

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М.Д. Миллионщикова**

«УТВЕРЖДАЮ»

**ПЕРВЫЙ ПРОРЕКТОР  
И.Г.Гайрабеков**



09 20 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Прикладная механика»**

**Направление**

**19.03.02. Технология продуктов питания из растительного сырья**

**Профиль**

**«Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий»**

**«Технология бродильного производств и виноделия»**

**«Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметической  
продукции»**

**Квалификация**

**Прикладной бакалавр**

**Грозный - 2020**

## **1. Цели и задачи дисциплины.**

Цель дисциплины - дать знания основных теоретических положений прикладной механики, ознакомить с общими законами данной дисциплины и показать применение этих законов к решению конкретных инженерных задач, формировать целостную систему инженерного мышления.

Задачи дисциплины: развитие у студентов логического мышления, овладения основными методами исследования и решения задач механики. Подготовка специалистов способных разбираться в огромном количестве находящихся в эксплуатации машин и механизмов пищевой промышленности, умеющих выбирать из них наиболее целесообразные для данного технологического процесса.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к циклу общенаучных предметов и осуществляет общетехническую подготовку специалистов. Изучение дисциплины «Прикладная механика» опирается на курсы математики и физики и требуется знание: математики, физики, начертательной геометрии, инженерной графики и является дисциплиной базовой части профессионального цикла. В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для курсов: : гидравлика, техническая термодинамика и теплотехника, процессы и аппараты химической технологии, электротехника и промэлектроника.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Выпускник должен обладать следующими

### **общефессиональными компетенциями (ОПК):**

способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);

### **профессиональными компетенциями (ПК)**

способностью изучать и анализировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-13);

способностью владеть статистическими методами обработки экспериментальных данных для анализа технологических процессов при производстве продуктов питания из растительно сырья (ПК-17);

способностью пользоваться нормативными документами, определяющими требования при проектировании пищевых предприятий; участвовать в сборе исходных данных и разработке проектов предприятий по выпуску продуктов питания из растительного сырья (ПК-24).

### **В результате освоения дисциплины студент должен.**

#### **-иметь представление:**

- о значении и сферах применения большинства находящихся в эксплуатации машин и механизмов, о мерах безопасности при в эксплуатации, о вкладе видных учёных (зарубежных и отечественных) в развитии оборудования и аппаратов пищевой промышленности.

#### **- знать:**

- основополагающие понятия и методы расчётов задач разделов статики, кинематики, динамики, расчётов на прочность и жёсткость упругих тел, порядок расчёта деталей оборудования пищевой промышленности.

**- уметь:**

-использовать знания и понятия прикладной механики

-подбирать оборудование и составлять спецификации оборудования

-планировать организацию эксплуатации технологического оборудования

при производстве продуктов питания из растительного сырья

- выполнять расчёты на прочность, жёсткость и долговечность узлов и деталей пищевого оборудования при простых видах нагружения, а также простейшие кинематические расчёты движущихся элементов этого оборудования.

**владеть:**

- методами механики применительно к расчётам процессов пищевых производств;

-методами технологических расчётов отдельных узлов и деталей пищевого оборудования;

- навыками проектирования простейших аппаратов пищевой промышленности.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

**Таблица 1**

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестры	
	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
			3	4
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>51/1,4</b>	<b>14/0,4</b>	<b>51/1,4</b>	<b>14/0,4</b>
В том числе:				
Лекции	34/0,9	8/0,2	34/0,9	8/0,2
Практические занятия	17/0,5	6/0,2	17/0,5	6/0,2
Семинары				
Лабораторные работы				
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>93/2,6</b>	<b>130/3,6</b>	<b>93/2,6</b>	<b>130/3,6</b>
В том числе:				
Расчетно-графические работы	30/0,8		30/0,8	
Контрольная работа		54/1,5		54/1,5
Темы для самостоятельного изучения	18/0,5	40/1,1	18/0,5	40/1,1
Подготовка к практическим занятиям	9/0,3		9/0,3	
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам				
Подготовка к отчетам по лабораторным работам				
Подготовка к экзамену	36/1	36/1	36/1	36/1
<b>Вид отчетности</b>	экзамен	экзамен	экзамен	экзамен
<b>Общая</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в 3. единицах	4	4	4	4
-------------------------	---------------------	---	---	---	---

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц. зан.час	Практ зан.час.	Лаб. зан. час	Семина. зан.часы	Всего часов
1	Теоретическая механика	18	10			28
2	Сопроотивление материалов	16	8			24

### 5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
<b>3 семестр</b>		
1	Теоретическая механика	<p>Введение в статику. Основные понятия статики: абсолютно твердое тело, сила, эквивалентные и уравновешенные системы сил, равнодействующая, внутренние и внешние силы. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Моменты силы и пары.</p> <p>Моменты силы относительно точки и оси. Векторный момент силы относительно точки. Пара сил. Момент пары. Векторный момент пары. Аналитические выражения моментов силы относительно координатных осей.</p> <p>Условия равновесия твердого тела. Приведение произвольной пространственной системы сил к одной силе (главному вектору системы) и к одной паре (главному вектору- моменту). Условия равновесия произвольной- пространственной системы сил. Уравнения равновесия плоской системы сил (три вида уравнения равновесия) Условия равновесия системы сходящихся сил в аналитической и геометрической форме.</p> <p>Кинематика точки. Векторный способ задания движения точки. Траектория точки. Векторные скорости и ускорения точки (график скоростей). Координатный способ задания движения точки в декартовых прямоугольных координатах. Определение траектории точки.</p>

		<p>Определение скорости и ускорения точки по их проекциям на координатные оси. Естественный способ задания движения точки. Скорость и ускорение точки в проекциях на оси естественного трехгранника, касательное и нормальное ускорение. 2 часа.</p> <p>Кинематика твердого тела. Поступательное движение твердого тела. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек твердого тела при поступательном движении. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение вращательного движения тела. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Скорость и ускорение точек твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела.</p> <p>Плоское движение твердого тела Уравнение движения плоской фигуры. Разложение движения на поступательное и вращательное. Независимость угловой скорости и углового ускорения от выбора полюса. Определение скорости любой точки. Теорема о проекциях скоростей двух точек фигуры. Мгновенный центр скоростей (МЦС). Определение скоростей точек с помощью МЦС. Определение ускорения любой точки плоской фигуры как геометрической суммы ускорений полюса и точки при вращении вокруг полюса. Мгновенный центр ускорений (МЦУ).</p>
2	Соппротивление материалов	<p>Введение. Значения и задачи курса сопротивление материалов. Физические свойства деформируемых тел: однородность, сплошность, изотропность, упругость, и пластичность. Схематизация объектов изучения: брус, пластина, оболочка, массив. Внешние и внутренние силы. Метод сечений. Понятие о напряжениях. Деформации и перемещения.</p> <p>Растяжение и сжатие. Внутренние силы и напряжения. Эпюры нормальных сил и напряжений при растяжении и сжатии. Деформации продольные и поперечные. Законы Гука. Допускаемые напряжения. Расчет на прочность при растяжении и сжатии.</p> <p>Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Кручение как вид поперечного нагружения круглого бруса. Эпюры внутренних сил при кручении. Касательные напряжения при кручении бруса. Определение диаметра вала из условий прочности и жесткости.</p>

		<p>Чистый изгиб. Поперечный изгиб. Определение внутренних усилий (изгибающие моменты и поперечные силы) при изгибе. Построение эпюр от поперечных сил и изгибающих моментов.</p> <p>Дифференциальные зависимости между интенсивностью распределенной нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом.</p> <p>Нормальные напряжения при чистом изгибе и расчеты на прочность. Касательное напряжение поперечном изгибе. Перемещение при изгибе и расчеты на жесткость.</p>
--	--	--

## 5.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

## 5.3. Практические занятия

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
<b>3 семестр</b>		
1.	Теоретическая механика	Введение в статику. Системы сходящихся сил. Уравнение равновесия сил. Решение задач.
		Произвольная система сил в плоскости. Условия равновесия. Решение задач.
		Введение в кинематику. Кинематика точки. Уравнения движения точки. Решение задач.
		Кинематика твердого тела. Простые виды движения. Решение задач.
		Кинематика твердого тела. Плоское движение твердого тела. Решение задач.
		Дифференциальные уравнения движения точки. Решение задач.
		Применение основных теорем динамики точки. Решение задач.
		Применение основных теорем динамики системы в решение задач механики.
2.	Сопротивление материалов	Растяжение и сжатие . Решение задач.
		Сдвиг и кручение. Решение задач.
		Плоский изгиб. Решение задач.

## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

Темы для самостоятельного изучения

1. Кинематика твердого тела. Поступательное и вращательное движение твердого тела.

2. Сложное движение точки и твердого тела.
3. Потенциальная энергия. Потенциальное силовое поле и силовая функция.
4. Сложные виды деформированного состояния.
5. Тонкостенные и толстостенные оболочки, и их основные особенности.
6. Соединение деталей и аппаратов.
7. Фрикционные передачи и вариаторы.
8. Червячные передачи..

## Расчетно-графические работы

### Образец задания РГР №1

Дано :

$$G = 10 \text{ кН};$$

$$P = 8 \text{ кН};$$

$$M = 9 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$g = 1 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

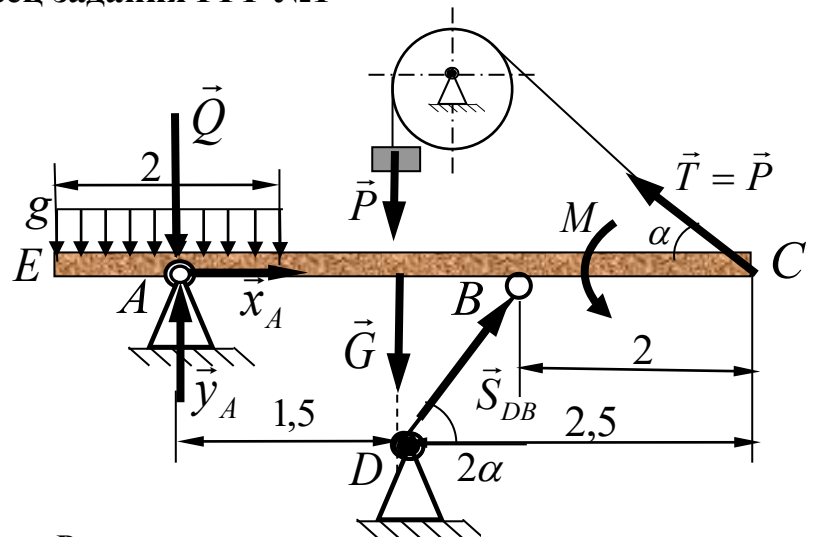
$$\alpha = 30^\circ$$


---


$$R_A = ?$$

$$S_{DB} = ?$$

$$T = ?$$



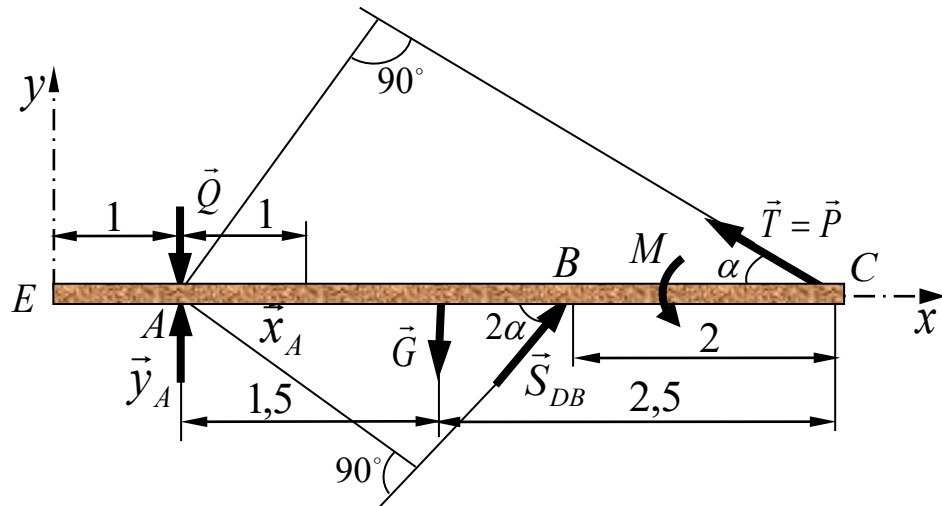
### Решение:

Рассмотрим балку EABC находящейся в равновесии под действием внешней нагрузки P, M, g, G. Равновесие балки поддерживается действием груза P, подвешенной на нерастяжимой нити, однородным невесомым стержнем DB и неподвижной цилиндрической опорой A. Заменим распределенную нагрузку действующей на участке сосредоточенной силой  $Q = q \cdot 2 = 2 \cdot 1 = 2 \text{ кН}$ , приложенной в середине данного участка.

Применяя, принцип освобождаемости от связей отбрасываем, связи заменяем их силами реакции, т.е.  $\vec{x}_A$ ;  $\vec{y}_A$ ;  $\vec{S}_{DB}$ ;  $\vec{T}$ . В неподвижной цилиндрической опоре реакция  $\vec{R}_A$  раскладывается на две взаимно перпендикулярно составляющие реакции  $\vec{x}_A$ ;  $\vec{y}_A$ , реакция  $\vec{S}_{DB}$  направлена вдоль стержня, а реакция нити

$\vec{T}$  равно весу груза  $\vec{P}$ , т.е.  $\vec{T} = \vec{P}$  направлена вдоль нити и приложена в точке подвеса балки С.

Изобразим схему конструкции с учётом сил реакции:



Данная конструкция (балки) под действием активных сил и сил реакций (произвольно плоская система сил) находится в состоянии равновесия.

Составляем уравнения (условия) равновесия данной системы сил, с учетом системы координат.

$$(1) \sum_{k=1}^n F_{kx} = 0; \quad -P \cos \alpha + S_{DB} \cos 2\alpha + x_A = 0;$$

$$(2) \sum_{k=1}^n F_{ky} = 0; \quad S_{DB} \sin 2\alpha + y_A + P \sin \alpha - G - Q = 0;$$

$$(3) \sum_{K=1}^n m_A(F_K) = 0; \quad 4P \sin \alpha - 1,5G + 2S_{DB} \sin 2\alpha + M = 0.$$

Из составленных уравнений находим неизвестные реакции:

$$\text{из (3): } S_{DB} = \frac{1,5G - M - 4P \sin \alpha}{2 \sin 2\alpha} = \frac{1,5 \cdot 10 - 9 - 4 \cdot 8 \cdot 0,5}{2 \cdot 0,866} = -5,773 \text{ кН};$$

$$\text{из (1): } x_A = P \cos \alpha - S_{DB} \cos 2\alpha = 8 \cdot 0,866 + 5,773 \cdot 0,5 = 9,814 \text{ кН};$$

$$\text{из (2): } y_A = G + Q - S_{DB} \sin 2\alpha - P \sin \alpha = 10 + 2 + 5,733 \cdot 0,866 - 8 \cdot 0,5 = 12,999 \text{ кН};$$

Для оценки правильности нахождения сил реакций произведём проверку.

На заданной конструкции покажем правильные направления сил реакций, с учётом полученных результатов.



$$\begin{cases} \vec{x}_A \\ \vec{y}_A \end{cases} - \text{не изменят своего первоначального направления.}$$

$\vec{S}_{DB}$  - направлен противоположную сторону.

Составим уравнения равновесия с изменёнными направлениями векторов  $\vec{y}_A$ ,  $\vec{x}_A$ ,  $\vec{S}_{DB}$ .

$$\sum_{\kappa=1}^n m_C(F_K) = 0; \quad 2\vec{S}_{DB} \sin 2\alpha + 4Q + M + 2,5G - 4y_A = 0;$$

$$5,773 \cdot 2 \cdot 0,866 + 4 \cdot 2 + 9 + 2,5 \cdot 10 - 4 \cdot 12,999 = 0$$

$$9,998 + 8 + 9 + 25 - 51,996 = 0$$

$$0 \equiv 0$$

Реакция  $R_A$  найдётся:  $R_A = \sqrt{x_A^2 + y_A^2} = \sqrt{9,814^2 + 12,999^2} = 16,287 \text{ кН};$

$$\text{Ответ: } \begin{cases} R_A = 16,287 \text{ кН}; \\ S_{DB} = 5,773 \text{ кН}; \end{cases} \quad T = 8 \text{ кН};$$

### Образец задания РГР №2

Заданы параметрические уравнения движения материальной точки и значения коэффициентов const  $a, b, c, d$ .

$$\begin{cases} x = a + b \sin \pi t, & [m]; \\ y = c - d \cos \pi t, & [m]; \\ t_1 = 1 & [c]; \end{cases} \quad \begin{matrix} a = 2; & b = 3; \\ c = 2; & d = 4. \end{matrix}$$

Необходимо: 1) Найти уравнение траектории точки в координатной форме.

2) Построить траекторию и найти на траектории положение точки в заданный момент времени  $t_1$ .

3) Для указанного момента времени определить скорость и ускорение точки, ее тангенциальное и нормальное ускорения, значение радиуса кривизны траектории.

4) Векторы скорости и ускорения точки показать на траектории.

#### Решение:

1) Определим уравнение траектории движения материальной точки М. Перепишем закон движения материальной точки с учётом данных коэффициентов:

$$x = 2 + 3 \sin \pi t, \quad [m];$$

$$y = 2 - 4 \cos \pi t, \quad [m].$$

исключив, время из заданного закона получим траекторию движения точки,

для этого выразим  $\sin \pi t$ ,  $\cos \pi t$  :

$$\begin{aligned} \sin \pi t &= \frac{x-2}{3} & \Rightarrow & & (\sin \pi t)^2 &= \left(\frac{x-2}{3}\right)^2 \\ \cos \pi t &= \frac{y-2}{-4} & & & (\cos \pi t)^2 &= \left(\frac{y-2}{-4}\right)^2 \end{aligned}$$

суммируя, левые и правые части полученных выражений и применяя известное тригонометрическое тождество  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$  получим траекторию движения точки М:

$$\left(\frac{x-2}{3}\right)^2 + \left(\frac{y-2}{-4}\right)^2 = \sin^2 \pi t + \cos^2 \pi t \quad \Rightarrow \quad \left(\frac{x-2}{3}\right)^2 + \left(\frac{y-2}{-4}\right)^2 = 1$$

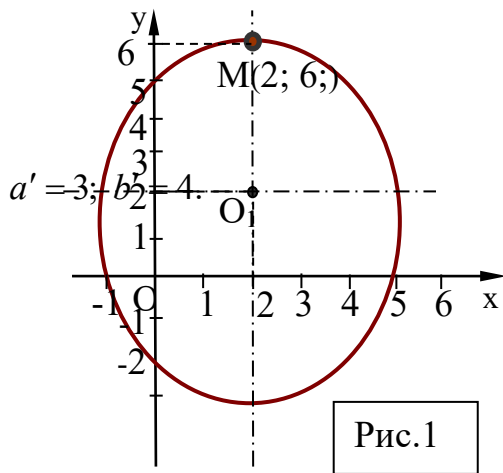


Рис.1

траекторией движения точки М эллипс, центром смещения  $O_1$  от начала координат  $ХОУ$  при:  $x = 2$ ;  $y = 2$ ; малая и большая полуоси эллипса:

- 2) Месторасположение точки М момент Времени  $t_1 = 1c$  определится:

$$x = 2 + 3 \sin \pi \cdot 1 = 2 + 0 = 2 \text{ м};$$

$$y = 2 - 4 \cos \pi \cdot 1 = 2 - 4 \cdot (-1) = 6 \text{ м}.$$

Координаты точки при  $t_1 = 1c$ , М (2;6).

- 3) Для указанного момента времени определим скорость и ускорение точки М, её тангенциальное и нормальное ускорения, значение радиуса кривизны траектории.

#### Скорость точки М:

Проекция скорости точки на ось ОХ:

$$V_X = \frac{dx}{dt} = (2 + 3 \sin \pi t)' = 3\pi \cos \pi t, \quad \left[\frac{M}{C}\right];$$

Проекция скорости точки на ось ОУ:

$$V_Y = \frac{dy}{dt} = (2 - 4 \cos \pi t)' = 4\pi \sin \pi t, \quad \left[\frac{M}{C}\right];$$

В момент времени  $t_1 = 1c$  :

$$V_X = 3\pi \cos \pi t = 3 \cdot 3,14 \cdot (-1) = -9,4 \left[\frac{M}{C}\right];$$

$$V_Y = 4\pi \sin \pi t = 4 \cdot 3,14 \cdot 0 = 0 \left[\frac{M}{C}\right];$$

Скорость точки М:

$$V_M = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2} = \sqrt{(-9,4)^2 + 0^2} = 9,4 \left[\frac{M}{C}\right];$$

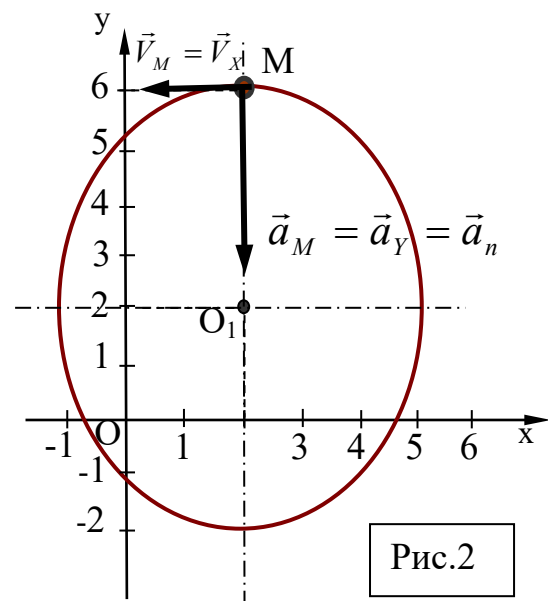


Рис.2

Знак «←» в ответе  $V_X = -9,4 \left[ \frac{M}{C} \right]$  говорит о том, что  $V_X$  будет направлен противоположную сторону по отношению оси ОХ.

Ускорение точки М:

Проекция ускорения точки на ось ОХ в момент времени  $t_1 = 1c$  :

$$a_X = \frac{dV_X}{dt} = (3\pi \cos \pi t)' = -3\pi^2 \sin \pi t = -3 \cdot 3,14^2 \cdot 0 = 0 \left[ \frac{M}{C^2} \right].$$

Проекция ускорения точки на ось ОУ в момент времени  $t_1 = 1c$  :

$$a_Y = \frac{dV_Y}{dt} = (4\pi \sin \pi t)' = 4\pi^2 \cos \pi t = 4 \cdot 3,14^2 \cdot (-1) = -39,4 \left[ \frac{M}{C^2} \right].$$

Знак «←» в ответе  $a_Y = -39,4 \left[ \frac{M}{C^2} \right]$  говорит о том, что  $a_Y$  будет направлен противоположную сторону по отношению оси ОУ.

Ускорение точки М:  $a_M = \sqrt{a_X^2 + a_Y^2} = \sqrt{0^2 + (-39,4)^2} = 39,4 \left[ \frac{M}{C^2} \right].$

Величина тангенциального ускорения точки М в момент времени  $t_1 = 1c$  :

$$a_\tau = \frac{dV}{dt} = \frac{V_X \cdot a_X + V_Y \cdot a_Y}{V_M} = \frac{(-9,4) \cdot 0 + 0 \cdot (-39,4)}{9,4} = 0 \left[ \frac{M}{C^2} \right].$$

Так как  $a_\tau = 0$ , то движение данной точки М по найденной траектории её движения будет равномерным.

Величина нормального ускорения точки М в момент времени  $t_1 = 1c$  :

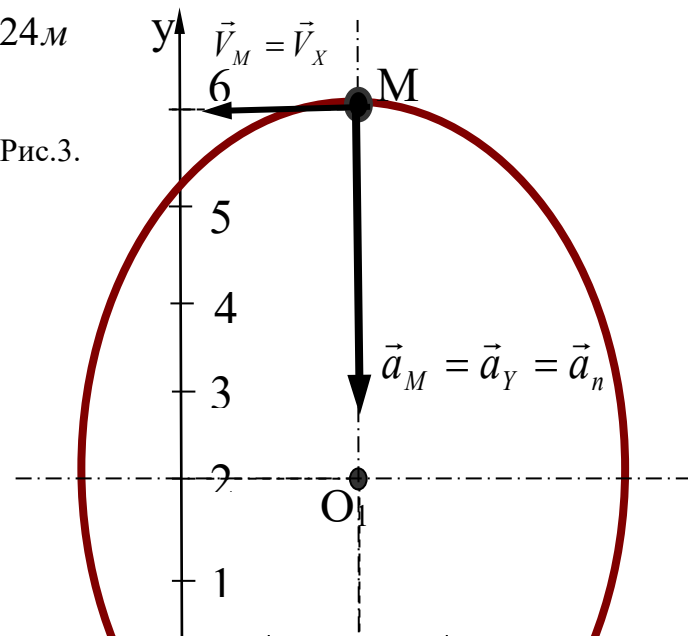
$$a_n = \sqrt{a_M^2 - a_\tau^2} = \sqrt{39,4^2 - 0^2} = 39,4 \left[ \frac{M}{C^2} \right]$$

Вектор нормального ускорения точки М направлен к центру эллипса  $O_1$ .

Радиус кривизны траектории движения точки М в момент времени  $t_1 = 1c$  :

$$\rho = \frac{V_M^2}{a_n} = \frac{9,4^2}{39,4} = 2,24m$$

4) Векторы скорости и ускорений показаны на Рис.3.



## Образец задания РГР №3

### Пример решения задания

Дано: номер схемы – 2;  $P_1 = 0,5 \text{ кН}$ ;  $P_2 = 0,8 \text{ кН}$ ;  $P_3 = 2,2 \text{ кН}$ ;  $a = 0,5 \text{ м}$ ;  $b = 0,5 \text{ м}$ ;  $c = 0,35 \text{ м}$ ;  $d = 0,25 \text{ м}$ . Величина  $F = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ .

Решение

Изобразим на отдельном листе схему нагружения стержня, проставим необходимые размеры (рис. 8).

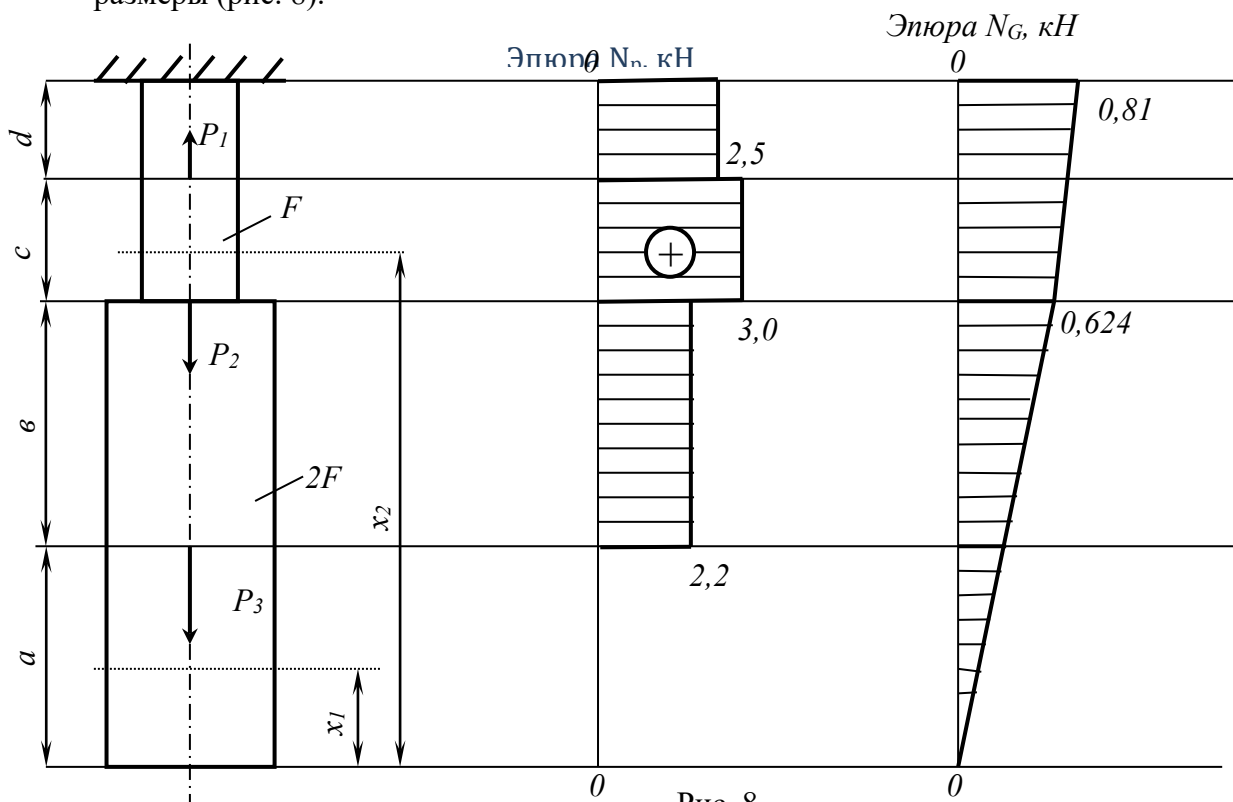


Рис. 8

Определим внутренние продольные силы, возникающие в поперечных сечениях стержня только под действием приложенных сил  $P$ . На участке  $a$ :  $N_p = 0$ ; на участке  $b$ :  $N_p = P_3 = 2,2 \text{ кН}$  (растяжение); на участке  $c$ :  $N_p = P_3 + P_2 = 2,2 + 0,8 = 3,0 \text{ кН}$  (растяжение); на участке  $d$ :  $N_p = P_3 + P_2 - P_1 = 2,2 + 0,8 - 0,5 = 2,5 \text{ кН}$  (растяжение).

Справа от схемы нагружения стержня строим по полученным значениям эпюру  $N_p$ .

Определим внутренние продольные силы  $N_G$ , возникающие в поперечных сечениях только под действием его собственного веса.

Заданный стержень состоит из двух участков:  $a+b$  и  $c+d$ , отличающихся площадями поперечного сечения соответственно  $2F$  и  $F$ .

Внутренняя сила в поперечном сечении первого участка на расстоянии  $x_1$  от его нижнего конца  $N_G = 2F\gamma x_1$ . При  $x_1=0$ ,  $N_G = 0$ ,

при  $x_1=a+\epsilon$ ,  $N_G = 2F\gamma(a+\epsilon) = 2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 78 \cdot 10^3 (0,5 + 0,5) = 624H = 0,624кН$ .

Внутренняя сила в поперечном сечении второго участка стержня на расстоянии  $x_2$  от его нижнего конца  $N_G = 2F\gamma(a+\epsilon) + F\gamma(x_2 - a - \epsilon)$ .

При  $x_2=a+\epsilon$ :

$N_G = 2F\gamma(a+\epsilon) + F\gamma(a+\epsilon - a - \epsilon) = 2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 78 \cdot 10^3 (0,5 + 0,5) = 624H = 0,624кН$ .

При  $x_2=a+\epsilon+c+d$ :

$N_G = 2F\gamma(a+\epsilon) + F\gamma(a+\epsilon+c+d - a - \epsilon) = 2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 78 \cdot 10^3 (0,5 + 0,5) + 4 \cdot 10^{-3} \cdot 78 \cdot 10^3 (0,5 + 0,5 + 0,35 + 0,25 - 0,5 - 0,5) = 810H = 0,81кН$

По полученным значениям строим эпюру  $N_G$ .

Находим перемещение поперечного сечения стержня, в котором приложена сила  $P_2$ . Искомое перемещение  $\delta$  будет равно сумме деформации  $\Delta l_{N_P}$  участков  $c$  и  $d$ , вызванной действием внутренних сил  $N_P$  на этих участках, и  $\Delta l_{N_G}$  тех же участков, вызванной действием собственного веса стержня:  $\delta = \Delta l_{N_P} + \Delta l_{N_G}$ . При этом первое слагаемое

$$\Delta l_{N_P} = \Delta l_d + \Delta l_c = \frac{N_1 d}{EF} + \frac{N_2 c}{EF} = \frac{2,5 \cdot 0,25}{2 \cdot 10^{11} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} + \frac{3,0 \cdot 0,35}{2 \cdot 10^{11} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 2,09 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 2,09 \cdot 10^{-3} \text{ мм},$$

где  $\Delta l_d$  - деформация участка  $d$  под действием внутренней силы  $N_P = N_1 = 2,5кН$  на этом участке;  $\Delta l_c$  - деформация участка  $c$  под действием внутренней силы

$N_P = N_2 = 3,0кН$  на участке  $c$ .

Второе слагаемое

$$\Delta l_{N_G} = \Delta l_{(c+d)} + \Delta l_{(a+\epsilon)} = \frac{\gamma(c+d)^2}{2E} + \frac{2F(a+\epsilon) \cdot \gamma(c+d)}{EF} = \frac{78 \cdot 10^3 \cdot (0,35 + 0,25)^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^{11}} + \frac{2 \cdot (0,5 + 0,5) \cdot 78 \cdot 10^3 \cdot (0,35 + 0,25)}{2 \cdot 10^{11}} = 54 \cdot 10^{-8} \text{ м} = 0,54 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$$

где  $\Delta l_{(c+d)}$  - деформация участка длиной  $c+d$  под действием его собственного веса;  $\Delta l_{(a+\epsilon)}$  - деформация того же участка под действием веса расположенной ниже части стержня длиной  $a+\epsilon$ .

Искомое перемещение  $\delta = 2,09 \cdot 10^{-3} + 0,54 \cdot 10^{-3} = 2,63 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$ .

## Перечень учебно-методического обеспечения для СРС

1. Гериханов А.К., Шуаипов А.А., Бурсагов Р.А. Методические указания по выполнению расчетно-графических и контрольных работ по дисциплине «Сопротивление материалов» для студентов всех специальностей ГГНИ очной и заочной форм обучения. г. Грозный, 2005.

2. Махматхаджиева Р.С., Магомадова Л.У., Самбиев А.И.

Методические указания по выполнению расчётно-графических и контрольных работ по дисциплине «Прикладная механика» для студентов всех специальностей ГГНИ очной и заочной форм обучения . г. Грозный., 2014.

## 7.Фонды оценочных средств

### Вопросы к I рубежной аттестации

1. Что изучает статика?
2. Дайте определение понятию – механическая сила.
3. Что называется абсолютно твердым телом?
4. Что такое система сил? Перечислите известные Вам системы сил.
5. Что называется равнодействующей системы сил?
6. Назовите аксиомы статики.
7. Как складываются вектора сил?
8. Как разложить вектор силы на составляющие в пространстве?
9. Какая система сил называется сходящейся?
10. Запишите аналитические и изобразите геометрические условия равновесия тела, находящегося под действием сходящейся системы сил.
11. Дайте определение моменту силы относительно точки.
12. Дайте определение моменту силы относительно оси.
13. Запишите выражение момента силы относительно точки в виде векторного произведения.
14. Какая существует связь между моментом силы относительно оси и
15. моментом силы относительно точки, лежащей на этой оси?
16. Сформулируйте теорему Вариньона.
17. Дайте определение паре сил.
18. Чему равен момент пары?
19. Сформулируйте теорему эквивалентности пар и следствия из этой
20. теоремы.
21. Сформулируйте теорему о параллельном переносе силы (теорему
22. Пуансо).
23. Запишите варианты приведения плоской произвольной системы сил
24. к простейшему виду.
25. Запишите основную (первую) и две не основные (вторую и третью)
26. формы равновесия для плоской произвольной системы сил.
27. Дайте определение статически определимым и статически неопре-
28. делимым системам.
29. Запишите варианты приведения пространственной произвольной
30. системы сил к простейшему виду.
31. Запишите условия равновесия тела, находящегося под действием
32. пространственной произвольной системы сил.
33. Что изучает кинематика?
34. Что называется траекторией точки?
35. Какие существуют способы задания движения точки?
36. Чему равен и как направлен в пространстве вектор скорости?
37. Как по проекциям скорости найти её модуль(величину) и направление?
38. Чему равен и как направлен в пространстве вектор ускорения?

39. Как по проекциям ускорения определить его модуль и направление в
40. пространстве?
41. Чему равны проекции точки на касательную и главную нормаль к
42. траектории?
43. В каких случаях нормальное ускорение точки равно нулю?
44. В каких случаях касательное ускорение точки равно нулю?
45. Какое движение точки называется равномерным? Равнопеременным?
46. Какое движение твердого тела называется поступательным?
47. Перечислите основные свойства поступательного движения твердого тела.
48. Какими уравнениями задается поступательное движение тела?
49. Какое движение твердого тела называется вращательным вокруг неподвижной оси?  
Каковы траектории точек тела при этом движении?
50. Какими уравнениями задается вращательное движение тела вокруг неподвижной  
оси?
51. Какие зависимости существуют между углом поворота, угловой скоростью и  
угловым ускорением тела?
52. Как направлены вектора угловой скорости и углового ускорения?
53. Как определяется скорость точки тела, вращающегося вокруг неподвижной оси?
54. Как определяется ускорение точки тела, вращающегося вокруг неподвижной оси?  
Как направлены и чему равны его составляющие?
55. Какое движение твердого тела называется плоско-параллельным?
56. Какими уравнениями задается плоско-параллельное движение тела?
57. Как по уравнениям движения плоской фигуры найти скорость точки, принятой за  
полнос и угловую скорость фигуры?
58. Зависит ли поступательное перемещение плоской фигуры и её вращение от выбора  
полюса?
59. Как связаны между собой скорость произвольной точки плоской фигуры и  
скорость её точки, принятой за полюс?
60. Что называется мгновенным центром скоростей (м.ц.с.) плоской фигуры и как он  
определяется в различных случаях?

**Рубежная аттестация по тестам.**

**Образец теста к 1рубежной аттестации**

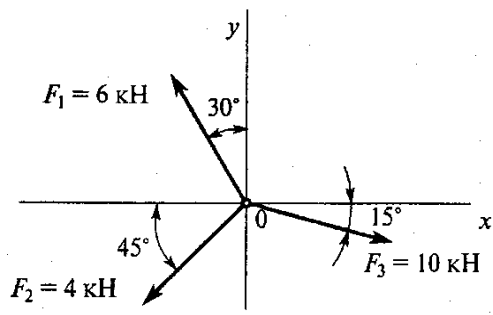
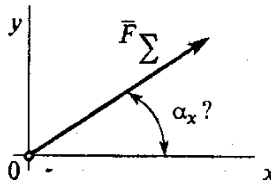
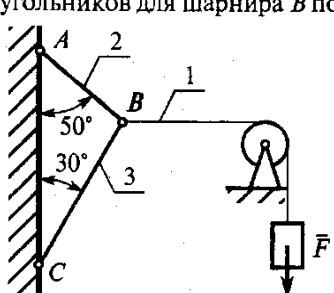
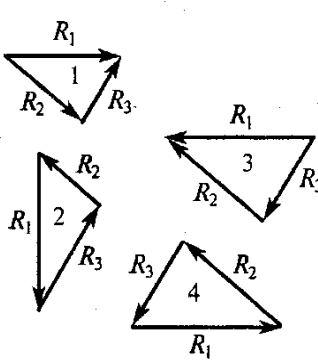
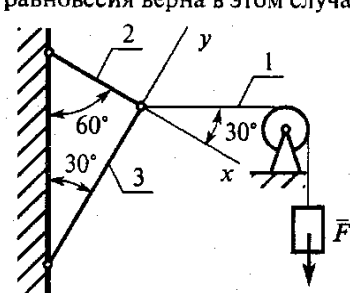


# ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

## СТАТИКА

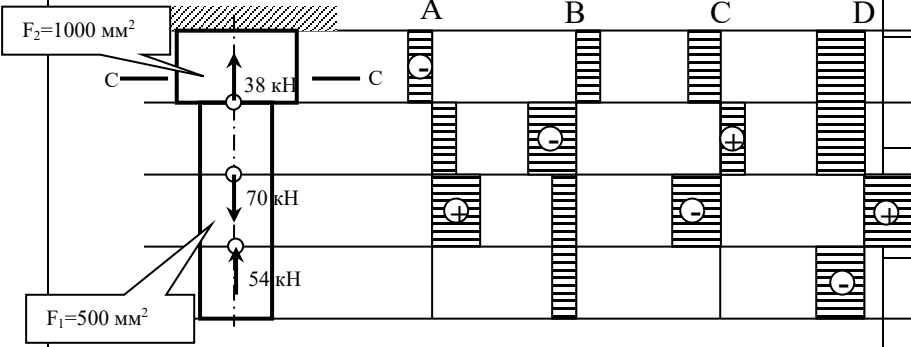
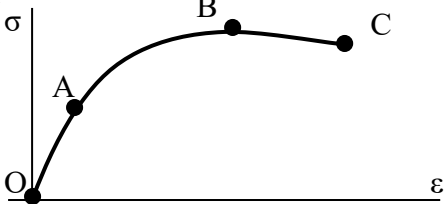
Плоская система сходящихся сил

Темы 1.1; 1.2 Ва

Вопросы	Ответы
<p>1. Определить проекцию равнодействующей на ось <math>x</math></p> 	<p>26,54 кН</p> <hr/> <p>3,87 кН</p> <hr/> <p>6,28 кН</p> <hr/> <p>Верный ответ не приведен</p>
<p>2. Определить направление равнодействующей силы (<math>\alpha_x</math>) по ее проекциям на оси <math>x</math> и <math>y</math>  <math>F_{\Sigma x} = 25</math> Н  <math>F_{\Sigma y} = 9,9</math> Н</p> 	<p>14°30'</p> <hr/> <p>64°15'</p> <hr/> <p>21°40'</p> <hr/> <p>Верный ответ не приведен</p>
<p>3. Сходящаяся система 4-х сил, действующих на балку, уравновешена  <math>F_{1y} = 16</math> Н; <math>F_{2y} = -46</math> Н; <math>F_{3y} = 36</math> Н  <math>\sum F_{kx} = 0</math>          Определить величину <math>F_{4y}</math></p>	<p>16 Н</p> <hr/> <p>-6 Н</p> <hr/> <p>6 Н</p> <hr/> <p>1 Н</p>
<p>4. Груз <math>F</math> находится в равновесии. Указать, какой из силовых треугольников для шарнира <math>B</math> построен верно</p> 	
<p>5. Груз находится в равновесии. Указать, какая система уравнений равновесия верна в этом случае</p> 	<p><math>\sum F_{kx} = R_1 \cos 60^\circ + R_2 = 0</math>  <math>\sum F_{ky} = R_3 + R_1 \cos 30^\circ = 0</math></p> <hr/> <p><math>\sum F_{kx} = R_1 \cos 30^\circ - R_2 = 0</math>  <math>\sum F_{ky} = R_3 + R_1 \cos 60^\circ = 0</math></p> <hr/> <p><math>\sum F_{kx} = R_1 \cos 30^\circ - R_2 = 0</math>  <math>\sum F_{ky} = -R_3 + R_1 \cos 60^\circ = 0</math></p> <hr/> <p>Верный ответ не приведен</p>

1. Гипотеза Бернулли. Вывод формулы нормального напряжения в точке сечения при изгибе балки.
2. Вывод закона парности касательных напряжений при сдвиге.
3. Методика расчёта валов при совместном действии изгиба с кручением.
4. Расчёт на прочность толстостенных цилиндров.
5. Основные дифференциальные соотношения теории изгиба.
6. Распределённые и сосредоточенные нагрузки
7. Чистый и поперечный изгиб.
8. Основные гипотезы сопротивления материалов.
9. Потенциальная энергия при растяжении (сжатии) стержня.
10. Изгиб с кручением круглых валов.
11. Определение продольных сил при растяжении и сжатии.
12. Напряжения возникающие в оболочке сферических толстостенных сосудов.
13. Определение внутренних усилий в поперечных сечениях балки при изгибе.
14. Основные механические характеристики и свойства материалов.
15. Определение внутренних крутящих моментов при кручении и построение эпюр
16. Задачи и методы расчётов в курсе сопротивления материалов.
17. Моменты инерций плоских сечений.
18. Расчёты на прочность и жёсткость круглых валов.
19. Формула проверочного расчёта на прочность вала по опасному сечению, при совместном действии изгиба с кручением
20. Предельные и допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности.
21. Особенности построения эпюр от поперечных сил и изгибающих моментов
22. при расчёте консольной балки на изгиб.
23. Статические моменты сечения.
24. Продольная и поперечная деформация. Коэффициент Пуассона.
25. Расчётные модели (схемы) . Механическое напряжение.
26. Деформация сдвига. Закон Гука при сдвиге.
27. Понятия прочности, жёсткости и устойчивости .
28. Формула определения углов закручивания при кручении вала.
29. Деформация. Типы деформаций.
30. Третья и четвёртая теории прочности.
31. Напряжения при изгибе и расчёт брусьев на прочность.
32. Закон Р.Гука при сдвиге. Закон парности касательных напряжений.
33. Кручение. Расчёт на прочность вала при кручении.
34. Внешние и внутренние силы. Метод сечений.

**Образец теста к 2 рубежной аттестации.**

№ п/п	Вопросы	Ответы
1	<p>Выбрать соответствующую эпюру продольных сил в поперечных сечениях бруса</p> 	<p>A</p> <p>B</p> <p>C</p> <p>D</p>
2	<p>Для бруса из вопроса 1 определить наибольшую продольную силу, возникающую в поперечном сечении.</p>	<p>-16</p> <p>-38</p> <p>70</p> <p>-54</p>
3	<p>Определить нормальное напряжение в сечении С-С бруса из вопроса 1.</p>	<p>-38 МПа</p> <p>-22 МПа</p> <p>16 МПа</p> <p>21 МПа</p>
4	<p>Чему равен коэффициент запаса прочности в сечении С-С бруса, если механические характеристики материала: <math>\sigma_T=220</math> МПа; <math>\sigma_B=400</math> МПа? Использовать результаты, полученные при ответе на вопрос 3.</p>	<p>18,2</p> <p>10</p> <p>4,2</p> <p>7,4</p>
5	<p>Определить удлинение стального стержня длиной 3 м, нагруженного силой 240 кН; площадь поперечного сечения 10,9 см<sup>2</sup>. Модуль упругости материала <math>2 \cdot 10^5</math> МПа.</p>	<p>3,5 мм</p> <p>3,3 мм</p> <p><math>12 \cdot 10^{-4}</math> мм</p> <p><math>12 \cdot 10^{-3}</math> мм</p>
6	<p>Какой отрезок диаграммы растяжения соответствует зоне упругости материала.</p> 	<p>AB</p> <p>BC</p> <p>OA</p> <p>AC</p>
7	<p>Способность элемента конструкции сопротивляться внешним воздействиям не разрушаясь.</p>	<p>жесткость</p> <p>прочность</p> <p>упругость</p> <p>устойчивость</p>
8	<p>Закон Гука гласит: 1) Свойства материала не зависят от формы и размеров тела и одинаковы во всех его точках; 2) Упругие свойства материала во всех направлениях одинаковы, т.е. материал тела обладает упругой изотропией; 3) Тело считается абсолютно упругим; 4) Деформация материала конструкции в каждой его точке прямо пропорциональны напряжениям в этой точке.</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>

**Вопросык экзамену**

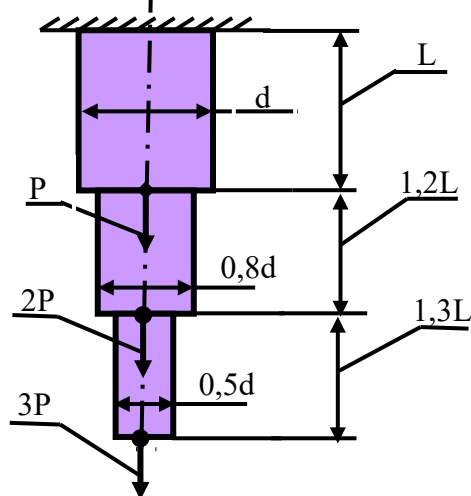
1. Дифференциальные зависимости распределённой нагрузки, поперечной силы и изгибающего момента при изгибе балки.
2. Гипотеза Бернулли. Вывод формулы нормального напряжения в точке сечения при изгибе балки.
3. Методика расчёта валов при совместном действии изгиба с кручением.
4. Расчёт на прочность толстостенных цилиндров.
5. Основные дифференциальные соотношения теории изгиба.
6. Распределённые и сосредоточенные нагрузки
7. Чистый и поперечный изгиб.
8. Основные гипотезы сопротивления материалов.
9. Потенциальная энергия при растяжении (сжатии) стержня.
10. Изгиб с кручением круглых валов.
11. Определение продольных сил при растяжении и сжатии.
12. Напряжения возникающие в оболочке сферических толстостенных сосудов.
13. Определение внутренних усилий в поперечных сечениях балки при изгибе.
14. Основные механические характеристики и свойства материалов.
15. Определение внутренних крутящих моментов при кручении и построение эпюр
16. Задачи и методы расчётов в курсе сопротивления материалов.
17. Моменты инерций плоских сечений.
18. Расчёты на прочность и жёсткость круглых валов.
19. Формула проверочного расчёта на прочность вала по опасному сечению, при  
35. совместном действии изгиба с кручением
20. Предельные и допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности.
21. Особенности построения эпюр от поперечных сил и изгибающих моментов  
36. при расчёте консольной балки на изгиб.
22. Статические моменты сечения.
23. Продольная и поперечная деформация. Коэффициент Пуассона.
24. Расчётные модели (схемы). Механическое напряжение.
25. Деформация сдвига. Закон Гука при сдвиге.
26. Понятия прочности, жёсткости и устойчивости.
27. Формула определения углов закручивания при кручении вала.
28. Деформация. Типы деформаций.
29. Напряжения при изгибе и расчёт брусев на прочность.
30. Закон Р. Гука при сдвиге. Закон парности касательных напряжений.
31. Кручение. Расчёт на прочность вала при кручении.
32. Внешние и внутренние силы. Метод сечений.
37. Что изучает статика?
38. Дайте определение понятию – механическая сила.
39. Что называется абсолютно твердым телом?

40. Что такое система сил? Перечислите известные Вам системы сил.
41. Что называется равнодействующей системы сил?
42. Назовите аксиомы статики.
43. Какая система сил называется сходящейся?
44. Запишите аналитические и изобразите геометрические условия равновесия тела, находящегося под действием сходящейся системы сил.
45. Дайте определение моменту силы относительно точки и оси.
46. Дайте определение паре сил.
47. Чему равен момент пары?
48. Сформулируйте теорему эквивалентности пар и следствия из этой
49. теоремы.
50. Запишите варианты приведения плоской произвольной системы сил
51. к простейшему виду.
52. Запишите основную (первую) и две не основные (вторую и третью) формы равновесия для плоской произвольной системы сил.
53. Дайте определение статически определимым и статически неопределимым системам.
54. Что изучает кинематика?
55. Что называется траекторией точки?
56. Какие существуют способы задания движения точки?
57. Чему равен и как направлен в пространстве вектор скорости?
58. Как по проекциям скорости найти её модуль (величину) и направление?
59. Чему равен и как направлен в пространстве вектор ускорения?
60. Как по проекциям ускорения определить его модуль и направление в
61. пространстве?
62. Чему равны проекции точки на касательную и главную нормаль к траектории?
63. В каких случаях нормальное ускорение точки равно нулю?
64. В каких случаях касательное ускорение точки равно нулю?
65. Какое движение точки называется равномерным? Равнопеременным?
66. Какое движение твердого тела называется поступательным?
67. Перечислите основные свойства поступательного движения твердого тела.
68. Какими уравнениями задается поступательное движение тела?
69. Какое движение твердого тела называется вращательным вокруг неподвижной оси? Каковы траектории точек тела при этом движении?
70. Какими уравнениями задается вращательное движение тела вокруг неподвижной оси?
71. Какие зависимости существуют между углом поворота, угловой скоростью и угловым ускорением тела?
72. Как направлены вектора угловой скорости и углового ускорения?
73. Как определяется скорость точки тела, вращающегося вокруг неподвижной оси?
74. Как определяется ускорение точки тела, вращающегося вокруг неподвижной оси? Как направлены и чему равны его составляющие?
75. Какое движение твердого тела называется плоско-параллельным?
76. Какими уравнениями задается плоско-параллельное движение тела?
77. Как по уравнениям движения плоской фигуры найти скорость точки, принятой за полюс и угловую скорость фигуры?
78. Зависит ли поступательное перемещение плоской фигуры и её вращение от выбора полюса?

## Образец задания контрольной работы Карточка 1

**Задача.** Определить допустимую нагрузку на деревянную стойку квадратного поперечного сечения сторона квадрата которого  $b=20\text{см}$ , если

сжимающее напряжение в ней не должно превышать  $[\sigma_{сж}] = 40\text{кг/см}^2$



### Задача.

Определить полное удлинение жёстко заделанного круглого стержня от воздействия сил  $P=2\text{кН}$  и напряжение растяжения в сечении стержня диаметром  $0,8d$ .

Принять следующие исходные данные:

$$L=1\text{м}, d=0,02\text{м}$$

$$\text{Модуль упругости материала стержня } E=2 \cdot 10^5$$

## Образец экзаменационного билета

# ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

## БИЛЕТ № 4

### По дисциплине: «Прикладная механика»

1. Запишите основную (первую) и две не основные (вторую и третью) формы равновесия для плоской произвольной системы сил.

2. Закон Р. Гука при сдвиге. Закон парности касательных напряжений..

3. Задача:

Заданы уравнения движения точки  $x = 3t$ ,  $y = t^2$ . Определить скорость, ускорение, траекторию движения точки, а также расстояние точки от начала координат в момент времени  $t = 2c$ .

Утверждено на заседании кафедры

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

201 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Атапин В.Г. Механика. Теоретическая механика. Сопротивление материалов : учебник / Атапин В.Г.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 378 с. — ISBN 978-5-7782-4019-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98677.html>

2. Козинцева С.В. Теоретическая механика : учебное пособие / Козинцева С.В., Сусин М.Н.. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 153 с. — ISBN 978-5-4486-0442-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/79816.html>

3. Щербакова Ю.В. Теоретическая механика : учебное пособие / Щербакова Ю.В.. — Саратов : Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1785-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/81055.html>

б) дополнительная литература

1. Кирсанова Э.Г. Сопротивление материалов : учебное пособие / Кирсанова Э.Г.. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 111 с. — ISBN 978-5-4486-0440-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/79814.html>

2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов : учебник для вузов / Феодосьев В.И.. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. — 543 с. — ISBN 978-5-7038-4819-7. — Текст : электронный //

Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL:  
<http://www.iprbookshop.ru/93896.html>

– **Имеется в библиотеке.**

**в) программное и коммуникационное обеспечение**

1. Интернет-библиотека
2. Наборы диапозитивов (фолий) для лекционных занятий.
3. Набор плакатов.
4. Электронный конспект лекций
5. Тесты для компьютерного тестирования

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Поточные лекционные аудитории, оснащенные современными техническими средствами обучения (ТСО). Видеокласс с видеопроектором. Компьютерный класс. Специализированная лаборатория.



**Составитель:**

Ст. преподаватель кафедры  
«Прикладная механика  
и инженерная графика»

С. М. Ногамирзаев

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой «Прикладная механика  
и инженерная графика»

М. А. Саидов

Зав. выпускающей каф.  
«Технологии продуктов питания  
и бродильных производств»

Б. А. Джамалдинова

Директор ДУМР

М. А. Магомаева