
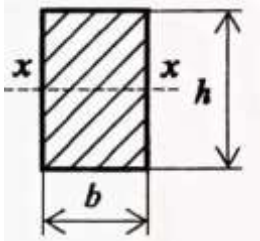
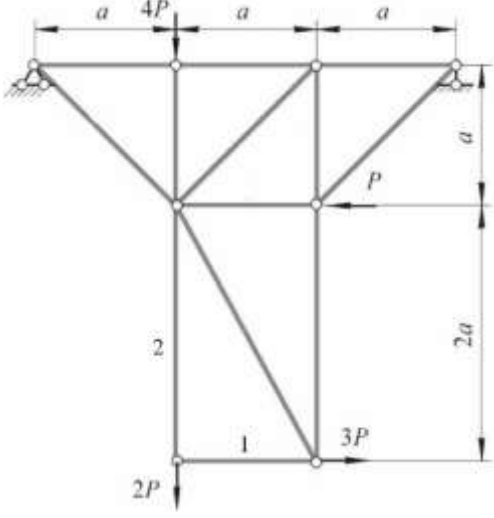
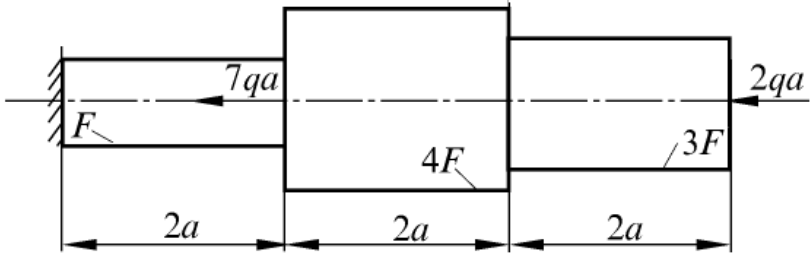
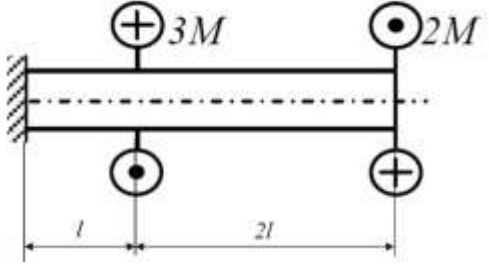
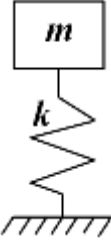
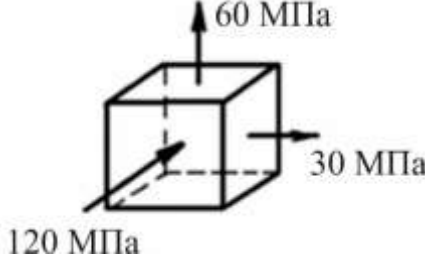
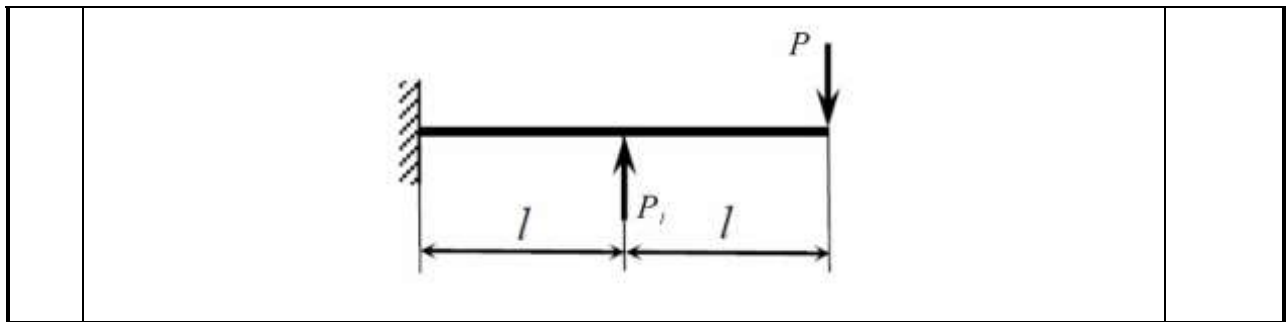


**Образец макета экзаменационного билета**

	<p><b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №</b></p> <p><b>вступительного испытания в магистратуру</b></p> <p>по направлению подготовки</p> <p><b>15.04.03 Прикладная механика</b></p> <p><b>15.04.06 – Мехатроника и робототехника</b></p>	<p>Утверждаю</p> <p>Зам. председателя</p> <p>ПК «НИУ «МЭИ»</p>
<p><b>ЭнМИ</b></p>	<p><b>15.04.06 – Мехатроника и робототехника</b></p>	<p>2026 г.</p>
№ п/п	Формулировка задания	Кол- во балло в
<b>БАЗОВАЯ ЧАСТЬ</b>		
1	<p>Во сколько раз увеличится осевой момент инерции прямоугольного сечения относительно осей при увеличении его размера <math>b</math> в два раза</p> <div style="text-align: center;">  </div>	5
2	<p>Определить внутренние усилия, возникающие в стержнях 1 и 2 фермы</p> <p>(<math>P=10</math> кН, <math>a=0,5</math> м)</p> <div style="text-align: center;">  </div>	5

3	<p>Определить величину продольного усилия, возникающего в месте закрепления ступенчатого стержня (площадь поперечного сечения <math>F=10 \text{ см}^2</math>, <math>a=0,5 \text{ м}</math>, <math>q=10 \text{ кН/м}</math>)</p> 	5
4	<p>Определить величину крутящего момента (по модулю), возникающего в месте закрепления вала, если <math>M=1 \text{ кН}\cdot\text{м}</math>, <math>l=1 \text{ м}</math></p> 	5
5	<p>Определить собственную частоту колебаний поддресоренной массы (оборудования) <math>m=1200 \text{ кг}</math>, если жесткость пружин подвески <math>k=50 \text{ кН/м}</math>. Массой пружин подвески по сравнению с массой оборудования пренебречь</p> 	6
6	<p>Для заданного напряженного состояния вычислить эквивалентные напряжения по критерию прочности Сен-Венана</p> 	7
7	<p>Определить величину силы <math>P_1</math>, при которой изгибающий момент в заделке будет равен нулю, если <math>P=10 \text{ кН}</math>, <math>l=1 \text{ м}</math></p>	7

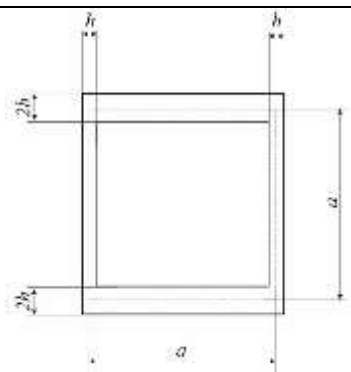
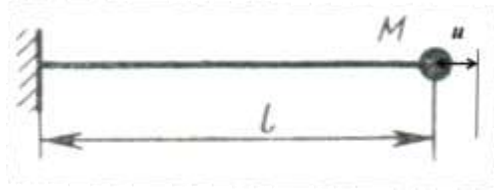
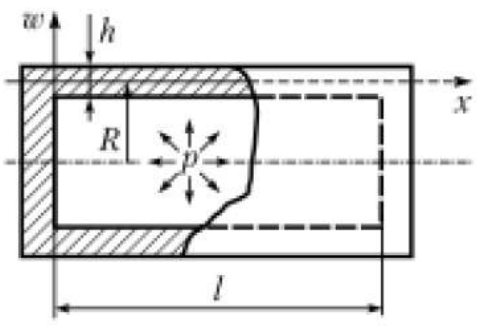


**СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

Выберете только один из двух блоков для ответа на Специальную часть билетов

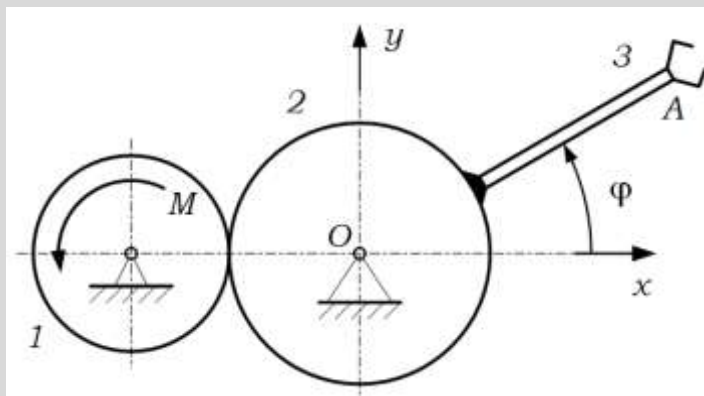
**Блок 1**

<p>8</p>	<p>Значение силы <math>P</math>, при которой прогиб концевое сечения балки будет <math>\Delta</math>, равно:</p> <p>1) <math>P = \frac{6}{11} \frac{l^3}{EJ} \Delta</math>    2) <math>P = \frac{6}{11} \frac{EJ}{l^3} \Delta</math>    3) <math>P = \frac{6}{11} \frac{l^3}{EJ \Delta}</math>    4) <math>P = \frac{6}{11} l^3 EJ \Delta</math></p> <p>При решении задачи жесткость балки, длину пролета и прогиб концевое сечения считать известными</p>	<p>7</p>
<p>9</p>	<p>Определить угол поворота сечения стержня, в котором применен крутящий момент <math>M=10</math> кН·м. Длина стержня <math>l=3</math> м. Модуль сдвига принять равным 80 ГПа. Сечение представляет собой тонкостенный незамкнутый профиль (<math>R=30</math> см, <math>h=3</math> см)</p>	<p>9</p>
<p>10</p>	<p>Определить максимальные напряжения для стержня, нагруженного на краю крутящим моментом <math>M=10</math> кН·м. Длина стержня <math>l=3</math> м. Сечение представляет собой тонкостенный замкнутый профиль (<math>a=20</math> см, <math>h=2</math> см)</p>	<p>9</p>

		
11	<p>Определить собственную частоту (ответ дать в Герцах) продольных колебаний стержня прямоугольного поперечного сечения (ширина <math>b=10\text{ см}</math>, высота <math>h=25\text{ см}</math>) с сосредоточенной массой <math>M=80\text{ кг}</math> на конце. Длина стержня <math>l=3\text{ м}</math>. Принять модуль упругости материала стержня <math>E=200\text{ ГПа}</math>.</p> 	11
12	<p>Определить толщину стенки для замкнутой тонкостенной сферической оболочки радиуса <math>R=1\text{ м}</math>, нагруженной внутренним давлением <math>p=1\text{ МПа}</math>, по критерию прочности Сен-Венана. Принять допускаемые напряжения равными <math>170\text{ МПа}</math></p>	11
13	<p>Для тонкостенной цилиндрической оболочки с жесткими днищами (<math>R=200\text{ мм}</math>, <math>l=2\text{ м}</math>, <math>h=3\text{ мм}</math>), нагруженной внутренним давлением <math>p=3\text{ МПа}</math> определить прогиб оболочки по безмоментной теории. Принять модуль упругости материала <math>E=200\text{ ГПа}</math>, коэффициент Пуассона <math>\nu=0,3</math></p> 	13
<b>Блок 2</b>		

## УСЛОВИЕ ЗАДАЧИ

### Исследуемая система



Манипулятор, схема которого приведена на рисунке, работает в вертикальной плоскости. Стрела манипулятора 3 жёстко соединена с зубчатым колесом 2, на которое передаётся вращение с шестерни 1. Перечисленные тела считать абсолютно твёрдыми и однородными. Заданы массы тел  $m_j$  и радиусы колёс  $r_1$  и  $r_2$ , а также длина

стрелы  $l = OA$  (индексы отвечают номеру тела на схеме). Момент, развиваемый электродвигателем манипулятора равен  $M_z = c_1 \cdot U - c_2 \cdot \omega_{1z}$ , где  $U$  - напряжение, подаваемое на двигатель;  $\omega_{1z}$  - угловая скорость ведущего колеса. Трением в шарнирах пренебречь, считать, что контакт колёс осуществляется без проскальзывания. Угол поворота стрелы  $\varphi$  принять за обобщённую координату. Измерению доступна угловая скорость стрелы  $\dot{\varphi}$ .

8.1	Составить уравнения движения исследуемой системы. Определить величину напряжения $U = U_0$ , которое необходимо подать на двигатель для позиционирования стрелы манипулятора в положение равновесия $\varphi = \varphi_0 = 30^\circ$ .	7
8.2	Провести линеаризацию уравнений движения исследуемой системы в окрестности положения равновесия $\varphi \equiv \varphi_0$ . Записать линеаризованные уравнения в нормальной форме Коши $\dot{X} = AX + Bu, \quad Y = CX, \quad (1)$ где $X = (\Delta\varphi \quad \Delta\omega)^T \equiv (\varphi - \varphi_0 \quad \dot{\varphi})^T$ - вектор состояния, $Y = \Delta\omega$ - измеряемая переменная, $u = U - U_0$ - управление.	7
8.3	Понятие полной наблюдаемости линейной системы. Критерий наблюдаемости Калмана.	7
8.4	Исследовать систему (1) на управляемость и наблюдаемость.	13
8.5	Построить асимптотический наблюдатель (фильтр) вектора $X = (\Delta\varphi \quad \Delta\omega)^T$ состояния системы (1).	13

9.1 Для манипулятора известной конфигурации ввести в сочленениях робота системы координат и записать матрицы ориентации  $i$ -й системы координат относительно  $(i-1)$

