела называют простыми?
3. Какие системы координат выбирают при определении скоростей твердых тел при сложном движении?
4. Какое движение считают переносным, а какое – относительным?
5. Сформулируйте теорему сложения скоростей.
6. Какое движение называют плоским?
7. Что такое мгновенный центр скоростей и как его определяют и для чего его используют?

**В результате изучения темы студент должен:**

- иметь представление о системах координат, об абсолютном, относительном и переносном движениях;
- знать разложение сложного движения на относительное и переносное, теорему сложения скоростей;
- знать разложение плоскопараллельного движения на поступательное и вращательное, способы определения мгновенного центра скоростей (МЦС).

**Тема 1.12. Динамика. Основные понятия и аксиомы. Понятие о трении**

В динамике решают два типа задач:

- определяют параметры движения по заданным силам;
- определяют силы, действующие на тело, по заданным кинематическим параметрам движения.

Динамику делят на динамику точки и динамику материальной системы.

Аксиомы динамики. Понятие о трении, виды трения. Трение скольжения. Трение качения.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Что называют массой тела? Назовите единицу измерения массы в системе СИ.
2. Что является мерой инертности тела?
3. Запишите основной закон динамики в векторной и дифференциальной форме.
4. На материальную точку действует постоянная сила. Как движется точка?
5. Какое ускорение получит точка, если на нее действует сила, равная удвоенной силе тяжести?
6. В чем заключается принцип независимости действия сил?
7. Перечислите законы трения скольжения.
8. Перечислите факторы, влияющие на величину коэффициента трения скольжения.

#### ***В результате изучения темы студент должен:***

- иметь представление о массе тела и ускорении свободного падения, о связи между силовыми и кинематическими параметрами движения, о двух основных задачах динамики;
- знать аксиомы динамики и математическое выражение основного закона динамики;
- знать зависимости для определения силы трения.

#### **Тема 1.13. Движение материальной точки. Метод кинетостатики**

Свободная и несвободная точки. Сила инерции. Инертность.

Принцип кинетостатики (принцип Даламбера). Порядок решения задач с использованием принципа Даламбера.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Объясните разницу между понятиями «инертность» и «сила инерции».
2. К каким телам приложена сила инерции, как направлена и по какой формуле может быть рассчитана?
3. В чем заключается принцип кинетостатики?
4. Задано уравнение движения материальной точки  $S = 8,6t^2$ . Определите ускорение точки в конце десятой секунды движения.

#### ***В результате изучения темы студент должен:***

- иметь представление о свободных и несвободных материальных точках, о силах инерции, об использовании силы инерции для решения технических задач;
- знать формулы для расчета силы инерции при поступательном и вращательном движениях;

- знать принцип Даламбера и уметь определять параметры движения с использованием законов динамики и метода кинестатики.

### **Тема 1.14. Общие теоремы динамики**

Теорема об изменении количества движения. Теорема об изменении кинетической энергии.

Основы динамики системы материальных точек. Основное уравнение динамики при поступательном движении тела. Основное уравнение динамики вращающегося тела.

Моменты инерции некоторых тел.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Что называется импульсом силы?
2. Количество движения материальной точки, единица измерения.
3. Теорема об изменении кинетической энергии точки.
4. Механическая система. Внешние и внутренние силы. Привести примеры.
5. Автомобиль двигался со скоростью 54 км/ч. В результате резкого торможения автомобиль остановился. Определите время торможения, если коэффициент трения между поверхностью дороги и колесами автомобиля 0,36.

#### **В результате изучения темы студент должен:**

- иметь представление о понятиях «импульс силы», «количество движения», «кинетическая энергия»; о системе материальных точек, о внутренних и внешних силах системы;
- знать основные теоремы динамики, основные уравнения динамики при поступательном и вращательном движениях твердого тела, формулы для расчета моментов инерции некоторых однородных твердых тел;
- уметь определять параметры движения с помощью теорем динамики.

## **Раздел 2. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

### **Тема 2.1. Основные положения**

Краткие сведения об истории развития «Сопротивление материалов».

Упругие и пластические деформации.

Основные допущения и гипотезы о свойствах материалов и характере деформирования. Нагрузки и их классификация.

Геометрическая схематизация элементов сооружений.

Метод сечений. Внутренние силовые факторы в общем случае нагружения бруса. Основные виды деформации бруса. Напряжение: полное, нормальное, касательное, единицы измерения напряжения.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Для чего изучается сопротивление материалов?
2. Чем отличается упругая деформация от пластической?
3. Следует ли учитывать изменение размеров тел при составлении уравнений равновесия сил, приложенных к нему?
4. В каких случаях при действии на тело нескольких сил эффект действия каждой силы можно считать независимым от действия других сил? Какое название носит этот принцип?

5. Какими расчетными схемами заменяются реальные объекты расчета? Каковы геометрические признаки, присущие каждой расчетной схеме?
6. Почему нельзя определить внутренние силовые факторы в произвольном сечении, рассматривая равновесие всего тела в целом?
7. В чем заключается метод сечений?
8. Можно ли с помощью метода сечений установить закон распределения внутренних силовых факторов по приведенному сечению?
9. Что такое напряжение? Как действуют нормальные и касательные напряжения относительно плоскости поперечного сечения? Какова размерность напряжения?

**В результате изучения темы студент должен:**

- иметь представление о гипотезах и допущениях;
- о характере деформирования материалов;
- знать внутренние силовые факторы в общем случае нагружения бруса и при простых видах нагружения;
- виды напряжений.

## **Тема 2.2. Растяжение и сжатие**

Продольная сила, величина, знак, эпюры продольных сил.

Нормальные напряжения в поперечных сечениях стержня. Эпюра нормальных напряжений по длине стержня. Гипотеза плоских сечений. Понятие о концентрации напряжений. Коэффициент концентрации. Принцип Сен-Венана.

Продольные и поперечные деформации при растяжении (сжатии).

Коэффициент Пуассона. Закон Гука. Модуль продольной упругости. Формула Гука. Определение перемещений поперечных сечений стержня.

Напряжения в наклонных площадках. Закон парности касательных напряжений.

Механические испытания материалов. Диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов, их механические характеристики.

Понятие о предельном напряжении. Коэффициент запаса прочности пластичных и хрупких материалов.

Расчеты на прочность по допускаемым напряжениям и предельным состояниям. Коэффициенты надежности по нагрузке, по материалу, по назначению и условиям работы. Нормативные и расчетные нагрузки и сопротивления.

Условия прочности по предельному состоянию и допускаемым напряжениям. Три типа задач при расчете из условия прочности по предельному состоянию. Расчеты на прочность.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. В каком случае брус испытывает деформацию растяжения или сжатия?
2. Каков закон изменения нормальных напряжений по площади поперечного сечения при растяжении и сжатии?
3. Влияет ли форма поперечного сечения на значение напряжений, возникающих при растяжении и сжатии?

4. Что называется эпюрой нормальных сил и эпюрой нормальных напряжений?
5. Для чего строят эпюры продольных сил и напряжений?
6. Какое поперечное сечение бруса называется опасным?
7. Что такое модуль продольной упругости материала, какова его размерность?
8. Какие деформации испытывает брус при растяжении (сжатии)?
9. Что такое концентрация напряжений и в каких случаях она возникает? Как определяется коэффициент концентрации?
10. Какова цель механических испытаний материалов?
11. Какие характеристики устанавливают при механическом испытании материалов?
12. В чем заключается сущность расчетов по допускаемым напряжениям и предельным состояниям? Каковы условия прочности по предельному состоянию и допускаемым напряжениям.
13. Что учитывают коэффициенты надежности по нагрузке, по материалу, по назначению и условиям работы?
12. Дайте определение нормативным и расчетным нагрузкам и сопротивлениям.

***В результате изучения темы студент должен:***

- иметь представление о статически неопределимых системах при растяжении (сжатии); о внутреннем силовом факторе и напряжении, возникающем в поперечном сечении стержня при растяжении (сжатии); о влиянии силы тяжести стержня на напряжения и деформации;
- знать Закон Гука; продольные и поперечные деформации при растяжении (сжатии);
- диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов и их механические характеристики; условие прочности по предельному состоянию;
- уметь строить эпюры продольных сил, нормальных напряжений и перемещений;
- определять усилия в стержнях, проводить испытания материалов на растяжения и сжатие.

### **Тема 2.3. Практические расчеты на срез и смятие**

Срез и смятие: основные расчетные предпосылки и расчетные формулы, условия прочности. Расчетные сопротивления на срез и смятие.

Примеры расчета заклепочных, болтовых, сварных соединений и сопряжений на деревянных врубках по предельному состоянию.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Дайте определение деформациям среза и смятия.
2. Что такое расчетное сопротивление на срез и смятие?
3. Каковы условия прочности при расчете на срез и смятие?

***В результате изучения темы студент должен:***

- иметь представление об основных предпосылках и условностях расчета; о соединениях, работающих на срез и смятие;

- знать напряжения и деформации, возникающие при работе на срез и смятие соединений;

уметь производить расчеты на прочность по предельному состоянию заклепочных, болтовых (без зазора), сварных соединений.

#### **Тема 2.4. Геометрические характеристики плоских сечений**

Понятие о геометрических характеристиках плоских сечений бруса.

Моменты инерции: осевой, полярный, центробежный.

Зависимость между моментами инерции относительно параллельных осей.

Главные оси и главные центральные моменты инерции.

Момент инерции простых сечений: прямоугольного, круглого, кольцевого.

Определение главных центральных моментов инерции сложных сечений, составленных из простых геометрических фигур и стандартных прокатных профилей.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Что такое статический момент сечения?

2. Что такое осевой, полярный и центробежный моменты инерции плоского сечения?

3. Что такое главные центральные оси инерции?

4. Какая связь существует между моментами инерции относительно параллельных осей, из которых одна является центральной?

5. Напишите формулы для вычисления осевых моментов инерции для прямоугольника, равнобедренного треугольника, круга и кольца.

7. Как определяют осевые моменты инерции сложных составных сечений?

#### ***В результате изучения темы студент должен:***

- иметь представление о главных и центральных осях инерции; о зависимости между осевыми моментами инерции при параллельных осях;

- знать моменты инерции простых сечений;

- уметь определять моменты инерции сечений с одной или двумя осями симметрии, составленных из простых геометрических фигур и из профилей стандартного проката.

#### **Тема 2.5. Поперечный изгиб прямого бруса**

Основные понятия и определения. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении бруса: поперечная сила и изгибающий момент. Дифференциальные зависимости между интенсивностью распределенной нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом.

Свойства контуров эпюр. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов для наиболее часто встречающихся и для различных видов напряжений статически определимых балок.

Чистый изгиб. Нормальные напряжения в произвольной точке поперечного сечения балки. Эпюра нормальных напряжений в поперечном сечении. Наибольшие нормальные напряжения при изгибе, осевой момент сопротивления; единицы измерения.

Касательные напряжения при изгибе. Формула Журавского для касательных

напряжений в поперечных сечениях балок. Эпюры касательных напряжений для балок прямоугольного и двутаврового поперечных сечений по высоте сечения.

Моменты сопротивления для простых сечений. Расчеты балок на прочность: по нормальным, касательным, эквивалентным напряжениям.

Расчет балок на жесткость. Понятие о линейных и угловых перемещениях при прямом изгибе. Формула Мора для определения перемещений. Правило Верещагина для вычисления интеграла Мора.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. В каком случае балка работает на изгиб?
2. Что такое чистый и поперечный изгиб? Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечных сечениях бруса в этих случаях?
3. Каким методом определяют внутренние силовые факторы, действующие в поперечных сечениях при изгибе?
4. Чему равна поперечная сила и изгибающий момент в произвольном сечении балки при изгибе?
5. Для чего строятся эпюры поперечных сил и изгибающих моментов?
6. Сформулируйте правило знаков для поперечной силы и изгибающего момента.
7. Как меняется характер эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в точках приложения сосредоточенных, сил и моментов?
8. Напишите формулы для определения осевых моментов сопротивления при изгибе для прямоугольника, круга и кольца.
9. Напишите формулу Журавского для определения касательных напряжений при изгибе и дайте к ней пояснения.
10. Как определяются нормальные напряжения при изгибе?
11. Как изменяются нормальные и касательные напряжения по высоте сечения балки?
12. В чем заключается расчет балок на прочность и жесткость? Запишите формулы для проверки прочности и жесткости балки и поясните их

#### ***В результате изучения темы студент должен:***

- иметь представление о дифференциальных зависимых между интенсивностью распределения нагрузки, поперечной силой и изгибающими моментами; внутренних силовых факторах при изгибе, их определении через внешние нагрузки по величине и по знаку;
- знать формулы, по которым определяются максимальные нормальные и касательные напряжения при изгибе; эпюры нормальных и касательных напряжений по высоте сечений балок и практический смысл этих эпюр; условия прочности и жесткости при изгибе;
- уметь строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов по длине балок, проверять правильность построения эпюр на основе дифференциальных зависимостей при изгибе;
- рассчитывать балки на прочность и производить подбор сечения балки;
- выполнять расчеты на жесткость балок.

## **Тема 2.6. Сдвиг и кручение**

Чистый сдвиг. Деформация сдвига. Закон Гука для сдвига. Модуль сдвига. Зависимость между тремя упругими постоянными (без вывода).

Кручение прямого бруса круглого сечения. Крутящий момент. Эпюра крутящих моментов. Основные гипотезы. Напряжения в поперечном сечении бруса при кручении. Эпюра касательных напряжений по высоте сечения бруса. Угол закручивания. Условия прочности и жесткости при кручении.

Три типа задач при расчете на прочность и жесткость при кручении.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. В чем состоит деформация сдвига?
2. Что такое модуль сдвига и как он связан с модулем продольной упругости?
3. Как определяется крутящий момент в произвольном сечении?
4. На каких гипотезах и допущениях основаны выводы формул для определения касательных напряжений и углов поворота сечений при кручении бруса круглого сечения?
5. Каков закон изменения касательных напряжений по высоте поперечного сечения бруса при кручении?
6. Как определяется угол закручивания при кручении?
7. Запишите условия прочности и жесткости при кручении.
8. В чем заключается расчет бруса на прочность и жесткость при кручении?

### ***В результате изучения темы студент должен:***

- иметь представление об основных гипотезах; о зависимости между тремя упругими и постоянными для материала;
- знать внутренний силовой фактор при кручении и его выражение через вращающий момент; условия прочности и жесткости при кручении.

## **Тема 2.7. Устойчивость центрально-сжатых стержней**

Устойчивые и неустойчивые формы равновесия центрально-сжатых стержней.

Продольный изгиб. Критическая сила. Критическое напряжение. Гибкость стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Предельная гибкость. Эмпирическая формула Ясинского-Тетмайера.

Расчет центрально-сжатых стержней на устойчивость по предельному состоянию с использованием коэффициента продольного изгиба. Условие устойчивости. Три типа задач при расчете на устойчивость.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Дайте определение устойчивому и неустойчивому равновесию. На примере сжатого стержня объясните явление потери устойчивости.
2. Сформулируйте определение деформации продольного изгиба.
3. Что такое критическая сила и критическое напряжение?
4. Что такое гибкость и предельная гибкость стержня? От каких факторов они зависят?
5. Запишите формулу Эйлера для определения величины критической силы и назовите пределы ее применимости.

6. В каких случаях критическая сила определяется по формуле Ясинского-Тетмайера?

**В результате изучения темы студент должен:**

- иметь представление об устойчивых и неустойчивых формах равновесия центрально-сжатых стержней; о формуле Эйлера для критической силы и пределах ее применения;
- знать формулу критического напряжения гибкости Ясинского - Тетмайера; условие устойчивости по предельному состоянию;
- уметь выполнять расчеты сжатых стержней по формуле Эйлера, эмпирическим формулам, коэффициенту продольного изгиба.

**Тема 2.8. Понятие о действии динамических и повторно-переменных нагрузок**

Основные понятия о действии динамических нагрузок. Расчет при известных силах инерции. Приближенный расчет на удар. Понятие об усталости. Прочность при переменных напряжениях.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Приведите примеры динамических и повторно-переменных нагрузок.
2. В чем заключается приближенный расчет на удар?
3. Сформулируйте определение усталости материала.

**В результате изучения темы студент должен:**

- иметь представление о динамических задачах сопротивления материалов, об усталости материалов и прочности при переменных нагрузках;
- знать приближенный расчет на удар.

**Раздел 3. ДЕТАЛИ МАШИН**

**Тема 3.1. Основные положения**

Цели и задачи раздела. Вводные определения: машина, деталь, узел, сборочная единица. Механизм – составная часть машины, его назначение.

Требования, предъявляемые к машинам, деталям машин.

Критерии работоспособности: прочность, жесткость, износостойкость, теплостойкость, виброустойчивость.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Что называется деталью, узлом, сборочной единицей?
2. Какие требования предъявляются ко всем машинам?
3. Какие факторы оказывают влияние на выбор допускаемых напряжений?
4. Материалы, применяемые в машиностроении.

**В результате изучения темы студент должен:**

- знать классификацию машин по их назначению;
- уметь организовывать свою самостоятельную работу по изучению основной и дополнительной литературы;
- владеть навыками сбора и анализа информации.

**Тема 3.2. Общие сведения о передачах**

Назначения механических передач и их классификация.

Передаточное отношение и передаточное число.

Передачи вращательного движения.

Многоступенчатые передачи.

Виды разрушения передач.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Передачи и их классификация.
2. Какие функции выполняют передачи?
3. Определение вращающего момента на валу.
4. Передаточное отношение простого и сложного механизма, его определение.
5. КПД механической передачи.

**В результате изучения темы студент должен:**

- кинематические и силовые отношения в передачах;
- уметь проводить силовые расчеты многоступенчатых приводов;
- владеть методами выбора типа механической передачи для преобразования одного вида движения в другой.

**Тема 3.3. Фрикционные передачи**

Принцип работы фрикционной передачи. Виды разрушений и критерии работоспособности. Достоинства и недостатки. Область применения.

Расчет фрикционной передачи на прочность. Формула Герца.

Фрикционные вариаторы.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Фрикционные вариаторы и их применение.
2. Какие достоинства и недостатки у фрикционных передач?
3. Характер и причины отказов фрикционных передач.
4. Требования к материалам катков фрикционных передач.
5. Передаточное число, сила трения в контакте, КПД фрикционных передач.
6. Условие работоспособности фрикционной передачи.

**В результате изучения темы студент должен:**

- знать устройство и материалы фрикционных передач.
- уметь применять формулы для кинематических расчетов фрикционных передач.
- владеть методикой проекторочного расчета цилиндрической и фрикционной передачи.

**Тема 3.4. Зубчатые передачи**

Виды, область применения, достоинства и недостатки зубчатых передач.

Прямозубая передача. Расчет параметров зубчатого колеса.

Порядок расчета прямозубой передачи на изгиб и контактную прочность.

Виды разрушения зубьев цилиндрических прямозубых колес.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие достоинства и недостатки у зубчатых передач?
2. Классификация зубчатых передач в зависимости от взаимного расположения осей и их применение
3. Причины и характер отказа зубчатых передач.

4. Какой угол пересечения осей валов в конических зубчатых передачах имеет наибольшее распространение?
5. Какой формы не бывают зубья колес в конических передачах?

***В результате изучения темы студент должен:***

- знать достоинства и недостатки зубчатых передач, формулы для расчета зубчатых передач;
- уметь выполнять кинематические и силовые расчеты прямозубой передачи на изгиб и контактную прочность;
- владеть методиками расчета зубчатых передач при нагрузках на усталость.

### **Тема 3.5. Ременные передачи**

Общие сведения. Детали ременной передачи.

Основные геометрические соотношения. Передаточное число.

Виды разрушения ременных передач. Критерии работоспособности.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Виды напряжений в ремне и их характеристика.
2. В какой из перечисленных передач: плоскоременная, клиноременная, цепная с промежуточной гибкой связью нагрузка на валы наименьшая?
3. Как определяется суммарное напряжение в ремне
4. Перечислите типы ременных передач их назначение.
5. Достоинства и недостатки поликлиновых ремней.

***В результате изучения темы студент должен:***

- знать достоинства и недостатки в ременных передачах, формулы для расчета передаточных отношений ременных передач;
- уметь выполнять кинематические и силовые расчеты ременных передач;
- владеть методиками расчета ременных передач.

### **Тема 3.6. Цепные передачи**

Общие сведения. Достоинства и недостатки. Детали цепной передачи.

Основные геометрические соотношения. Передаточное число. Виды разрушения цепных передач.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Устройство цепной передачи.
2. Порядок расчета передаточного числа и что оно характеризует?
3. Достоинства и недостатки цепных передач.
4. Область применения цепных передач.
5. Какие критерии работоспособности в цепных передачах?

***В результате изучения темы студент должен:***

- знать формулы для расчета передаточных отношений цепных передач;
- уметь выполнять кинематические и силовые расчеты цепных передач;
- владеть методиками расчета цепных передач.

### **Тема 3.7. Червячные передачи**

Общие сведения. Классификация червячных передач. Достоинства и недостатки. Геометрические соотношения в червячной передаче. Причины выхода из строя червячных передач.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Какой тип червяка червячной передачи во всех сечениях имеет криволинейную форму?
2. Как определить делительный диаметр цилиндра червяка, на котором толщина витка равна ширине впадины?
3. Расчет червячной передачи по контактным напряжениям.
4. Тепловой расчет червячной передачи.

**В результате изучения темы студент должен:**

- знать формулы для расчета передаточных отношений червячных передач;
- уметь выполнять кинематические и силовые расчеты червячных передач;
- владеть методиками расчета червячных передач на прочность.

### **Тема 3.8. Соединения: разъемные и неразъемные**

Понятия и определения соединения деталей машин.

Определения и область применения разъемных и неразъемных соединений. Классификация. Требования к соединениям деталей.

Шпоночные соединения. Порядок расчета шпоночных соединений. Зависимость расчета шпонки от крутящего момента вала.

Шлицевые и штифтовые соединения, область их применения.

Заклепочные соединения. Классификация, область применения. Порядок расчета.

Материалы, применяемые в заклепочных соединениях

Сварные соединения. Классификация, область применения. Виды сварных швов.

Разъемные соединения. Классификация. Привести примеры.

Резьбовые соединения. Достоинства, недостатки. Основные виды резьбы.

Область применения резьбовых соединений.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие соединения называют разъемными, какие – неразъемными? Привести примеры.
2. Что называется сваркой?
3. Какие виды сварок вы знаете и назовите область их применения?
4. Перечислите достоинства и недостатки сварных соединений.
5. Расчет сварного соединения при различных видах шва: стыкового, валикового, комбинированного.
6. Каковы требования к соединениям деталей?
7. Что такое болт, гайка, винт, шпилька? Для чего они служат?
8. Как производится расчет резьбового соединения при действии нагрузки вдоль оси болта и наоборот – перпендикулярно оси болта?
9. Перечислите причины выхода из строя резьбовых соединений.
10. Какие способы стопорения резьбовых деталей вы знаете и для чего они нужны?

**В результате изучения темы студент должен:**

- знать порядок расчета разъемных и неразъемных соединений;
- уметь правильно подбирать параметры соединения;

- владеть методиками расчета соединений на прочность, срез, смятие при действии различных видов нагрузок.

#### IV. ЗАДАЧИ (№ 1, 2, 3) ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ (РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ) РАБОТ

Чтобы определить свой вариант задачи практической (расчетно-графической) работы студенту необходимо воспользоваться образцом указанной далее таблицы 1, которая построена следующим образом: вертикальная крайняя графа содержит алфавит; в вертикальной графе 1 указаны схемы к задаче, остальные вертикальные графы содержат числовые данные, необходимые для решения задачи.

В этой таблице за начальными буквами фамилии каждого студента закреплены графы 1, 4, 7; за начальными буквами имени — графы 2, 5, 8; за начальными буквами отчества — графы 3, 6, 9.

Таблица 1

Алфавит	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Схема	$F_1$ , кН	$F_2$ , кН	$q_1$ , кН/м	$m_1$ , кНм	$\alpha$ , град	$a_1$ , м	$a_2$ , м	$a_3$ , м
А К Ф	1		20			45			3,5
Б Л Ж	2								
В М Ц	3	40			14			2,0	
Г Н Ч	4								
Д О Ш	5								
Е П Щ	6			12			3,0		
Е Р Ы	7								
Ж С Э	8								
З Т Ю	9								
И У Я	10								

Поясним на конкретном примере. Допустим, учащийся Петров Василий Александрович.

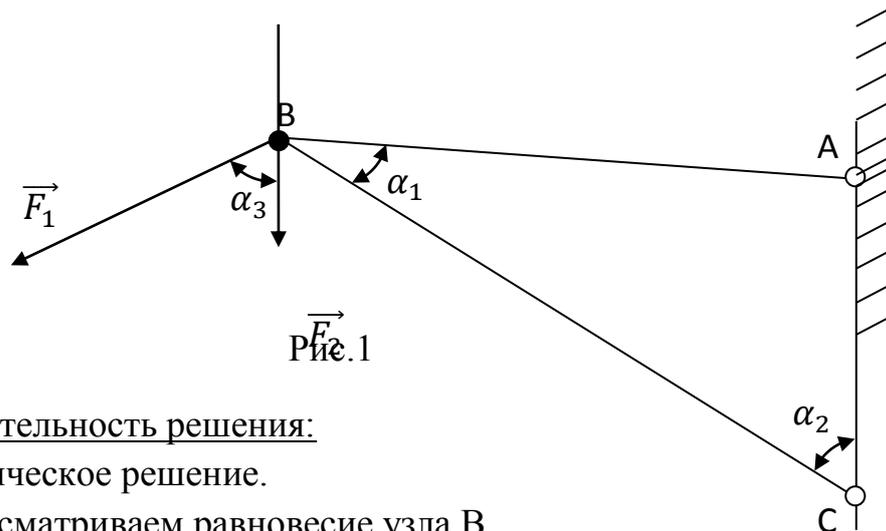
По начальной букве фамилии «П» из строки Е П Щ учащийся берет из закрепленных за фамилией граф соответствующих значения, т.е. из графы № 1 – схему 6, из графы 4 -  $q_1 = 12$  кН/м, из графы 7 -  $a_1 = 3,0$  м. Аналогично по первой букве имени «В» из строки В М Ц выбираем значение граф 2, 5, 8:  $F_1 = 40$  кН,  $m = 14$  кН·м,  $a_1 = 2,0$  м.

По первой букве отчества «А» из строки А К Ф из граф 3, 6, 9 выбираем:  $F_2 = 20$ ,  $\alpha = 45^\circ$ ,  $a_3 = 3,5$  м. Таким образом, числовые данные задачи имеют вид:

*Дано:* схема 6;  $F_1 = 40$  кН;  $F_2 = 20$  кН;  $q = 12$  кН/м;  $m = 14$  к·Нм;  $\alpha = 45^\circ$ ;  $a_1 = 3,0$  м;  $a_2 = 2,0$  м;  $a_3 = 3,5$  м;

#### Задача № 1.

Пример расчета. Определить усилия, возникающие в стержнях АВ и ВС данной стержневой системы (Рис.1), если  $F_1 = 15$  кН,  $F_2 = 25$  кН,  $\alpha_1 = 30^\circ$ ,  $\alpha_2 = 40^\circ$ ,  $\alpha_3 = 60^\circ$ .



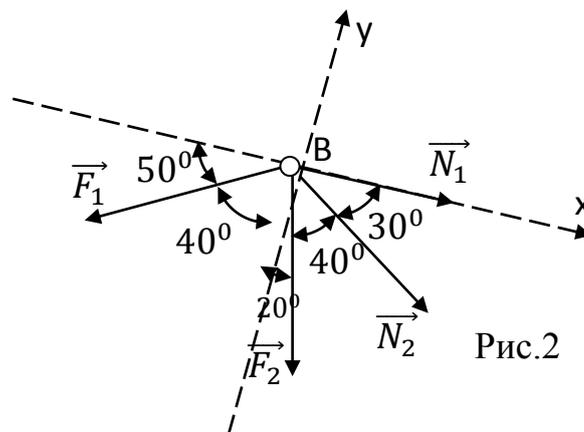
Последовательность решения:

1. Аналитическое решение.

1.1. Рассматриваем равновесие узла В.

1.2. Отбрасываем связи, заменяя их усилиями в стержнях. Выполняем схему сил, считая все стержни растянутыми, т.е. направленными вдоль стержня от узла.

1.3. Проводим оси координат так, чтобы одна из осей прошла через одно из неизвестных усилий. Определяем углы между силами и осями (Рис.2).



1.4. Составить уравнение равновесия.

$$\sum X_i = 0; N_1 + N_2 \cdot \cos 30^\circ + F_2 \cdot \cos 70^\circ - F_1 \cdot \cos 50^\circ = 0$$

$$\sum Y_i = 0; -N_2 \cdot \cos 60^\circ - F_2 \cdot \cos 20^\circ - F_1 \cdot \cos 40^\circ = 0$$

1.5. Решаем уравнение и находим усилия в стержнях.

Из второго уравнения:

Стержень сжат.

$$N_2 = \frac{-F_2 \cdot \cos 20^\circ - F_1 \cdot \cos 40^\circ}{\cos 60^\circ} = \frac{-25 \cdot 0,940 - 15 \cdot 0,766}{0,5} = -69,98 \text{ kH}$$

Из первого уравнения:

Стержень растянут.

$$\begin{aligned} N_1 &= -N_2 \cos 30^\circ - F_2 \cdot \cos 70^\circ + F_1 \cdot \cos 50^\circ \\ &= 69,98 - 25 \cdot 0,866 + 15 \cdot 0,643 = 57,98 \text{ kH} \end{aligned}$$

2. Графическое решение.

2.1. Выбираем масштаб сил:  $\mu_F = 10 \text{ кН/см}$ .

2.2. Откладываем в масштабе первую известную силу  $F_1$ , а из конца вектора откладываем вторую известную силу  $F_2$ .

2.3. Из конца вектора проводим линию, параллельную стержню ВС, до их пересечения.

2.4. В полученном замкнутом силовом многоугольнике проставляем направления векторов  $N_1$  и  $N_2$ , измеряем их отрезки в см и, умножая на масштаб, получаем значение усилий в стержнях.

$$\vec{F}_1 \quad N_1 = \mu_F \cdot 6,9 = 69 \text{ кН}, N_2 = \mu_F \cdot 5,8 = 58 \text{ кН}$$

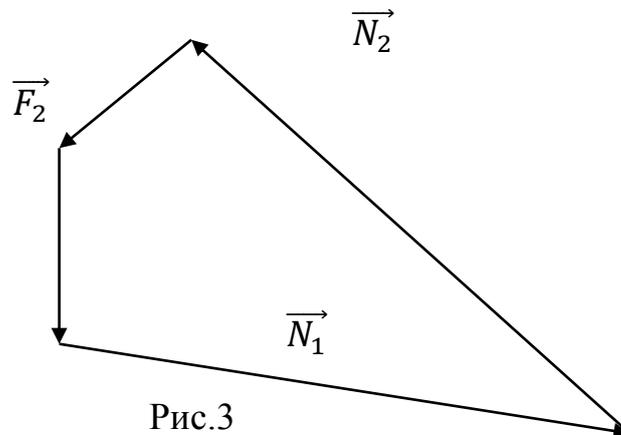


Рис.3

2.5. Вычитание расхождения в % между аналитическими и графическими значениями:

$$\frac{\delta N_1 = (N_{1 \text{ анал.}} - N_{1 \text{ граф.}}) \cdot 100\%}{N_{1 \text{ анал.}}} = \frac{(69,98 - 69) \cdot 100\%}{69,98} = 1,4\%$$

$$\frac{\delta N_2 = (N_{2 \text{ анал.}} - N_{2 \text{ граф.}}) \cdot 100\%}{N_{2 \text{ анал.}}} = \frac{(57,98 - 58) \cdot 100\%}{57,98} = 0,04\%$$

3. Контрольные вопросы:

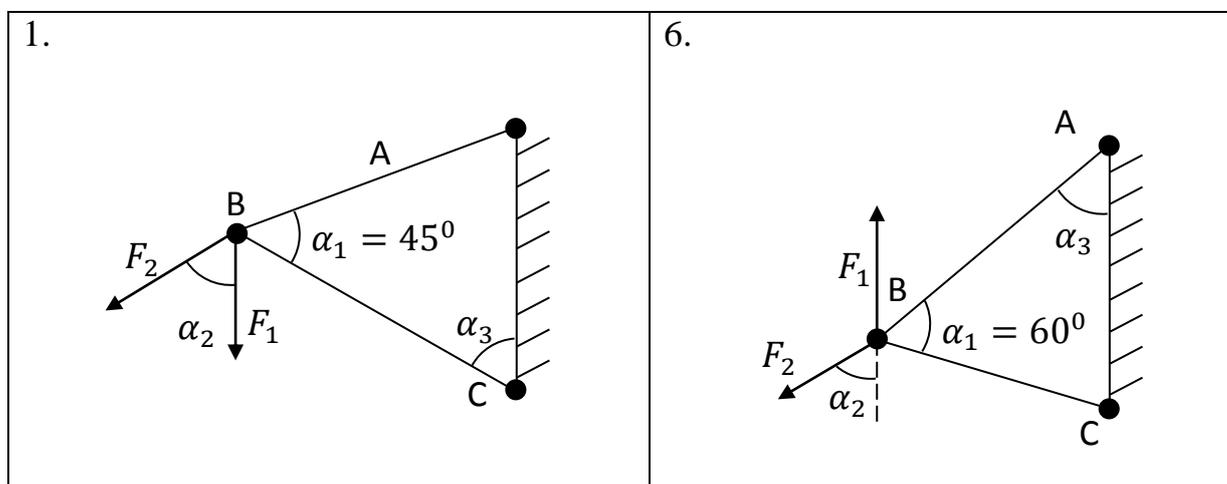
3.1. Какие силы называются сходящимися?

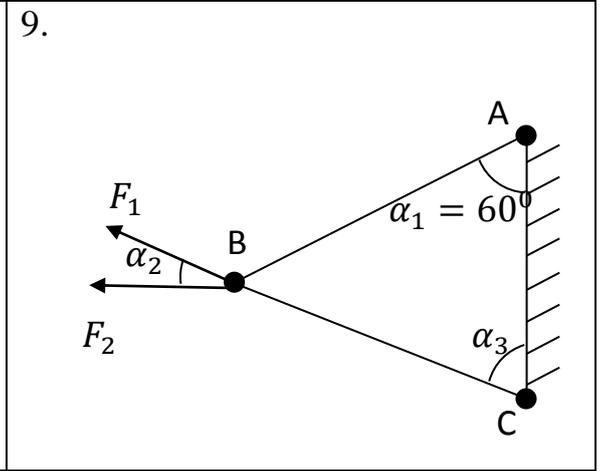
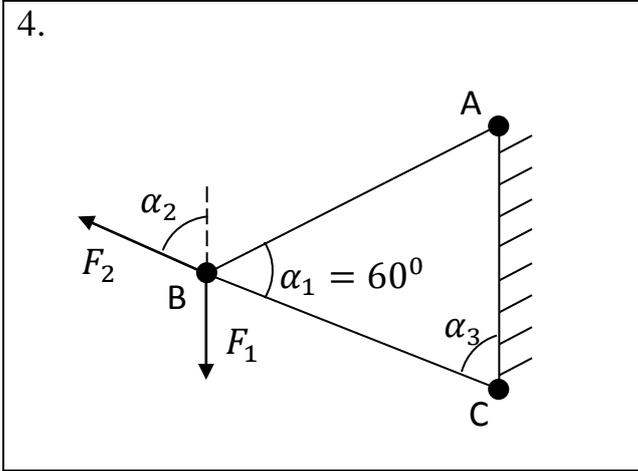
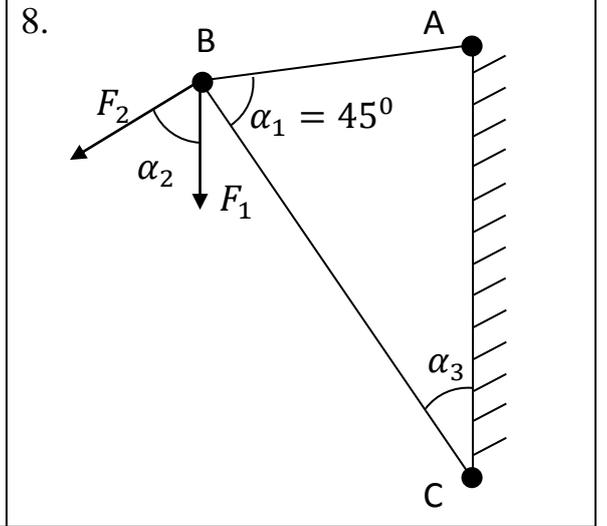
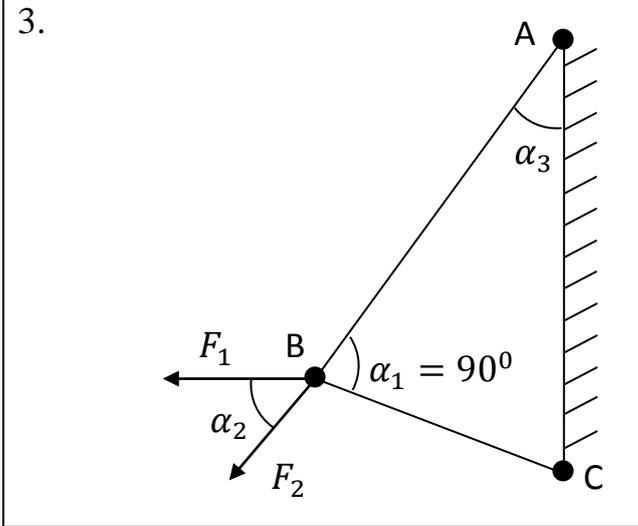
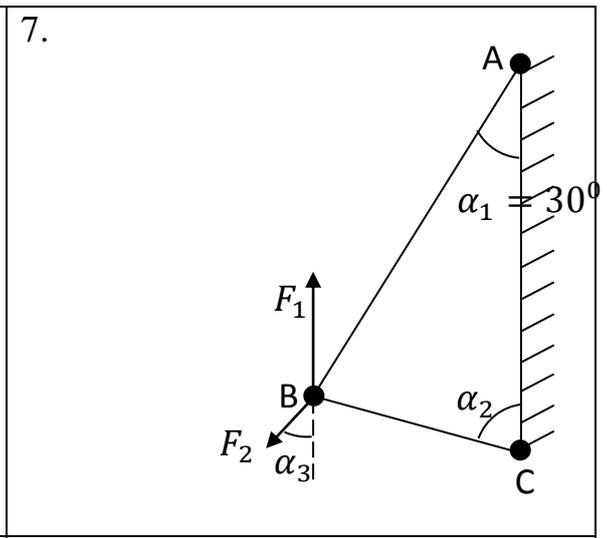
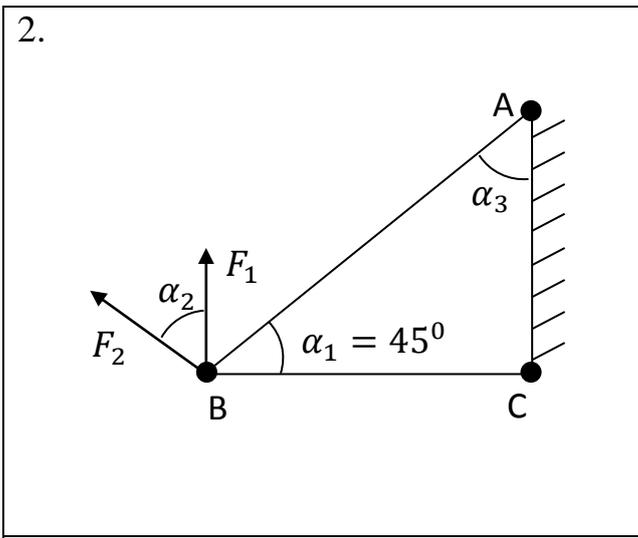
- 3.2. Как геометрически определяется их равнодействующая?  
 3.3. В чем состоит геометрическое условие равновесия сходящихся сил?  
 3.4. Что называется проекцией силы на ось? Как определяется ее величина и знак? Когда проекция равна нулю?  
 3.5. Сформулируйте аналитические условия равновесия сходящихся сил.  
 3.6. Как определяют какой стержень растянут или сжат?  
 3.7. Что нужно построить для графического определения усилий в стержнях?

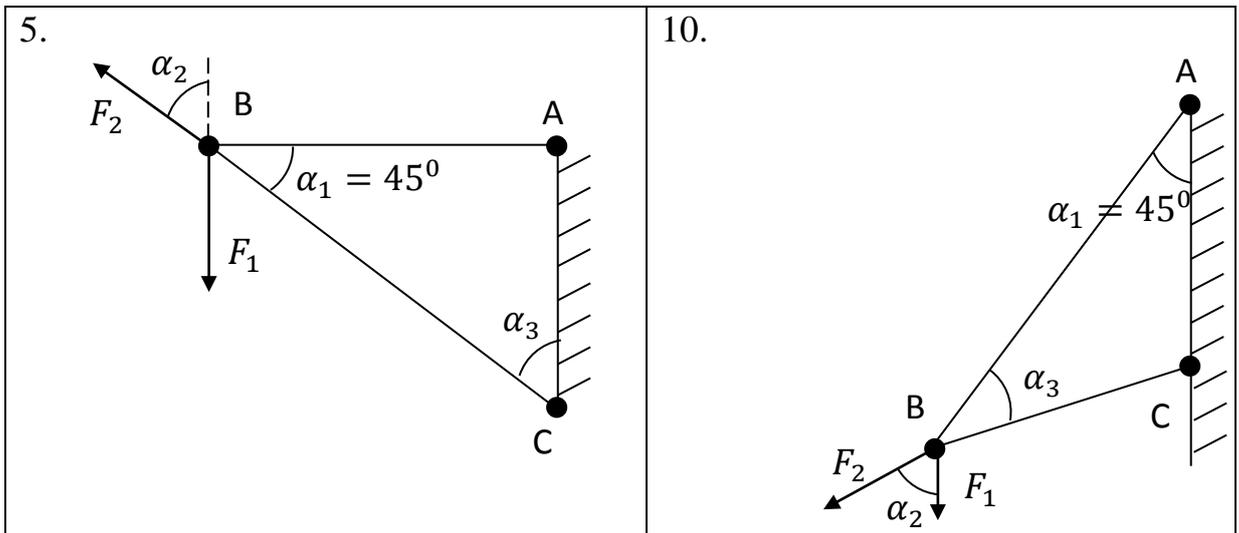
**Задание № 1.** Определение аналитическим и графическими способами усилия в стержнях АВ и ВС заданной стержневой системы. Исходящие данные для задачи своего варианта взять из таблицы 1.

Таблица 1

Алфавит	1	2	3	4	5	6
	Схема	$F_1$ , кН	$F_2$ , кН	$\alpha_1$ , град	$\alpha_2$ , град	$\alpha_3$ , град
А К Ф	1	10	20	45	30	45
Б Л Ж	2	12	24	30	90	60
В М Ц	3	14	28	90	60	45
Г Н Ч	4	16	32	60	30	60
Д О Ш	5	18	36	30	30	60
Е П Щ	6	20	40	60	60	30
Е Р Ы	7	22	44	30	90	45
Ж С Э	8	24	48	45	90	60
З Т Ю	9	26	52	60	45	30
И У Я	10	28	56	30	90	30







### Задача № 2.

Пример расчета. Определить реакции, возникающие в опорах двухопорной балки (Рис.4), если:  $F = 20 \text{ кН}$ ,  $q = 10 \text{ кН/м}$ ,  $M = 15 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $a_1 = 2 \text{ м}$ ,  $a_2 = 3 \text{ м}$ ,  $a_3 = 6 \text{ м}$ .

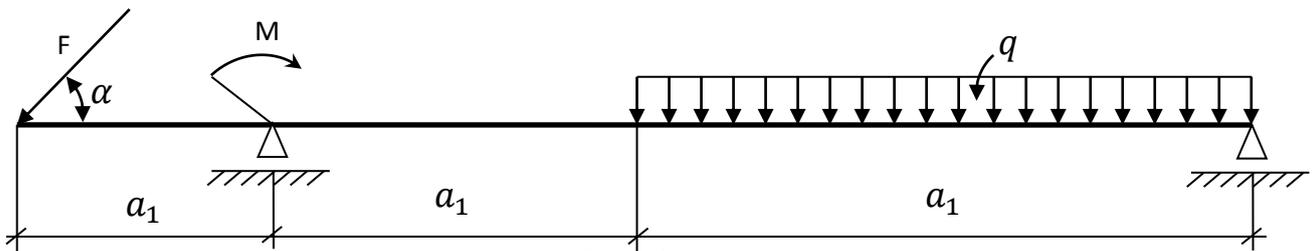


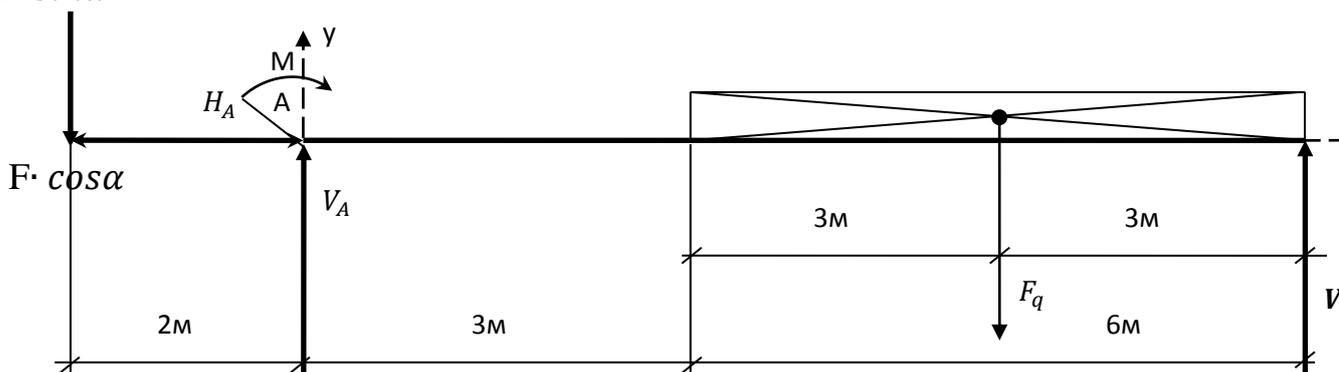
Рис.4

Последовательность решения:

1.1. Выбираем систему координат. Находим равнодействующую распределенной нагрузки:  $F_q = q \cdot a_3 = 10 \cdot 6 = 60 \text{ кН}$ . Наклонную силу раскладываем на вертикальную составляющую  $F \cdot \sin \alpha$  и горизонтальную составляющую  $F \cdot \cos \alpha$

1.2. Отбрасываем связи (опоры А и В) и заменяем их реакциями.

$F \cdot \sin \alpha$  Изображаем расчетную схему балки (Рис.5).



1.3. Составляем уравнение равновесия:

$$\sum X_i = 0; H_A - F \cdot \cos\alpha = 0$$

$$\sum M_A(F_i) = 0; -F \cdot \sin\alpha \cdot 2 + M + F_q \cdot 6 - V_B \cdot 9 = 0$$

$$\sum M_B(F_i) = 0; -F \cdot \sin\alpha \cdot 11 + M + V_A \cdot 9 - F_q \cdot 3 = 0$$

1.4. Решаем систему уравнений и находим опорные реакции:

$$H_A = F \cdot \cos\alpha = 20 \cdot 0,5 = 10 \text{ кН}$$

$$V_B = \frac{-F \cdot \sin\alpha \cdot 2 + M + F_q \cdot 6}{9} = \frac{-20 \cdot 0,866 \cdot 2 + 15 + 60 \cdot 6}{9}$$

$$= 37,8 \text{ кН}$$

$$V_A = \frac{F \cdot \sin\alpha \cdot 11 - M + F_q \cdot 3}{9} = \frac{-20 \cdot 0,866 \cdot 11 - 15 + 60 \cdot 3}{9}$$

$$= 39,5 \text{ кН}$$

1.5. Проверяем правильность решения:

$$\sum Y_i = 0; -F \cdot \sin\alpha + V_A - F_q + V_B = -20 \cdot 0,866 + 39,5 - 60 + 37,8$$

$$= 77,3 - 77,3 = 0$$

Следовательно, реакции найдены правильно.

2. Контрольные вопросы:

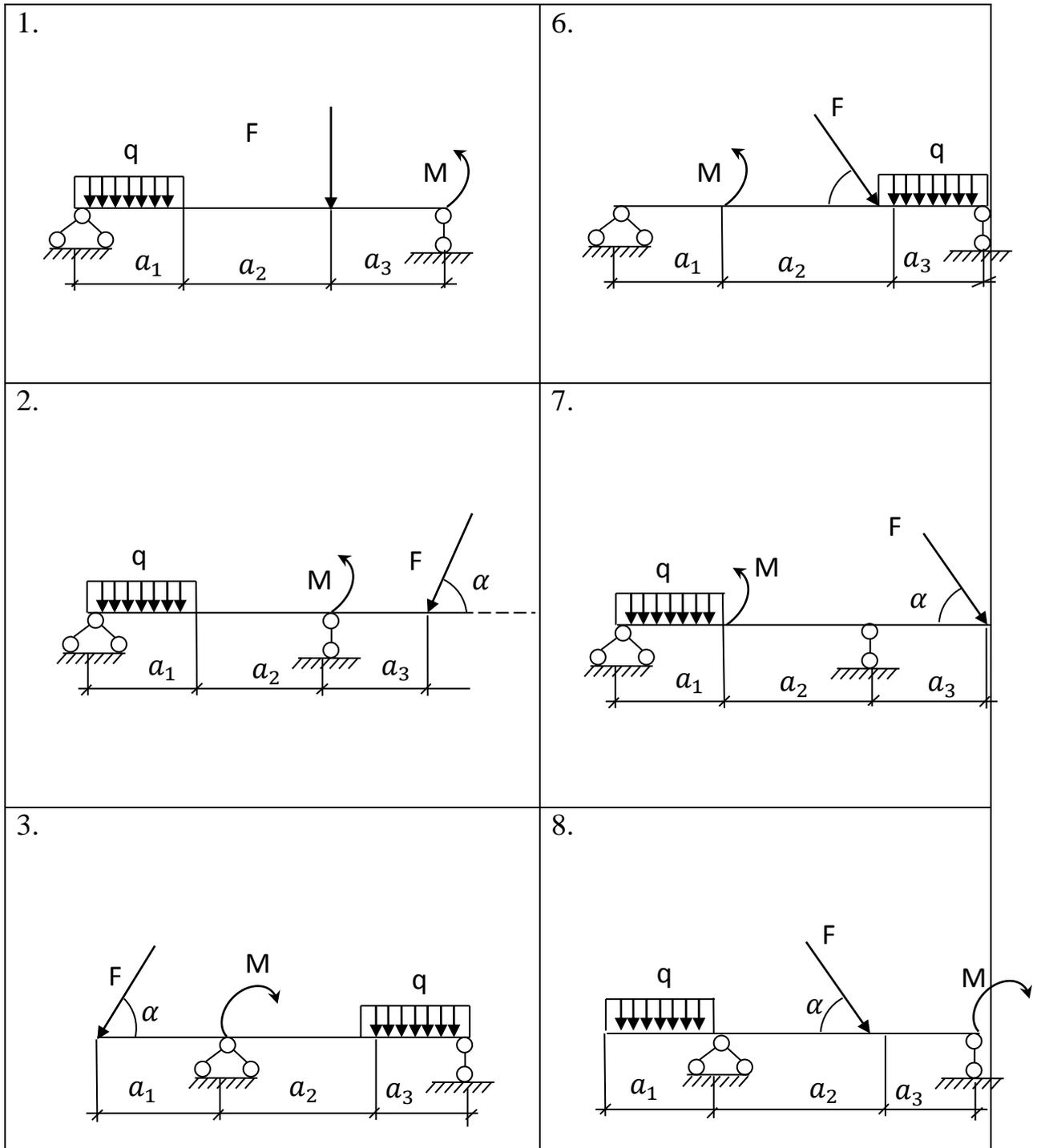
- 2.1. Что называется парой сил?
- 2.2. Каково действие пары сил на тело?
- 2.3. Чем характеризуется действие пары сил на тело?
- 2.4. Что такое момент силы относительно точки?
- 2.5. Как определяется плечо силы?
- 2.6. Когда момент силы относительно точки равен нулю?
- 2.7. Какое правило знака момента силы относительно точки?
- 2.8. Что такое главный вектор и главный момент системы сил?
- 2.9. Каковы условия равновесия произвольной системы сил?
- 2.10. Какие различают опоры балок?
- 2.11. Какие нагрузки могут быть приложены к балке?
- 2.12. Изложите последовательность определения опорных реакций балок.

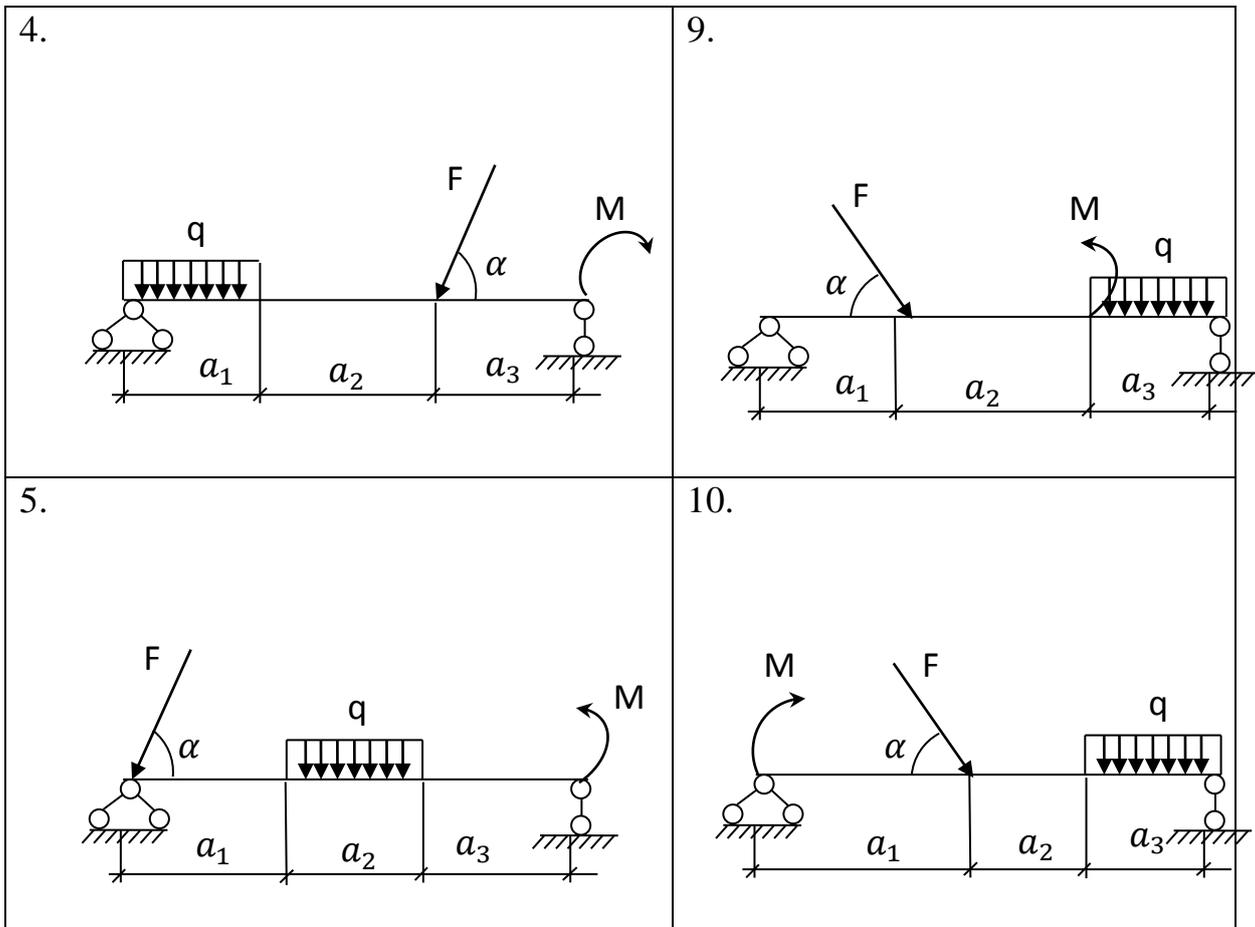
**Задание № 2.** Определить реакцию опор балки, нагруженной, как показано на рисунке ниже. Исходные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

Алфавит	1	2	3	4	5	6	7	8
	Схема	$a_1, \text{ м}$	$q, \text{ кН/м}$	$a_2, \text{ м}$	$F, \text{ кН}$	$\alpha, \text{ град}$	$M, \text{ кН}\cdot\text{м}$	$a_3, \text{ м}$
<b>А К Ф</b>	1	4,0	12	4,0	10	15	20	2,0
<b>Б Л Х</b>	2	3,0	10	3,0	15	30	18	4,0
<b>В М Ц</b>	3	2,0	8	4,0	20	15	16	4,0

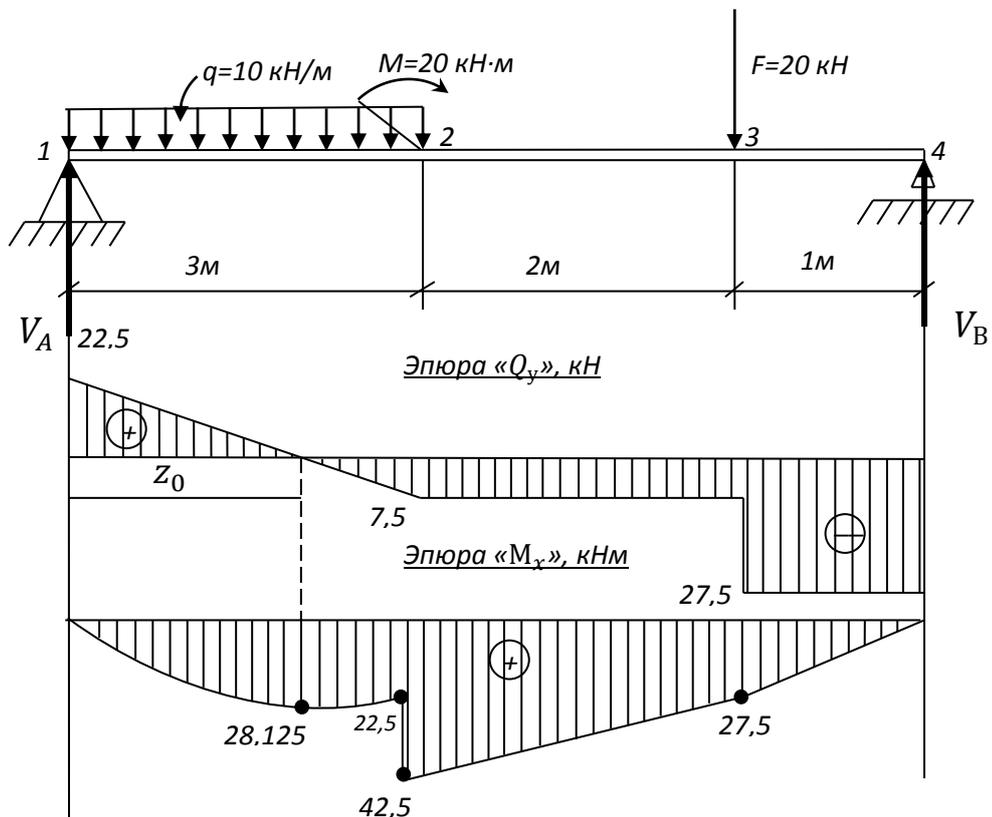
<b>Г Н Ч</b>	4	2,0	6	6,0	25	60	14	2,0
<b>Д О Ш</b>	5	4,0	4	3,0	30	75	12	3,0
<b>Е П Щ</b>	6	2,5	12	3,5	10	15	10	4,0
<b>Ё Р Ы</b>	7	3,0	10	5,0	15	30	14	2,0
<b>Ж С Э</b>	8	3,0	8	4,0	20	45	16	3,0
<b>З Т Ю</b>	9	2,5	6	4,5	25	60	18	3,0
<b>И У Я</b>	10	2,0	4	3,0	30	75	20	5,0





### Задача № 3.

Пример расчета. Для данной балки (Рис.6) построить эпюры поперечных сил и изгибающихся моментов.



Последовательность решения:

1.1. Определяют опорные реакции балки.

$$\begin{aligned} \sum M_A(F_i) &= 0; 3q \cdot 1,5 + M + F \cdot 5 - V_B \cdot 6 = 0; \\ \sum M_B(F_i) &= 0; V_A \cdot 6 + 3q \cdot 4,5 + M - F \cdot 1 = 0; \\ V_B &= \frac{3q \cdot 1,5 + M + F \cdot 5}{6} = \frac{3 \cdot 10 \cdot 1,5 + 20 + 20 \cdot 5}{6} = 27,5 \text{ kH} \\ V_A &= \frac{3q \cdot 4,5 - M + F \cdot 1}{6} = \frac{3 \cdot 10 \cdot 4,5 - 20 + 20 \cdot 1}{6} = 22,5 \text{ kH} \end{aligned}$$

Проверка:  $\sum Y_A = 0; V_A - F + V_B = 22,5 - 3 \cdot 10 - 20 + 27,5 = 50 - 50 = 0$

Опорные реакции найдены верно.

2.1. Определяют поперечные силы в характерных точках балки и строят эпюру поперечных сил.

$$\begin{aligned} Q_1^{\text{прав.}} &= V_A = 22,5 \text{ kH}; \\ Q_2 &= V_A - q \cdot 3 = 22,5 - 10 \cdot 3 = -7,5 \text{ kH}; \\ Q_3^{\text{лев.}} &= Q_2 = -7,5 \text{ kH}; \\ Q_3^{\text{прав.}} &= V_A - q \cdot 3 - F = 22,5 - 10 \cdot 3 - 20 = -27,5 \text{ kH}; \\ Q_4^{\text{лев.}} &= Q_3^{\text{прав.}} = -27,5 \text{ kH}. \end{aligned}$$

Определим положение сечения, в котором поперечная сила равна нулю:

$$Q_{z_0} = V_A - q \cdot z_0 = 0; \quad z_0 = \frac{V_A}{q} = \frac{22,5}{10} = 2,25 \text{ м.}$$

2.2. Определяют изгибающие моменты в характерных точках балки и строят эпюру изгибающих моментов.

$$M_1 = 0;$$

$$M_2^{\text{лев.}} = V_A \cdot 3 - q \cdot 3 \cdot 1,5 = 22,5 \cdot 3 - 10 \cdot 3 \cdot 1,5 = 22,5 \text{ kH} \cdot \text{м};$$

$$\begin{aligned} M_2^{\text{прав.}} &= V_A \cdot 3 - q \cdot 3 \cdot 1,5 + M = 22,5 \cdot 3 - 10 \cdot 3 \cdot 1,5 + 20 \\ &= 42,5 \text{ kH} \cdot \text{м}; \end{aligned}$$

$$M_3 = V_A \cdot 5 - q \cdot 3 \cdot 3,5 + M = 22,5 \cdot 5 - 10 \cdot 3 \cdot 3,5 + 20 = 27,5 \text{ kH};$$

$$\begin{aligned} M_4 &= V_A \cdot 6 - q \cdot 3 \cdot 4,5 + M - F \cdot 1 \\ &= 22,5 \cdot 6 - 10 \cdot 3 \cdot 4,5 + 20 - 20 \cdot 1 = 0 \end{aligned}$$

Определим значения изгибающего момента сечения  $z_0$  (вершина параболы):

$$M_{z_0} = \frac{V_A \cdot z_0 - q \cdot z_0^2}{2} = \frac{22,5 \cdot 2,25 - 10 \cdot 2,25^2}{2} = 28,1 \text{ kH} \cdot \text{м}$$

3. По эпюре изгибающихся моментов определяем положение опасного сечения балки сечения, в котором изгибающийся момент имеет наибольшее значение по абсолютной величине.

В нашем случае:

$$M_{max} = M_2 = 42,5 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Из условия прочности балки на изгиб.

$$\delta = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\delta_{и}] - \text{вычислим необходимый осевой момент}$$

сопротивления.

$$W_x = \frac{M_{max}}{[\delta_{и}]} = \frac{42,5 \cdot 10^6 \text{ Н/мм}}{160 \text{ Н/мм}^2} = 0,265 \cdot 10^6 \text{ мм}^3 = 265 \text{ см}^3$$

В соответствии с ГОСТ 8239 – 89 принимаем сечение из стального двутавра № 24 с  $W_x = 289 \text{ см}^3$ .

$$\delta_{max} = \frac{M_{max}}{W_{x \text{ ГОСТ}}} = \frac{42,5 \cdot 10^6 \text{ Н/мм}}{289 \cdot 10^3 \text{ М} \cdot \text{М}^3} = 147 \text{ МПа}$$

Получили недонапряжение.

$$\delta = \frac{\delta_{max} - [\delta_{и}]}{[\delta_{и}]} \cdot 100\% = \frac{147 - 160}{160} \cdot 100\% = 8,1\% < 15\%$$

что находится в разрешенных пределах. Сечение балки двутавр № 24.

Контрольные вопросы:

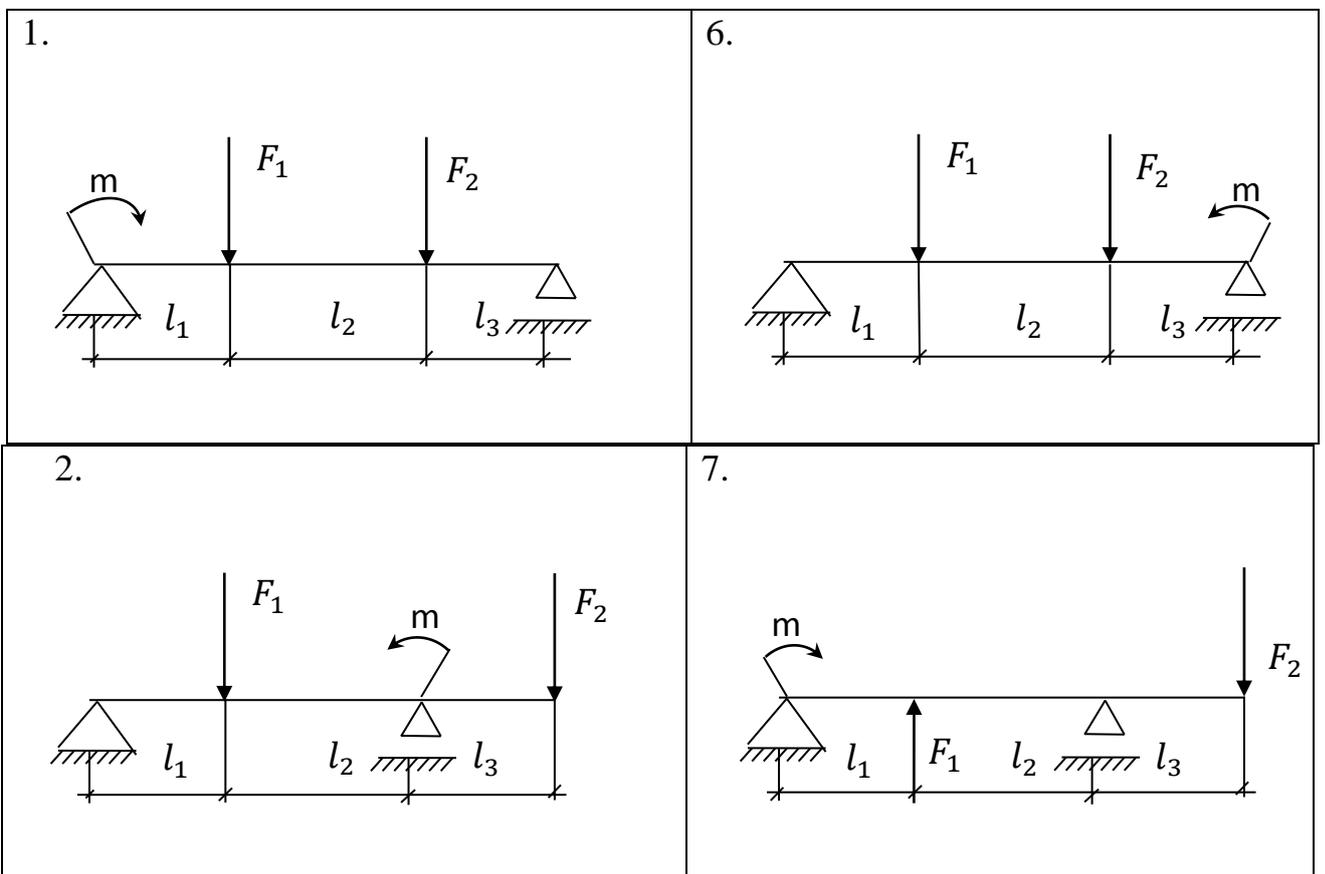
- 4.1. Какая деформация называется изгибом?
- 4.2. Что такое прямой и косоугольный изгиб?
- 4.3. Что такое чистый поперечный изгиб?
- 4.4. Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечных сечениях балки при поперечном изгибе?
- 4.5. Как определить поперечную силу в поперечном сечении балки и каково правило знаков при этом?
- 4.6. Как определить изгибающий момент в поперечном сечении балки и каково правило знаков при этом?
- 4.7. Запишите дифференциальные зависимости между поперечной силой, изгибающим моментом и интенсивностью распределительной нагрузки.
- 4.8. Что такое эпюра и для чего она строится?
- 4.9. Как изменяется поперечная сила и изгибающийся момент на тех участках балки, где приложена распределительная нагрузка?
- 4.10. Как изменяется поперечная сила в сечении, соответствующем точке приложения сосредоточенной силы?
- 4.11. Как изменяется изгибающий момент в сечении, соответствующем точке приложения сосредоточенного момента?
- 4.12. Какое значение имеет изгибающий момент в сечении, где поперечная сила меняет знак?

**Задача № 3.** Для двухопорной балки построить эпюры изгибающихся моментов и поперечных сил, подобрать сечение стального двутавра. Расчет

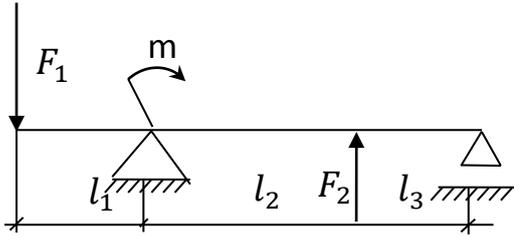
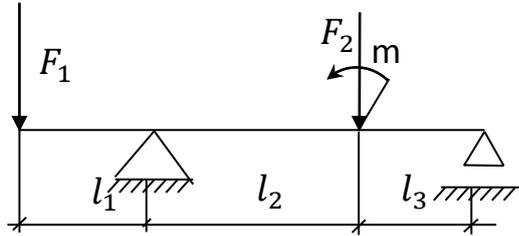
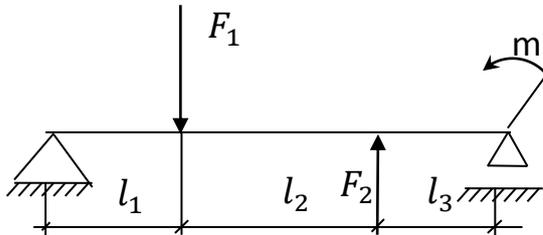
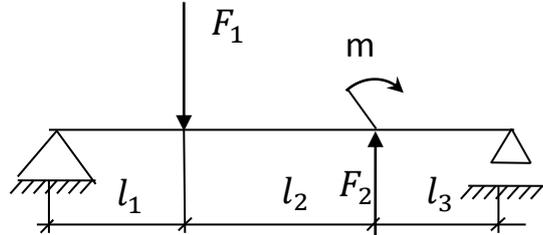
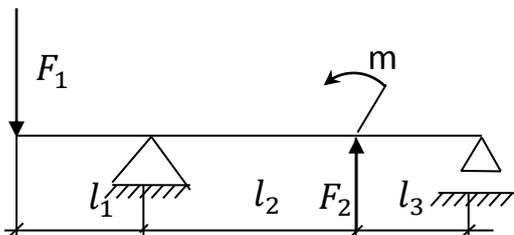
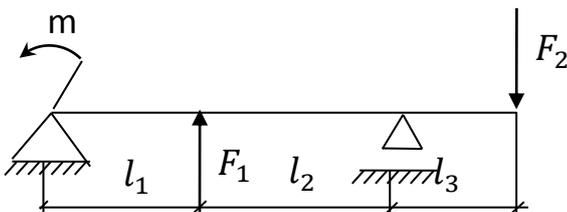
произвести по допустимым напряжениям, приняв  $[\delta] = 160$  МПа. Данные для задачи своего варианта взять из таблицы № 3.

Таблица 3

Алфавит	1	2	3	4	5	6	7
	Схема	$F_1, \text{кН}$	$F_2, \text{кН}$	$M, \text{кН} \cdot \text{м}$	$l_1, \text{м}$	$l_2, \text{м}$	$l_3, \text{м}$
А К Ф	1	30	40	20	2,0	6,0	2,0
Б Л Х	2	40	50	40	4,0	4,0	2,0
В М Ц	3	50	40	30	5,0	3,0	2,0
Г Н Ч	4	60	30	25	2,0	3,0	5,0
Д О Ш	5	45	25	35	3,0	3,0	4,0
Е П Щ	6	35	40	45	1,0	4,0	5,0
Ё Р Ы	7	25	35	15	2,0	5,0	3,0
Ж С Э	8	20	60	50	1,0	6,0	3,0
З Т Ю	9	15	35	20	4,0	3,0	3,0
И У Я	10	40	30	15	1,5	4,5	4,0



## V. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ

<p>3.</p> 	<p>8.</p> 
<p>4.</p> 	<p>9.</p> 
<p>5.</p> 	<p>10.</p> 

### ПРАКТИЧЕСКИХ (РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ) РАБОТ

Практическая (расчетно-графическая) работа выполняется в печатном варианте с учетом требований, предъявляемых к письменным работам (шрифт «TimesNewRoman», размер – 14, интервал – полуторный, отступы: сверху – 2см., снизу – 2 см., слева – 3 см., справа – 1,5 см.). В тексте работы

не должно быть произвольного сокращения слов, допускаются лишь общепринятые: РФ, СНГ и др. Работа выполняется на листах формата А4. Первый лист титульный (образец титульного листа представлен в Приложении 1). Работа подшивается в тонкую папку со скоросшивателем.

Текстовую часть работы обязательно выполнять в компьютерном варианте. Рисунки, таблицы, графики, эскизы, формулы выполняются либо с применением соответствующих программных ресурсов, либо выполняются в виде копий с последующей вклейкой в текстовую часть, либо оформляются вручную с применением соответствующих чертежных приспособлений.

Очередность выполнения заданий – в порядке их следования в заданном варианте. При оформлении работы обязательна ссылка на используемую литературу или образовательные ресурсы Интернета. В конце работы приводится список использованной литературы, Интернет-ресурсов.

Задания включают вопросы и задачи по основным разделам курса. К выполнению работы не следует приступать, не проработав соответствующего материала по учебнику. Выполнять работу необходимо строго по варианту, номер которого совпадает с **двумя последними цифрами номера зачетной книжки**.

Перед ответом на теоретический вопрос дается точная его формулировка. Изложение текста должно быть самостоятельным, без дословного переписывания из учебника или дополнительной литературы. По тексту делаются ссылки на литературные источники, использованные при изучении или изложении данного вопроса. Ссылки размещаются внизу страниц или в процессе изложения материала в квадратных скобках с указанием порядкового номера источника и страницы. Например: [3, с. 18].

При выполнении практической части, прежде всего, следует переписать условие задачи, произвести решение с пояснением методики расчетов. Вычислениям должны предшествовать исходные формулы. Для всех исходных и физических величин должны указываться размерности. Полученным результатам дать оценку. При необходимости решение можно оформить в таблицах, схемах, эскизах. Каждая таблица должна иметь заголовки, единицы измерения, наименование всех строк и граф.

За ответом на последний вопрос приводится список использованной литературы, указывается методическое пособие, по которому выполнена работа, ставится подпись исполнителя.

Выполненная работа направляется на проверку.

После получения проверенной работы студенту необходимо исправить отмеченные ошибки, выполнить все указания преподавателя, повторить недостаточно усвоенный материал.

При положительной рецензии студент допускается к экзамену. В случае отрицательной рецензии работа возвращается для доработки. При повторном представлении работы на проверку прилагается и первоначальный вариант с рецензией.

Практическая (расчетно-графическая) работа, выполненная не в полном объеме, не по заданному варианту, небрежно, неразборчивым почерком, содержащая грубые ошибки в решении задач, ситуаций и т. д., возвращается обучающемуся для дальнейшей доработки. Не зачтенные практические (расчетно-графические) работы подлежат повторному выполнению.

Для допуска к экзамену необходимо выполнить практические (расчетно-графические) работы, сделать все исправления, указанные преподавателем в решениях и защитить работу, т.е. в процессе опроса по ней показать хорошую осведомленность и самостоятельность выполнения.

Сдача практических (расчетно-графических) работ осуществляется в рамках зачетной недели. Допустимо, при особых обстоятельствах, осуществлять прием практических (расчетно-графических) работ в период очередной экзаменационной сессии в соответствии с графиком учебного процесса, в этом случае обучающийся защищает работу устно.

Результаты проверки практических (расчетно-графических) работ проставляются на листе отчета (дифференцированная оценка) (Приложение 2), а также на листе контроля успеваемости обучающегося словами «зачет» или «незачет», а также в журнале регистрации.

### **Критерии оценивания практической работы**

Оценка «5» - отлично:

- соответствие содержания работы теме;
- тема раскрыта в полном объеме;
- использовано не менее 5 источников информации;
- работа оформлена грамотно и в соответствии с требованиями.

Оценка «4» - хорошо:

- соответствие содержания работы теме;
- тема раскрыта в достаточном объеме;
- использовано не менее 3 источников информации;
- работа оформлена с незначительными недочётами.

Оценка «3» - удовлетворительно:

- соответствие содержания работы теме;
- раскрытие темы недостаточно;
- использовано менее 3 источников информации;
- работа оформлена со значительными недочётами.

Оценка «2» - неудовлетворительно:

- несоответствие содержания работы теме.

### **VI. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ПРАКТИЧЕСКИХ (РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ) РАБОТ**

#### **Определение варианта контрольной работы**

Последние цифры шифра	№ варианта	Последние цифры шифра	№ варианта	Последние цифры шифра	№ варианта
01, 41, 61	<b>1</b>	11, 31, 51, 81	<b>11</b>	21, 71, 91	<b>21</b>
02, 42, 62	<b>2</b>	12, 32, 52, 82	<b>12</b>	22, 72, 92	<b>22</b>

03,43,63	<b>3</b>	13, 33,53, 83	<b>13</b>	23, 73, 93	<b>23</b>
04,44, 64	<b>4</b>	14, 34,54, 84	<b>14</b>	24, 74, 94	<b>24</b>
05,45, 65	<b>5</b>	15, 35, 55, 85	<b>15</b>	25, 75, 95	<b>25</b>
06, 46, 66	<b>6</b>	16, 36, 56, 86	<b>16</b>	26, 76, 96	<b>26</b>
07,47, 67	<b>7</b>	17, 37,57, 87	<b>17</b>	27, 77, 97	<b>27</b>
08,48, 68	<b>8</b>	18, 38, 58, 88	<b>18</b>	28, 78, 98	<b>28</b>
09,49, 69	<b>9</b>	19, 39,59, 89	<b>19</b>	29, 79, 99	<b>29</b>
10,40, 60	<b>10</b>	20, 40, 60, 90	<b>20</b>	30, 80, 00	<b>30</b>

### Вариант 1

1. Задача №1.

2. На горизонтальной находящейся в покое платформе, установленной на рельсах, находится автомобиль. В некоторый момент времени автомобиль начал двигаться по платформе. Пренебрегая трением между рельсами и колесами платформы и сопротивлением воздуха, определить закон изменения ее скорости  $V$  в зависимости от скорости автомобиля  $u$  относительно платформы. Масса платформы равна  $m_1$ , масса автомобиля  $m_2$  (рисунок 1).

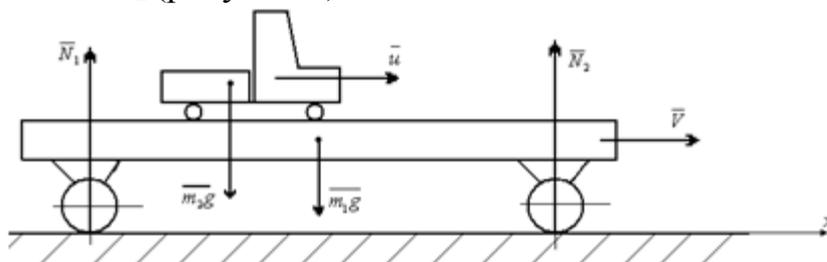


Рис.1

3. Задача № 2.

4. Рассчитать фрикционную передачу гладкими цилиндрическими катками. Передаваемая мощность  $N=4$ кВт. Угловая скорость ведущего катка  $\omega_1 = 73,5$  1/с. Передаточное число  $i = 4$ . Материал катков: ведущего – кожа, ведомого – чугун. Коэффициент трения кожи по чугуну  $f = 0,3$ ; коэффициент запаса сцепления  $\beta = 1,5$ ; допускаемое контактное напряжение для кожи по чугуну  $[q] = 30$ н/мм.

5. Напряжения и деформации при кручении.

### Вариант 2

1. Тепловоз движется поступательно, поэтому рассмотрим движение его центра масс  $C$ , считая, что к нему приложены все внешние силы (рисунок 1).

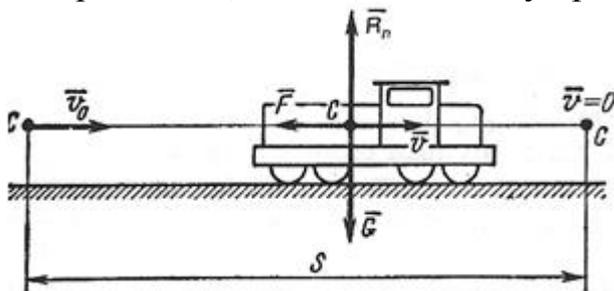


Рисунок 1

После того как отключается двигатель и включается тормозное устройство, на тепловоз действуют три силы: сила тяжести  $G$ , нормальная реакция рельсов  $R_n$  и сила торможения  $F$ . В начале торможения скорость  $v_0 = 90 \text{ км/ч} = 25 \text{ м/с}$ , в конце  $v = 0$ . Требуется определить пройденный путь  $s$ .

2. Задача № 1.

3. Центр тяжести тела. Центр тяжести плоских фигур.

4. Рассчитать фрикционную передачу гладкими цилиндрическими катками. Передаваемая мощность  $N = 6 \text{ кВт}$ . Угловая скорость ведущего катка  $\omega_1 = 63,0 \text{ 1/с}$ . Передаточное число  $i = 3$ . Материал катков: ведущего – сталь 40, ведомого – чугун СЧ15-32. Коэффициент трения стали по чугуну без смазки  $f = 0,15$ ; коэффициент запаса сцепления  $\beta = 1,5$ ; допускаемое контактное напряжение для чугуна СЧ15-32  $[q] = 480 \text{ н/мм}^2$ . Модули упругости стали  $E_1 = 2,1 \cdot 10^5 \text{ н/мм}^2$ , чугуна  $E_2 = 1,2 \cdot 10^5 \text{ н/мм}^2$ .

5. Задача № 3.

### Вариант 3

1. Задача № 1.

2. Материальная точка движется в горизонтальной плоскости  $zOy$  под действием центральной силы  $F$ , линия действия которой проходит через точку  $O$ . Найти скорость точки в положении  $A_2$ , если в положении  $A_1$  ее скорость  $V_1$  равнялась  $6 \text{ м/с}$ , причем  $OA_1/OA_2 = 5/4$  и угол, образуемый скоростью  $V_2$  с линией действия силы, равен  $60^\circ$  (рисунок 1).

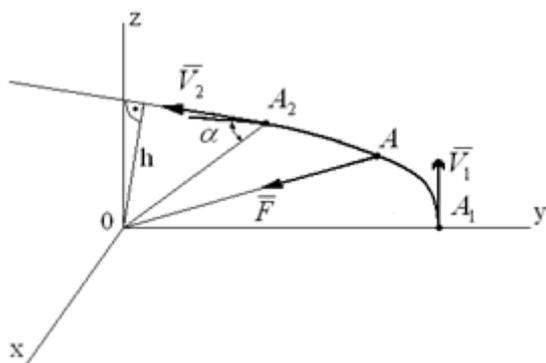


Рисунок 1

3. Задача № 3.

4. Зубчатые передачи.

5. Деревянная балка прямоугольного сечения с отношением сторон  $b/h = 1/2$  закреплена одним концом и изгибается силой  $P = 1,5 \text{ кН}$ , приложенной на свободном конце. Определить требуемые размеры сечения, если допускаемое напряжение  $[\sigma] = 11 \text{ н/мм}^2$ .

### Вариант 4

1. Задача № 1.

2. Груз массой 200 кг (рис.1) опускается равноускоренно с помощью невесомого троса, перекинутого через блок, и в первые 5с проходит 10м. Определить силу натяжения троса.

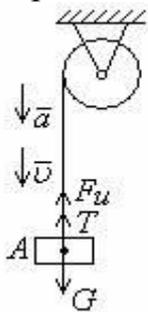


Рис.1

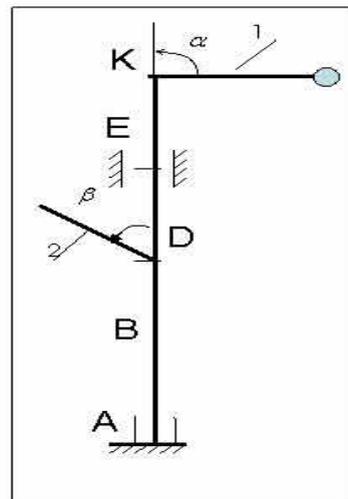
3. Задача № 3.

4. Определить из расчета на прочность балки допускаемую высоту падения груза массой 100 кг, если  $[\sigma] = 160 \text{ н/мм}^2$ . Определить при этой высоте динамический прогиб балки в середине пролета. Применить упрощенную формулу для динамического коэффициента. Сечение балки – двутавр № 12, длина балки 2,0 м, груз падает на середину балки.  $J_x = 403 \text{ см}^4$ ,  $W_x = 57,2 \text{ см}^2$ .

5. Червячные передачи.

#### Вариант 5

1. Вертикальный вал АК (Рис. 1), вращающийся с постоянной угловой скоростью  $\omega = 10 \text{ с}^{-1}$ , закреплен подпятником в точке А. ( $AB=BD=DE=EK=b$ ). К валу жёстко прикреплены невесомый стержень 1 длиной  $l_1=0,4 \text{ м}$  с точечной массой  $m_1=6 \text{ кг}$  на конце и однородный стержень 2 длиной  $l_2=0,6 \text{ м}$ , имеющий массу  $m_2=4 \text{ кг}$ ; оба стержня лежат в одной плоскости. Пренебрегая весом вала, определить реакции подпятника и подшипника. При окончательных подсчётах принять  $b=0,4 \text{ м}$ .



2. Задача № 1.

3. Для того, чтобы поднять волоком по наклонной плоскости на высоту  $H = 10 \text{ м}$  станину массой  $m = 500 \text{ кг}$ , воспользовались электрической лебедкой. Вращающийся момент на выходном барабане лебедки  $M = 250 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Барабан равномерно вращается с частотой  $n = 30 \text{ об/мин}$ . Для подъема станины лебедка работала в течение 2 мин. Определить коэффициент полезного действия наклонной плоскости.

4. Задача № 2.

5. Общие сведения о передачах.

#### Вариант 6

- По наклонной плоскости из состояния покоя начинает скользить тело массой  $m = 1$  кг (рисунок 1). Коэффициент трения скольжения  $f = 0,1$ . Определить закон движения точки, если угол  $\alpha = 30^\circ$ .

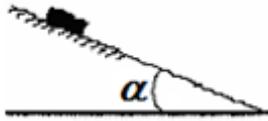


Рисунок 1

2. Задача № 1.

3. Определить, какую наибольшую равномерно распределенную нагрузку  $q$  можно приложить к двухопорной балке пролетом 2 м, если ее сечение представляет круг  $d = 220$  мм, а допускаемое напряжение  $[\sigma] = 100$  н/мм<sup>2</sup>.

4. Задача № 3.

5. Ременные передачи.

### Вариант 7

1. Задача № 2.

2. Тяжелая точка массой  $m$  падает в воздухе, двигаясь по закону  $x = g/2 - g/4 \cdot (1 - e^{-2t})$ . Определить силу сопротивления воздуха.

3. Задача № 3.

4. Геометрические характеристики плоских сечений.

5. Проверить устойчивость стержня. Стержень длиной 1 м зашпелен одним концом, сечение швеллер № 16, материал – Ст3, запас устойчивости трехкратный. Стержень нагружен сжимающей силой 82 кН. По ГОСТ 8240-89 основные геометрические параметры сечения: площадь сечения 18,1 см<sup>2</sup>; минимальный осевой момент сечения 63,3 см<sup>4</sup>; минимальный радиус инерции сечения  $i_{\min} = 1,87$  см. Предельная гибкость для материала Ст3  $\lambda_{\text{пред}} = 100$ .

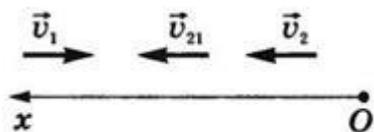
### Вариант 8

1. Задача № 2.

2. Сколько времени пассажир, сидящий у окна поезда, который идет со скоростью 54 км/ч, будет видеть проходящий мимо него встречный поезд, скорость которого 36 км/ч, а длина 250 м?

Дано:  $V_1 = 15$  м/сек;  $V_2 = 10$  м/сек;  $l = 250$  м

Найти:  $t$ .



3. Задача № 3.

4. Как изменится критическая сила при расчете на устойчивость, если стержень двутаврового сечения (двутавр № 12) заменить стержнем прямоугольного сечения той же площади? Высота полосы 120 мм.

Геометрические параметры двутавра № 12 по ГОСТ 8239 – 89: площадь сечения  $A_1 = 14,7 \text{ см}^2$ ; минимальный из осевых моментов инерции  $J_y = 27,9 \text{ см}^4$ .

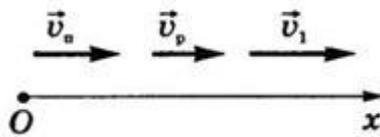
5.Зубчатые передачи.

### Вариант 9

1. Задача № 1.
2. Пароход идет от Нижнего Новгорода до Астрахани 5,0 суток, а обратно – 7,0 суток. Как долго будет плыть плот от Нижнего Новгорода до Астрахани? Стоянки и задержки в движении исключить.

Дано:  $t_1=5 \text{ сут}$ ,  $t_2=7 \text{ сут}$ .

Найти:  $t_3$



3. Задача № 3.
4. Из расчетов на прочность и жесткость определить потребный диаметр вала для передачи мощности 63 кВт при скорости 30 рад/с. Материал вала – сталь, допускаемое напряжение при кручении 30 МПа; допускаемый относительный угол закручивания  $[\varphi_0] = 0,02 \text{ рад/м}$ ; модуль упругости при сдвиге  $G = 0,8 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

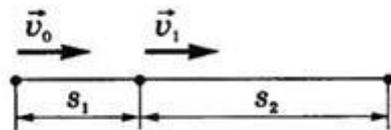
5. Ременные передачи. Общие сведения. Детали ременной передачи.

### Вариант 10

1. Задача № 1.
2. При равноускоренном движении тело проходит за два первых равных последовательных промежутка времени по 4,0 с каждый пути  $s_1 = 24 \text{ м}$  и  $s_2=64 \text{ м}$  соответственно. Определите начальную скорость и ускорение тела.

Дано:  $t_1=t_2= 4,0 \text{ с}$ ,  $s_1 =24 \text{ м}$ ,  $s_2 = 64 \text{ м}$ .

Найти:  $v_0$ ,  $a$



3. Задача № 2.
4. Стальной вал диаметром 40 мм передает мощность 15 кВт при угловой скорости 80 рад/с. Проверить прочность и жесткость вала, если допускаемое напряжение кручения 20 Мпа. Модуль упругости при сдвиге  $0,8 \cdot 10^5 \text{ Мпа}$ . Допускаемый угол закручивания  $[\varphi_0] = 0,6 \text{ град/м}$ . Построить эпюру касательных напряжений и определить значение касательного напряжения в точке, удаленной на 5 мм от оси вала.

5. Разъемные соединения.

### Вариант 11

1. Задача № 2.

2. Автомобиль, двигаясь по прямолинейной траектории равноускоренно с начальной скоростью 5,0 м/с, прошел за первую секунду путь, равный 6,0 м. Найдите ускорение автомобиля, мгновенную скорость в конце второй секунды и перемещение за 2,0 с.

Дано:  $v_0 = 5 \frac{м}{с}$ ,  $s_1 = 6 м$ ,  $t_1 = 1 с$ ,  $t_2 = 2 с$

Найти:  $a, v_2, s$

3. Задача № 3.

4. Неразъемные соединения.

5. Проверить жесткость консольной балки (заделка справа, сечение балки – двутавр № 45) общей длиной  $l$  равной 5 м, на расстоянии 3 м от заделки сверху вниз действует сосредоточенная сила  $F$  равная 40 кН, момент пары сил  $m$  расположен на конце балки и равен 12 кН·м. По ГОСТ 8239-89 для двутавра № 45  $J_y = 27696 \text{ см}^4$ . Принять  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ Мпа}$ ;  $[f] = 1/200 \cdot l$ .

### Вариант 12

1. Задача № 1.

2. С башни высотой  $h$  бросили камень со скоростью  $v_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту. Найти:

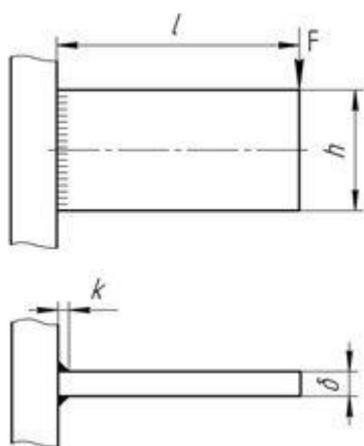
- какое время камень будет в движении;
- на каком расстоянии  $s$  он упадет на землю;
- с какой скоростью он упадет на землю;
- какой угол  $\beta$  составит траектория камня с горизонтом в точке его падения;
- нормальное и тангенциальное ускорения камня в этой точке, а также радиус кривизны траектории;
- наибольшую высоту подъема камня.

Соппротивлением воздуха пренебречь.

3. Задача № 2.

4. Вариаторы. Принцип действия.

5. Проверить прочность сварного соединения.



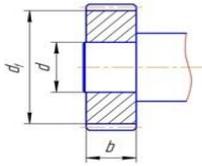
Исходные данные:  $F = 30 \text{ кН}$ ;  $l = 400 \text{ мм}$ ;  $h = 160 \text{ мм}$ ;  $d = 5 \text{ мм}$ ; электрод Э42; материал детали – Ст3; сварка ручная

### Вариант 13

1. Задача № 1.

2. Основные понятия кинематики.

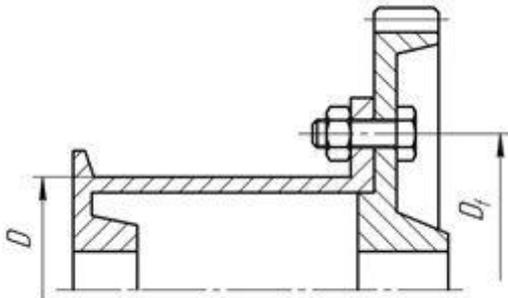
3. Тяжелая точка массой  $m$  падает в воздухе, двигаясь по закону  $x = g/2 - g/4 \cdot (1 - e^{-2t})$ . Определить силу сопротивления воздуха.
4. Задача № 3.
5. Рассчитать цилиндрическое соединение с натягом.



Исходные данные: материал вала – сталь 45; материал шестерни – сталь 40ХН;  $d=35$  мм;  $d_f=90$  мм;  $b=30$  мм; момент передаваемый шестерней  $T=100$  Н $\times$ м.

### Вариант 14

1. Задача № 1.
2. Векторный и координатный способы движения точки.
3. Задача № 2.
4. Определить диаметр болтов установленных с зазором и без зазоров.

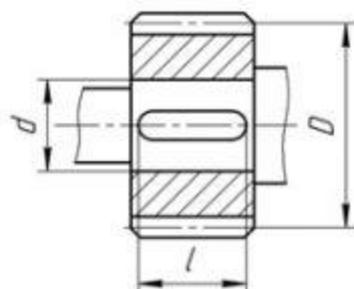


Исходные данные:  $D=250$  мм;  $D_1=350$  мм; тяговое усилие  $F_t=12$  кН; количество болтов  $z=4$ .

5. Динамические и повторно-переменные нагрузки.

### Вариант 15

1. Задача № 1.
2. Определение скорости при естественном способе движения точки.
3. Задача № 2.
4. Определить диаметр болтов установленных с зазором и без зазоров.

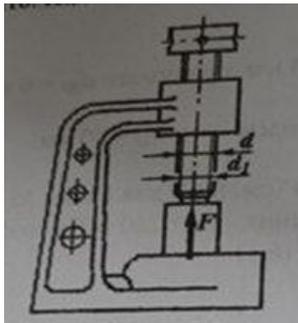


Исходные данные: окружное усилие  $F=4$  кН; диаметр вала  $d=30$  мм; диаметр делительной окружности  $D=150$  мм; материал шестерни и вала – Сталь 40Х; материал шпонки Ст 6.

5. Цепные передачи. Назначение, принцип действия.

### Вариант 16

1. Задача № 1.
2. Определение ускорения при естественном способе задания движения. Касательное и нормальное ускорение точки.
3. Задача № 3.
4. Рассчитать винт и гайку пресса.



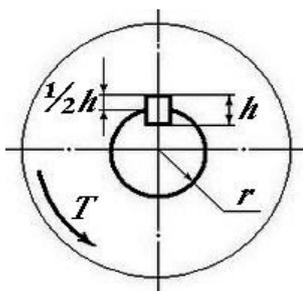
Исходные данные: продольная сила  $F=15$  кН, профиль резьбы – упорный, материал гайки – чугун СЧ18.

5. Зубчатые передачи.

### Вариант 171. Задача № 1.

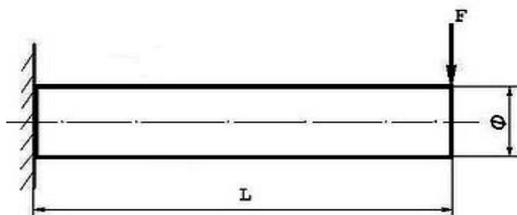
2. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение.
3. Задача № 2.
4. Произвести проверочный расчет призматической шпонки на смятие: вращающий момент на валу  $T = 120$  н·м, радиус сечения вала  $r = 30$  мм, высота шпонки  $h = 6$  мм, рабочая длина шпонки  $l_p = 30$  мм. Допускаемое напряжение на смятие  $[\sigma]_{см} = 200$  Мпа

5. Устройство и назначение редуктора.



### Вариант 18

1. Задача № 1.
2. Определить максимальное нормальное напряжение, возникающее в сечении круглого бруса, расположенной рядом с жесткой заделкой, если к свободному концу бруса приложена поперечная сила  $F$ . Поперечная сила  $F=1000$  Н, длина бруса  $L=5$  м, диаметр бруса  $d = 0,1$  м. Вес бруса не учитывать.



3. Задача № 3.

4. Движение материальной точки. Метод кинетостатики.

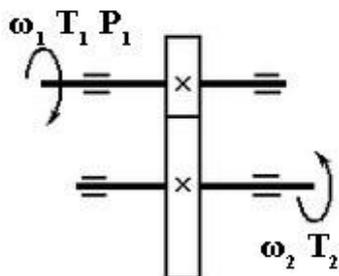
5. Зубчатые передачи.

### Вариант 19

1. Задача № 1.

2. Равномерное и равнопеременное криволинейное движение.

2. Для изображенной на схеме передачи определить вращающий момент  $T_2$  на ведомом валу. Мощность на ведущем валу  $P_1 = 8 \text{ кВт}$ , угловая скорость ведущего вала  $\omega_1 = 40 \text{ рад/сек}$ , КПД передачи  $\eta = 0,97$ , передаточное число  $u = 4$ .



4. Задача № 2.

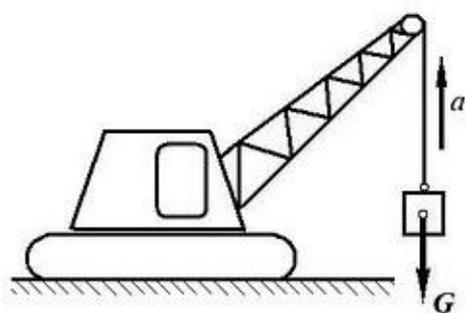
5. Соединения: разъемные и неразъемные.

### Вариант 20

1. Задача № 1.

2. Сколько времени пассажир, сидящий у окна поезда, который идет со скоростью 54 км/ч, будет видеть проходящий мимо него встречный поезд, скорость которого 36 км/ч, а длина 250 м?

3. Определить силу натяжения в канате крановой установки, поднимающей груз  $G$  с ускорением  $a$ .



Исходные данные:

Масса груза  $m = 5$  тонн

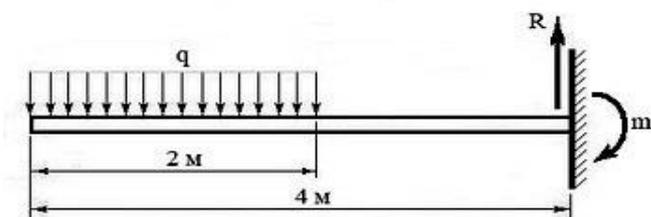
Ускорение груза  $a = 2 \text{ м/сек}^2$

Ускорение свободного падения принять равным  $g = 10 \text{ м/сек}^2$

Силой сопротивления воздуха пренебречь.

4. Построить эпюру поперечных сил, действующих на защемленный одним концом

брус (см. схему).



Исходные данные:

Интенсивность равномерно распределенной нагрузки  $q = 10 \text{ Н/м}$ .

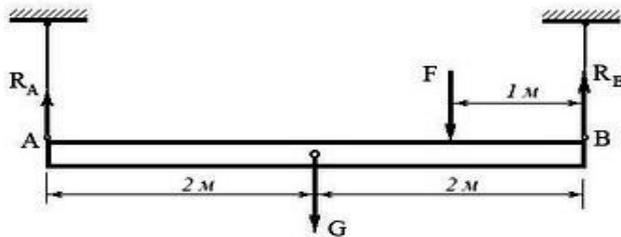
Вес бруса не учитывать.

5. Общие сведения о передачах.

### Вариант 21

1. Задача № 1.

2. Балка висит на гибких связях горизонтально, нагружена собственным весом  $G=1200\text{Н}$ , силой  $F=600\text{Н}$  и находится в состоянии равновесия. Определить реакцию гибкой связи  $R_A$



3. Задача № 3.

4. Червячные передачи. Общие сведения, устройство передачи, материалы, область применения, достоинства и недостатки.

5. Автомобиль двигался со скоростью 54 км/ч. В результате резкого торможения автомобиль остановился. Определите время торможения, если коэффициент между поверхностью дороги и колесами автомобиля 0,36.

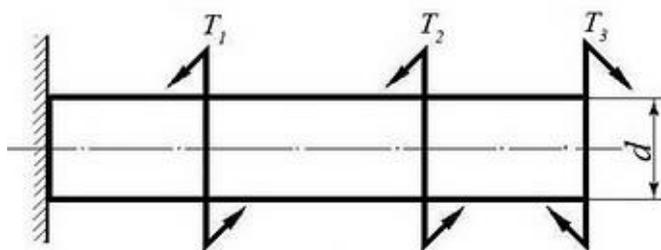
### Вариант 22

1. Задача № 1.

2. Автомобиль движется между городами Краснодар и Майкоп с постоянной скоростью  $v=60\text{км/час}$ . Определить частоту вращения  $n$  колес автомобиля и сколько оборотов  $n_1$  сделает каждое колесо в течении поездки, если диаметр колеса  $d=0,6\text{м}$  (считать, что колеса автомобиля катятся без пробуксовки). Расстояние между городами равно 150 км.

3. Для шарнирно опертой балки, нагруженной распределенной нагрузкой интенсивностью  $q = 20 \text{ кН/м}$ , сосредоточенной силой  $P = 50 \text{ кН}$  и сосредоточенным моментом  $M = 60 \text{ кН}\cdot\text{м}$  (рис. 3.13), требуется построить эпюры перерезывающих сил  $Q_z$  и изгибающих моментов  $M_z$  и подобрать балку двутаврового поперечного сечения при допуске нормальном напряжении  $[\sigma] = 16 \text{ кН/см}^2$  и допуске касательном напряжении  $[\tau] = 8 \text{ кН/см}^2$ . Пролет балки  $l = 6 \text{ м}$ .

4. Построить эпюру вращающих моментов для круглого однородного бруса, представленного на схеме. Указать наиболее нагруженный участок бруса.



Исходные данные:

Вращающие моменты:

$T_1 = 250 \text{ Нм}$

$T_2 = 500 \text{ Нм}$

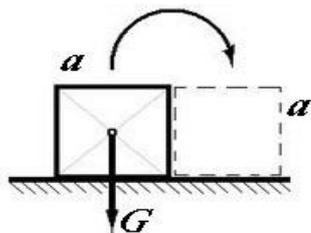
$T_3 = 150 \text{ Нм}$

5. Статические испытания на растяжение и сжатие. Диаграмма растяжения.

### Вариант 23

1. Задача № 1.

2. Какую работу  $W$  необходимо совершить, чтобы повалить кубический предмет на боковую грань? Длина грани кубического предмета (ящика)  $a=1$  м; масса  $m=100$  кг; центр тяжести кубического предмета расположен в точке пересечения диагоналей; ускорение свободного падения принять равным  $g$   $10$  м/сек<sup>2</sup>.



3. Задача № 2.

4. Определить абсолютное удлинение круглого бруса в результате приложения растягивающей силы  $F$ . Весом бруса пренебречь.

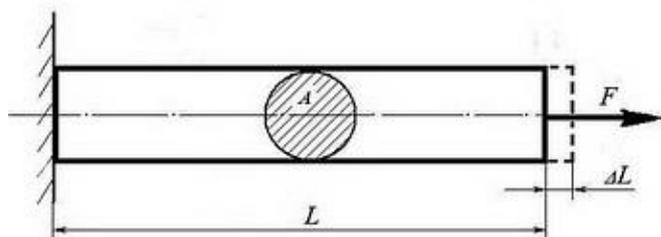
*Исходные данные:*

Сила  $F = 10$  кН

Площадь сечения бруса  $A = 0,005$  м<sup>2</sup>

Начальная длина бруса  $L = 5$  м

Материал бруса имеет модуль продольной упругости  $E = 2,0 \times 10^{11}$  Па.



5. Требования, предъявляемые к машинам, деталям машин.

Критерии работоспособности: прочность, жесткость, износостойкость, теплостойкость, виброустойчивость.

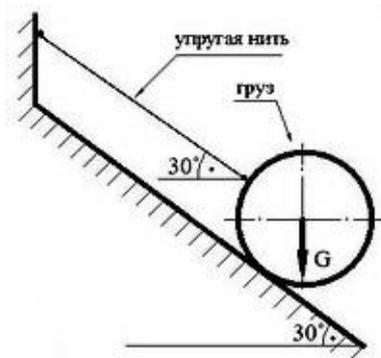
### Вариант 24

1. Задача № 1.

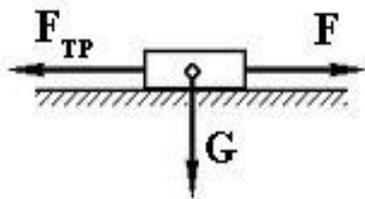
2. Найти силу натяжения упругой нити, удерживающей груз в состоянии равновесия на идеально гладкой наклонной плоскости.

*Исходные данные:*

Вес груза  $G = 100$  Н



3. Определить силу  $F$ , необходимую для равномерного перемещения бруса по горизонтальной шероховатой поверхности. Коэффициент трения между брусом и поверхностью  $f = 0,6$ ; масса бруса  $m = 12 \text{ кг}$ ; ускорение свободного падения  $g$  принять равным  $10 \text{ м/сек}^2$ .

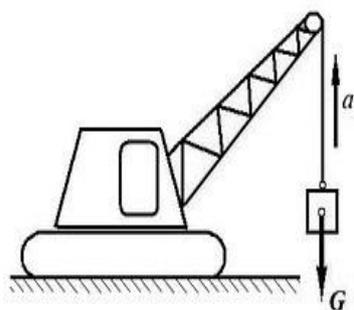


4. Задача № 3.

5. Шлицевые и штифтовые соединения, область их применения.

### Вариант 25

1. Задача № 1.



2. Определить силу натяжения в канате крановой установки, поднимающей груз  $G$  с ускорением  $a$ . Масса груза  $5 \text{ тонн}$ ; ускорение груз  $a = 2 \text{ м/сек}^2$ ; ускорение свободного падения  $g$  принять равным  $10 \text{ м/сек}^2$ . Силой сопротивления воздуха пренебречь.

3. Для консольной балки, нагруженной распределенной нагрузкой интенсивностью  $q = 20 \text{ кН/м}$  и сосредоточенным моментом  $M = 50 \text{ кН}\cdot\text{м}$  (рис. 3.12), требуется: построить эпюры перерезывающих сил  $Q_z$  и изгибающих моментов  $M_z$ , подобрать балку круглого поперечного сечения при допуске нормальном напряжении  $[\sigma] = 16 \text{ кН/см}^2$  и проверить прочность балки по касательным напряжениям при допуске касательном напряжении  $[\tau] = 8 \text{ кН/см}^2$ . Размеры балки  $a_1 = 1 \text{ м}$ ;  $a_2 = 2 \text{ м}$ ;  $l = 4 \text{ м}$ .

4. Рассчитать гибкость стержня длиной  $1 \text{ м}$ , диаметром  $20 \text{ мм}$ . Коэффициент приведения длины  $\mu = 0,5$ .

5. Передача винт-гайка.

### Вариант 26

1. Основные понятия и аксиомы статики.

2. Задача № 2.

3. Кинематическое уравнение движения материальной точки по прямой (ось  $x$ ) имеет вид  $x = A + Bt + Ct^2$ , где  $A = 5 \text{ м}$ ,  $B = 4 \text{ м/с}$ ,  $C = -1 \text{ м/с}^2$ . Определить среднюю скорость  $v_{\text{ср}}$  за интервал времени от  $t_1 = 1 \text{ с}$  до  $t_2 = 6 \text{ с}$ .

4. Задача № 3.

5. Сварные соединения. Классификация, область применения.

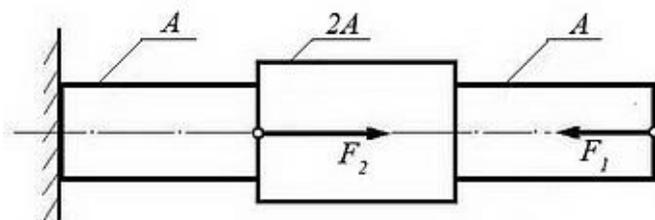
### Вариант 27

1. Задача № 1.

2. Из вертолета, находящегося на высоте  $h = 300$  м, сбросили груз. Через какое время груз достигнет земли, если: а) вертолет неподвижен; б) вертолет опускается со скоростью  $v_0 = 5$  м/с; 3) вертолет поднимается со скоростью  $v_0 = 5$  м/с. Описать графически соответствующие движения груза в осях  $s(t)$ ,  $v(t)$  и  $a(t)$ .

3. Задача № 2.

4. Построить эпюру продольных сил напряжений в ступенчатом круглом брус, нагруженном продольными силами и указать на наиболее напряженный участок. Весом бруса пренебречь.



Исходные данные:

Силы:

$$F_1 = 100 \text{ кН}$$

$$F_2 = 200 \text{ кН}$$

$$\text{Площадь сечения бруса : } A = 0,1 \text{ м}^2.$$

5. Назначение механических передач и их классификация.

### Вариант 28

1. Задача № 1.

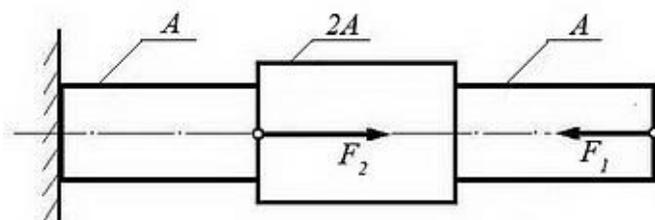
2. Кинематическое уравнение движения материальной точки по прямой (ось  $x$ ) имеет вид  $x = A + Vt + Ct^3$ , где  $A = 4$  м,  $V = 2$  м/с,  $C = -0,5$  м/с<sup>3</sup>.

Для момента времени  $t_1 = 2$  с определить:

- 1) координату точки  $x_1$  точки;
- 2) мгновенную скорость  $v_1$ ;
- 3) мгновенное ускорение  $a_1$ .

3. Задача № 3.

4. Построить эпюру напряжений в ступенчатом круглом брус, нагруженном продольными силами и указать наиболее напряженный участок. Весом бруса пренебречь.



Исходные данные:

Силы:

$$F_1 = 400 \text{ кН}$$

$$F_2 = 500 \text{ кН}$$

$$\text{Площадь сечения бруса: } A = 0,2 \text{ м}^2.$$

5. Сварные соединения. Классификация, область применения. Виды сварных швов.

### Вариант 29

1. Задача № 1.

2. Трамвай движется прямолинейно от остановки А до следующей остановки В с ускорением, меняющимся по закону  $a = \alpha - \beta x$ , где  $\alpha$  и  $\beta$  - положительные постоянные,  $x$  - расстояние между трамваем и остановкой А. Найти расстояние между остановками и максимальную скорость трамвая.

3. Лебедка состоит из цилиндрической передачи и барабана (Рис. 1), к которому посредством троса прикреплен груз  $G = 1000$  Н. Определить

требуемую мощность  $P_m$  электродвигателя лебедки, если скорость подъема груза должна составлять  $v = 4$  м/сек. КПД барабана лебедки  $\eta_b = 0,9$ , КПД цилиндрической передачи  $\eta_{ц} = 0,98$

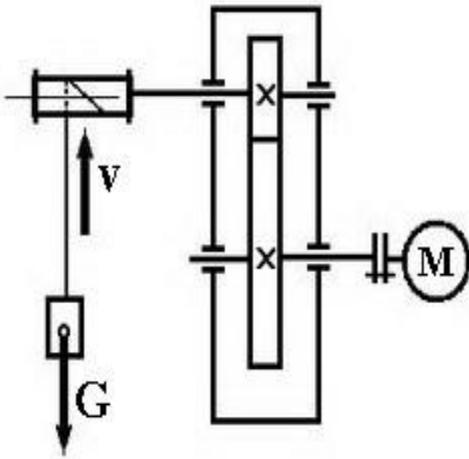


Рис. 1

4. Задача № 2.

5. Фрикционные вариаторы и их применение.

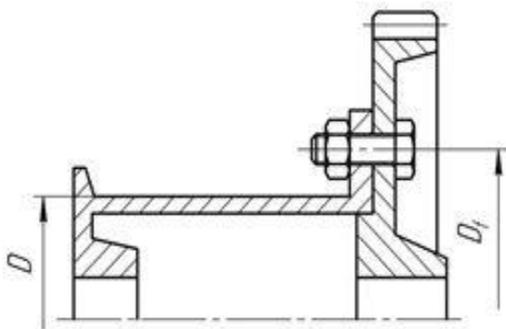
**Вариант 30**

1. Задача № 1.

2. Из вертолета, находящегося на высоте  $h = 300$  м, сбросили груз. Через какое время груз достигнет земли, если: а) вертолет неподвижен; б) вертолет опускается со скоростью  $v_0 = 5$  м/с; 3) вертолет поднимается со скоростью  $v_0 = 5$  м/с. Описать графически соответствующие движения груза в осях  $s(t)$ ,  $v(t)$  и  $a(t)$ .

3. Задача № 3.

4. Определить диаметр болтов, установленных с зазором и без зазоров.



Исходные данные:  $D=250$  мм;  $D1=350$  мм; тяговое усилие  $F_t = 12$  кН; количество болтов  $z=4$ .

$[\tau_{ср}]$ - допускаемое напряжение на срез, для Стали 35  $[\tau_{ср}] = 75$  МПа

$[\sigma_{см}]$ - допускаемое напряжение на смятие, для Стали 35  $[\sigma_{см}] = 190$  МПа

5. Кручение. Три типа задач при расчете на прочность и жесткость при кручении.

## ЛИТЕРАТУРА

Завистовский, В.Э. Техническая механика [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Э. Завистовский. - М.: ИНФРА-М, 2019. – 376 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1020982>

Завистовский, В.Э. Техническая механика [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Э. Завистовский, Л.С. Турищев. - Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015. - 368 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67748.html>

Сафонова, Г.Г. Техническая механика [Электронный ресурс]: учебник / Г.Г. Сафонова, Т.Ю. Артюховская, Д.А. Ермаков. - М.: ИНФРА-М, 2017. - 320 с. - ЭБС «Znanium.com»- Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/891734>

Сафонова, Г.Г. Техническая механика [Электронный ресурс]: учебник / Г.Г. Сафонова, Т.Ю. Артюховская, Д.А. Ермаков. - М.: ИНФРА-М, 2019. - 320 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/987196>

Олофинская, В.П. Техническая механика. Сборник тестовых заданий [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.П. Олофинская. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. - 132 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1023170>

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Майкопский государственный технологический университет»**  
**политехнический колледж**

**Предметная (цикловая) комиссия**  
**гуманитарных и естественнонаучных дисциплин**

**ПРАКТИЧЕСКАЯ (РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ) РАБОТА**

**по дисциплине Техническая механика**

**студента очной формы обучения** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Специальность** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Группа** \_\_\_\_\_

**Номер варианта** \_\_\_\_\_

**Преподаватель:** \_\_\_\_\_

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Майкопский государственный технологический университет»**  
**политехнический колледж**

**Предметная (цикловая) комиссия**  
**гуманитарных и естественнонаучных дисциплин**

**ОТЧЕТ**  
**ПО ПРАКТИЧЕСКИМ (РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИМ) РАБОТАМ**  
**по дисциплине Техническая механика**

<b>№ работы</b>									
<b>Оценка</b>									
<b>Дата проверки</b>									

**студента очной формы обучения** \_\_\_\_\_

**Специальность** \_\_\_\_\_

**Группа** \_\_\_\_\_

**Номер варианта** \_\_\_\_\_

**Преподаватель:** \_\_\_\_\_

**Контрольные вопросы и задания  
для проведения текущего контроля знаний**

1. Дайте определение абсолютно твердого тела.
2. Дайте определение материальной точке.
3. Сила, ее определение и характеристики.
4. Дайте определение векторным и скалярным величинам.
5. Аксиомы статики.
6. Дайте определение следствию из третьей аксиомы статики.
7. Что означает графический способ определения равнодействующей силы?
8. Изобразите проекцию силы на одну и на две оси.
9. Изобразите типы связей и их реакции.
10. Дайте определение направления равнодействующей силы для уравновешенной системы сил.
11. Дайте определение условия равновесия плоской системы сходящихся сил.
12. Дайте определение балочных систем.
13. Изобразите опоры балок и нанесите их реакции.
14. Перечислите виды нагружения балок.
15. Дайте определение пары сил.
16. Что называется плечом пары?
17. Что называется моментом пары?
18. Как определяется знак момента?
19. Чем можно уравновесить момент пары?
20. Назовите условие равновесия плоской системы произвольно расположенных сил.
21. Что такое трение?
22. Перечислите причины трения.
23. Сформулируйте закон Кулона для трения скольжения.
24. По какой формуле рассчитывается коэффициент трения качения?
25. Сформулируйте свойства равнодействующей двух параллельных сил.
26. Что называется центром тяжести?
27. Напишите формулу для определения центра тяжести плоской фигуры.
28. Кинематика, что она изучает?
29. Дайте определение пути.
30. Дайте определение скорости.
31. Дайте определение ускорению.
32. Проанализируйте виды движения в зависимости от ускорения.
33. Назовите виды равновесия.
34. Изобразите схемы устойчивого и неустойчивого равновесия.
35. Перечислите причины, влияющие на устойчивость тел.
36. Перечислите законы динамики.
37. Закон о связи силы, действующей на тело и его ускорением.
38. Назовите закон инерции.
39. В чём смысл метода кинестатики?

40. Дайте определения работы и единицы ее измерения.
41. Как определяется работа силы тяжести?
42. Дайте определение мощности.
43. Как определяется коэффициент полезного действия?
44. Что изучает раздел «Соппротивление материалов»?
45. Перечислите допущения, принятые при изучении сопротивления материалов.
46. В чём смысл метода сечений?
47. Перечислите основные силовые факторы и виды нагружений в поперечных сечениях.
48. Сформулируйте правило знаков при растяжении и сжатии.
49. Поясните правила построения эпюр нормальных сил и напряжений.
50. Назовите виды расчетов на прочность при растяжении и сжатии.
51. Какие силовые факторы действуют при срезе и смятии?
52. Какие силовые факторы действуют при поперечном изгибе?
53. Сформулируйте правило знаков при построении эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
54. Понятие об устойчивом неустойчивом равновесии сжатых стержней.
55. Формула Эйлера. Пределы применимости.
56. Что такое трещины усталости? Назовите причины их образования.
57. Что изучает раздел «Детали машин»?
58. Объясните принцип работы фрикционной передачи.
59. Объясните принцип работы зубчатой передачи.
60. Объясните принцип работы передачи винт-гайка.
61. Объясните принцип работы ременной передачи.
62. Объясните принцип работы червячной передачи.
63. Перечислите детали вращения и область их применения.
64. Назовите виды соединений деталей.
65. Перечислите разъёмные и неразъёмные соединения и область их применения.

### Примерный перечень вопросов к экзамену (зачету) по дисциплине:

1. Плоская система сходящихся сил. Определение равнодействующей геометрическим и аналитическим способами.
2. Основные понятия и аксиомы статики.
3. Связи, реакции связи.
4. Пара сил и момент силы относительно точки.
5. Плоская система произвольно расположенных сил.
6. Пространственная система сил.
7. Центр тяжести тела. Центр тяжести плоских фигур.
8. Устойчивость равновесия.
9. Кинематика. Основные понятия кинематики.
10. Кинематика точки.
11. Простейшие движения твердого тела.
12. Сложное движение точки. Сложное движение твердого тела.
13. Динамика. Основные понятия и аксиомы. Понятие о трении.
14. Движение материальной точки. Метод кинетостатики.
15. Общие теоремы динамики.
16. Основные задачи раздела «Соппротивление материалов».
17. Основные требования к деталям и конструкциям и виды расчетов.
18. Деформации и их виды.
19. Основные гипотезы и допущения.
20. Классификация нагрузок и элементов конструкции.
21. Растяжение и сжатие. Внутренние силовые факторы при растяжении и сжатии.
22. Правила построения эпюр продольных сил. Правило знаков.
23. Нормальные напряжения. Эпюры напряжений.
24. Закон Гука при растяжении и сжатии.
25. Формулы для расчёта продольных и поперечных деформаций при растяжении и сжатии.
26. Геометрические характеристики плоских сечений.
27. Деформация среза. Основные расчетные предпосылки, условия прочности.
28. Смятие, условия расчета, условия прочности.
29. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге.
30. Внутренние силовые факторы при кручении.
31. Правила построения эпюр крутящих моментов.
32. Внутренние силовые факторы при изгибе.
33. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Правило знаков.
34. Расчёты на прочность при изгибе.
35. Сложные напряжения. Сочетание основных деформаций.
36. Напряжения и деформации при кручении.
37. Гипотезы прочности.
38. Расчёт эквивалентных напряжений.
39. Соппротивление усталости.

40. Местные напряжения.
41. Прочность при динамических нагрузках.
42. Устойчивость сжатых стержней.
43. Механизм, машина, детали. Требования, предъявляемые к машинам.
44. Назначение механических передач и их классификация.
45. Передаточное отношение и число.
46. Фрикционные передачи. Их назначение и принцип действия.
47. Вариаторы. Принцип действия.
48. Классификация зубчатых передач.
49. Теория зацепления.
50. Разрушение зубьев. Материалы.
51. Червячная передача. Принцип действия.
52. Передача винт-гайка. Принцип действия и область применения.
53. Устройство и назначение редуктора.
54. Ремённые передачи. Назначение, принцип работы.
55. Цепные передачи. Назначение, принцип действия.
56. Назначение и классификация валов и осей. Элементы конструкций.
57. Классификация подшипников. Подбор подшипников по динамическим нагрузкам.
58. Виды муфт. Их назначение и классификация.
59. Соединения разъёмные и неразъёмные. Определения и область их применения.
60. Сварные соединения. Классификация, область применения.

Учебно-методическое пособие по выполнению практических (расчетно-графических) работ (Примерная программа, общие методические указания и задания для студентов очной формы обучения) по дисциплине «Техническая механика» составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО, на основе рабочей программы дисциплины «Техническая механика» и учебных планов по специальностям:

23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта

35.02.03 Технология деревообработки

35.02.07 Механизация сельского хозяйства

08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий

08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте (по видам)

Автор:

преподаватель \_\_\_\_\_ Н.А. Кудаева

Учебно-методическое пособие одобрено на заседании ПЦК гуманитарных и естественнонаучных дисциплин

от \_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.