

## Рецензия

на методические указания к выполнению практических работ по  
дисциплине «Техническая механика» для студентов 2 курса  
специальности 151901 «Технология машиностроения» преподавателя  
специальных дисциплин **Чемезова Д.А.**

Методические указания содержат требования к выполнению и оформлению практических работ по разделам дисциплины «Техническая механика»: «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов» и «Детали машин».

Работы оформлены в едином стиле, указаны «Темы», «Цели работ». В разделе «Порядок выполнения» дана ясная последовательность выполнения той, или иной работы, приводятся поясняющие схемы и рисунки.

Также даются контрольные вопросы, призванные нацелить студентов на выявление сути изучаемых явлений и процессов. Указана литература, к которой студент может обратиться для получения дополнительных сведений по вопросам, связанным с выполняемой практической работой.

Считаю, что представленные на рецензирование методические указания окажут помощь студентам и могут быть рекомендованы для распространения и внедрения передового опыта на территории РФ по специальности 151901 «Технология машиностроения».



*В. П. Чувашов* (технический директор-  
начальник управления  
ООО «Завод «Автобридор»)

Согласовано  
« 11 » марта 2016 г.  
В. Р. Чувашов



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ГБОУ ВО «ВИК»  
« 11 » марта 2016 г.



**Методические указания к выполнению практических работ  
по технической механике  
для студентов 2 курса специальности  
151901 (Технология машиностроения)**

РАССМОТРЕНО:

Председатель метод. комиссии

 Т.Н. Комарова

«10» марта 2016 г.

Разработчик: Чemezov Д.А., преподаватель спец. дисциплин  
ГБПОУ ВО «Владимирский индустриальный колледж»

## Содержание

1. Практическая работа №1.....	4
2. Практическая работа №2.....	7
3. Практическая работа №3.....	10
4. Практическая работа №4.....	13
5. Практическая работа №5.....	16
6. Практическая работа №6.....	17
7. Практическая работа №7.....	18
8. Практическая работа №8.....	20
9. Практическая работа №9.....	22
10. Практическая работа №10.....	24

## Практическая работа № 1.

### Определение усилий в стержнях стержневой конструкции.

**Тема:** Статика. Плоская система сходящихся сил.

**Цель работы:** Научится определять усилия в стержнях конструкции аналитическим методом.

**Задание:** Определить усилия в стержнях заданной конструкции аналитическим способом. Схему выбрать в соответствии с номером студента по списку журнала.

#### Порядок выполнения:

1. Изобразить заданную схему в соответствии с вариантом.
2. Выделить материальную точку, к которой приложена внешняя сила.
3. Определить тип связей, удерживающих точку.
4. Отбросить связи, заменить их действие силами реакции.
5. Составить расчетную схему, выделив точку, находящуюся в равновесии. Приложить к ней все действующие силы.
6. Выбрать оси координат.
7. Записать уравнения равновесия: 
$$\begin{cases} \sum F_kx = 0 \\ \sum F_ky = 0 \end{cases}$$
8. Из уравнений равновесия найти величину сил реакции.
9. Записать величину усилий в стержнях.
10. Вычертить многоугольник сил, приложенных к точке.
11. Вывод.

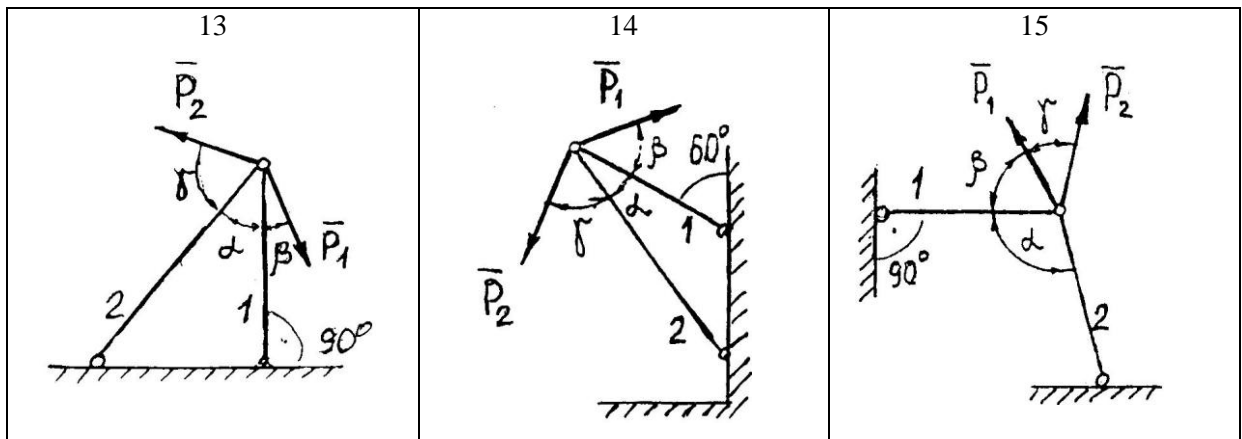
Таблица 1 – Варианты заданий

Вариант	Схема	$P_1$	$P_2$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
		кН		градусы		
1	1	6	8	45	90	30
2	2	5	10	90	30	45
3	3	3	6	120	30	60
4	4	7	9	60	30	30
5	5	10	6	30	30	30
6	6	8	4	90	60	45
7	7	12	3	120	30	90
8	8	9	5	60	45	75
9	9	4	7	60	45	45
10	10	8	12	90	30	30
11	11	10	8	90	60	30
12	12	8	5	60	60	45
13	13	7	10	45	45	75
14	14	4	6	30	60	30
15	15	5	8	120	45	45
16	1	10	4	30	60	30
17	2	3	7	90	60	30
18	3	8	5	150	60	30
19	4	3	12	30	60	60
20	5	7	5	60	30	45
21	6	6	4	60	30	90
22	7	5	8	90	60	60
23	8	14	6	45	75	45
24	9	12	10	120	60	30
25	10	4	7	60	30	60
26	11	8	6	90	120	30
27	12	6	9	120	30	30
28	13	10	3	30	45	60
29	14	9	4	60	120	30
30	15	3	8	90	30	60
31	1	7	5	60	30	60
32	2	12	6	90	30	90
33	3	4	10	90	45	60
34	4	8	4	45	30	45

**Задания к практической работе № 1**

<p align="center">1</p>	<p align="center">2</p>	<p align="center">3</p>
<p align="center">4</p>	<p align="center">5</p>	<p align="center">6</p>
<p align="center">7</p>	<p align="center">8</p>	<p align="center">9</p>
<p align="center">10</p>	<p align="center">11</p>	<p align="center">12</p>





## Практическая работа № 2.

### Определение реакций опор балки на двух опорах.

**Тема:** Статика. Плоская система произвольно расположенных сил.

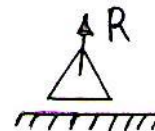
**Цель работы:** Научится определять реакции опор балки установленной на двух опорах.

**Задание:** Определить реакции опор балки на двух опорах. Схему выбрать в соответствии с номером студента по списку в журнале.

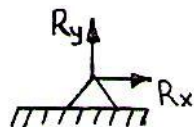
**Принять:**  $q = 2 \frac{kH}{m}$ ;  $P = 4kH$ ;  $M = 2kH \cdot m$ ;  $a = 2m$ .

### Порядок выполнения.

1. Изобразить схему в соответствии с вариантом.
2. Заменить распределенную нагрузку ее равнодействующей  $Q=q \cdot l$ .  
Приложить равнодействующую к балке в центре тяжести соответствующего прямоугольника.
3. Заменить опоры их реакциями. Реакцию шарнирно-подвижной опоры направить перпендикулярно к опорной поверхности.



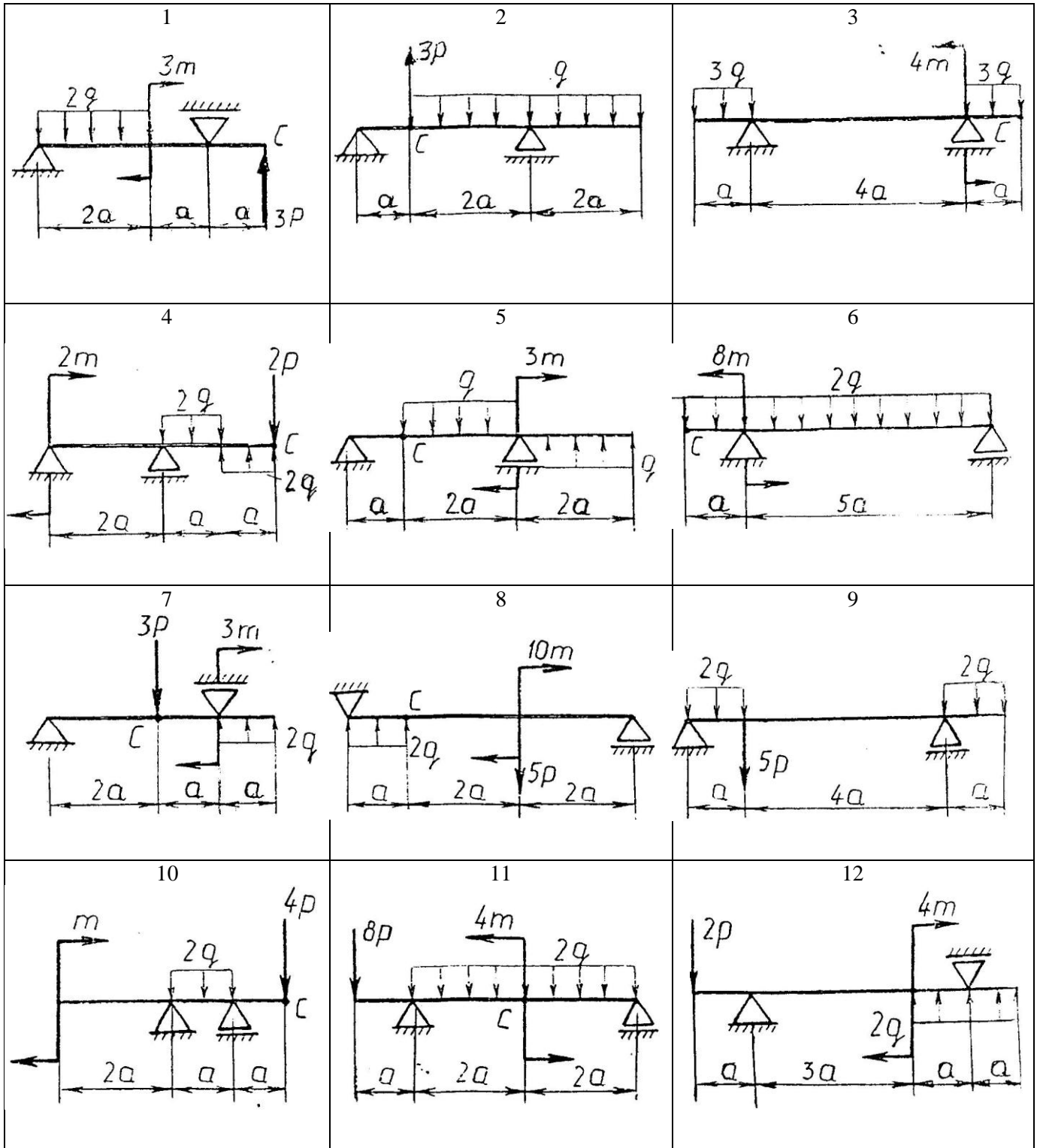
Реакцию шарнирно-подвижной опоры разложить на две составляющие, направленные по осям координат.

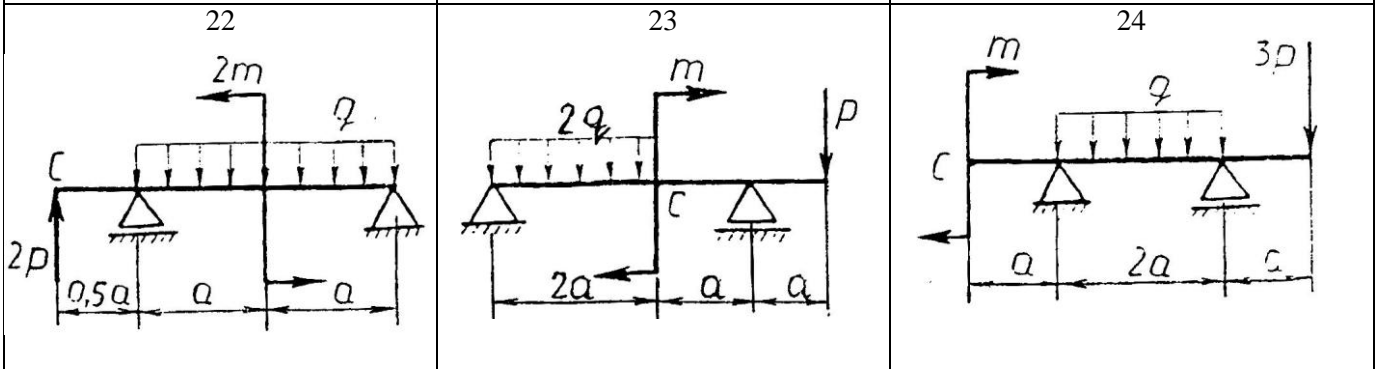
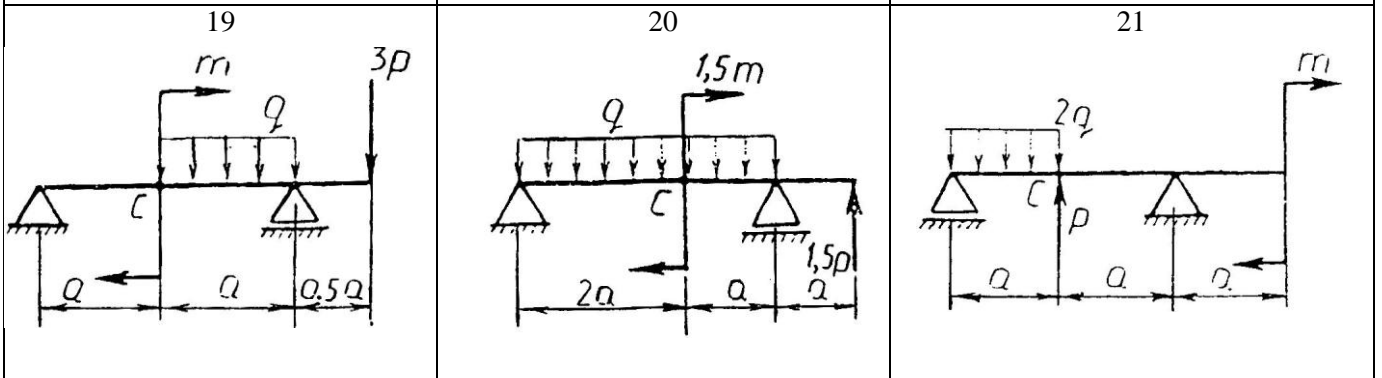
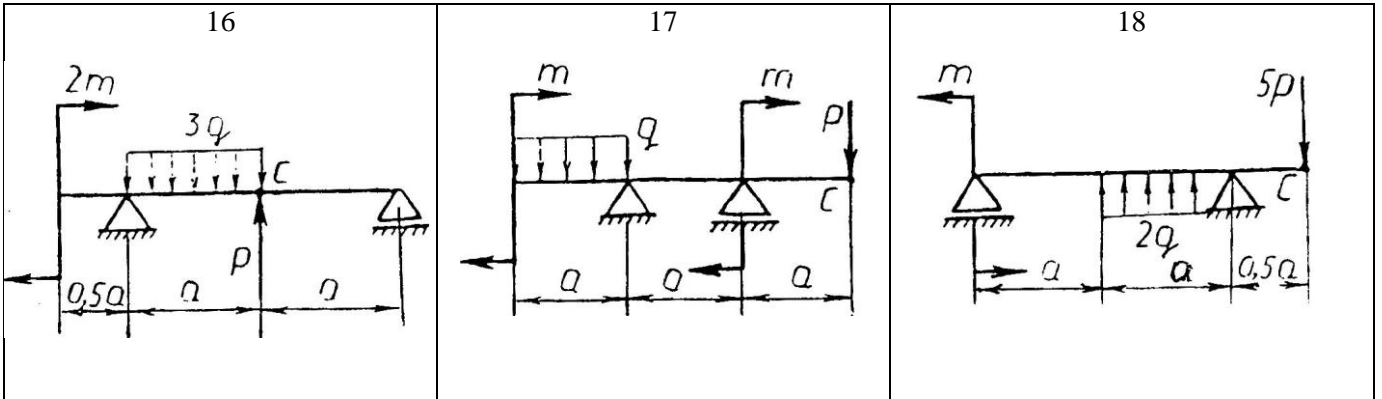
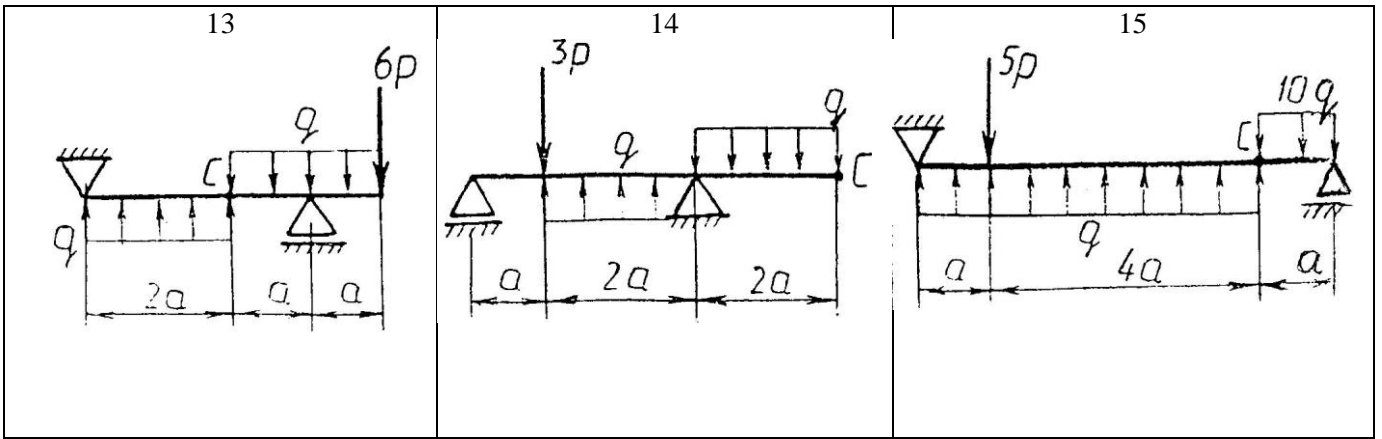


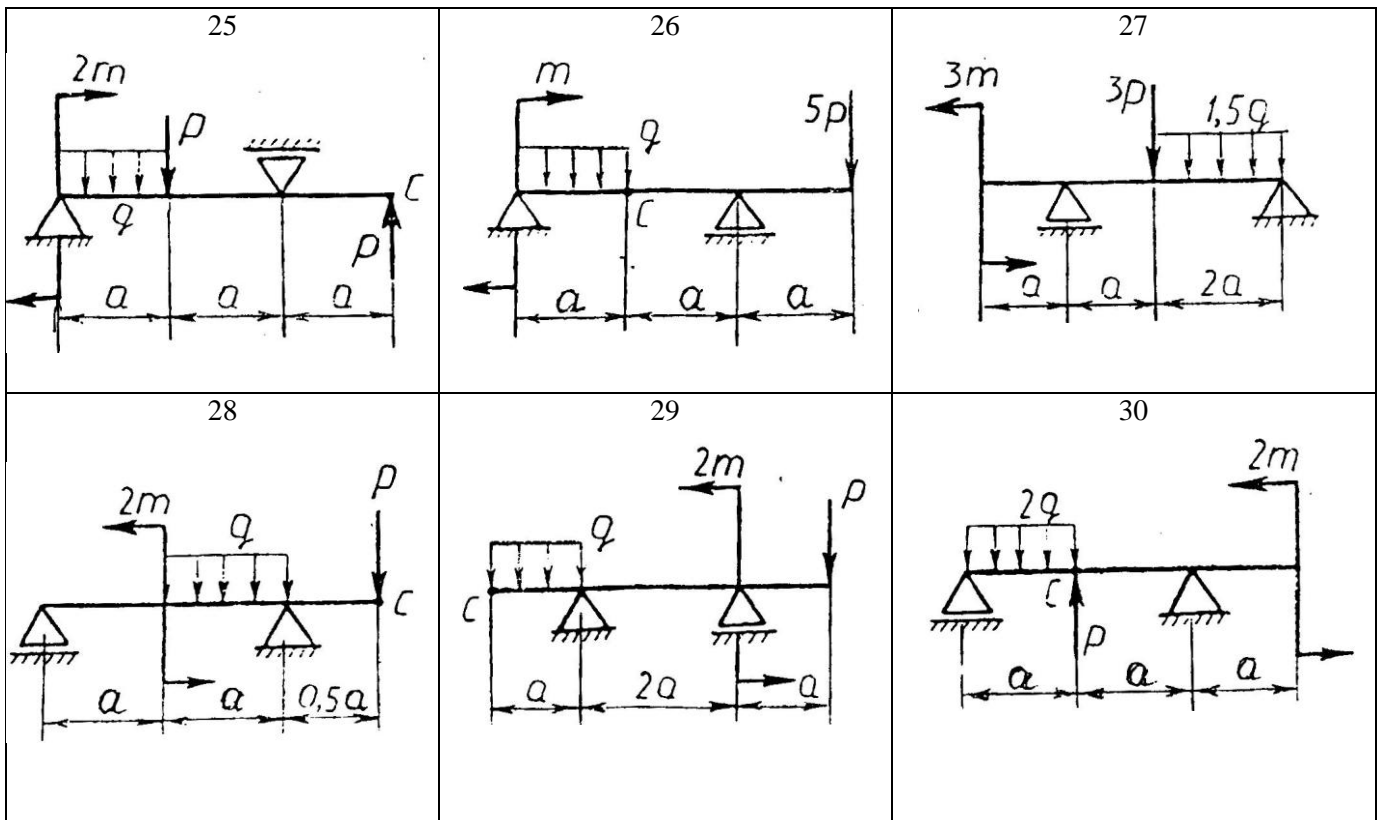
4. Составить расчетную схему балки.
5. Выбрать оси координат и центры моментов.
6. Составить уравнение равновесия:  $\sum M_A = 0$ ;  $\sum M_B = 0$ ;  $\sum F_{kx} = 0$ .
7. Из уравнений равновесия найти неизвестные реакции опор.
8. Провести проверку правильности решения, составив уравнения  $\sum F_{ky} = 0$ .
9. Записать ответы.
10. Вывод.



**Задания к практической работе № 2**







### Практическая работа № 3.

#### Определение реакций жесткой заделки балки.

**Тема:** Статика. Плоская система произвольно расположенных сил.

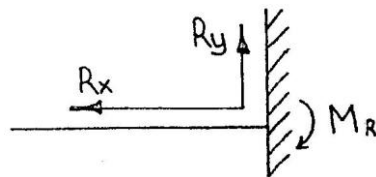
**Цель работы:** Научится определять реакции жесткой заделки консольной балки.

**Задание:** Определить реакции жесткой заделки балки. Схему выбрать в соответствии с номером студента по списку в журнале.

**Принять:**  $q = 2 \frac{kH}{m}$ ;  $P = 4kH$ ;  $M = 2kH \cdot m$ ;  $a = 2m$ .

#### Порядок выполнения.

1. Изобразить схему в соответствии с вариантом.
2. Заменить распределенную нагрузку ее равнодействующей  $Q = q \cdot l$ .  
Приложить равнодействующую к балке в центре тяжести соответствующего прямоугольника.
3. Заменить жесткую заделку ее реакциями.



4. Составить расчетную схему балки.
5. Выбрать оси координат.
6. Составить уравнения равновесия:  $\sum M_A = 0$ ;  $\sum F_{kx} = 0$ ;  $\sum F_{ky} = 0$ .

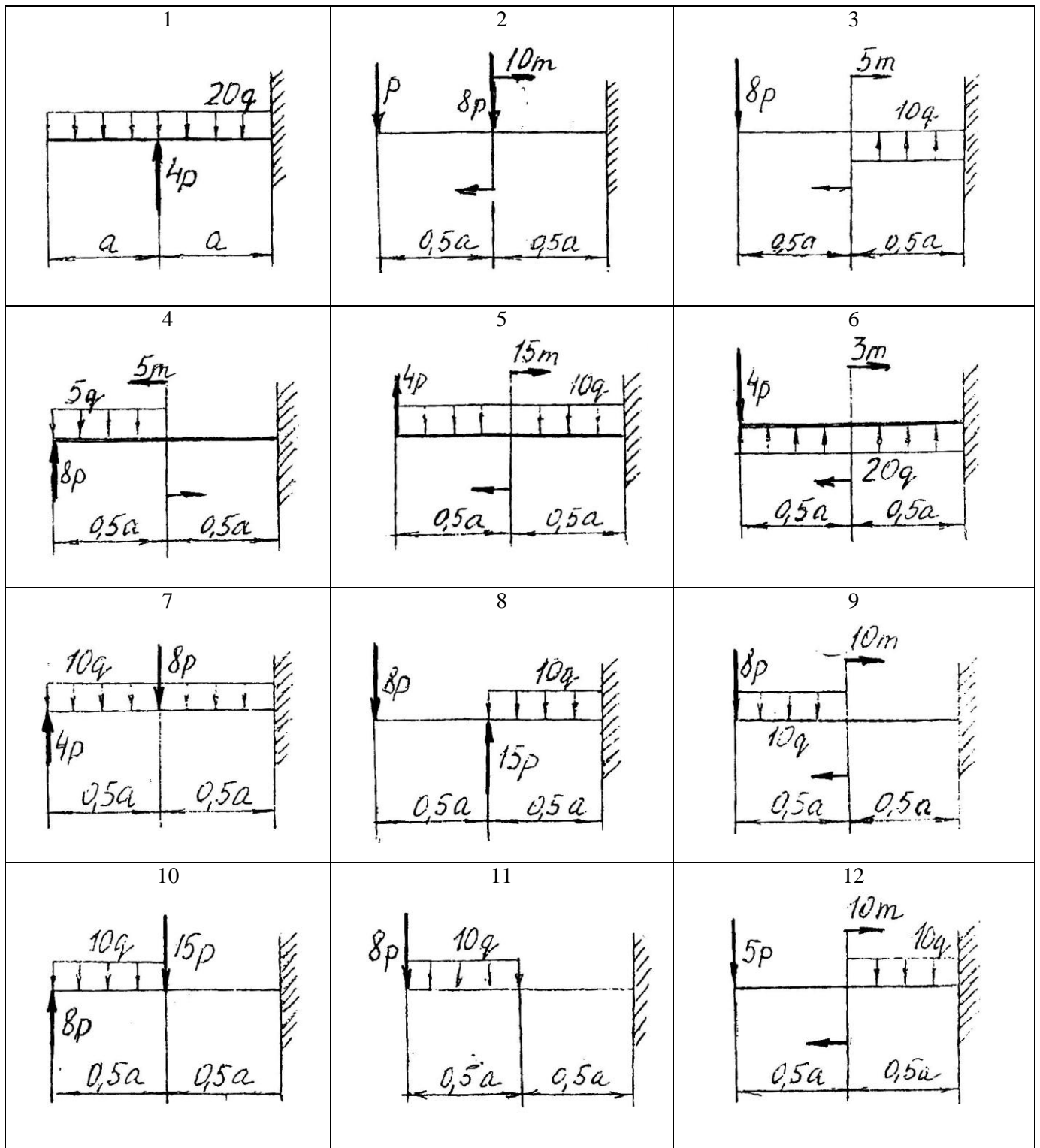
7. Из уравнений равновесия найти неизвестные реакции.

8. Провести проверку правильности решения, составить уравнения:  $\sum M_C = 0$ .

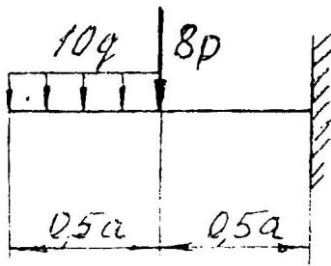
9. Записать ответы.

10. Вывод.

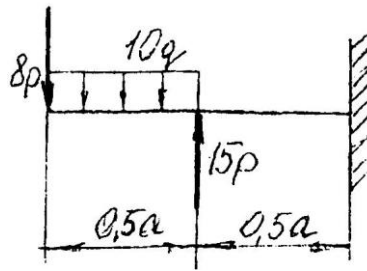
**Задания к практической работе № 3**



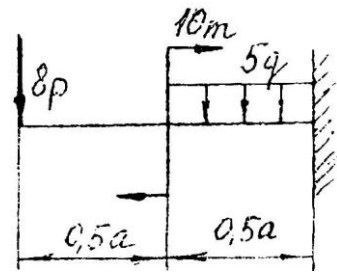
13



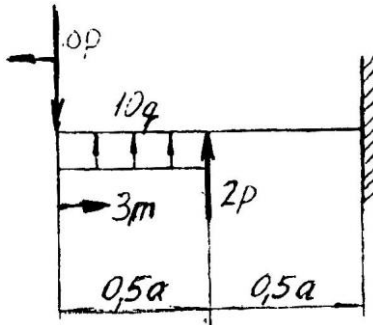
14



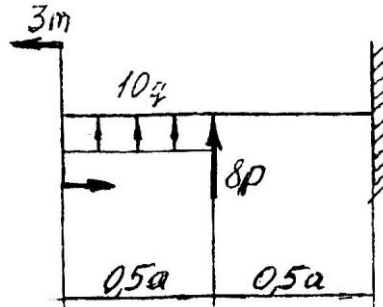
15



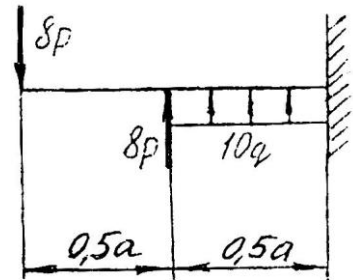
16



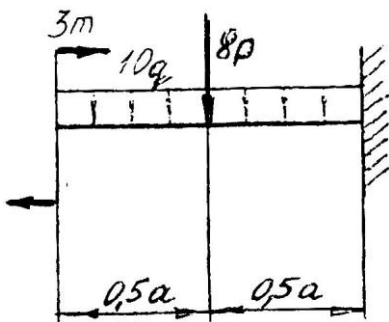
17



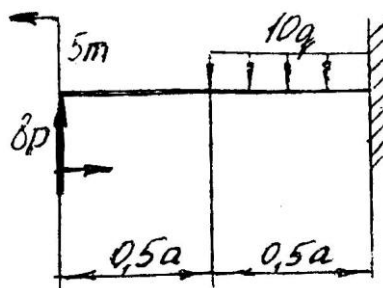
18



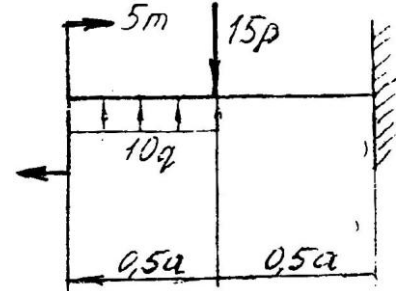
19



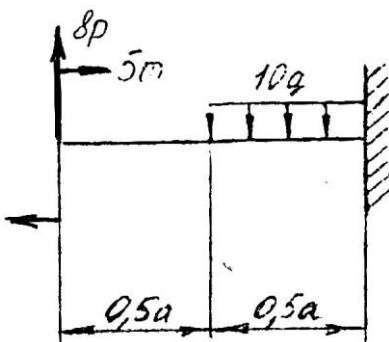
20



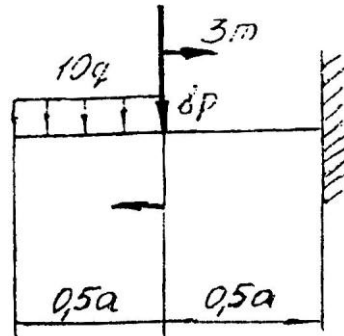
21



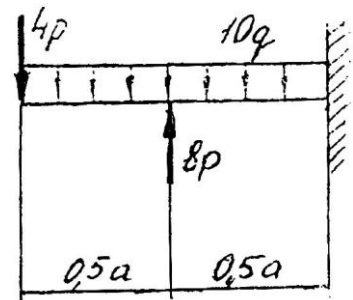
22

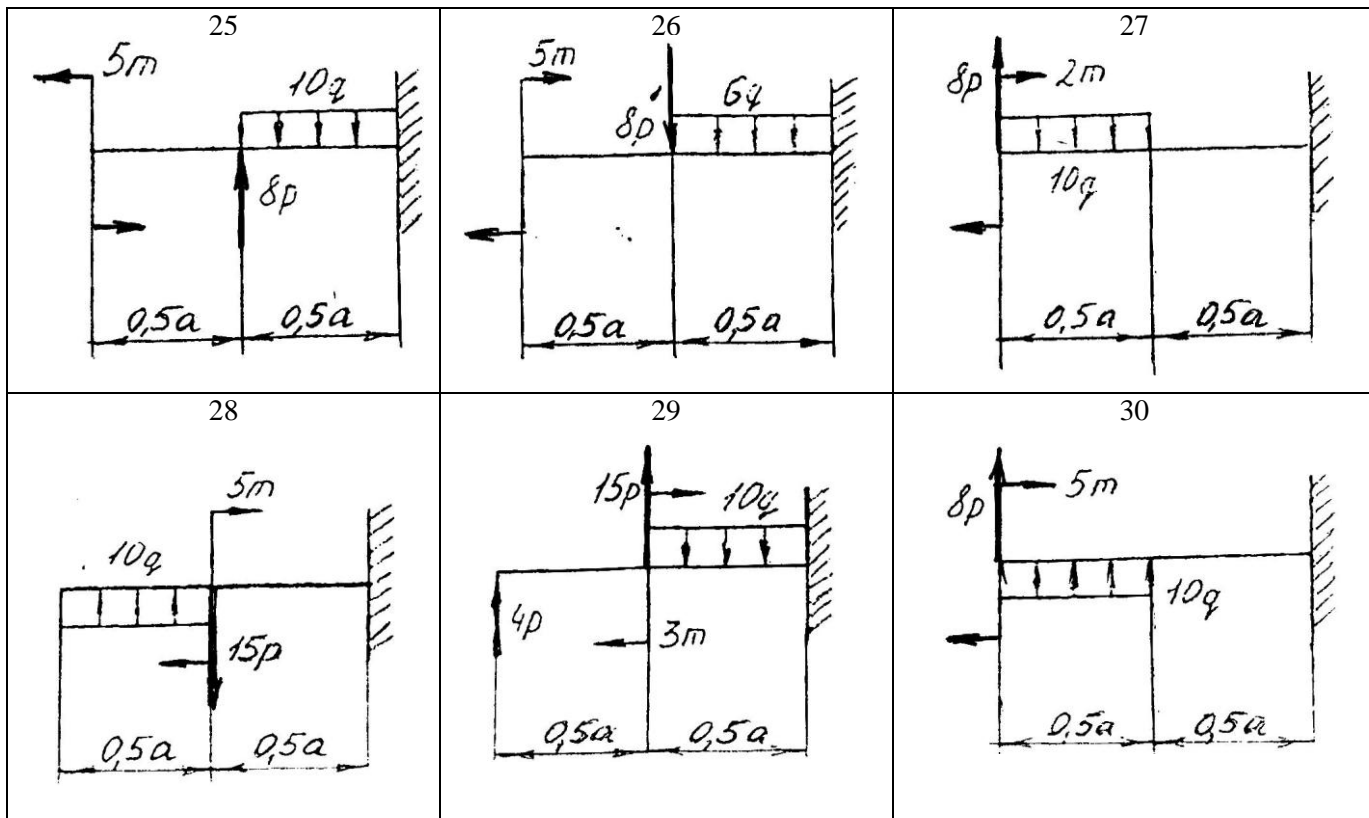


23



24





#### Практическая работа № 4.

#### Определение координат центра тяжести плоской фигуры.

**Тема:** Статика. Центр тяжести.

**Цель работы:** Научится определять координаты центра тяжести плоской фигуры сложной формы.

**Задание:** Определить координаты центра тяжести сложной плоской фигуры. Схему выбрать в соответствии с номером студента по списку в журнале.

#### Порядок выполнения.

1. Изобразить заданную фигуру в соответствии с заданием в произвольном масштабе.
2. Выбрать оси координат.
3. Разбить фигуру на составные части, положение центров тяжести которых известно или легко определяется.
4. Определить площади составных частей. Площади вырезов принимать отрицательными.
5. Определять координаты центров тяжести составных частей.
6. Найденные значения площадей, а также координаты их центров тяжести представить в соответствующие формулы и вычислить координаты центра тяжести всей фигуры.

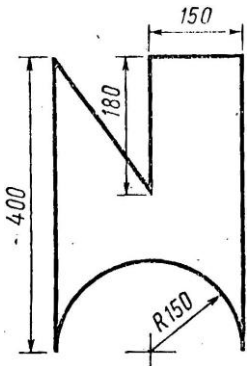
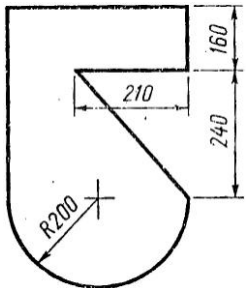
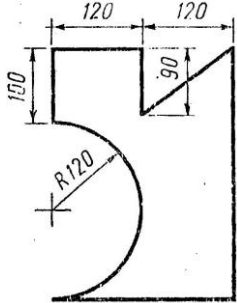
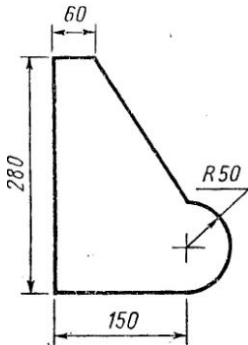
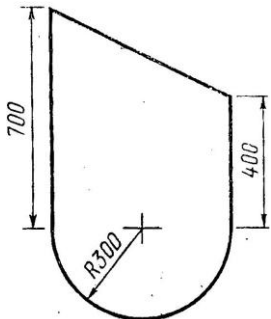
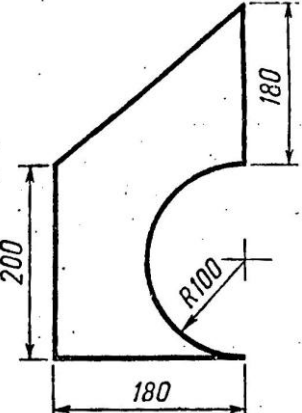
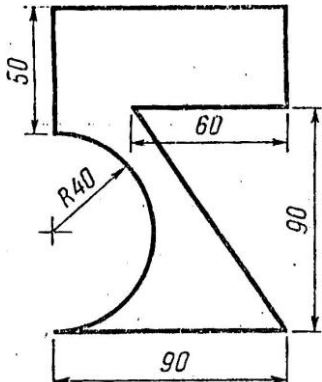
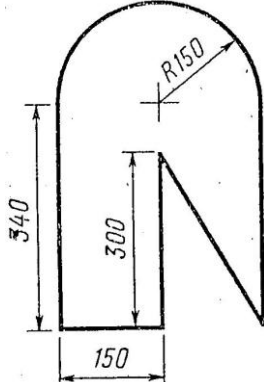
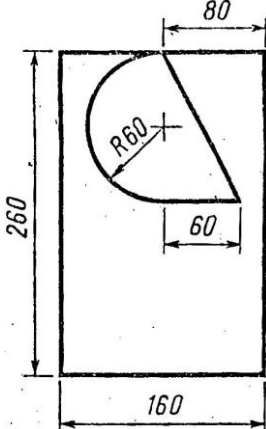
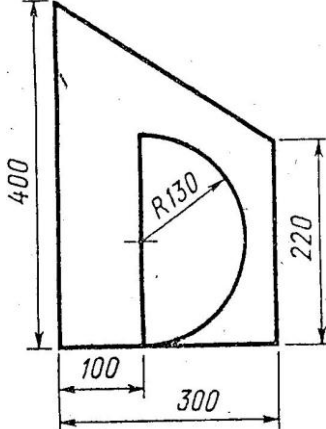
$$X_C = \frac{\sum A_k \cdot X_k}{\sum A_k} = \frac{A_1 \cdot X_1 + A_2 \cdot X_2 + A_3 \cdot X_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} =$$

$$Y_C = \frac{\sum A_k \cdot Y_k}{\sum A_k} = \frac{A_1 \cdot Y_1 + A_2 \cdot Y_2 + A_3 \cdot Y_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} =$$

7. По найденным координатам нанести на эскизе положение центра тяжести фигуры.

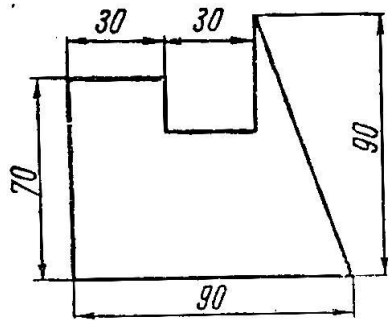
8. Вывод.

**Задания к практической работе № 4**

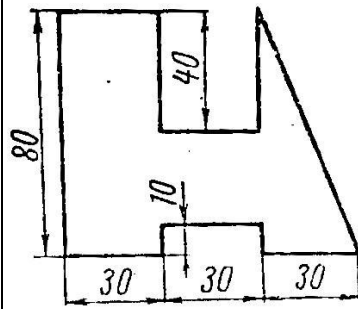
<p align="center">Вариант 1, 16</p> 	<p align="center">Вариант 2, 17</p> 	<p align="center">Вариант 3, 18</p> 	<p align="center">Вариант 4, 19</p> 	<p align="center">Вариант 5, 20</p> 
<p align="center">Вариант 6, 21</p> 	<p align="center">Вариант 7, 22</p> 	<p align="center">Вариант 8, 23</p> 	<p align="center">Вариант 9, 24</p> 	<p align="center">Вариант 10, 25</p> 



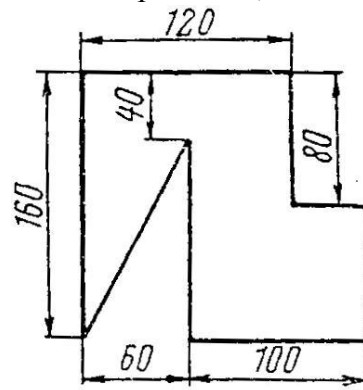
Вариант 11, 26



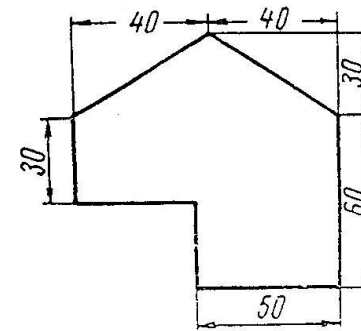
Вариант 12, 27



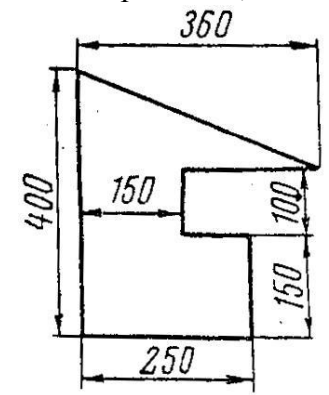
Вариант 13, 28



Вариант 14, 29



Вариант 15, 30



## Практическая работа № 5.

### Определение угловых и линейных скоростей и ускоренных точек вращающегося тела.

**Тема:** Кинематика. Вращательное движение твердого тела.

**Цель работы:** Научится определять угловые скорости и ускорения точек вращающегося тела, а также их линейные скорости, касательное, нормальное и полное ускорение.

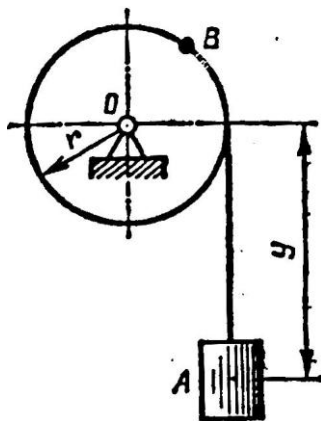
**Задание:** Движение груза задано уравнением  $y=f(t)$ . Определить скорость и ускорение груза в момент времени  $t_1$ , а также скорость и ускорение точки  $B$  на ободе шкива. Данные для своего варианта принять по таблице 1.

#### Порядок выполнения.

1. Изобразить в произвольном масштабе схему.
2. Для груза  $A$  изобразить вектор скорости  $\vec{V}_A$  и ускорения  $\vec{a}_A$ .
3. Из уравнения движения  $y=f(t)$  найти для груза скорость движения:  $V_A = \frac{dy}{dt} = f'(t)$   
и ускорение движения:  $a_A = \frac{dv_A}{dt} = V_A'$ .
4. Подставить в полученные выражения значения времени  $t$ , и найти численное значение скорости и ускорения.
5. Из условия совместности движения троса с грузом и точек обода шкива при отсутствии проскальзывания определяем  $V_B = V_A$ ;  $a_B^T = a_A$ .  
Откладываем на эскизе вектор  $\vec{V}_B$  и  $\vec{a}_B^T$ .
6. Определяем угловую скорость шкива:  $V_B = r \cdot \omega$ ;
7. Определение углового ускорения шкива:  $a_B^T = r \cdot E$
8. Определение нормального ускорения точки  $B$ :  $a_B^n = r \cdot \omega^2$
9. Определение полного ускорения точки  $B$ :  $a_B = \sqrt{(a_B^T)^2 + (a_B^n)^2}$ .
10. Нанести векторы скорости ускорения точки  $B$  на эскиз.
11. Ответ.
12. Вывод.

#### Задания к практической работе № 5

Движение груза  $A$ , опускающегося при помощи лебедки, задано уравнением  $y=at^2+bt+c$ , где  $y$  — в м,  $t$  — в с. Определить скорость и ускорение груза в момент времени  $t_1$ , а также скорость и ускорение точки  $B$  на ободе шкива (табл.)



Вариант задания	1 11 21	2 12 22	3 13 23	4 14 24	5 15 25	6 16 26	7 17 27	8 18 28	9 19 29	10 20 30
$a, \text{ м/с}^2$	2	0	3	0	3	3	2	0	4	0
$b, \text{ м/с}$	0	3	4	2	0	4	0	3	4	2
$c, \text{ м}$	3	4	0	5	2	0	4	2	0	3
$r, \text{ м}$	0,5	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,4	0,6	0,8	0,5
$t_1, \text{ с}$	1,5	1	1,5	2	1,5	1	1,5	1	1,5	1

### Практическая работа № 6.

#### Решение задач динамики методом кинематики.

**Тема:** Динамика. Сила инерции. Принцип Даламбера.

**Цель работы:** Научиться **определять** силу инерции для различных случаев движения и применять принцип Даламбера.

**Задание:** Решить задачу № 6 в соответствии со своим вариантом.

#### Порядок выполнения:

1. Выделить материальную точку, движение которой рассматривается и изобразить ее на рисунке.
2. Выявить все активные силы и изобразить их приложенными к точке.
3. Освободить точку от связей, заменить связи их реакциями.
4. Определить скорость и ускорения нити и изобразить их приложенными к точке.
5. Определить силу инерции  $F_{ин} = m \cdot a$ .
6. Приложить силу инерции к движущейся точке.
7. Применить метод кинестатики и рассмотреть равновесие полученной системы сил. Составить уравнения равновесия  $\sum F_{kx} = 0$ ;  $\sum F_{ky} = 0$ ;
8. Из уравнений равновесия найти требуемую величину.
9. Записать ответ.
10. Вывод.

#### Задания к практической работе № 6

##### **Вариант 1, 11, 21.**

К потолку вагона на тонкой нити подвешен груз. При прямолинейном движении вагона с постоянным ускорением  $a = 5 \text{ м/сек}^2$  нить отклоняется от вертикали на некоторый угол  $\alpha$ . Найти этот угол и натяжение нити, если масса груза  $1 \text{ кг}$ . Массой нити пренебречь.

**Вариант 2, 12, 22.**

К потолку вагона на тонкой нити подвешен шарик, масса которого  $2\text{кг}$ . При равноускоренном прямолинейном движении вагона нить отклонилась на угол  $\alpha=18^\circ$ . Определить ускорение вагона и натяжение нити.

**Вариант 3,13, 23.**

Груз в  $5\text{т}$ , будучи подвешенным на тросе, длина которого  $4\text{м}$  совершает колебательные движения около положения равновесия. При переходе через положение равновесия груз имеет скорость  $1,6\text{м/сек}$ . Определить в этот момент натяжение троса.

**Вариант 4, 14, 24.**

Груз в  $12\text{т}$ , подвешенный на тросе, опускается вертикально вниз с постоянным ускорением  $4,4\text{м/сек}^2$ . Определить натяжение троса.

**Вариант 5, 15, 25.**

Гирю в  $2\text{кг}$  взвешивают на пружинных весах, находясь в лифте, который поднимается вверх с ускорением  $6\text{м/сек}^2$ . Определить показание пружинных весов.

**Вариант 6, 16, 26.**

Шарик, масса которого  $0,5\text{кг}$ , привязан к нити и вращается вместе с ней в вертикальной плоскости с угловой скоростью  $150\text{об/мин}$ . Длина нити  $50\text{см}$ . Определить наибольшее натяжение нити.

**Вариант 7, 17, 27.**

Шарик, масса которого  $1,2\text{кг}$ , привязали к нити длиной  $40\text{см}$ . Шарик с нитью вращается в вертикальной плоскости с угловой скоростью  $300\text{рад/сек}$ . Определить наименьшее натяжение нити.

**Вариант 8, 18, 28.**

Шарик массой  $0,8\text{кг}$  привязан к нити, которая может выдержать максимальное натяжение  $5\text{кн}$ . При какой угловой скорости вращения в вертикальной плоскости возникает опасность разрыва нити, если ее длина  $80\text{см}$ ?

**Вариант 9,19, 29.**

С какой скоростью должен проехать мотоциклист по арочному мостику радиусом  $25\text{м}$ , чтобы в самой верхней точке мостика давление мотоцикла на мостик стало в два раза меньше его общего веса.

**Вариант 10, 20, 30.**

Масса мотоциклиста вместе с мотоциклом  $280\text{кг}$ . Когда мотоциклист проезжает по легкому мостику со скоростью  $108\text{км/час}$ , то мостик прогибается, образуя дугу радиусом  $60\text{м}$ . Определить максимальное давление, производимое мотоциклом на мостик.

**Практическая работа № 7.**

**Расчеты стержней испытывающих деформацию растяжения (сжатия).**

**Тема:** «Сопромат. Растяжение».

**Цель работы:** Научиться выполнять расчеты элементов конструкций, испытывающих деформацию растяжения (сжатия).

**Задание:** Для заданного двухступенчатого стального бруса, нагруженного двумя силами  $F_1$  и  $F_2$ , построить эпюры продольных сил ( $N_z$ ). Определить площади поперечных сечений и диаметр каждой

ступени бруса из условия прочности; построить эпюры нормальных напряжений; определить удлинение (укорочение) каждой ступени и найти перемещение свободного конца бруса.

При расчетах принять  $[\sigma]=150\text{МПа}$ ;  $E=2\cdot 10^5\text{МПа}$ . Исходные данные выбрать из таблицы.

Номер варианта взять в соответствии с номером студента в списках по журналу.

### **Порядок выполнения:**

1. Изобразить расчетную схему в соответствии с вариантом.
2. Выписать исходные данные из таблицы.
3. Разделить брус на участки, границы которых определяются сечениями, где изменяются площадь поперечного сечения или приложены внешние нагрузки. Пронумеровать участки.
4. Определить внутренние силовые факторы на каждом участке для чего применить метод сечения.
5. Построить эпюру  $N_z$ .
6. Из условия прочности при растяжении.

$$\sigma_{max} = \frac{N_z}{A} \leq [\sigma]$$

Найти площадь поперечных сечений бруса на каждом участке.

$$A \geq \frac{N_{zi}}{[\sigma]} \quad (\text{мм}^2)$$

Определить диаметр каждого из сечений:

$$d \geq \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad (\text{мм})$$

Округлить диаметр до стандартного из ряда чисел  $R40$ .

Уточнить площади поперечных сечений:  $A'_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}$   $A'_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}$

8. Определить напряжения на каждом из участков.

$$\sigma_{уст} = \frac{N_z}{A'} \quad (\text{МПа})$$

9. Построить эпюру нормальных напряжений по длине бруса.

10. Определить деформацию каждого участка.

$$\Delta l_i = \frac{N_{zi} l_i}{A_i \cdot E} = \frac{\sigma_i l_i}{E} \quad (\text{мм})$$

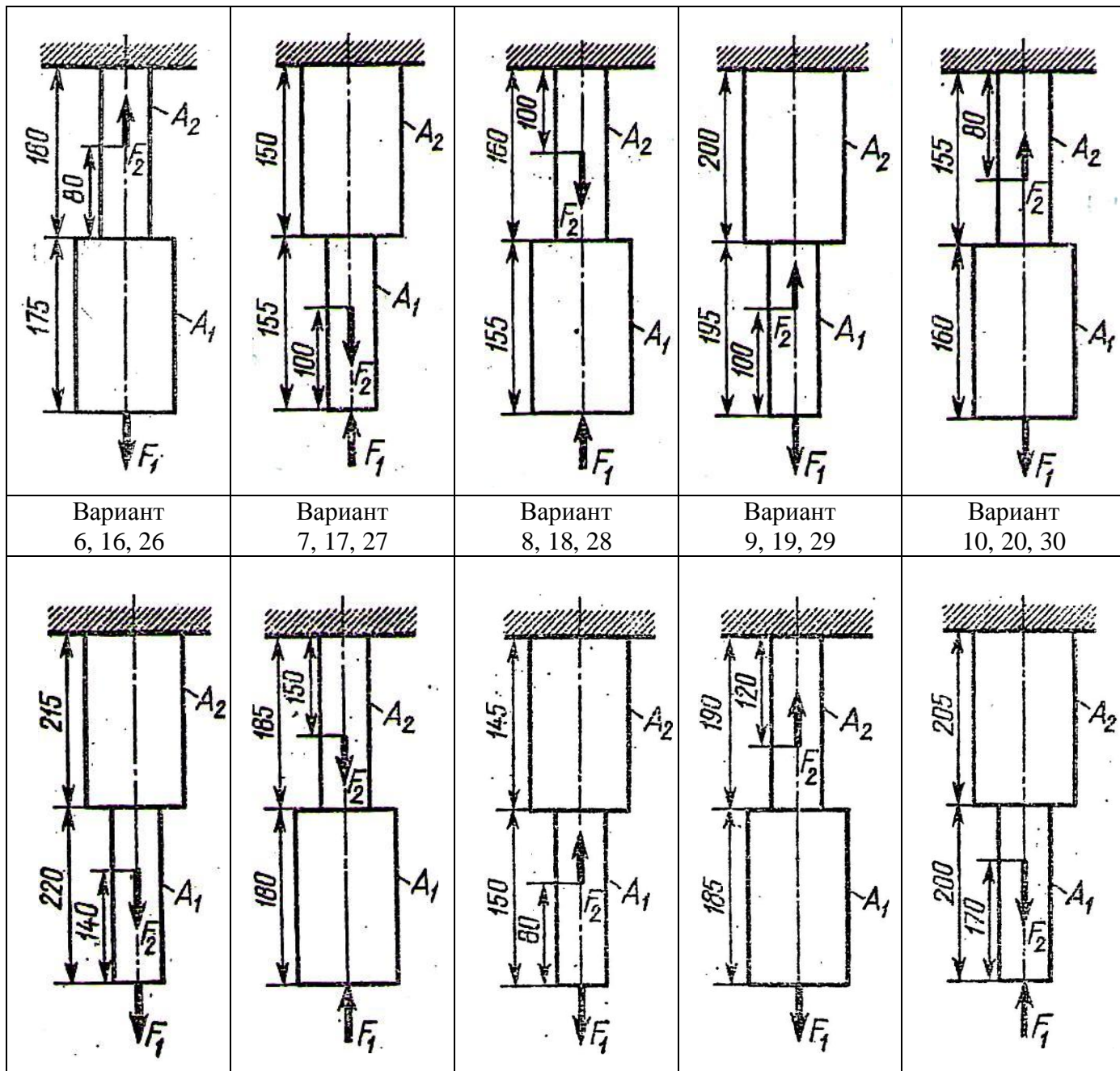
11. Определить перемещение свободного конца бруса.

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2$$

12. Вывод.

### **Задания к практической работе № 7**

Вариант 1, 11, 21	Вариант 2, 12, 22	Вариант 3, 13, 23	Вариант 4, 14, 24	Вариант 5, 15, 25
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------



## Практическая работа № 8.

### Расчеты при изгибе.

**Тема:** Сопротивление материалов. Деформация изгиба.

**Цель работы:** Научиться построению эпюр изгибающих моментов и поперечных сил и производить расчеты на прочность при изгибе.

**Задание:** Для заданной расчетной схемы оси определить реакции опор, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, подобрать диаметр оси из условия прочности при изгибе. Номер варианта принять согласно номеру студента в списке по журналу. Для расчетов принять: материал оси — сталь 40, допустимое напряжение на изгиб  $\sigma_u = 100 \text{ МПа}$ .

### Порядок выполнения.

1. Изобразить расчетную схему.
2. Выписать исходные данные из таблицы.
3. Заменить действие опор на балку силами реакций.
4. Составить уравнение равновесия для плоской системы параллельных сил:

$$\sum MA = 0; \quad \sum MB = 0.$$

5. Найти из уравнений равновесия неизвестные силы реакций.
6. Определить поперечную силу в каждом из характерных сечений, как сумму внешних сил, приложенных по одну сторону от сечения.
7. Построить эпюру поперечных сил.
8. Определить величину изгибающего момента для каждого характерного сечения, как сумму моментов внешних сил, приложенных по одну сторону от сечения, относительно центра тяжести этого сечения.
9. Построить эпюру изгибающих моментов.
10. Выбрать наиболее нагруженное сечение, где  $Mu = \max$ .
11. Записать уравнение условия прочности при изгибе:

$$\sigma_{u\max} = \frac{Mu_{\max}}{W_x} \leq \sigma_{u\text{ доп}}$$

12. Найти требуемую величину осевого сопротивления сечения:

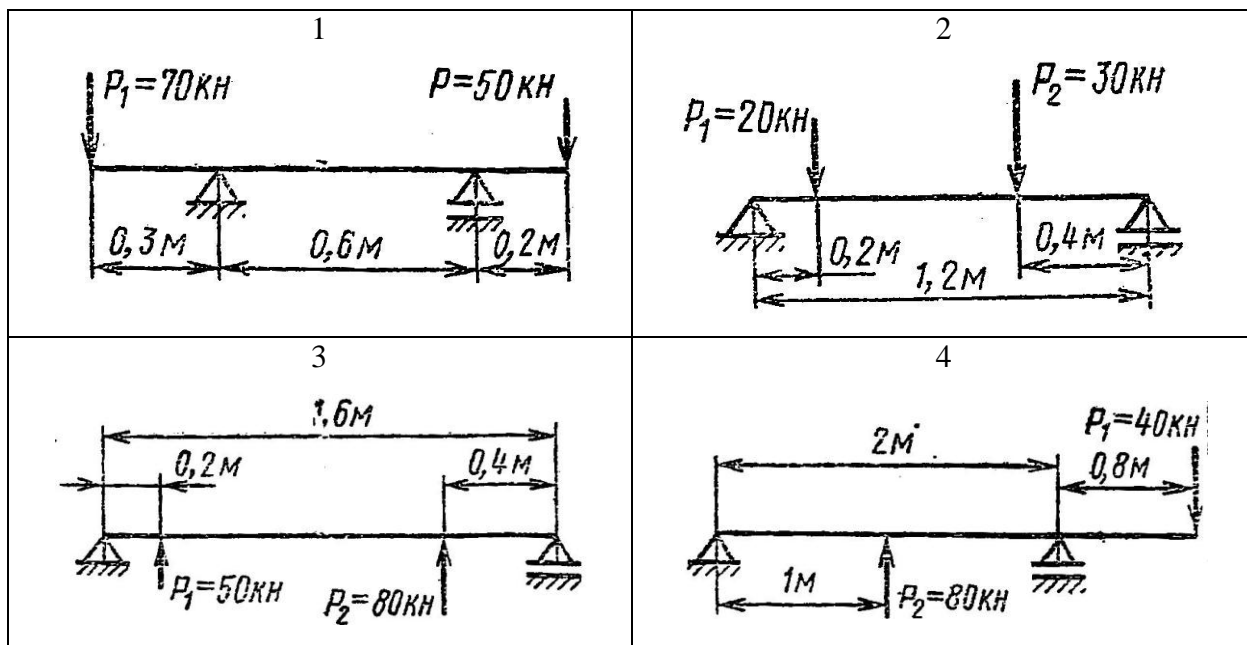
$$W_x \geq \frac{Mu_{\max}}{\sigma_{u\text{ доп}}}; \quad \text{из выражения; } W_x = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0,1d^3.$$

13. Определить диаметр наиболее нагруженного поперечного сечения оси:

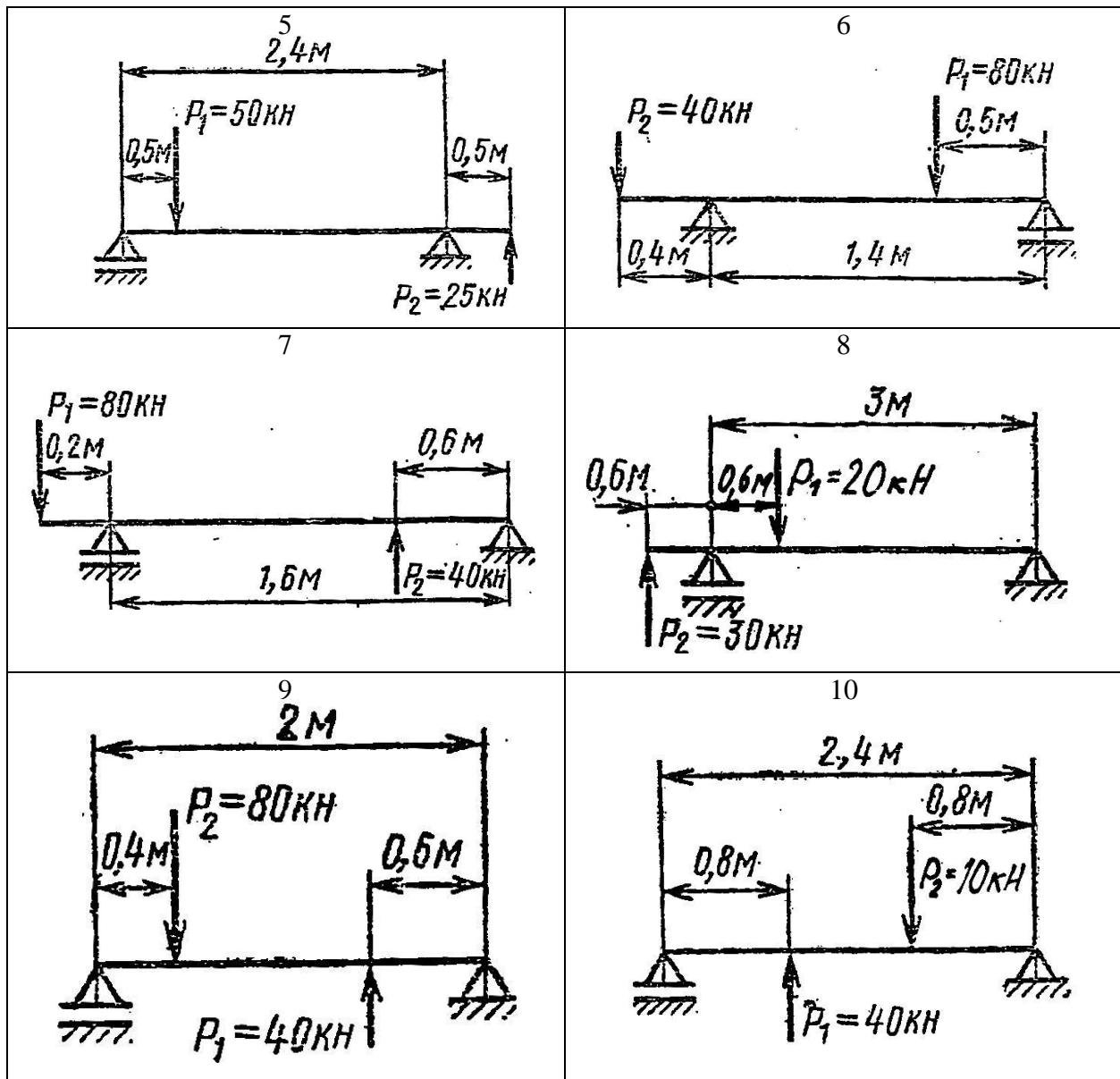
$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32W_x}{\pi}} = \sqrt[3]{10W_x}$$

14. Округлить диаметр до ближайшего стандартного значения из ряда R40 по таблицы 2
15. Вывод

### Задания к практической работе № 8







## Практическая работа № 9

### Расчеты при кручении.

**Тема:** Сопротивление материалов. Деформация кручения.

**Цель работы:** Научиться определять величину крутящих моментов, определять диаметр вала из условия прочности при кручении и определять угол закручивания.

**Задание:** Определить величину крутящих моментов для каждого участка, построить эпюру крутящих моментов, определить диаметр вала на каждом участке, определить угол закручивания каждого участка. Принять мощность на колесах:

Схему и исходные данные выбрать в соответствии с номером студента по списку в журнале. Для всех вариантов принимать:  $[\tau] = 25 \text{ МПа}$ ;  $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$

### Порядок выполнения.

1. Изобразить расчетную схему.

2. Разбить вал на участки и пронумеровать их.

3. Определить мощность на колесах.

4. Определить вращающие моменты на колесах:  $M_{ep} = \frac{P}{\omega} \text{ Нм}$ ,

где  $P$  – мощность на колесе ( $\text{Вт}$ ),  $\omega$  – угловая скорость ( $\text{рад/с}$ )

5. Определить крутящие моменты на каждом участке –  $M_k$ .

6. Построить эпюру крутящих моментов –  $M_k$ .

7. Из условия прочности при кручении:

$$\tau_{kmax} = \frac{M_k}{W_p} \leq [\tau]$$

определить требуемый поперечный момент сопротивления для каждого участка:

$$W_p \geq \frac{M_k}{[\tau]}$$

8. Определить диаметр вала для каждого участка:

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16} \approx 0,2^3; \quad d \geq \sqrt[3]{\frac{16W_p}{\pi}} \approx \sqrt[3]{5W_p}$$

Округлить полученное значение до стандартных.

9. Определить полярные моменты инерции сечений для каждого участка:

$$J_p = 0,1d^4 (\text{мм}^4)$$

10. Определить углы закручивания каждого участка, приняв длины участков одинаковыми и равными  $\ell = 300 \text{ мм}$

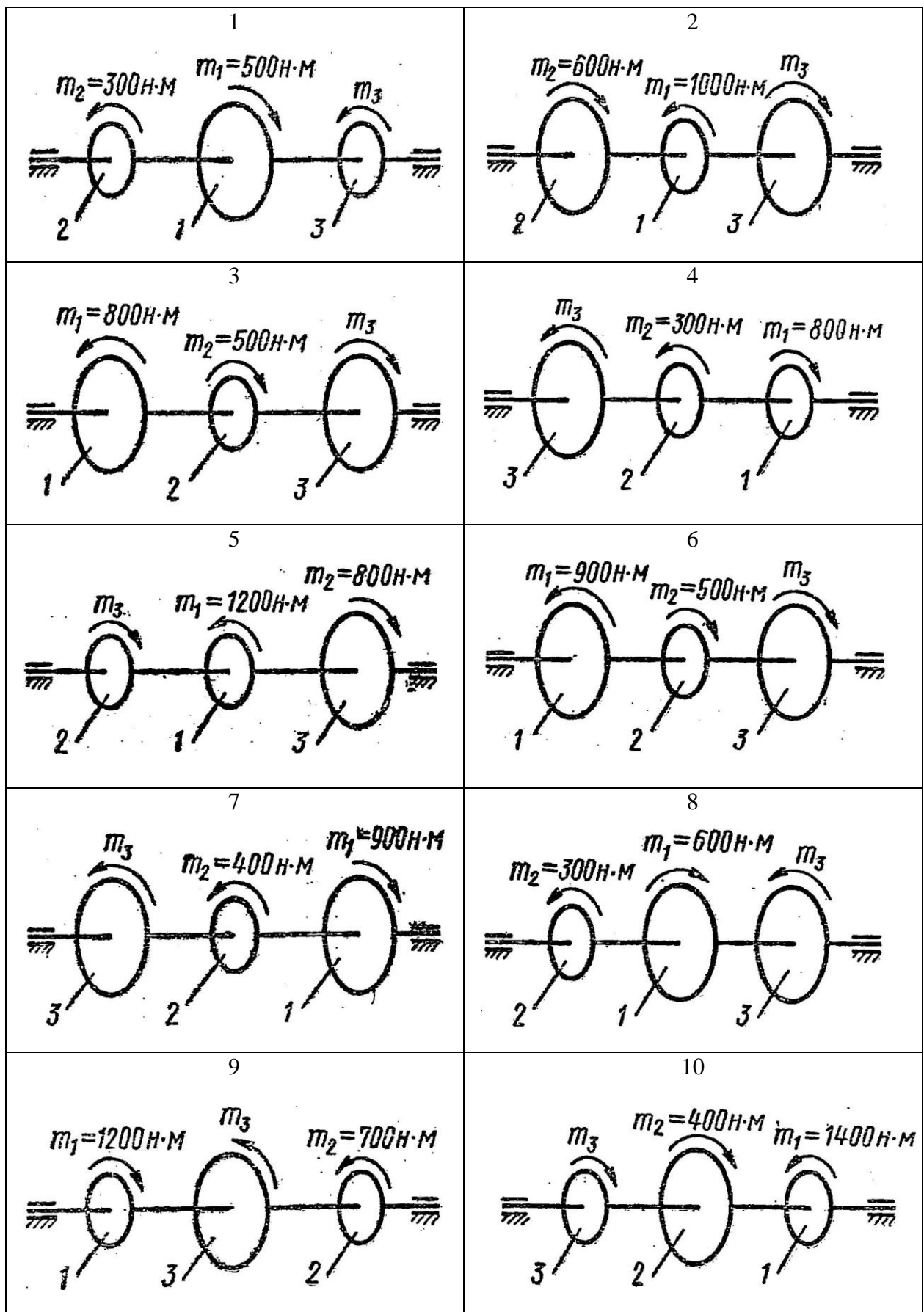
$$\varphi = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{M_k \cdot \ell}{G \cdot J_p}$$

11. Вывод.

**Таблица – Варианты заданий**

Вариант	$P, \text{ кВт}$	$\omega, \text{ рад/с}$	№ схемы
1, 11, 21.	30	20	1
2, 12, 22.	22	30	2
3, 13, 23.	15	10	3
4, 14, 24.	18	40	4
5, 15, 25.	10	30	5
6, 16, 26.	25	35	6
7, 17, 27.	35	40	7
8, 18, 28.	24	15	8
9, 19, 29.	50	100	9
10, 20, 30.	11	24	10

**Задания к практической работе № 9**



Практическая работа № 10

Определение кинематических и силовых характеристик передач.

**Тема:** Детали машин. Передачи.

**Цель работы:** Научиться определять кинематические и силовые характеристики приводов, состоящих из ряда последовательно соединенных передач.

**Задание:** Для привода машины, состоящего из механических передач определить угловые скорости и частоты вращения на валах, мощности и вращающие моменты на валах с учетом к.п.д., передаточные числа всех ступеней и привода, к.п.д. привода.

Принять:  $\eta_{подш}=0,99$  - для пары подшипников;

$\eta_{цеп}=0,95$  – для цепной передачи;

$\eta_{рем}=0,96$  – для ременной передачи;

$\eta_{зуб}=0,97$  – для зубчатой передачи;

$\eta_{чир}=0,77-0,85$  – для червячной передачи.

Схему выбрать в соответствии с номером студента по списку в журнале.

### **Порядок выполнения.**

1. Начертить схему привода в соответствии с вариантом.
2. Пронумеровать валы.
3. Определить передаточное отношение каждой ступени.

$$u_i = \frac{D_2}{D_1} \left( \frac{Z_2}{Z_1} \right) \left( \frac{Z_4}{Z_3} \right) \left( \frac{Z_6}{Z_5} \right)$$

4. Определить передаточного число привода.

$$u = u_1 \cdot u_2 \cdot (u_3)$$

5. Определить частоту вращения валов.

$$n_1 = n_{дв}; \quad n_2 = \frac{n_1}{u_1}; \quad n_3 = \frac{n_2}{u_2}; \quad n_4 = \frac{n_3}{u_3}; \quad n_4 = \frac{n_1}{u}$$

6. Определить частоту вращения валов.

$$\omega_k = \frac{\pi n_k}{30} \text{ (рад/с)}$$

7. Определить мощности на валов.

$$P_1 = P_{дв} \text{ или } P_1 = P_{дв} \cdot \eta_{подш}; \quad P_2 = \frac{P_1}{u_1} \cdot \eta_1; \quad P_3 = \frac{P_2}{u_2} \cdot \eta_2; \quad P_4 = \frac{P_3}{u_3} \cdot \eta_3$$

8. Определить К.П.Д. привода

$$\eta = \eta_{подш}^k \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{пер} \dots$$

где  $k$  – число пар подшипников.

Уточнить мощность

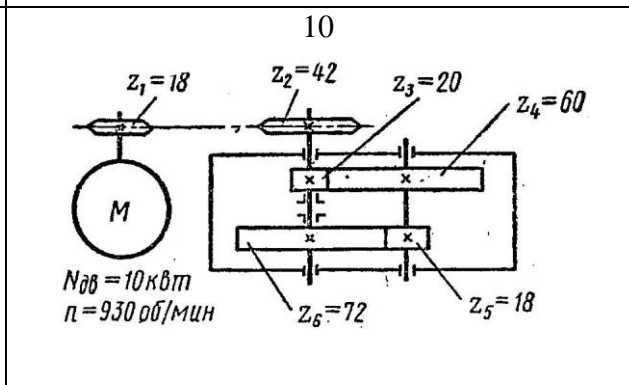
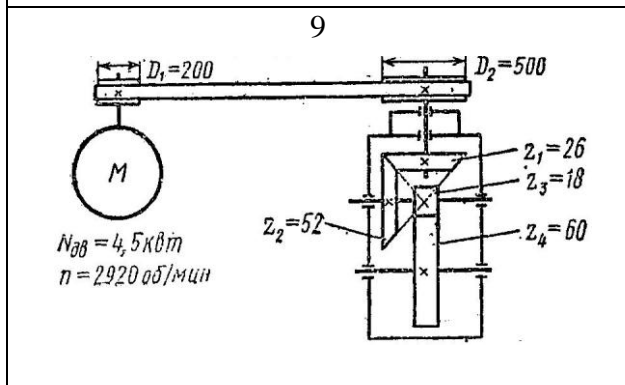
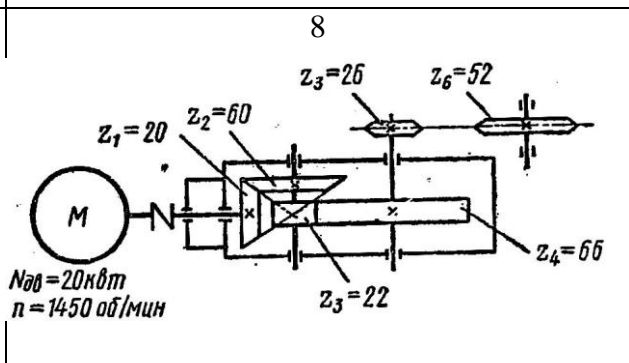
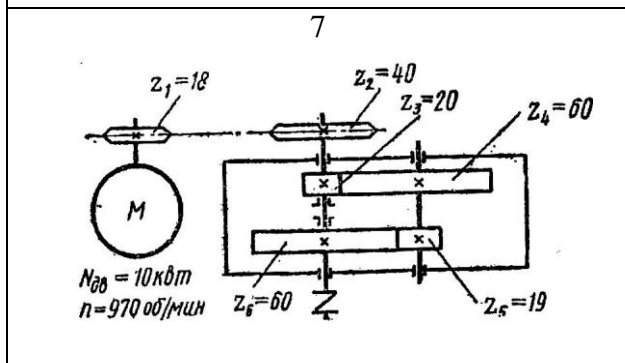
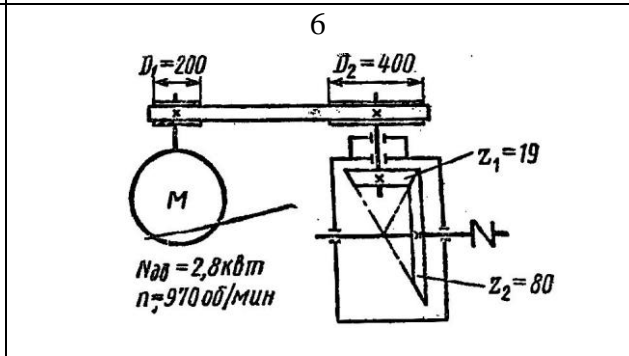
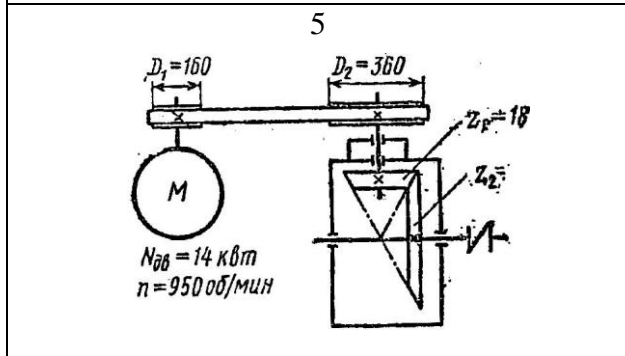
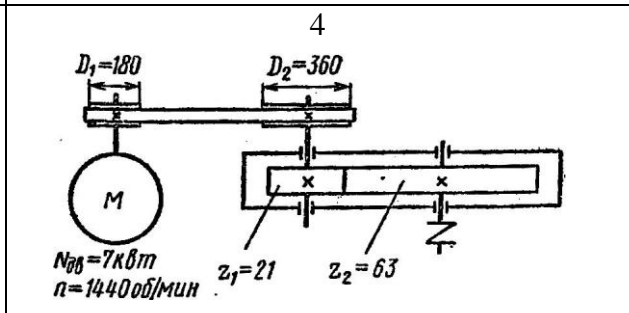
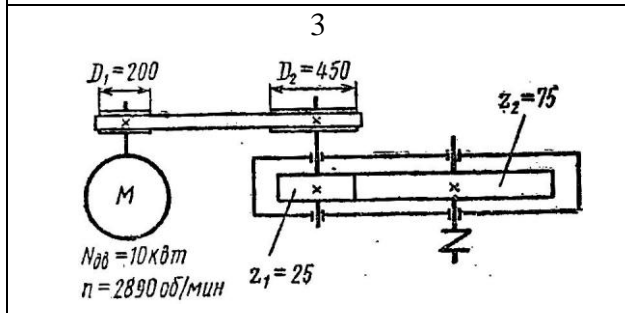
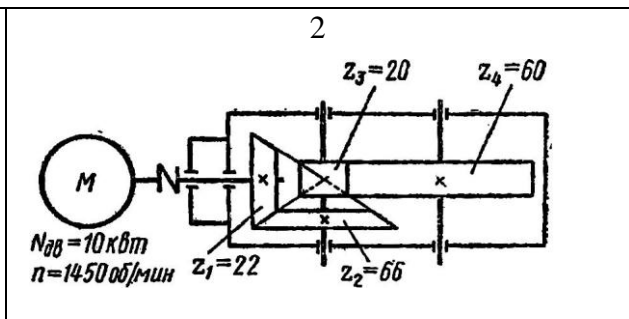
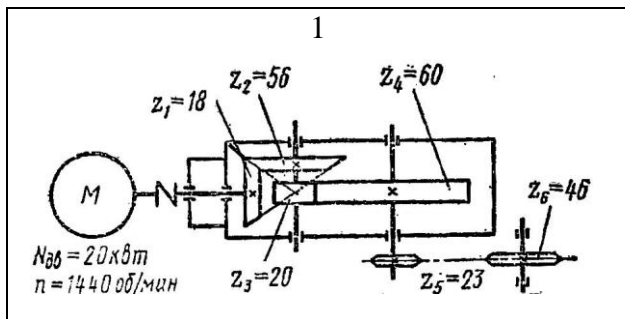
$$P_4 = \frac{P_{дв}}{u} \cdot \eta$$

9. Определить вращающие моменты на валах

$$T = \frac{P}{\omega_k} \text{ (Нм); где } P \text{ - Вт; } \omega \text{ - рад/с.}$$

10. Вывод.

### **Задания к практической работе № 10**



## Контрольные вопросы к разделам дисциплины «Техническая механика»

1. Понятия прочности, пластичности, упругости.
2. Что такое деформация, виды деформаций?
3. В чем отличие между касательным и нормальным напряжениями?
4. Как формулируются условия прочности, жесткости?
5. Нарисуйте диаграмму растяжения. Какие механические характеристики материалов можно получить при испытании на растяжение?
6. Какие методы измерения твердости существуют и в чем их суть?
7. Что такое концентраторы напряжений? Как они влияют на прочность?
8. Что называют пределом выносливости материала?
9. Для чего предназначены валы и оси, и из каких материалов они изготавливаются?
10. Какая разница между осью и валом?
11. Какие различают виды валов?
15. Как классифицируют опоры в зависимости от вида трения?
16. Назовите достоинства и недостатки подшипников качения по сравнению с подшипниками скольжения.
17. Как классифицируются подшипники по форме тел качения и по направлению воспринимаемой нагрузки?
18. Какие различают серии подшипников качения?
19. Какие подшипники качения устанавливают на вал с прямозубыми, косозубыми цилиндрическими, с коническими зубчатыми колесами?

## Используемая литература

### Основные источники:

1. Эрдеди А. А. Техническая механика : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А. А. Эрдеди, Н. А. Эрдеди. — М. : Издательский центр «Академия», 2014. — 528 с.
2. Вереина, Л.И. Техническая механика: Учебник для сред. проф. образования / Л.И. Вереина, М.М. Краснов. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 352 с.
3. Олофинская, В.П. Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: Учебное пособие / В.П. Олофинская. - М.: Форум, 2013. - 352 с.
4. Березина Е.А. Сопротивление материалов. Учебное пособие. – М., Инфра - М
5. Олофинская В.П. Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: Учебное пособие. – М.: Форум – Инфра - М, 2010
6. Олофинская В.П. Техническая механика: Сборник тестовых заданий. – М.: Форум –Инфра - М, 2007
7. Сетков В.И. Сборник задач по технической механике. – М.: Стройиздат, 2010
8. Эрдеди А.А. , Эрдеди Н.А. Детали машин. – М.: Высшая школа, Академия, 2010
9. Эрдеди А.А. , Эрдеди Н.А. Теоретическая механика. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, Академия, 2001
10. Никитин Г.М. Теоретическая механика для техникумов М. Наука 1988.
11. Мовнин М.А., Израелит А.Б., Рубашкин А.Г. «Основы технической механики». – С.-П.: Политехника, 2005
12. Н.Г. Куклин Г.С. Куклина «Детали машин»-«Высшая школа»1987.

### Дополнительные источники:

1. Хруничева Т.В. – Детали машин: типовые расчеты на прочность. Учебное пособие. – М.: Форум – Инфра - М, 2009
2. Кривошапко С.Н., Копнов В.А. Сопротивление материалов. Руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчетно-графических работ. – М.: Высшая школа, Академия, 2009

### Интернет – ресурсы:

- [http://www.elektronik-chel.ru/books/detali\\_mashin.html](http://www.elektronik-chel.ru/books/detali_mashin.html) Электронные книги по деталям машин
- [http://proekt-service.com/detali\\_mashin\\_tehnicheskaya\\_mehani](http://proekt-service.com/detali_mashin_tehnicheskaya_mehani) Учебное оборудование, учебные стенды, электронные плакаты, наглядные пособия для образовательных учебных заведений
- <http://www.teoretmech.ru/> Электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения
- [http://www.ph4s.ru/book\\_teormex.html](http://www.ph4s.ru/book_teormex.html) Книги по теоретической механике
- <http://www.studfiles.ru/dir/cat40/subj1306/file13432/view137045.html> Учебное пособие по сопротивлению материалов
- <http://www.mathematic.of.by/Classical-mechanics.htm> Теоретическая механика, сопротивление материалов. Решение задач
- [http://www.labstend.ru/site/index/uch\\_tech/index\\_full.php?mode=full&id=379&id\\_cat=1544](http://www.labstend.ru/site/index/uch_tech/index_full.php?mode=full&id=379&id_cat=1544) Учебные наглядные пособия и презентации по теоретической механике
- <http://www.spbdk.ru/catalog/science/section-191/> Санкт-Петербургский дом книги
- <http://lib.mexmat.ru/books/81554> Гузенков П.Г. - Детали машин: учебное пособие
- <http://kursavik-dm.narod.ru/Download.htm> Детали машин. Программы, курсовые проекты, чертежи
- <http://shop.ecnmx.ru/books/a-14372.html> Учебник Аркуша А.И. Теоретическая механика и сопротивление материалов.