

# Комплект заданий РГР.

## РГР №1: Определение реакций опор рамы

Документ подписан простой электронной подписью.

Информация о владельце:  
ФИО: Новиков Денис Владимирович

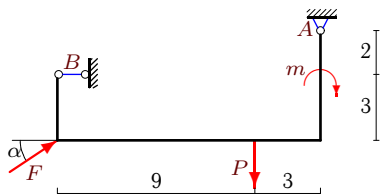
Должность: Директор филиала

Дата подписания: 11.11.2024 11:00:26

Уникальный программный ключ:

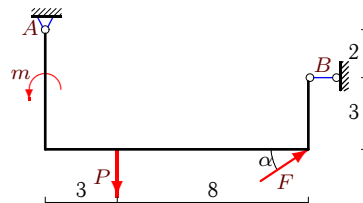
М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 384 с. — 60 (с. 67)

### Задача 29.1.



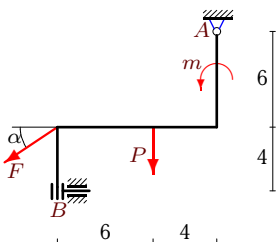
$$F = 10 \text{ кН}, P = 1 \text{ кН}, m = 3 \text{ кНм.}$$

### Задача 29.2.



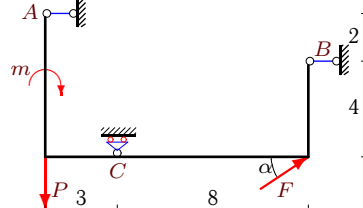
$$F = 10 \text{ кН}, P = 3 \text{ кН}, m = 9 \text{ кНм.}$$

### Задача 29.3.



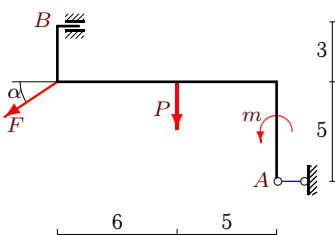
$$F = 45 \text{ кН}, P = 3 \text{ кН}, m = 8 \text{ кНм.}$$

### Задача 29.4.



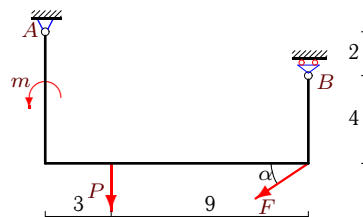
$$F = 20 \text{ кН}, P = 1 \text{ кН}, m = 3 \text{ кНм.}$$

### Задача 29.5.



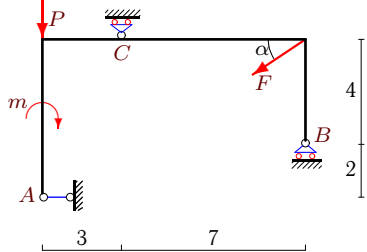
$$F = 40 \text{ кН}, P = 5 \text{ кН}, m = 8 \text{ кНм.}$$

### Задача 29.6.



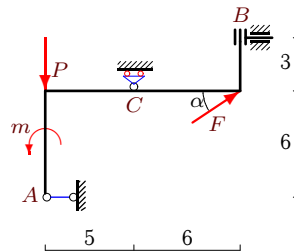
$$F = 120 \text{ кН}, P = 1 \text{ кН}, m = 3 \text{ кНм.}$$

### Задача 29.7.



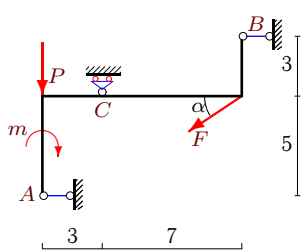
$$F = 70 \text{ кН}, P = 1 \text{ кН}, m = 3 \text{ кНм.}$$

### Задача 29.8.



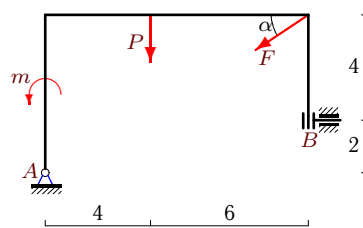
$$F = 25 \text{ кН}, P = 3 \text{ кН}, m = 17 \text{ кНм.}$$

### Задача 29.9.



$$F = 40 \text{ кН}, P = 3 \text{ кН}, m = 9 \text{ кНм.}$$

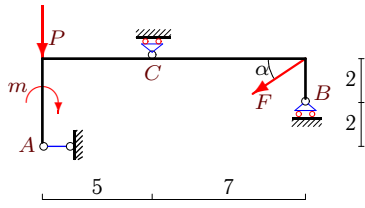
### Задача 29.10.



$$F = 40 \text{ кН}, P = 1 \text{ кН}, m = 4 \text{ кНм.}$$

**Задача 29.11.**

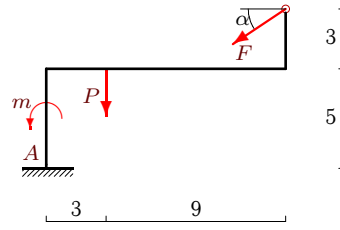
4



$F = 35 \text{ кН}, P = 6 \text{ кН}, m = 30 \text{ кНм}.$

**Задача 29.12.**

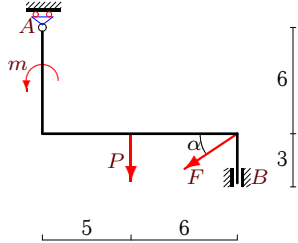
4



$F = 20 \text{ кН}, P = 1 \text{ кН}, m = 4 \text{ кНм}.$

**Задача 29.13.**

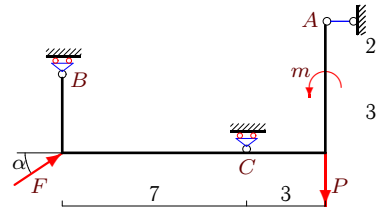
4



$F = 20 \text{ кН}, P = 4 \text{ кН}, m = 7 \text{ кНм}.$

**Задача 29.14.**

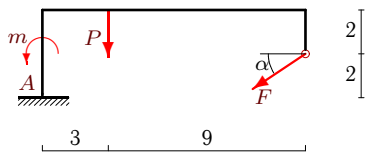
4



$F = 35 \text{ кН}, P = 3 \text{ кН}, m = 9 \text{ кНм}.$

**Задача 29.15.**

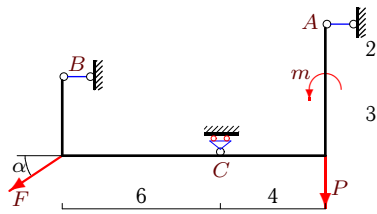
4



$F = 20 \text{ кН}, P = 4 \text{ кН}, m = 7 \text{ кНм}.$

**Задача 29.16.**

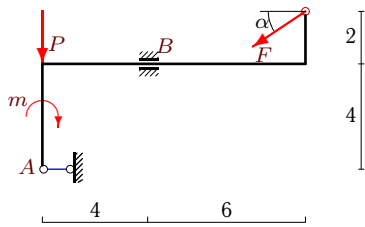
4



$F = 5 \text{ кН}, P = 1 \text{ кН}, m = 4 \text{ кНм}.$

**Задача 29.17.**

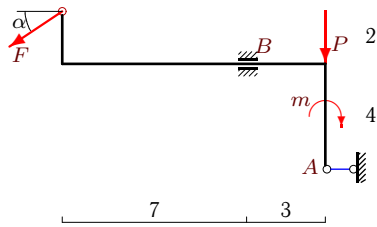
4



$F = 40 \text{ кН}, P = 24 \text{ кН}, m = 7 \text{ кНм}.$

**Задача 29.18.**

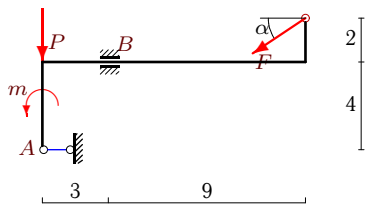
4



$F = 25 \text{ кН}, P = 24 \text{ кН}, m = 7 \text{ кНм}.$

**Задача 29.19.**

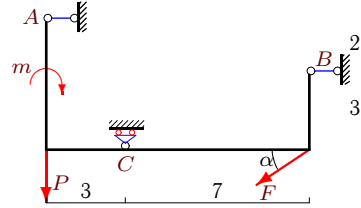
4



$F = 40 \text{ кН}, P = 18 \text{ кН}, m = 7 \text{ кНм}.$

**Задача 29.20.**

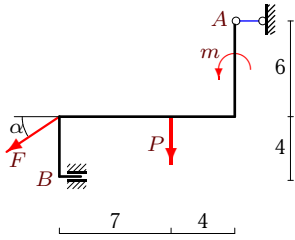
4



$F = 10 \text{ кН}, P = 1 \text{ кН}, m = 3 \text{ кНм}.$

**Задача 29.21.**

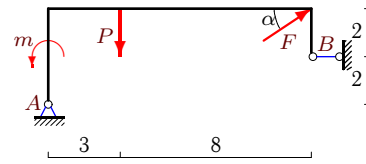
4



$F = 15 \text{ кН}, P = 1 \text{ кН}, m = 3 \text{ кНм}.$

**Задача 29.22.**

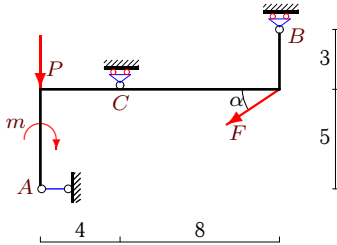
4



$F = 10 \text{ кН}, P = 2 \text{ кН}, m = 6 \text{ кНм}.$

**Задача 29.23.**

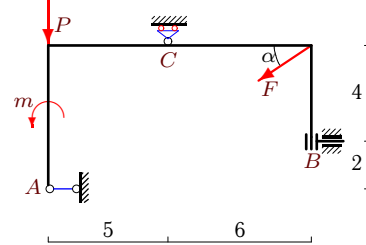
4



$F = 10 \text{ кН}, P = 1 \text{ кН}, m = 4 \text{ кНм}.$

**Задача 29.24.**

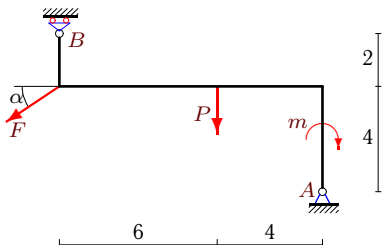
4



$F = 35 \text{ кН}, P = 4 \text{ кН}, m = 17 \text{ кНм}.$

**Задача 29.25.**

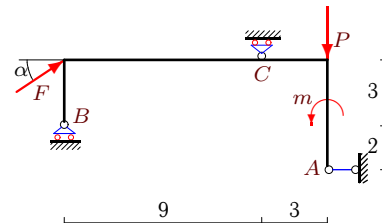
4



$F = 50 \text{ кН}, P = 3 \text{ кН}, m = 12 \text{ кНм}.$

**Задача 29.26.**

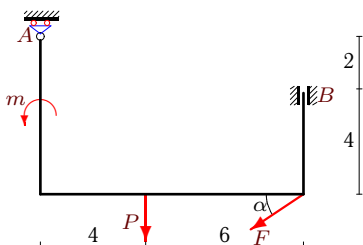
4



$F = 45 \text{ кН}, P = 3 \text{ кН}, m = 9 \text{ кНм}.$

**Задача 29.27.**

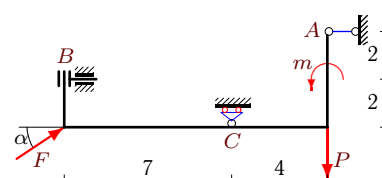
4



$F = 15 \text{ кН}, P = 3 \text{ кН}, m = 5 \text{ кНм}.$

**Задача 29.28.**

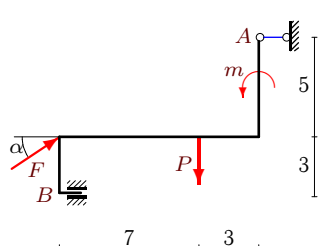
4



$F = 5 \text{ кН}, P = 1 \text{ кН}, m = 5 \text{ кНм}.$

**Задача 29.29.**

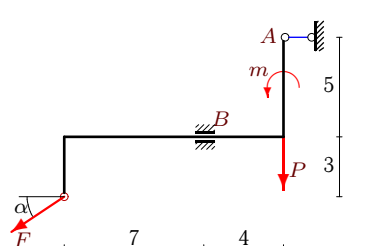
4



$F = 30 \text{ кН}, P = 1 \text{ кН}, m = 5 \text{ кНм}.$

**Задача 29.30.**

4



$F = 30 \text{ кН}, P = 24 \text{ кН}, m = 7 \text{ кНм}.$

**Равновесие рамы**

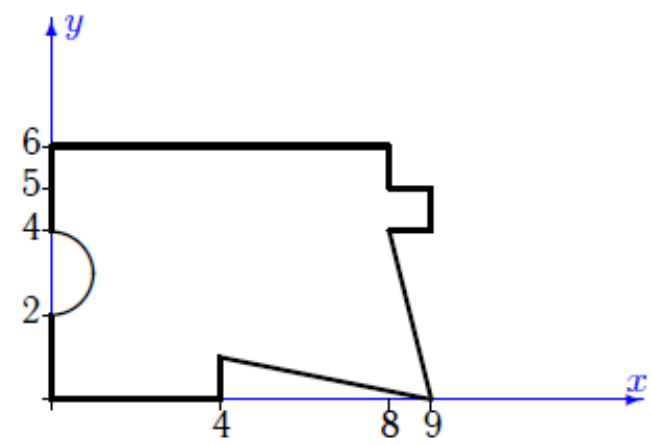
№	$X_A$	$Y_A$	$M_A$	$X_B$	$Y_B$	$M_B$	$Y_C$
1	-24	-5	-	16	-	-	-
2	45	-3	-	-53	-	-	-
3	36	30	-	-	-	-74	-
4	80	-	-	-96	-	-	-11
5	32	-	-	-	29	-138	-
6	96	-47	-	-	120	-	-
7	56	-	-	-	-6	-	49
8	-20	-	-	-	-	-2	-12
9	33	-	-	-1	-	-	27
10	32	25	-	-	-	48	-
11	28	-	-	-	5	-	22
12	16	13	15	-	-	-	-
13	-	16	-	16	-	97	-
14	-28	-	-	-	-1	-	-17
15	16	16	117	-	-	-	-
16	3	-	-	1	-	-	4
17	32	-	-	-	48	-137	-
18	20	-	-	-	39	-146	-
19	32	-	-	-	42	-37	-
20	-33	-	-	41	-	-	7
21	12	-	-	-	10	76	-
22	-25	-4	-	17	-	-	-
23	8	-	-	-	1	-	6
24	28	-	-	-	-	-79	25
25	40	-13	-	-	46	-	-
26	-36	-	-	-	-47	-	23
27	-	12	-	12	-	145	-
28	-4	-	-	-	-	4	-2
29	-24	-	-	-	-17	-118	-
30	24	-	-	-	42	155	-

# Расчетно-графическая работа № 2

## «Центр тяжести тела»

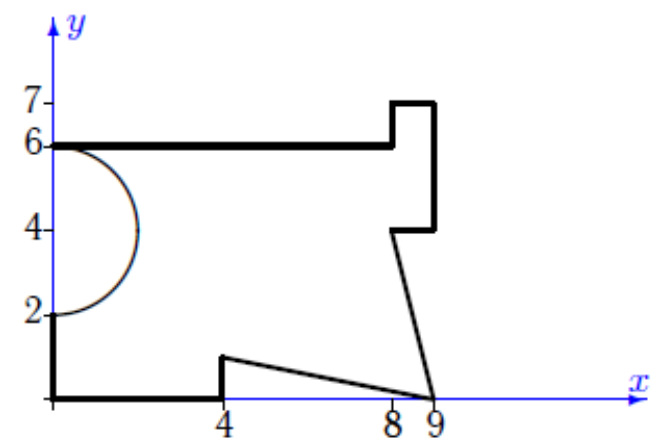
**Вариант 1**

C15.



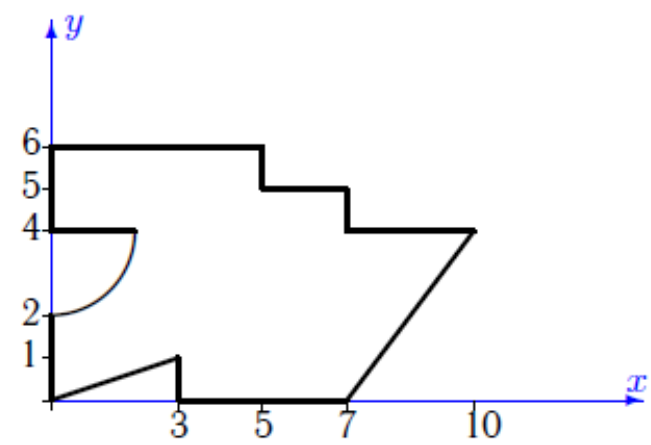
**Вариант 2**

C15.



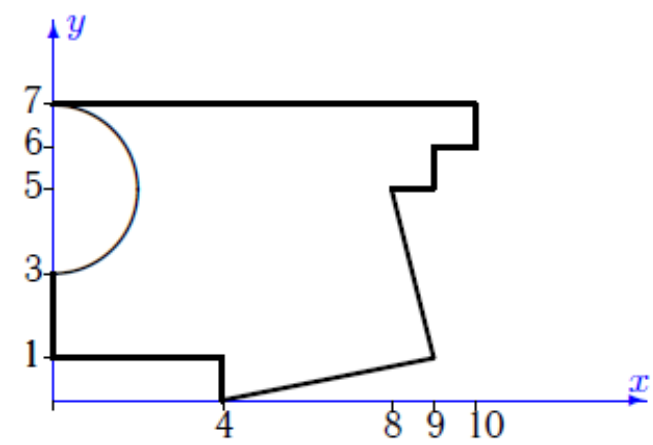
**Вариант 3**

C15.



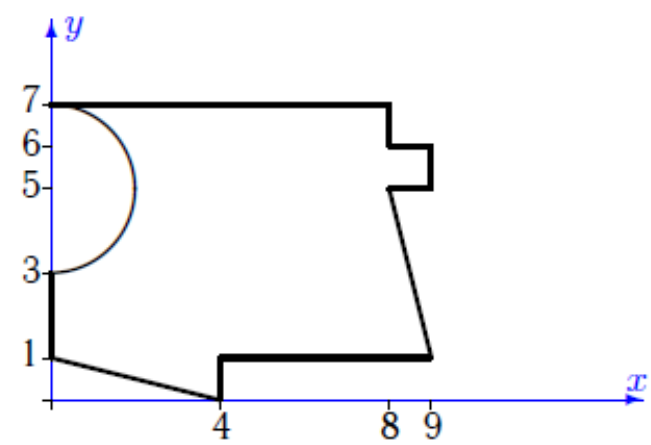
**Вариант 4**

C15.



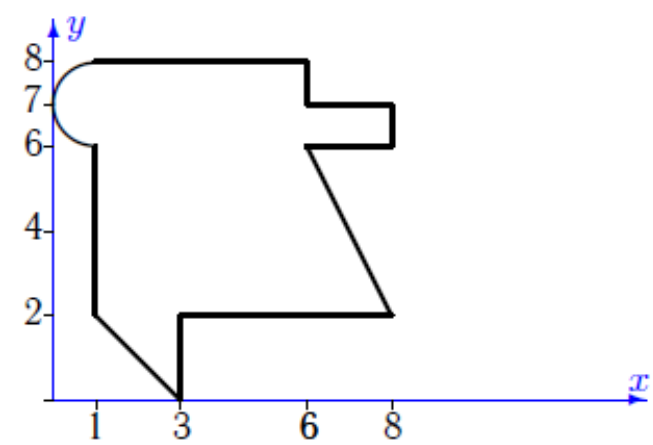
**Вариант 5**

C15.



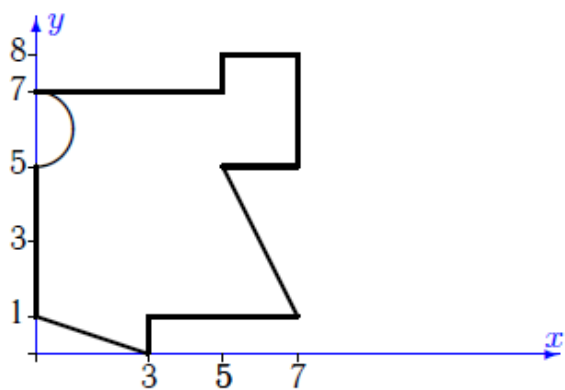
**Вариант 6**

C15.



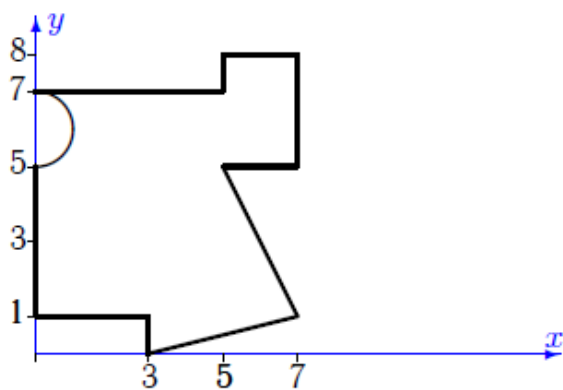
**Вариант 7**

**C15.**



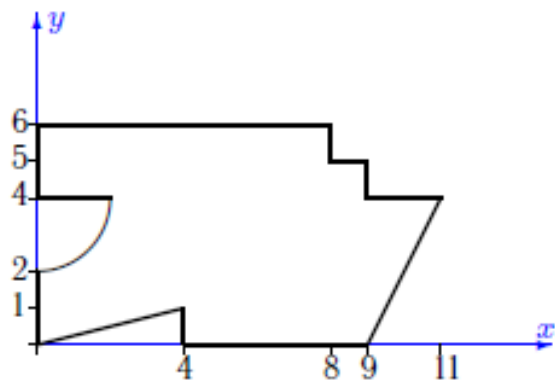
**Вариант 8**

**C15.**



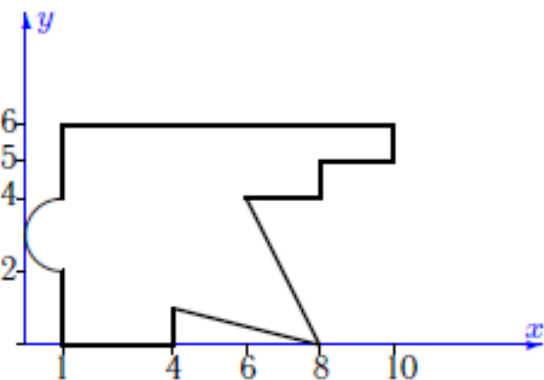
**Вариант 25**

**C15.**



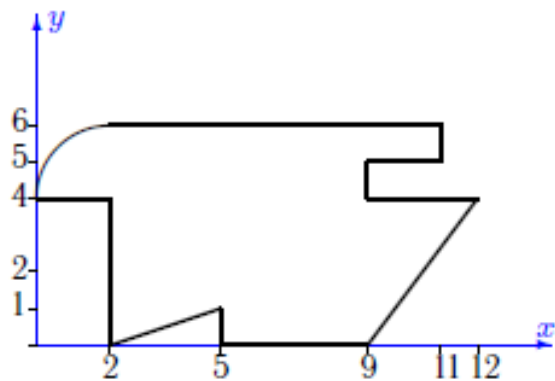
**Вариант 26**

**C15.**



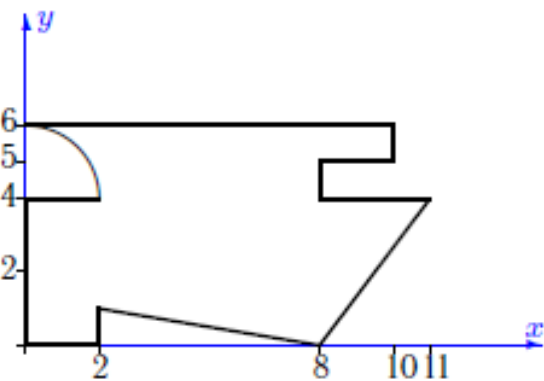
**Вариант 27**

**C15.**



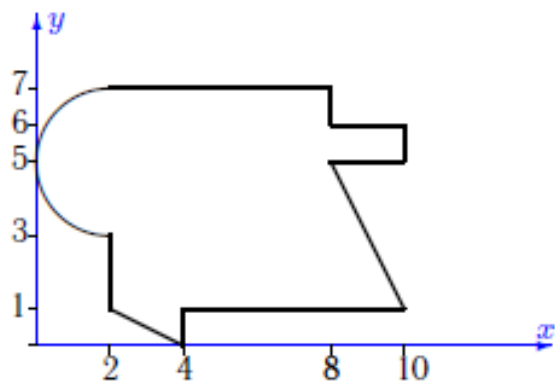
**Вариант 28**

**C15.**



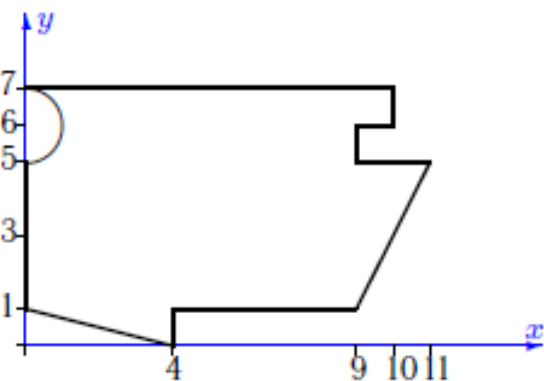
**Вариант 29**

**C15.**



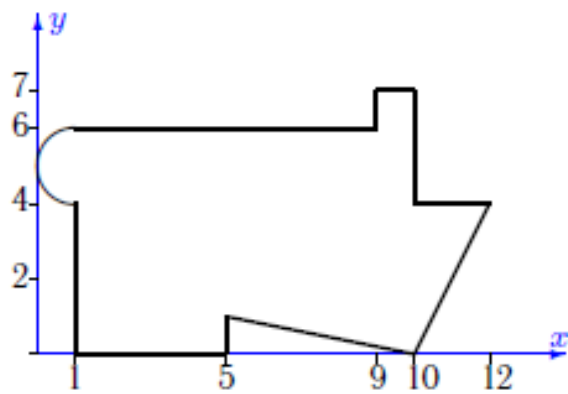
**Вариант 30**

**C15.**

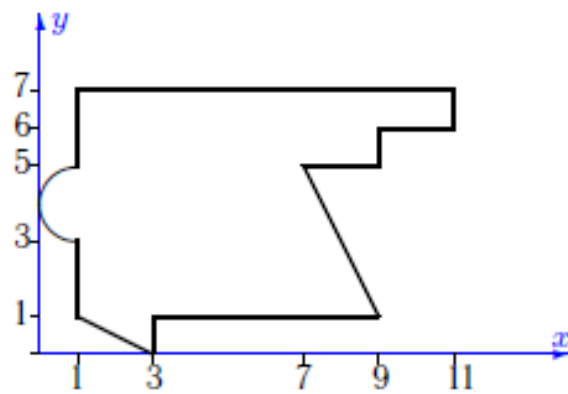


**Вариант 9**

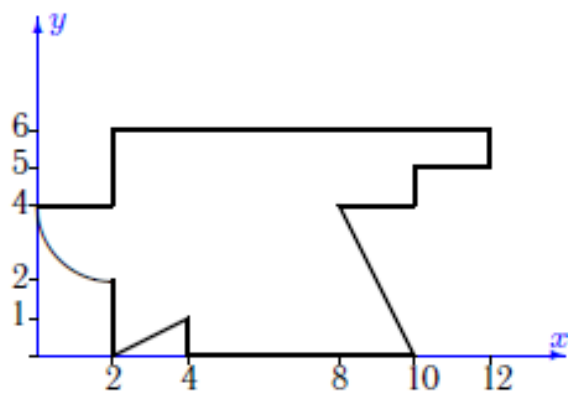
C15.

**Вариант 10**

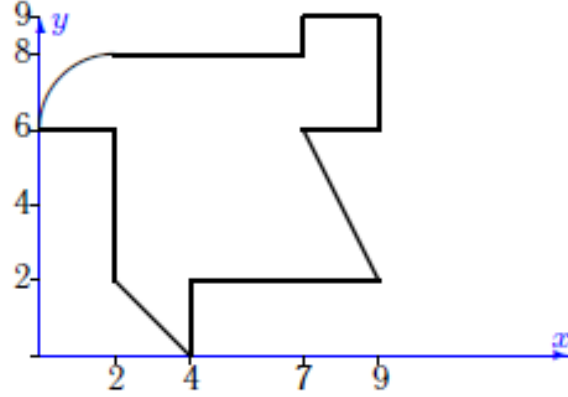
C15.

**Вариант 11**

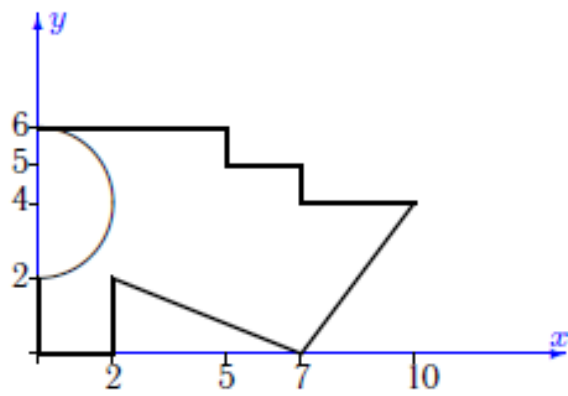
C15.

**Вариант 12**

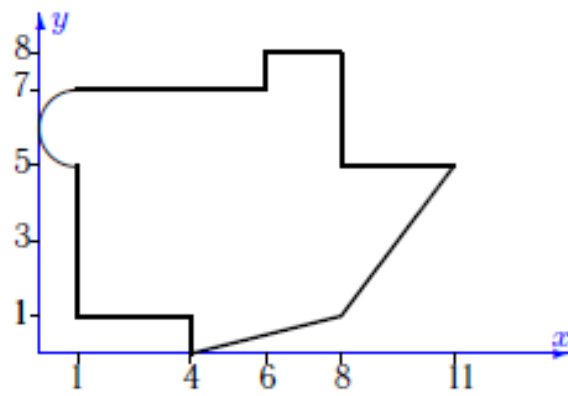
C15.

**Вариант 13**

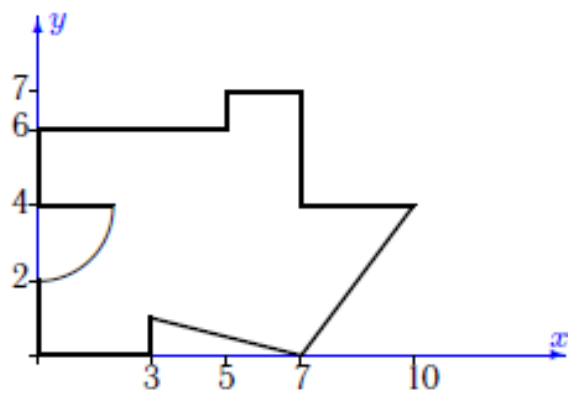
C15.

**Вариант 14**

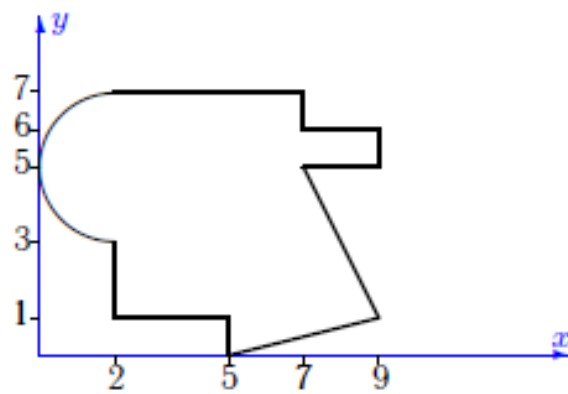
C15.

**Вариант 15**

C15.

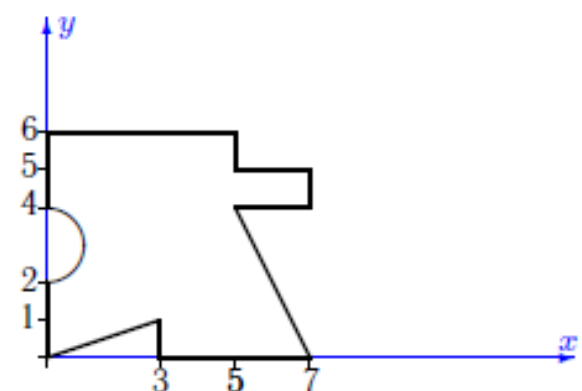
**Вариант 16**

C15.

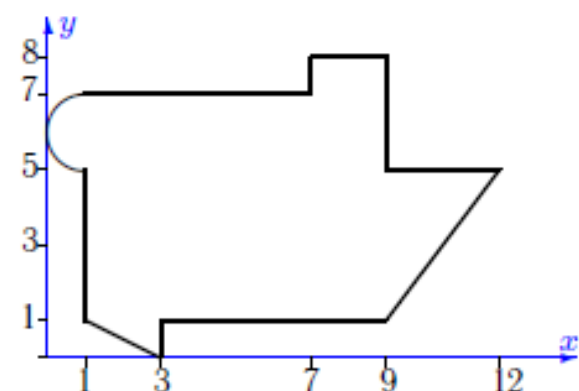


**Вариант 17**

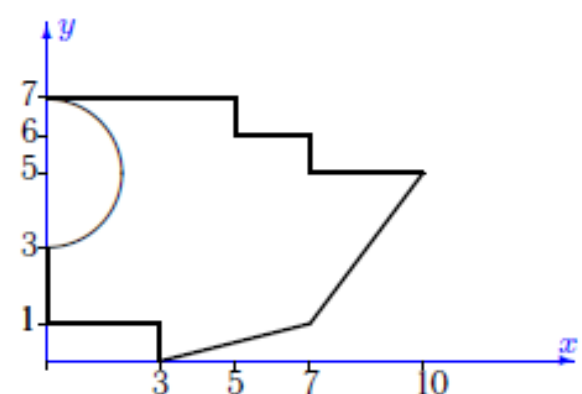
C15.

**Вариант 18**

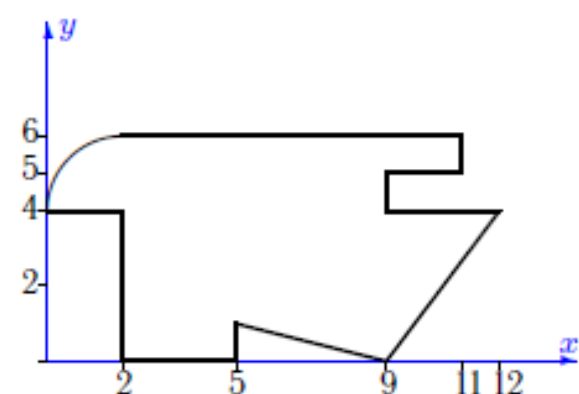
C15.

**Вариант 19**

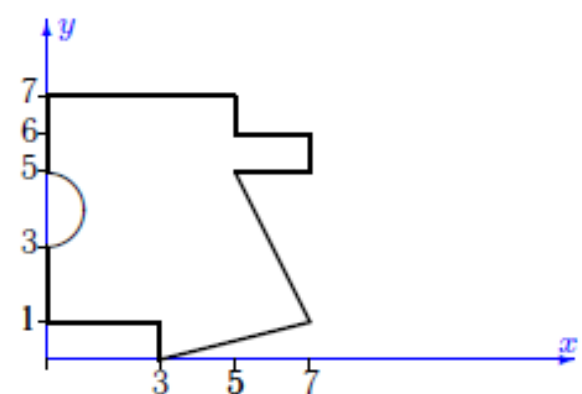
C15.

**Вариант 20**

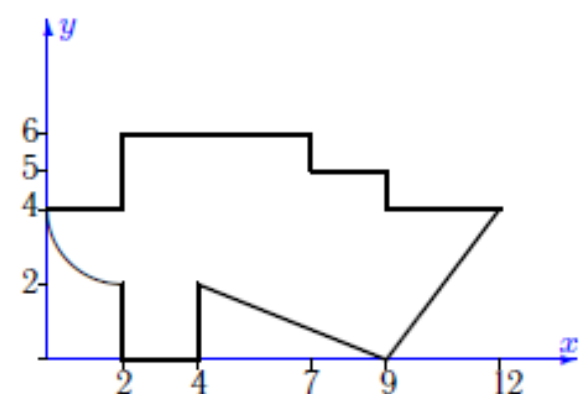
C15.

**Вариант 21**

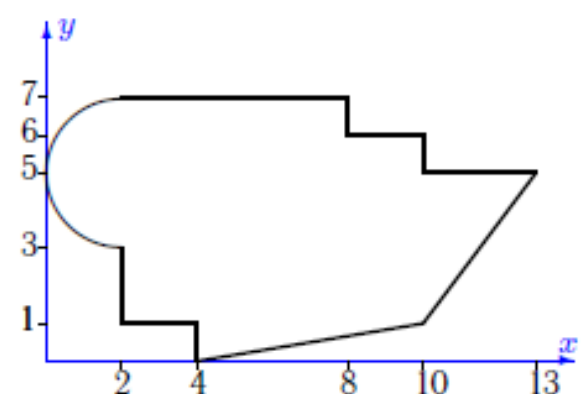
C15.

**Вариант 22**

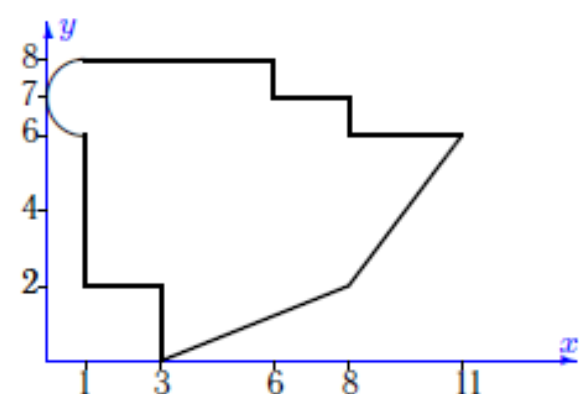
C15.

**Вариант 23**

C15.

**Вариант 24**

C15.



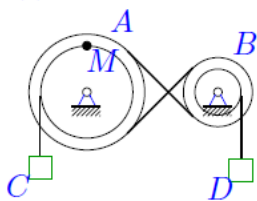


Ответы

	$A$	$x_c$	$y_c$
1	46.929	4.311	3.103
2	44.217	4.855	3.103
3	41.358	4.288	2.916
4	49.217	4.958	3.767
5	46.717	4.649	3.684
6	39.571	3.822	4.801
7	39.929	3.406	4.005
8	40.429	3.504	3.964
9	58.071	5.741	3.206
10	48.571	4.733	4.062
11	48.142	5.670	3.197
12	45.142	4.961	5.151
13	34.717	4.590	2.953
14	53.571	5.013	4.028
15	44.858	4.362	3.220
16	44.283	4.552	3.909
17	32.929	3.219	3.010
18	58.571	5.450	4.082
19	41.717	4.467	3.522
20	51.142	5.904	3.277
21	36.429	3.230	3.716
22	44.142	5.670	3.116
23	61.283	5.894	3.825
24	52.571	4.817	4.578
25	51.858	5.113	3.020
26	39.571	4.243	3.295
27	51.642	5.976	3.248
28	49.858	5.001	3.104
29	49.283	4.935	3.985
30	59.429	4.978	3.855

## Расчетно-графическая работа № 3 «ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ»

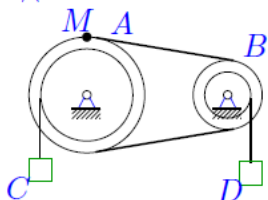
### Задача 6.1



Движение шкива  $A$  ( $R_A = 30$  см,  $r_A = 20$  см) передается ремнем шкиву  $B$  ( $R_B = 15$  см,  $r_B = 6$  см). Скорость груза увеличивается  $V_C = 18t^3$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

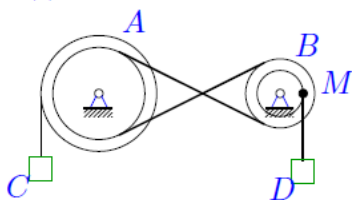
### Задача 6.2



Механическая передача состоит из шкива  $A$  ( $R_A = 20$  см,  $r_A = 16$  см), шкива  $B$  ( $R_B = 15$  см,  $r_B = 5$  см), соединенных ремнем, и двух грузов  $C$  и  $D$ . Груз  $D$  опускается с переменной скоростью  $V_D = 20t^4$  см/с. Найти  $V_C$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

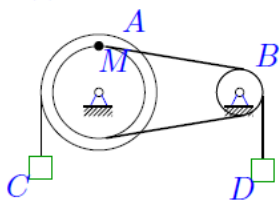
### Задача 6.3



Движение шкива  $A$  ( $R_A = 25$  см,  $r_A = 15$  см) передается ремнем шкиву  $B$  ( $R_B = 10$  см,  $r_B = 8$  см). Скорость груза увеличивается  $V_C = 24t^3$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

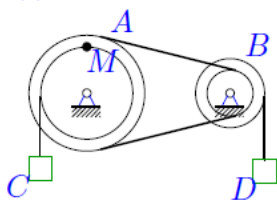
### Задача 6.4



Шкив  $A$  ( $R_A = 25$  см,  $r_A = 15$  см) соединен со шкивом  $B$  ( $R_B = 10$  см,  $r_B = 8$  см) ремнем. Груз  $C$  опускается с переменной скоростью  $V_C = 16t^2$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

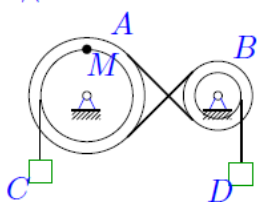
### Задача 6.5



Механическая передача состоит из шкива  $A$  ( $R_A = 40$  см,  $r_A = 30$  см), шкива  $B$  ( $R_B = 25$  см,  $r_B = 10$  см), соединенных ремнем, и двух грузов  $C$  и  $D$ . Груз  $D$  опускается с переменной скоростью  $V_D = 100t^4$  см/с. Найти  $V_C$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

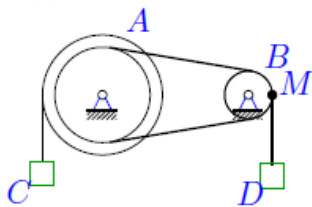
### Задача 6.6



Шкив  $A$  ( $R_A = 20$  см,  $r_A = 16$  см) соединен со шкивом  $B$  ( $R_B = 15$  см,  $r_B = 5$  см) ремнем. Груз  $C$  опускается с переменной скоростью  $V_C = 10t^2$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

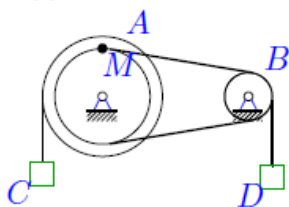
### Задача 6.7



Движение шкива  $A$  ( $R_A = 25$  см,  $r_A = 15$  см) передается ремнем шкиву  $B$  ( $R_B = 10$  см,  $r_B = 8$  см). Скорость груза увеличивается  $V_C = 24t^3$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

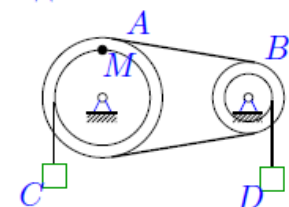
### Задача 6.8



Движение шкива  $A$  ( $R_A = 25$  см,  $r_A = 15$  см) передается ремнем шкиву  $B$  ( $R_B = 10$  см,  $r_B = 8$  см). Скорость груза увеличивается  $V_C = 24t^3$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

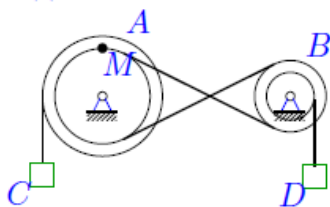
### Задача 6.9



Шкив  $A$  ( $R_A = 30$  см,  $r_A = 20$  см) соединен со шкивом  $B$  ( $R_B = 15$  см,  $r_B = 6$  см) ремнем. Груз  $C$  опускается с переменной скоростью  $V_C = 12t^2$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

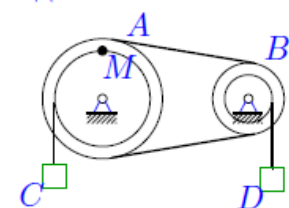
### Задача 6.10



Движение шкива  $A$  ( $R_A = 40$  см,  $r_A = 30$  см) передается ремнем шкиву  $B$  ( $R_B = 25$  см,  $r_B = 10$  см). Скорость груза увеличивается  $V_C = 30t^3$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

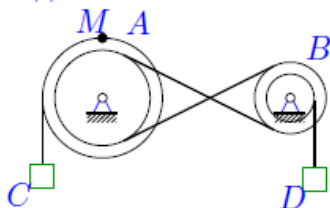
### Задача 6.11



Механическая передача состоит из шкива  $A$  ( $R_A = 20$  см,  $r_A = 16$  см), шкива  $B$  ( $R_B = 15$  см,  $r_B = 5$  см), соединенных ремнем, и двух грузов  $C$  и  $D$ . Груз  $D$  опускается с переменной скоростью  $V_D = 20t^4$  см/с. Найти  $V_C$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

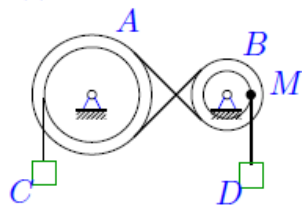
### Задача 6.12



Движение шкива  $A$  ( $R_A = 20$  см,  $r_A = 16$  см) передается ремнем шкиву  $B$  ( $R_B = 15$  см,  $r_B = 5$  см). Скорость груза увеличивается  $V_C = 15t^3$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

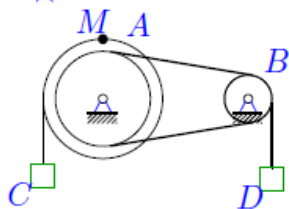
**Задача 6.13**



Движение шкива  $A$  ( $R_A = 20$  см,  $r_A = 16$  см) передается ремнем шкиву  $B$  ( $R_B = 15$  см,  $r_B = 5$  см). Скорость груза увеличивается  $V_C = 15t^3$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

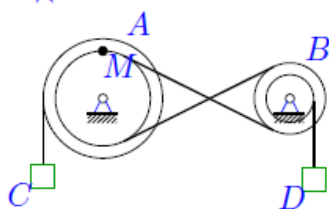
**Задача 6.14**



Движение шкива  $A$  ( $R_A = 40$  см,  $r_A = 30$  см) передается ремнем шкиву  $B$  ( $R_B = 25$  см,  $r_B = 10$  см). Скорость груза увеличивается  $V_C = 30t^3$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

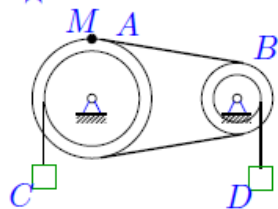
**Задача 6.15**



Движение шкива  $A$  ( $R_A = 30$  см,  $r_A = 20$  см) передается ремнем шкиву  $B$  ( $R_B = 15$  см,  $r_B = 6$  см). Скорость груза увеличивается  $V_C = 18t^3$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

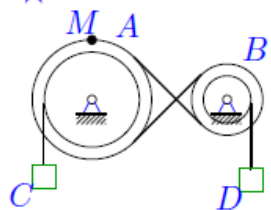
**Задача 6.16**



Шкив  $A$  ( $R_A = 25$  см,  $r_A = 15$  см) соединен со шкивом  $B$  ( $R_B = 10$  см,  $r_B = 8$  см) ремнем. Груз  $C$  опускается с переменной скоростью  $V_C = 16t^2$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

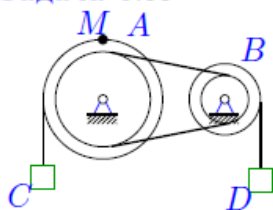
**Задача 6.17**



Шкив  $A$  ( $R_A = 20$  см,  $r_A = 16$  см) соединен со шкивом  $B$  ( $R_B = 15$  см,  $r_B = 5$  см) ремнем. Груз  $C$  опускается с переменной скоростью  $V_C = 10t^2$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

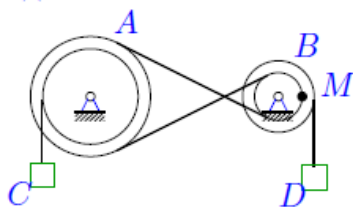
**Задача 6.18**



Шкив  $A$  ( $R_A = 40$  см,  $r_A = 30$  см) соединен со шкивом  $B$  ( $R_B = 25$  см,  $r_B = 10$  см) ремнем. Груз  $C$  опускается с переменной скоростью  $V_C = 50t^2$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

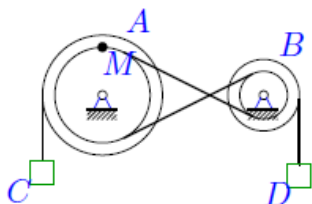
**Задача 6.19**



Движение шкива  $A$  ( $R_A = 30$  см,  $r_A = 20$  см) передается ремнем шкиву  $B$  ( $R_B = 15$  см,  $r_B = 6$  см). Скорость груза увеличивается  $V_C = 45t^3$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

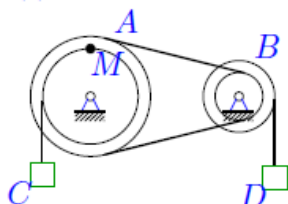
**Задача 6.20**



Шкив  $A$  ( $R_A = 25$  см,  $r_A = 15$  см) соединен со шкивом  $B$  ( $R_B = 10$  см,  $r_B = 8$  см) ремнем. Груз  $C$  опускается с переменной скоростью  $V_C = 20t^2$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

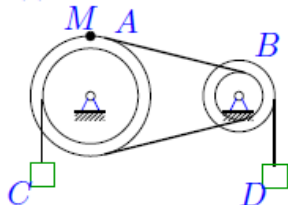
**Задача 6.21**



Движение шкива  $A$  ( $R_A = 25$  см,  $r_A = 15$  см) передается ремнем шкиву  $B$  ( $R_B = 10$  см,  $r_B = 8$  см). Скорость груза увеличивается  $V_C = 30t^3$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

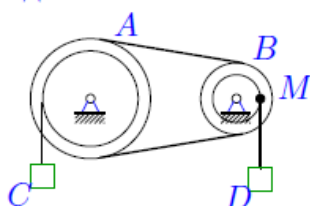
**Задача 6.22**



Механическая передача состоит из шкива  $A$  ( $R_A = 20$  см,  $r_A = 16$  см), шкива  $B$  ( $R_B = 15$  см,  $r_B = 5$  см), соединенных ремнем, и двух грузов  $C$  и  $D$ . Груз  $D$  опускается с переменной скоростью  $V_D = 60t^4$  см/с. Найти  $V_C$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

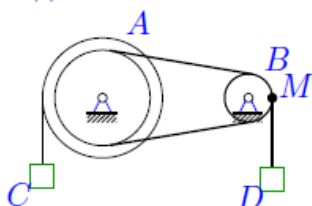
**Задача 6.23**



Механическая передача состоит из шкива  $A$  ( $R_A = 30$  см,  $r_A = 20$  см), шкива  $B$  ( $R_B = 15$  см,  $r_B = 6$  см), соединенных ремнем, и двух грузов  $C$  и  $D$ . Груз  $D$  опускается с переменной скоростью  $V_D = 24t^4$  см/с. Найти  $V_C$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

**Задача 6.24**

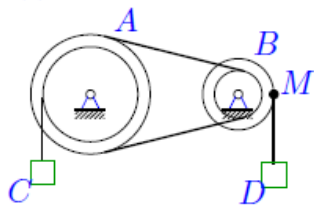


Механическая передача состоит из шкива  $A$  ( $R_A = 20$  см,  $r_A = 16$  см), шкива  $B$  ( $R_B = 15$  см,  $r_B = 5$  см), соединенных ремнем, и двух грузов  $C$  и  $D$ . Груз  $D$  опускается с переменной скоростью  $V_D = 20t^4$  см/с. Найти  $V_C$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4



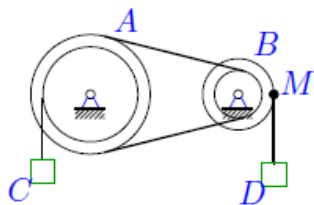
**Задача 6.25**



Движение шкива  $A$  ( $R_A = 25$  см,  $r_A = 15$  см) передается ремнем шкиву  $B$  ( $R_B = 10$  см,  $r_B = 8$  см). Скорость груза увеличивается  $V_C = 30t^3$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

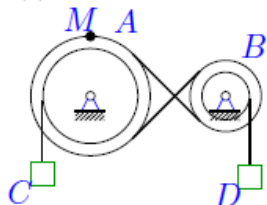
**Задача 6.26**



Шкив  $A$  ( $R_A = 40$  см,  $r_A = 30$  см) соединен со шкивом  $B$  ( $R_B = 25$  см,  $r_B = 10$  см) ремнем. Груз  $C$  опускается с переменной скоростью  $V_C = 50t^2$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

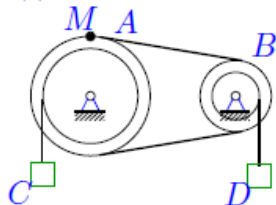
**Задача 6.27**



Шкив  $A$  ( $R_A = 25$  см,  $r_A = 15$  см) соединен со шкивом  $B$  ( $R_B = 10$  см,  $r_B = 8$  см) ремнем. Груз  $C$  опускается с переменной скоростью  $V_C = 16t^2$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

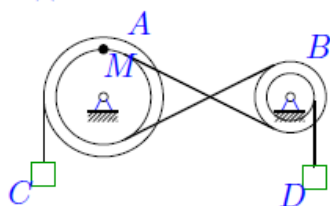
**Задача 6.28**



Движение шкива  $A$  ( $R_A = 40$  см,  $r_A = 30$  см) передается ремнем шкиву  $B$  ( $R_B = 25$  см,  $r_B = 10$  см). Скорость груза увеличивается  $V_C = 30t^3$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

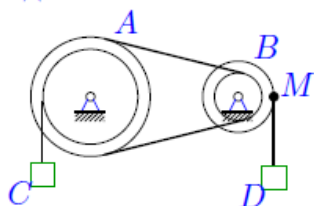
**Задача 6.29**



Шкив  $A$  ( $R_A = 20$  см,  $r_A = 16$  см) соединен со шкивом  $B$  ( $R_B = 15$  см,  $r_B = 5$  см) ремнем. Груз  $C$  опускается с переменной скоростью  $V_C = 10t^2$  см/с. Найти  $V_D$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

**Задача 6.30**



Механическая передача состоит из шкива  $A$  ( $R_A = 20$  см,  $r_A = 16$  см), шкива  $B$  ( $R_B = 15$  см,  $r_B = 5$  см), соединенных ремнем, и двух грузов  $C$  и  $D$ . Груз  $D$  опускается с переменной скоростью  $V_D = 60t^4$  см/с. Найти  $V_C$  и  $a_M$  через 1 с после начала движения.

6.4

## Скорости точек многосвязного механизма

Плоский многосвязный механизм с одной степенью свободы приводится в движение кривошипом, который вращается против часовой стрелки с постоянной угловой скоростью. Найти скорости точек механизма (в см/с) и угловые скорости его звеньев (в рад/с). Размеры даны в см.

*Кирсанов М.Н. Решебник. Теоретическая механика с. 158.*

**Вариант 1**

$\omega_{NC} = 1 \text{ рад/с,}$   
 $\alpha = 30^\circ,$   
 $AB = 20, BC = 10,$   
 $BF = 80, FD = 20,$   
 $NC = 15, EH = 30,$   
 $FE = 35, FG = 25,$   
 $OA = 20, KG = 25.$

**Вариант 2**

$\omega_{KG} = 2 \text{ рад/с,}$   
 $\alpha = 30^\circ,$   
 $AB = 30, BC = 30,$   
 $NB = 50, NF = 30,$   
 $CD = 50, EH = 30,$   
 $FE = 15, FG = 20,$   
 $OA = 30, KG = 25.$

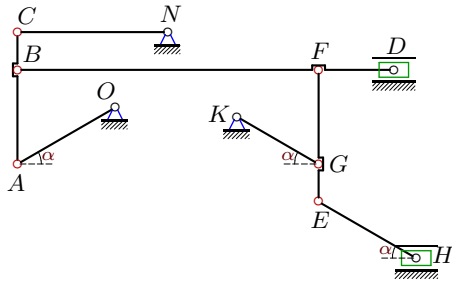
**Вариант 3**

$\omega_{OA} = 3 \text{ рад/с,}$   
 $\alpha = 30^\circ,$   
 $AB = 20, BC = 10,$   
 $BF = 50, NF = 50,$   
 $CD = 15, EH = 30,$   
 $FG = 25, GE = 10,$   
 $OA = 20, KG = 25.$

**Вариант 4**

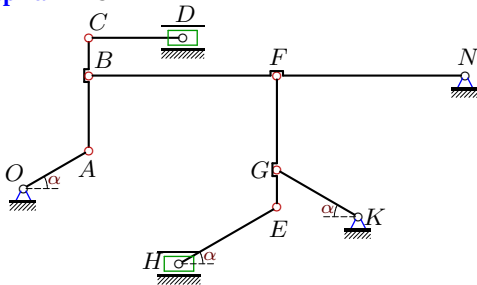
$\omega_{KG} = 4 \text{ рад/с,}$   
 $\alpha = 45^\circ,$   
 $AB = 30, BC = 30,$   
 $NB = 20, NF = 30,$   
 $CD = 15, EH = 30,$   
 $FE = 35, FG = 10,$   
 $OA = 30, KG = 25.$

**Вариант 5**



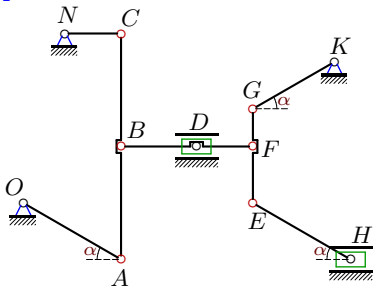
$\omega_{OA} = 5 \text{ рад/с,}$   
 $\alpha = 30^\circ,$   
 $AB = 25, BC = 10,$   
 $BF = 80, FD = 20,$   
 $NC = 40, EH = 30,$   
 $FE = 35, FG = 25,$   
 $OA = 30, KG = 25.$

**Вариант 6**



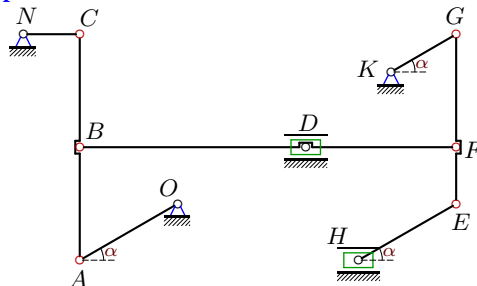
$\omega_{OA} = 6 \text{ рад/с,}$   
 $\alpha = 30^\circ,$   
 $AB = 20, BC = 10,$   
 $BF = 50, NF = 50,$   
 $CD = 25, EH = 30,$   
 $FG = 25, GE = 10,$   
 $OA = 20, KG = 25.$

**Вариант 7**



$\omega_{OA} = 7 \text{ рад/с,}$   
 $\alpha = 30^\circ,$   
 $AB = 30, BC = 30,$   
 $DB = 20, DF = 15,$   
 $NC = 15, EH = 30,$   
 $FE = 15, FG = 10,$   
 $OA = 30, KG = 25.$

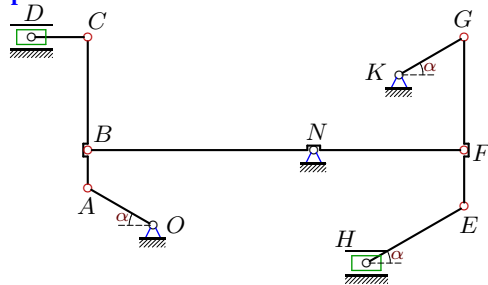
**Вариант 8**



$\omega_{NC} = 8 \text{ рад/с,}$   
 $\alpha = 30^\circ,$   
 $AB = 30, BC = 30,$   
 $DB = 60, DF = 40,$   
 $NC = 15, EH = 30,$   
 $FE = 15, FG = 30,$   
 $OA = 30, KG = 20.$

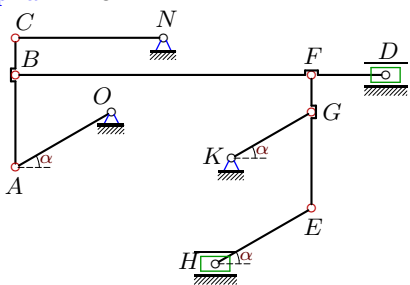


**Вариант 9**



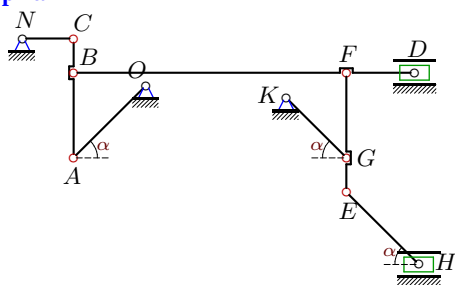
$\omega_{OA} = 9 \text{ рад/с,}$   
 $\alpha = 30^\circ,$   
 $AB = 10, BC = 30,$   
 $NB = 60, NF = 40,$   
 $CD = 15, EH = 30,$   
 $FE = 15, FG = 30,$   
 $OA = 20, KG = 20.$

**Вариант 10**



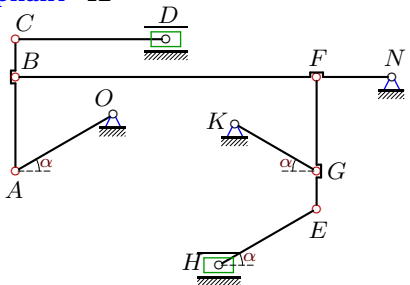
$\omega_{NC} = 10 \text{ рад/с,}$   
 $\alpha = 30^\circ,$   
 $AB = 25, BC = 10,$   
 $BF = 80, FD = 20,$   
 $NC = 40, EH = 30,$   
 $FE = 36, FG = 10,$   
 $OA = 30, KG = 25.$

**Вариант 11**



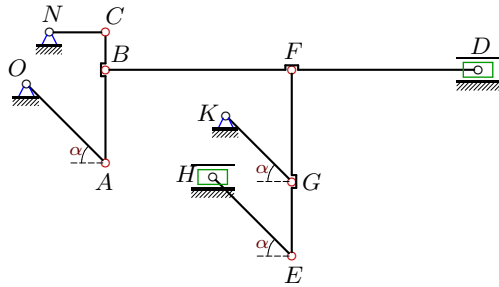
$\omega_{NC} = 11 \text{ рад/с,}$   
 $\alpha = 45^\circ,$   
 $AB = 25, BC = 10,$   
 $BF = 80, FD = 20,$   
 $NC = 15, EH = 30,$   
 $FE = 35, FG = 25,$   
 $OA = 30, KG = 25.$

**Вариант 12**



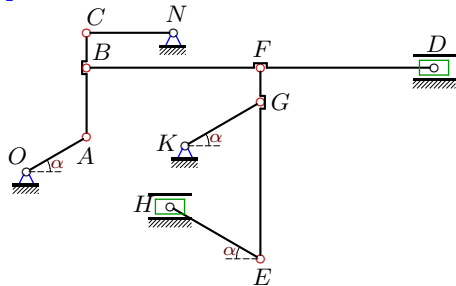
$\omega_{NB} = 12 \text{ рад/с,}$   
 $\alpha = 30^\circ,$   
 $AB = 25, BC = 10,$   
 $BF = 80, NF = 20,$   
 $CD = 40, EH = 30,$   
 $FG = 25, GE = 10,$   
 $OA = 30, KG = 25.$

**Вариант 13**



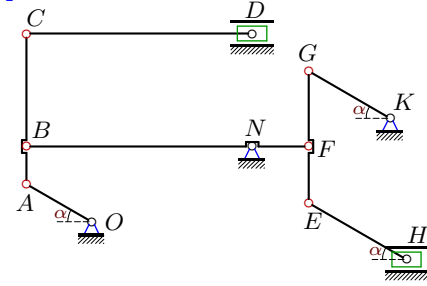
$\omega_{NC} = 13$  рад/с,  
 $\alpha = 45^\circ$ ,  
 $AB = 25, BC = 10,$   
 $BF = 50, FD = 50,$   
 $NC = 15, EH = 30,$   
 $FE = 50, FG = 30,$   
 $OA = 30, KG = 25.$

**Вариант 14**



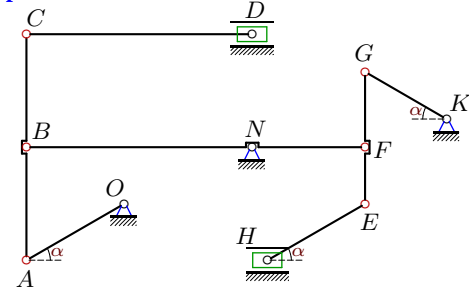
$\omega_{OA} = 14$  рад/с,  
 $\alpha = 30^\circ$ ,  
 $AB = 20, BC = 10,$   
 $BF = 50, FD = 50,$   
 $NC = 25, EH = 30,$   
 $FE = 55, FG = 10,$   
 $OA = 20, KG = 25.$

**Вариант 15**



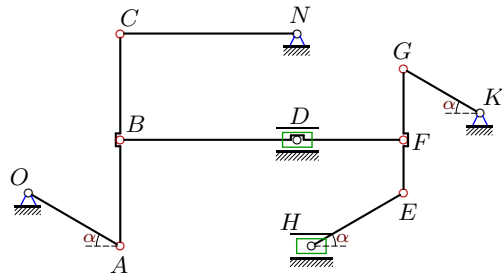
$\omega_{KG} = 15$  рад/с,  
 $\alpha = 30^\circ$ ,  
 $AB = 10, BC = 30,$   
 $NB = 60, NF = 15,$   
 $CD = 60, EH = 30,$   
 $FE = 15, FG = 20,$   
 $OA = 20, KG = 25.$

**Вариант 16**



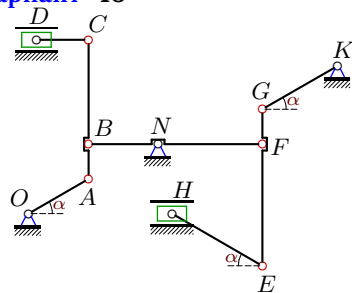
$\omega_{BF} = 16$  рад/с,  
 $\alpha = 30^\circ$ ,  
 $AB = 30, BC = 30,$   
 $NB = 60, NF = 30,$   
 $CD = 60, EH = 30,$   
 $FE = 15, FG = 20,$   
 $OA = 30, KG = 25.$

**Вариант 17**



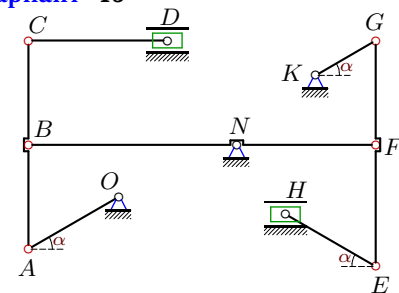
$\omega_{OA} = 17$  рад/с,  
 $\alpha = 30^\circ$ ,  
 $AB = 30, BC = 30,$   
 $DB = 50, DF = 30,$   
 $NC = 50, EH = 30,$   
 $FE = 15, FG = 20,$   
 $OA = 30, KG = 25.$

**Вариант 18**



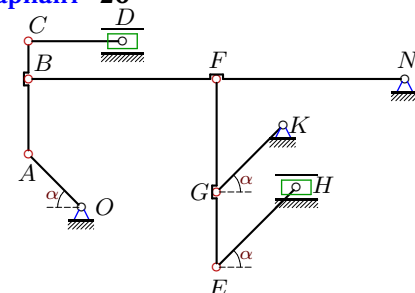
$\omega_{KG} = 18$  рад/с,  
 $\alpha = 30^\circ$ ,  
 $AB = 10, BC = 30,$   
 $NB = 20, NF = 30,$   
 $CD = 15, EH = 30,$   
 $FE = 35, FG = 10,$   
 $OA = 20, KG = 25.$

**Вариант 19**



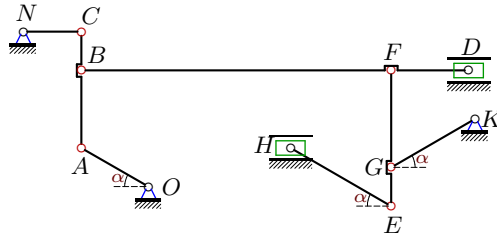
$\omega_{BF} = 19$  рад/с,  
 $\alpha = 30^\circ$ ,  
 $AB = 30, BC = 30,$   
 $NB = 60, NF = 40,$   
 $CD = 40, EH = 30,$   
 $FE = 35, FG = 30,$   
 $OA = 30, KG = 20.$

**Вариант 20**



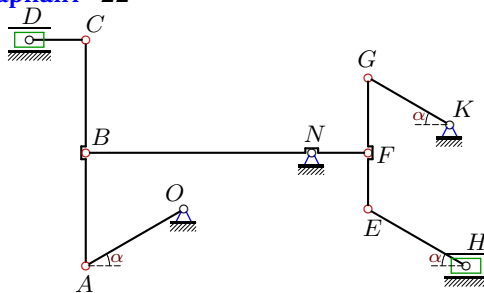
$\omega_{KG} = 20$  рад/с,  
 $\alpha = 45^\circ$ ,  
 $AB = 20, BC = 10,$   
 $BF = 50, NF = 50,$   
 $CD = 25, EH = 30,$   
 $FG = 30, GE = 20,$   
 $OA = 20, KG = 25.$

**Вариант 21**



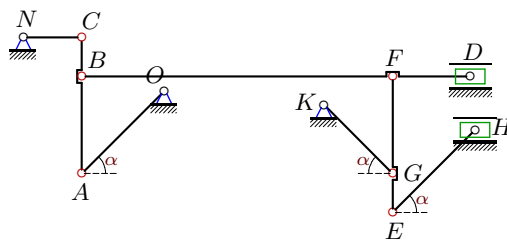
$\omega_{OA} = 21$  рад/с,  
 $\alpha = 30^\circ$ ,  
 $AB = 20, BC = 10,$   
 $BF = 80, FD = 20,$   
 $NC = 15, EH = 30,$   
 $FE = 35, FG = 25,$   
 $OA = 20, KG = 25.$

**Вариант 22**



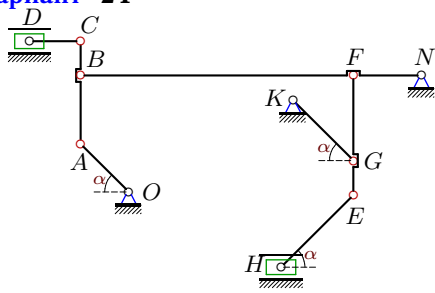
$\omega_{BF} = 22$  рад/с,  
 $\alpha = 30^\circ$ ,  
 $AB = 30, BC = 30,$   
 $NB = 60, NF = 15,$   
 $CD = 15, EH = 30,$   
 $FE = 15, FG = 20,$   
 $OA = 30, KG = 25.$

**Вариант 23**



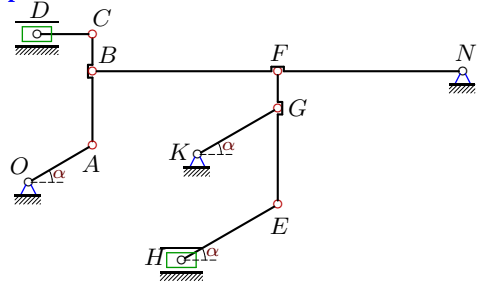
$\omega_{NC} = 23$  рад/с,  
 $\alpha = 45^\circ$ ,  
 $AB = 25, BC = 10,$   
 $BF = 80, FD = 20,$   
 $NC = 15, EH = 30,$   
 $FE = 35, FG = 25,$   
 $OA = 30, KG = 25.$

**Вариант 24**



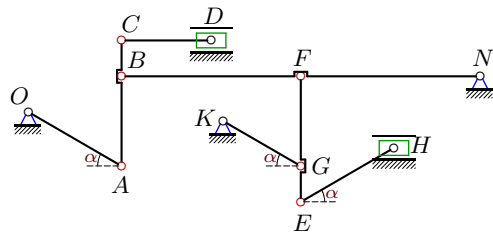
$\omega_{NB} = 24$  рад/с,  
 $\alpha = 45^\circ$ ,  
 $AB = 20, BC = 10,$   
 $BF = 80, NF = 20,$   
 $CD = 15, EH = 30,$   
 $FG = 25, GE = 10,$   
 $OA = 20, KG = 25.$

**Вариант 25**



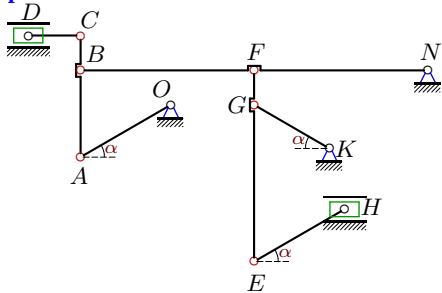
$\omega_{KG} = 25$  рад/с,  
 $\alpha = 30^\circ$ ,  
 $AB = 20, BC = 10,$   
 $BF = 50, NF = 50,$   
 $CD = 15, EH = 30,$   
 $FG = 10, GE = 26,$   
 $OA = 20, KG = 25.$

**Вариант 26**



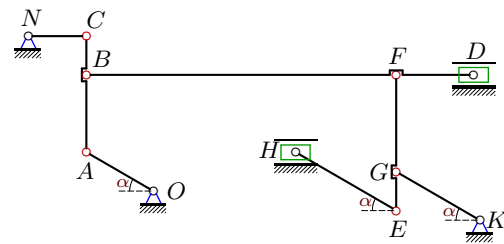
$\omega_{KG} = 26$  рад/с,  
 $\alpha = 30^\circ$ ,  
 $AB = 25, BC = 10,$   
 $BF = 50, NF = 50,$   
 $CD = 25, EH = 30,$   
 $FG = 25, GE = 10,$   
 $OA = 30, KG = 25.$

**Вариант 27**



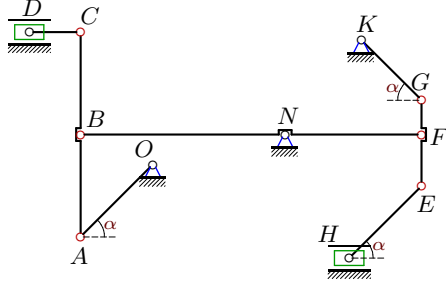
$\omega_{KG} = 27$  рад/с,  
 $\alpha = 30^\circ$ ,  
 $AB = 25, BC = 10,$   
 $BF = 50, NF = 50,$   
 $CD = 15, EH = 30,$   
 $FG = 10, GE = 45,$   
 $OA = 30, KG = 25.$

**Вариант 28**



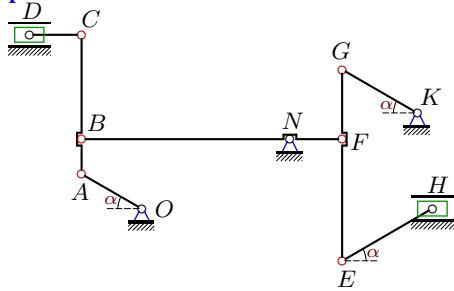
$\omega_{NC} = 28$  рад/с,  
 $\alpha = 30^\circ$ ,  
 $AB = 20, BC = 10,$   
 $BF = 80, FD = 20,$   
 $NC = 15, EH = 30,$   
 $FE = 35, FG = 25,$   
 $OA = 20, KG = 25.$

**Вариант 29**



$\omega_{KG} = 29$  рад/с,  
 $\alpha = 45^\circ$ ,  
 $AB = 30, BC = 30,$   
 $NB = 60, NF = 40,$   
 $CD = 15, EH = 30,$   
 $FE = 15, FG = 10,$   
 $OA = 30, KG = 25.$

**Вариант 30**



$\omega_{OA} = 30$  рад/с,  
 $\alpha = 30^\circ$ ,  
 $AB = 10, BC = 30,$   
 $NB = 60, NF = 15,$   
 $CD = 15, EH = 30,$   
 $FE = 35, FG = 20,$   
 $OA = 20, KG = 25.$

Ответы

	$v_A$	$v_B$	$v_C$	$v_D$	$v_E$	$v_F$	$v_G$	$v_H$
1	17.321	15.275	15.000	2.887	3.258	4.163	3.464	3.002
2	83.333	72.169	83.333	41.667	47.186	43.301	50.000	6.250
3	60.000	51.962	54.083	15.000	33.407	25.981	30.000	36.000
4	66.667	47.140	66.667	47.140	257.391	70.711	100.000	176.777
5	150.000	131.659	129.904	21.429	39.363	33.678	30.000	14.571
6	120.000	103.923	108.167	30.000	66.813	51.962	60.000	72.000
7	210.000	189.291	181.865	52.500	137.029	146.154	157.500	91.875
8	138.564	124.900	120.000	34.641	109.697	87.178	92.376	121.244
9	180.000	155.885	311.769	270.000	108.167	103.923	120.000	90.000
10	461.880	405.406	400.000	65.983	80.174	103.700	92.376	51.467
11	233.345	171.603	165.000	47.143	72.948	57.545	46.669	32.057
12	1385.641	1200.000	1231.584	277.128	308.597	240.000	277.128	332.554
13	275.772	202.803	195.000	55.714	158.810	112.296	137.886	27.857
14	280.000	246.937	242.487	46.667	212.897	129.915	140.000	245.000
15	1500.000	1299.038	2598.076	2250.000	353.898	324.760	375.000	328.125
16	1108.513	960.000	1108.513	554.256	523.068	480.000	554.256	69.282
17	510.000	459.708	441.673	127.500	429.403	294.080	306.000	184.875
18	300.000	259.808	519.615	450.000	878.653	389.711	450.000	562.500
19	1316.359	1140.000	1316.359	658.179	916.329	760.000	877.572	73.131
20	1000.000	707.107	790.569	353.553	687.184	353.553	500.000	235.702
21	420.000	370.405	363.731	70.000	113.253	100.955	84.000	128.800
22	1524.205	1320.000	1524.205	762.102	359.609	330.000	381.051	333.420
23	487.904	358.805	345.000	98.571	152.528	120.322	97.581	205.029
24	3394.113	2400.000	2683.282	1200.000	825.823	480.000	678.823	1152.000
25	1250.000	1082.532	1126.735	312.500	1248.437	541.266	625.000	812.500
26	1300.000	1125.833	1155.465	260.000	723.809	562.917	650.000	780.000
27	1350.000	1169.134	1199.906	270.000	1946.120	584.567	675.000	2193.750
28	484.974	427.707	420.000	80.829	91.219	116.573	96.995	12.933
29	1087.500	768.979	1087.500	768.979	924.197	512.652	725.000	256.326
30	600.000	519.615	1039.230	900.000	184.666	129.904	150.000	56.250

## РГР № 4 Динамика точки

### Вариант 1

Д2. Тормозной путь автомобиля на горизонтальной дороге при скорости  $v_0$  составляет  $S$ . Чему равен тормозной путь этого автомобиля при той же скорости на спуске  $\alpha$ ? Коэффициент трения считать постоянным.

### Вариант 2

Д2. Автомобиль массой  $m$  тормозит, двигаясь по горизонтальной прямой. Сила сопротивления воздуха зависит от скорости  $R_c = kv$ , коэффициент трения  $f$ . За какое время скорость автомобиля уменьшится с  $v_0$  до  $v_1$ ?

### Вариант 3

Д2. На автомобиль, который тормозит, двигаясь по горизонтальной прямой, действует сила сопротивления воздуха, зависящая от скорости,  $R_c = kv$ . Какой путь пройдет автомобиль, прежде чем его скорость уменьшится с  $v_0$  до  $v_1$ ? Коэффициент трения  $f$ , масса автомобиля  $m$ .

### Вариант 4

Д2. Материальная точка массой  $m$  движется по криволинейной траектории под действием постоянной по величине равнодействующей силы  $Q$ . Найти скорость точки в момент, когда радиус кривизны траектории  $\rho$  и угол между силой  $Q$  и вектором скорости  $\alpha$ .



**Вариант 5**

*Д2.* Материальная точка массой  $m$  движется из состояния покоя по гладкой криволинейной направляющей, расположенной в горизонтальной плоскости, под действием силы  $F = Q \sin kt$ . Определить скорость точки в момент времени  $t$ . Сила образует постоянный угол  $\alpha$  с вектором скорости.

**Вариант 6**

*Д2.* В сухую погоду автомобиль проходит закругление на дороге на предельной скорости  $v_1$ . Найти предельную скорость прохождения этого же поворота после дождя, когда коэффициент трения уменьшается в 4 раза. Считать, что автомобиль не опрокидывается.

**Вариант 7**

*Д2.* Материальная точка массой  $m$  движется из состояния покоя по гладкой направляющей радиуса  $R$ , расположенной в горизонтальной плоскости, под действием силы  $Q$ . Определить реакцию направляющей через время  $t$ . Вектор силы направлен внутрь вогнутости окружности и образует постоянный угол  $\alpha$  с вектором скорости.

**Вариант 8**

*Д2.* Сила сопротивления воды при движении катера пропорциональна скорости  $R_c = k_1 v$ . При этом максимальная скорость катера  $v_{max}$ . Найти предельную скорость этого же катера, если бы сила сопротивления зависела от квадрата скорости  $R_c = k_2 v^2$ .

**Вариант 9**

*Д2.* Автомобиль массой  $m$  разгоняется до некоторой скорости за время  $t_1$ . Сила сопротивления пропорциональна скорости  $R_c = kv$ . Чему будет равно время разгона до той же скорости при отсутствии сопротивления?

**Вариант 10**

*Д2.* Автомобиль массой  $m$  разгоняется до некоторой скорости за время  $t_1$ . Сила сопротивления пропорциональна скорости  $R_c = kv$ . Чему будет равно время разгона, если силу тяги автомобиля увеличить вдвое?

**Вариант 11**

*Д2.* Теплоход массой  $m$  после выключения двигателя движется со скоростью  $v_0$ . Сопротивление воды пропорционально квадрату скорости и равно  $R$  при скорости 1 м/с. Какое расстояние пройдет теплоход, прежде чем его скорость уменьшится вдвое?

**Вариант 12**

*Д2.* Катер массой  $m$  после остановки двигателя движется со скоростью  $v_0$ . Сила сопротивления воды пропорциональна квадрату скорости и равна  $R$  при скорости 1 м/с. За какое время скорость катера уменьшится до  $v_1$  ?

**Вариант 13**

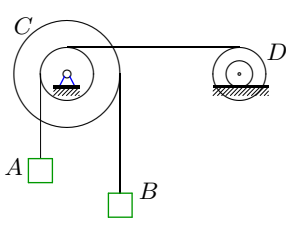
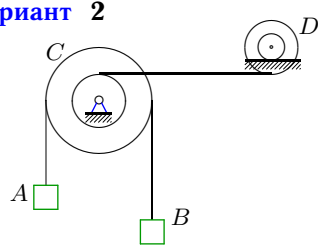
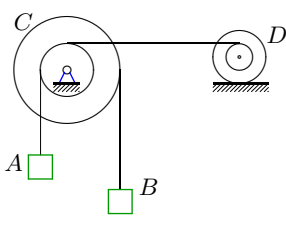
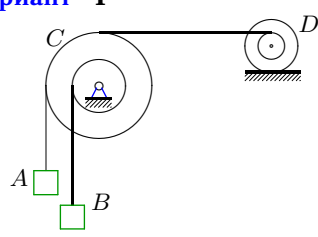
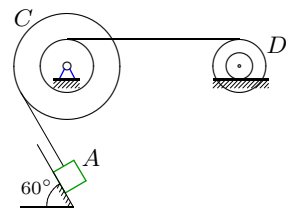
*Д2.* Автомобиль начинает движение из состояния покоя по окружности радиуса  $R$  с постоянным ускорением  $a$ . Через какое время автомобиль соскользнет с окружности? Коэффициент трения  $f$ .

## Теорема об изменении кинетической энергии системы

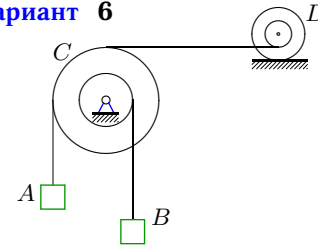
Механическая система с одной степенью свободы состоит из тел, совершающих плоское движение. Под действием сил тяжести система из состояния покоя приходит в движение. Какую скорость приобретет груз  $A$ , переместившись (вверх или вниз) на  $S = 1$  м? Качение цилиндра (или блока) происходит без проскальзывания с коэффициентом трения качения  $\delta$ . Коэффициент трения скольжения  $f$ . Радиусы инерции  $i_C, i_D$ . Внешние радиусы  $R_C, R_D$ , внутренние  $r_C, r_D$ .

Кирсанов М.Н. **Решебник. Теоретическая механика**/Под ред. А. И. Кириллова.– М.:ФИЗМАТЛИТ, 2002.– 384 с. (с. 247.)

[WWW.AcademiaXXI.ru](http://WWW.AcademiaXXI.ru), [WWW.FizmatKniga.ru](http://WWW.FizmatKniga.ru)

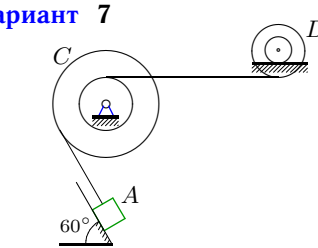
<p><b>Вариант 1</b></p> 	$r_C = 16$ см, $\delta = 2$ мм, $R_C = 30$ см, $m_A = 16$ кг, $i_C = 30$ см, $m_B = 4$ кг, $r_D = 17$ см, $m_C = 7$ кг, $R_D = 24$ см, $m_D = 3$ кг. $i_D = 22$ см,
<p><b>Вариант 2</b></p> 	$r_C = 14$ см, $\delta = 3$ мм, $R_C = 32$ см, $m_A = 14$ кг, $i_C = 28$ см, $m_B = 4$ кг, $r_D = 15$ см, $m_C = 9$ кг, $R_D = 24$ см, $m_D = 7$ кг. $i_D = 21$ см,
<p><b>Вариант 3</b></p> 	$r_C = 20$ см, $\delta = 3$ мм, $R_C = 35$ см, $m_A = 20$ кг, $i_C = 34$ см, $m_B = 5$ кг, $r_D = 17$ см, $m_C = 8$ кг, $R_D = 25$ см, $m_D = 4$ кг. $i_D = 23$ см,
<p><b>Вариант 4</b></p> 	$r_C = 16$ см, $\delta = 1$ мм, $R_C = 33$ см, $m_A = 4$ кг, $i_C = 30$ см, $m_B = 3$ кг, $r_D = 18$ см, $m_C = 5$ кг, $R_D = 27$ см, $m_D = 6$ кг. $i_D = 22$ см,
<p><b>Вариант 5</b></p> 	$r_C = 22$ см, $f = 0.3$ , $R_C = 38$ см, $\delta = 3$ мм, $i_C = 36$ см, $m_A = 7$ кг, $r_D = 13$ см, $m_C = 10$ кг, $R_D = 21$ см, $m_D = 5$ кг. $i_D = 19$ см,

**Вариант 6**



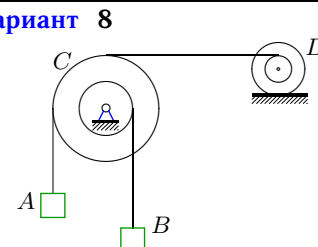
$r_c = 12 \text{ см}, \quad \delta = 2 \text{ мм},$   
 $R_c = 29 \text{ см}, \quad m_A = 7 \text{ кг},$   
 $i_c = 26 \text{ см}, \quad m_B = 4 \text{ кг},$   
 $r_D = 17 \text{ см}, \quad m_C = 6 \text{ кг},$   
 $R_D = 26 \text{ см}, \quad m_D = 6 \text{ кг},$   
 $i_D = 22 \text{ см},$

**Вариант 7**



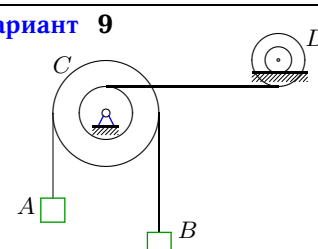
$r_c = 16 \text{ см}, \quad f = 0.5,$   
 $R_c = 34 \text{ см}, \quad \delta = 2 \text{ мм},$   
 $i_c = 30 \text{ см}, \quad m_A = 4 \text{ кг},$   
 $r_D = 13 \text{ см}, \quad m_C = 6 \text{ кг},$   
 $R_D = 22 \text{ см}, \quad m_D = 7 \text{ кг},$   
 $i_D = 18 \text{ см},$

**Вариант 8**



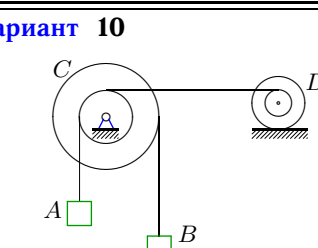
$r_c = 22 \text{ см}, \quad \delta = 4 \text{ мм},$   
 $R_c = 42 \text{ см}, \quad m_A = 14 \text{ кг},$   
 $i_c = 36 \text{ см}, \quad m_B = 4 \text{ кг},$   
 $r_D = 12 \text{ см}, \quad m_C = 13 \text{ кг},$   
 $R_D = 22 \text{ см}, \quad m_D = 9 \text{ кг},$   
 $i_D = 19 \text{ см},$

**Вариант 9**



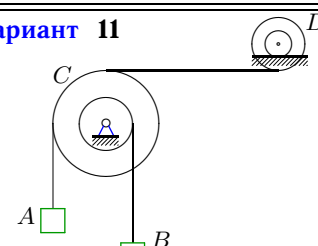
$r_c = 16 \text{ см}, \quad \delta = 1 \text{ мм},$   
 $R_c = 32 \text{ см}, \quad m_A = 7 \text{ кг},$   
 $i_c = 30 \text{ см}, \quad m_B = 4 \text{ кг},$   
 $r_D = 19 \text{ см}, \quad m_C = 4 \text{ кг},$   
 $R_D = 27 \text{ см}, \quad m_D = 5 \text{ кг},$   
 $i_D = 23 \text{ см},$

**Вариант 10**



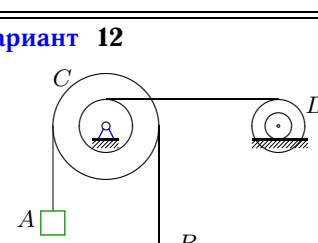
$r_c = 14 \text{ см}, \quad \delta = 1 \text{ мм},$   
 $R_c = 30 \text{ см}, \quad m_A = 14 \text{ кг},$   
 $i_c = 28 \text{ см}, \quad m_B = 4 \text{ кг},$   
 $r_D = 20 \text{ см}, \quad m_C = 4 \text{ кг},$   
 $R_D = 28 \text{ см}, \quad m_D = 5 \text{ кг},$   
 $i_D = 24 \text{ см},$

**Вариант 11**

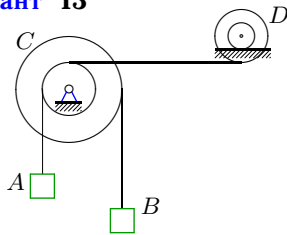


$r_c = 14 \text{ см}, \quad \delta = 2 \text{ мм},$   
 $R_c = 34 \text{ см}, \quad m_A = 7 \text{ кг},$   
 $i_c = 28 \text{ см}, \quad m_B = 2 \text{ кг},$   
 $r_D = 11 \text{ см}, \quad m_C = 7 \text{ кг},$   
 $R_D = 21 \text{ см}, \quad m_D = 9 \text{ кг},$   
 $i_D = 16 \text{ см},$

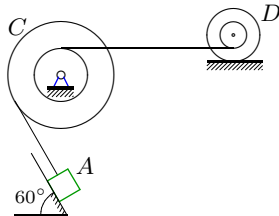
**Вариант 12**



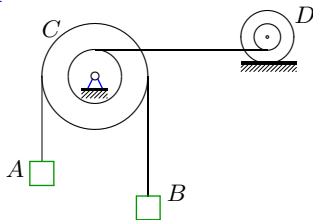
$r_c = 14 \text{ см}, \quad \delta = 3 \text{ мм},$   
 $R_c = 30 \text{ см}, \quad m_A = 12 \text{ кг},$   
 $i_c = 28 \text{ см}, \quad m_B = 4 \text{ кг},$   
 $r_D = 13 \text{ см}, \quad m_C = 9 \text{ кг},$   
 $R_D = 21 \text{ см}, \quad m_D = 5 \text{ кг},$   
 $i_D = 19 \text{ см},$

**Вариант 13**

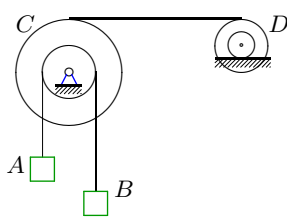
$r_c = 14 \text{ см}, \quad \delta = 3 \text{ мм},$   
 $R_c = 33 \text{ см}, \quad m_A = 21 \text{ кг},$   
 $i_c = 28 \text{ см}, \quad m_B = 3 \text{ кг},$   
 $r_D = 11 \text{ см}, \quad m_C = 11 \text{ кг},$   
 $R_D = 21 \text{ см}, \quad m_D = 8 \text{ кг},$   
 $i_D = 17 \text{ см},$

**Вариант 14**

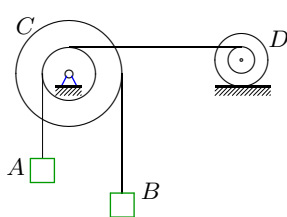
$r_c = 18 \text{ см}, \quad f = 0.4,$   
 $R_c = 35 \text{ см}, \quad \delta = 2 \text{ мм},$   
 $i_c = 32 \text{ см}, \quad m_A = 4 \text{ кг},$   
 $r_D = 14 \text{ см}, \quad m_C = 6 \text{ кг},$   
 $R_D = 23 \text{ см}, \quad m_D = 6 \text{ кг},$   
 $i_D = 19 \text{ см},$

**Вариант 15**

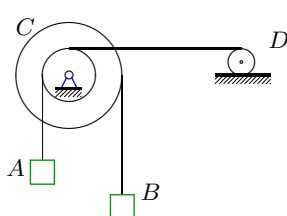
$r_c = 12 \text{ см}, \quad \delta = 3 \text{ мм},$   
 $R_c = 26 \text{ см}, \quad m_A = 14 \text{ кг},$   
 $i_c = 26 \text{ см}, \quad m_B = 4 \text{ кг},$   
 $r_D = 13 \text{ см}, \quad m_C = 9 \text{ кг},$   
 $R_D = 20 \text{ см}, \quad m_D = 3 \text{ кг},$   
 $i_D = 19 \text{ см},$

**Вариант 16**

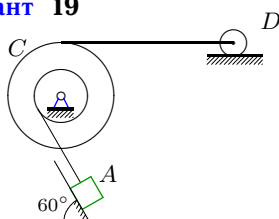
$r_c = 18 \text{ см}, \quad \delta = 1 \text{ мм},$   
 $R_c = 33 \text{ см}, \quad m_A = 7 \text{ кг},$   
 $i_c = 32 \text{ см}, \quad m_B = 4 \text{ кг},$   
 $r_D = 20 \text{ см}, \quad m_C = 3 \text{ кг},$   
 $R_D = 28 \text{ см}, \quad m_D = 4 \text{ кг},$   
 $i_D = 24 \text{ см},$

**Вариант 17**

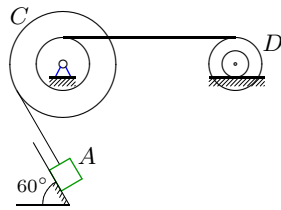
$r_c = 22 \text{ см}, \quad \delta = 4 \text{ мм},$   
 $R_c = 42 \text{ см}, \quad m_A = 30 \text{ кг},$   
 $i_c = 36 \text{ см}, \quad m_B = 7 \text{ кг},$   
 $r_D = 20 \text{ см}, \quad m_C = 13 \text{ кг},$   
 $R_D = 30 \text{ см}, \quad m_D = 9 \text{ кг},$   
 $i_D = 27 \text{ см},$

**Вариант 18**

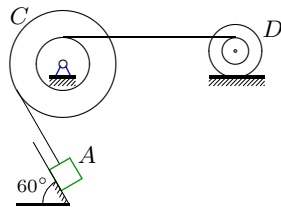
$r_c = 12 \text{ см}, \quad \delta = 2 \text{ мм},$   
 $R_c = 30 \text{ см}, \quad m_A = 21 \text{ кг},$   
 $i_c = 26 \text{ см}, \quad m_B = 4 \text{ кг},$   
 $r_D = 17 \text{ см}, \quad m_C = 8 \text{ кг},$   
 $m_D = 7 \text{ кг}.$

**Вариант 19**

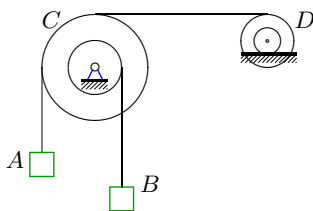
$r_c = 14 \text{ см}, \quad f = 0.2,$   
 $R_c = 29 \text{ см}, \quad \delta = 3 \text{ мм},$   
 $i_c = 28 \text{ см}, \quad m_A = 9 \text{ кг},$   
 $r_D = 12 \text{ см}, \quad m_C = 8 \text{ кг},$   
 $m_D = 4 \text{ кг}.$

**Вариант 20**

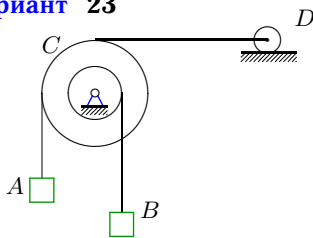
$$\begin{aligned}
 r_c &= 14 \text{ см}, & f &= 0.6, \\
 R_c &= 33 \text{ см}, & \delta &= 3 \text{ мм}, \\
 i_c &= 28 \text{ см}, & m_A &= 7 \text{ кг}, \\
 r_D &= 15 \text{ см}, & m_C &= 11 \text{ кг}, \\
 R_D &= 25 \text{ см}, & m_D &= 8 \text{ кг}, \\
 i_D &= 21 \text{ см}, & &
 \end{aligned}$$

**Вариант 21**

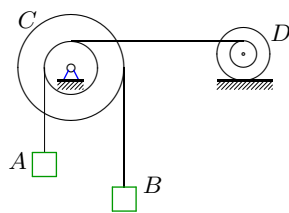
$$\begin{aligned}
 r_c &= 14 \text{ см}, & f &= 0.1, \\
 R_c &= 28 \text{ см}, & \delta &= 2 \text{ мм}, \\
 i_c &= 28 \text{ см}, & m_A &= 5 \text{ кг}, \\
 r_D &= 17 \text{ см}, & m_C &= 7 \text{ кг}, \\
 R_D &= 24 \text{ см}, & m_D &= 3 \text{ кг}, \\
 i_D &= 22 \text{ см}, & &
 \end{aligned}$$

**Вариант 22**

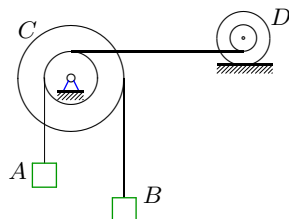
$$\begin{aligned}
 r_c &= 20 \text{ см}, & \delta &= 2 \text{ мм}, \\
 R_c &= 34 \text{ см}, & m_A &= 9 \text{ кг}, \\
 i_c &= 34 \text{ см}, & m_B &= 5 \text{ кг}, \\
 r_D &= 19 \text{ см}, & m_C &= 6 \text{ кг}, \\
 R_D &= 26 \text{ см}, & m_D &= 3 \text{ кг}, \\
 i_D &= 24 \text{ см}, & &
 \end{aligned}$$

**Вариант 23**

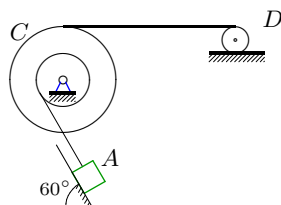
$$\begin{aligned}
 r_c &= 16 \text{ см}, & \delta &= 3 \text{ мм}, & m_A &= 10 \text{ кг}, \\
 R_c &= 30 \text{ см}, & & & m_B &= 4 \text{ кг}, \\
 i_c &= 30 \text{ см}, & & & m_C &= 8 \text{ кг}, \\
 r_D &= 14 \text{ см}, & & & m_D &= 3 \text{ кг}.
 \end{aligned}$$

**Вариант 24**

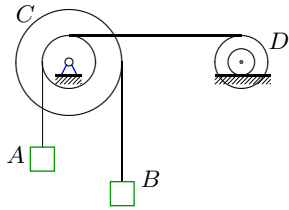
$$\begin{aligned}
 r_c &= 16 \text{ см}, & \delta &= 4 \text{ мм}, & m_A &= 24 \text{ кг}, \\
 R_c &= 36 \text{ см}, & & & m_B &= 4 \text{ кг}, \\
 i_c &= 30 \text{ см}, & & & m_C &= 13 \text{ кг}, \\
 r_D &= 11 \text{ см}, & & & m_D &= 9 \text{ кг}, \\
 R_D &= 21 \text{ см}, & & & & \\
 i_D &= 18 \text{ см}, & & & &
 \end{aligned}$$

**Вариант 25**

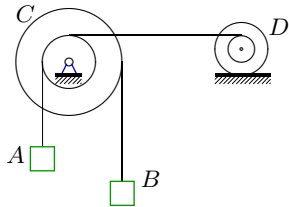
$$\begin{aligned}
 r_c &= 18 \text{ см}, & \delta &= 1 \text{ мм}, & m_A &= 14 \text{ кг}, \\
 R_c &= 34 \text{ см}, & & & m_B &= 4 \text{ кг}, \\
 i_c &= 32 \text{ см}, & & & m_C &= 5 \text{ кг}, \\
 r_D &= 19 \text{ см}, & & & m_D &= 5 \text{ кг}, \\
 R_D &= 27 \text{ см}, & & & & \\
 i_D &= 23 \text{ см}, & & & &
 \end{aligned}$$

**Вариант 26**

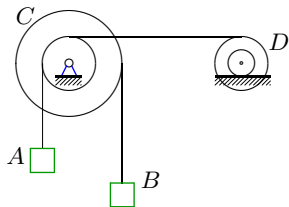
$$\begin{aligned}
 r_c &= 14 \text{ см}, & f &= 0.3, & \delta &= 2 \text{ мм}, \\
 R_c &= 30 \text{ см}, & & & m_A &= 4 \text{ кг}, \\
 i_c &= 28 \text{ см}, & & & m_C &= 6 \text{ кг}, \\
 r_D &= 19 \text{ см}, & & & m_D &= 5 \text{ кг}.
 \end{aligned}$$

**Вариант 27**

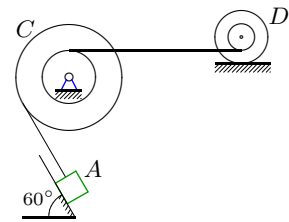
$$\begin{aligned}
 r_c &= 12 \text{ см}, & \delta &= 3 \text{ мм}, \\
 R_c &= 32 \text{ см}, & m_A &= 24 \text{ кг}, \\
 i_c &= 26 \text{ см}, & m_B &= 4 \text{ кг}, \\
 r_D &= 14 \text{ см}, & m_C &= 11 \text{ кг}, \\
 R_D &= 24 \text{ см}, & m_D &= 9 \text{ кг}, \\
 i_D &= 20 \text{ см}, & &
 \end{aligned}$$

**Вариант 28**

$$\begin{aligned}
 r_c &= 22 \text{ см}, & \delta &= 3 \text{ мм}, \\
 R_c &= 36 \text{ см}, & m_A &= 19 \text{ кг}, \\
 i_c &= 36 \text{ см}, & m_B &= 5 \text{ кг}, \\
 r_D &= 18 \text{ см}, & m_C &= 8 \text{ кг}, \\
 R_D &= 25 \text{ см}, & m_D &= 3 \text{ кг}, \\
 i_D &= 24 \text{ см}, & &
 \end{aligned}$$

**Вариант 29**

$$\begin{aligned}
 r_c &= 22 \text{ см}, & \delta &= 3 \text{ мм}, \\
 R_c &= 37 \text{ см}, & m_A &= 22 \text{ кг}, \\
 i_c &= 36 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 r_D &= 19 \text{ см}, & m_C &= 8 \text{ кг}, \\
 R_D &= 27 \text{ см}, & m_D &= 4 \text{ кг}, \\
 i_D &= 25 \text{ см}, & &
 \end{aligned}$$

**Вариант 30**

$$\begin{aligned}
 r_c &= 12 \text{ см}, & f &= 0.7, \\
 R_c &= 32 \text{ см}, & \delta &= 2 \text{ мм}, \\
 i_c &= 26 \text{ см}, & m_A &= 4 \text{ кг}, \\
 r_D &= 18 \text{ см}, & m_C &= 7 \text{ кг}, \\
 R_D &= 28 \text{ см}, & m_D &= 9 \text{ кг}, \\
 i_D &= 23 \text{ см}, & &
 \end{aligned}$$

Ответы

	$\mu_B$	$\mu_C$	$\mu_D$	$A_A$	$A_B$	$A_D$	$v$
1	14.063	24.609	1.380	156.960	-73.575	-0.144	1.723
2	4.000	6.891	11.016	137.340	-39.240	-1.001	2.326
3	15.313	23.120	2.617	196.200	-85.838	-0.280	1.899
4	0.705	4.132	3.594	39.240	14.269	-0.131	2.930
5	0.000	8.975	0.768	49.169	0.000	-0.251	2.417
6	0.685	4.823	85.926	68.670	-16.237	-1.308	1.019
7	0.000	4.671	9.435	24.173	0.000	-0.718	1.610
8	1.098	9.551	6.579	137.340	-20.554	-1.039	2.723
9	4.000	3.516	17.383	68.670	-39.240	-0.307	1.351
10	18.367	16.000	2.951	137.340	-84.086	-0.102	1.439
11	0.339	4.747	33.930	68.670	-8.079	-1.766	1.599
12	4.000	7.840	0.499	117.720	-39.240	-0.202	2.536
13	16.668	44.000	32.800	206.010	-69.371	-2.354	1.532
14	0.000	5.016	17.437	26.135	0.000	-0.673	1.387
15	4.000	9.000	9.925	137.340	-39.240	-0.582	2.298
16	4.000	9.481	5.695	68.670	-39.240	-0.150	1.496
17	25.512	34.810	5.864	294.300	-131.097	-0.706	1.838
18	25.000	37.556	2.625	206.010	-98.100	-0.404	1.580
19	0.000	32.000	25.745	67.632	0.000	-2.032	1.402
20	0.000	7.919	0.599	38.869	0.000	-0.250	2.231
21	0.000	7.000	0.473	40.026	0.000	-0.072	2.531
22	1.730	6.000	1.388	88.290	-28.853	-0.131	2.559
23	1.138	8.000	4.500	98.100	-20.928	-0.631	2.545
24	20.250	45.703	6.724	235.440	-88.290	-1.104	1.738
25	14.272	15.802	98.281	137.340	-74.120	-0.613	0.938
26	0.000	24.000	8.610	28.097	0.000	-0.553	1.227
27	28.444	51.639	3.715	235.440	-104.640	-0.697	1.554
28	13.388	21.421	1.949	186.390	-80.264	-0.205	1.949
29	16.971	21.421	1.864	215.820	-98.992	-0.256	1.935
30	0.000	4.621	16.618	20.249	0.000	-0.662	1.246



**Комплект заданий расчетно-графических работ:  
РГР № 1 «Структурное исследование механизма»**

**Структурное исследование механизма**

1. Изобразить схему механизма без соблюдения масштаба (Варианты схем в Таблице 3)
2. Пронумеровать звенья арабскими цифрами, а кинематические пары римскими.
3. Произвести анализ звеньев (см. Таблицу 1): указать название звена, схематичное изображение, абсолютное движение – движение относительно стойки, в какие кинематические пары входит.
4. Произвести анализ кинематических пар (см. таблицу 2): указать какими звеньями она образована, какое относительное движение звеньев допускает, класс пары, является она высшей или низшей, вид пары. После таблицы 2 сделать вывод, в котором указать количество пар первого и второго класса, общее число пар.
5. Оценить степень сложности и замкнутости кинематической цепи. Определить число степеней подвижности для плоского механизма по формуле Чебышева.
6. Сформулировать общий вывод структурного исследования механизма.

Анализ звеньев

Таблица 1

№ п/п	Схема звена	Название звена	Абсолютное движение	Особенности	В какие КП входит звено
1					
2					
...					

Анализ кинематических пар

Таблица 2

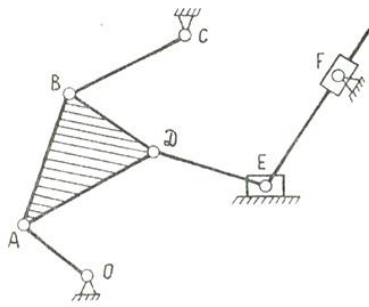
№ п/п	Схема КП	Звенья, образующие пару	Относительное движение	Класс пары, вид пары	Высшая или низшая пара
I					
II					
...					

**Варианты схем механизмов**

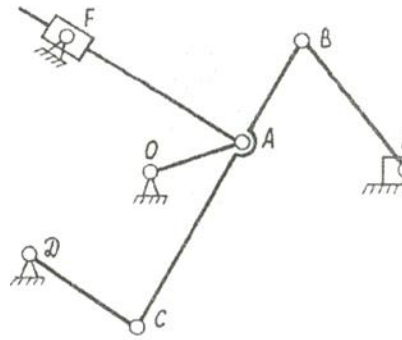
Таблица 3

<p>Вариант 1</p>	<p>Вариант 2</p>	<p>Вариант 3</p>
<p>Вариант 4</p>	<p>Вариант 5</p>	<p>Вариант 6</p>

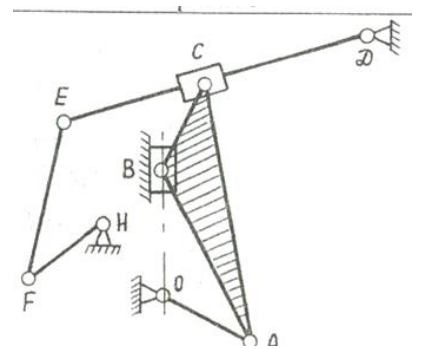
Вариант 7



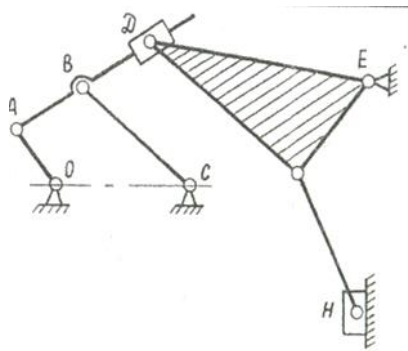
Вариант 8



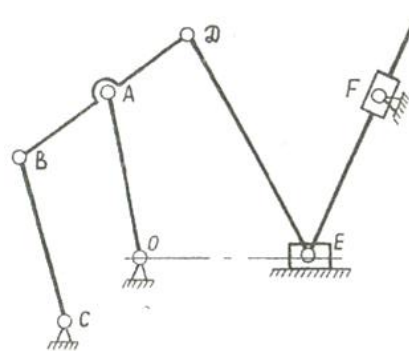
Вариант 9



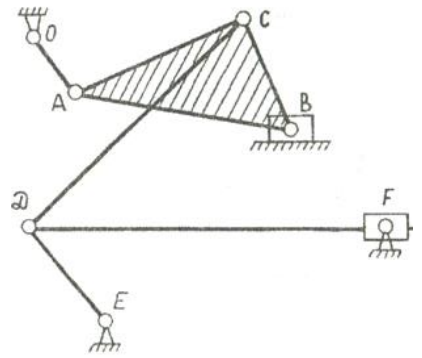
Вариант 10



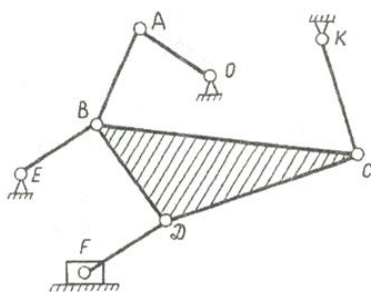
Вариант 11



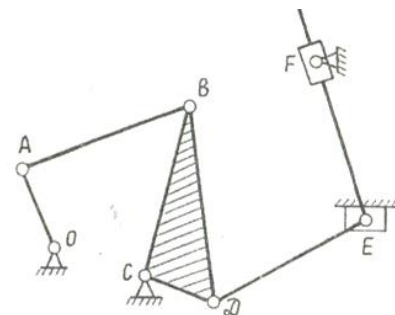
Вариант 12



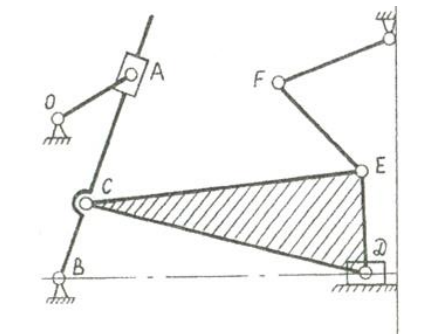
Вариант 13



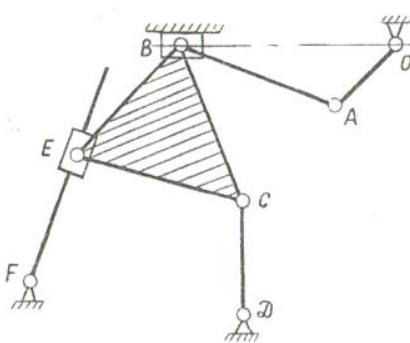
Вариант 14



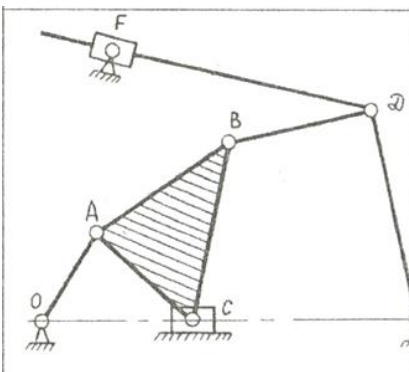
Вариант 15



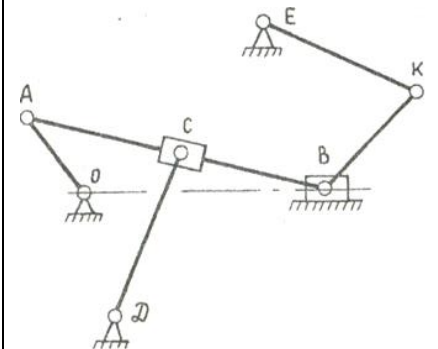
Вариант 16



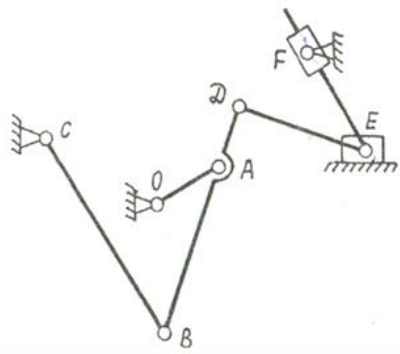
Вариант 17



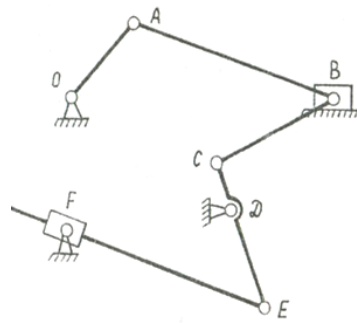
Вариант 18



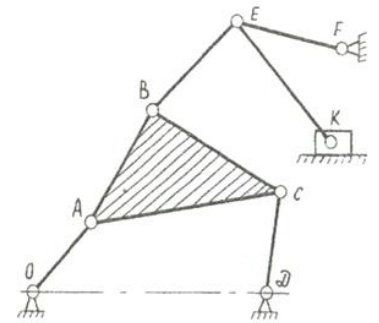
Вариант 19



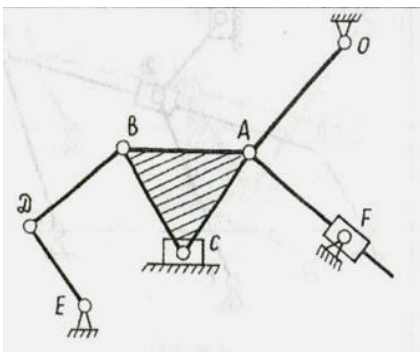
Вариант 20



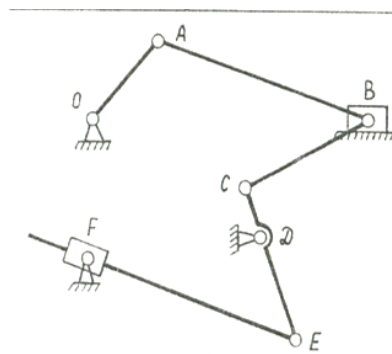
Вариант 21



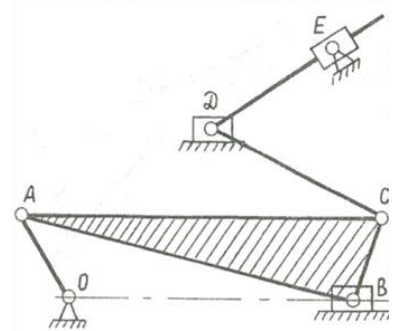
Вариант 22



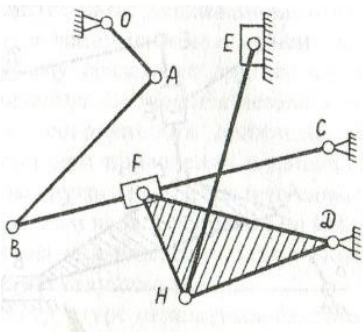
Вариант 23



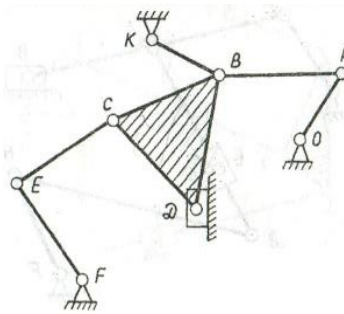
Вариант 24



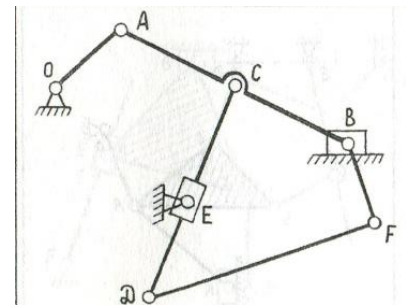
Вариант 25



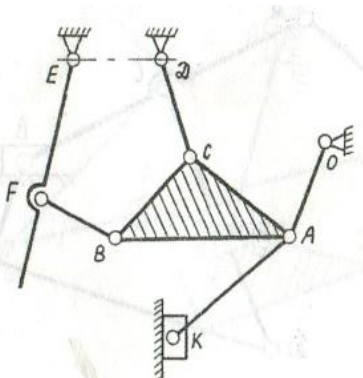
Вариант 26



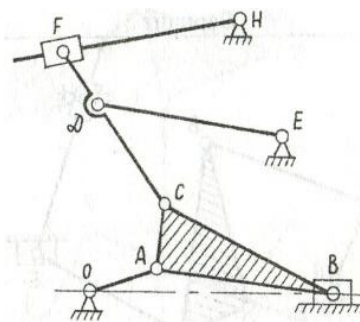
Вариант 27



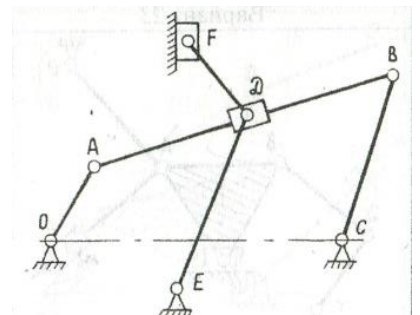
Вариант 28



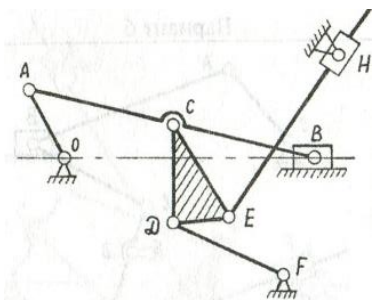
Вариант 29



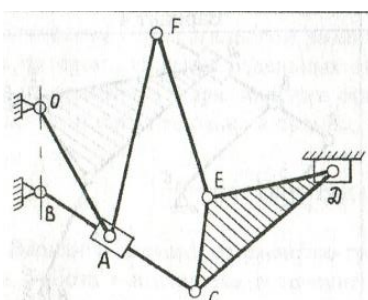
Вариант 30



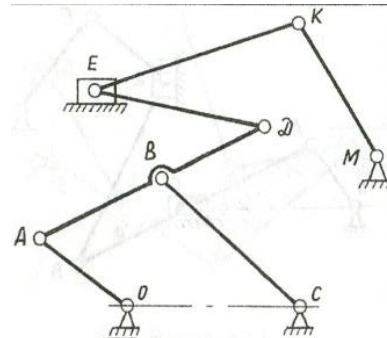
Вариант 31



Вариант 32



Вариант 33



**Комплект заданий расчетно-графических работ:**  
**РГР № 2 "Построение плана положений плоского механизма**  
**(Метрический синтез)"**

Для выполнения работы потребуются инструменты (карандаш, циркуль, линейка, транспортир, ластик) и миллиметровая бумага А4 или А3.

**Порядок выполнения РГР:**

1. Изобразить схему механизма без масштаба и размеров в лабораторной тетради, записать исходные данные

- длины звеньев:  $l_{OA}$ ,  $l_{AB}$ ,  $l_{BD}$  и др.,

- дополнительные расстояния между точками:  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и т.д.

2. Выбрать масштабный коэффициент длин.

Например,  $l_{OA} = 0.2 м$ ,  $|OA| = 40 мм$   $\mu_l = \frac{l_{OA}}{|OA|} = \frac{0.2 м}{40 мм} = 0.005 м/мм$

Далее переводим длины оставшихся звеньев в мм через масштабный коэффициент длин, используя формулу:

$|l_i| = \frac{l_i}{|\mu_l|}$ , где  $i$  - обозначение звена, для которого вычисляется длина на

кинематической схеме. Результаты заносим в таблицу.

*Таблица – Приведённые размеры механизма в мм*

$ OA $	$ AB $	$ BC $	...	$ a $	$ b $	...
40	...	...	...	...	...	...

3. Построение плана положения начинают с изображения элементов стойки, т.е. шарнирно-неподвижных опор и направляющих, определяя тем самым габариты механизма в масштабе.

4. Так как кривошип  $OA$  вращается с постоянной угловой скоростью, построение 6 (или 12) положений механизма производится через равные отрезки времени. Разбив окружность радиуса  $|OA|$  на 6 частей, последовательно изображают ведущее звено (кривошип) в шести положениях.

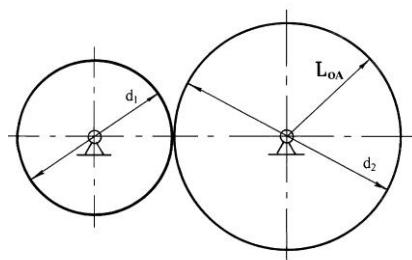
5. К ведущему звену в каждом его положении присоединяют (вычерчивают) первую структурную группу. Положение подвижных характерных точек определяют циркулем с помощью метода засечек.

6. После вычерчивания всех положений первой структурной группы также последовательно присоединяют все остальные.

7. Оформляют готовый план положений (заголовок работы, масштаб, исходные данные, на плане показывают все подвижные точки  $A_1-A_6$ ,  $B_1-B_6$  и т.д.

## Комплект заданий расчетно-графических работ:

### РГР № 6 "Синтез эвольвентного зубчатого зацепления"



$d_1$  и  $d_2$  – диаметры делительных окружностей ведущего и ведомого колес соответственно;  
 $L_{OA}$  – заданная длина кривошипа  $OA$

Рис. 4.6. Привод начального звена  $OA$ :

Предварительно следует рассчитать все необходимые параметры эвольвентного зацепления, считая колеса прямозубыми, некорректированными (нулевыми). В этом случае делительные окружности каждого колеса совпадают с начальными.

Исходные данные для расчета:

- 1)  $L_{OA}$ , м – длина кривошипа  $OA$  (таблица к варианту задания);
- 2)  $m$ , мм – модуль зацепления (таблица к варианту задания);
- 3)  $n_{вщ}$ , об./мин – число оборотов ведущего вала (табл. 1.11);
- 4)  $n_{вд}$ , об./мин – число оборотов ведомого вала (табл. 1.11);
- 5)  $\alpha = 20^\circ$  – угол зацепления;
- 6)  $h_a^* = 1$  – коэффициент высоты головки зуба;
- 7)  $c^* = 0,25$  – коэффициент радиального зазора.

#### Определяем основные параметры зацепления.

Из основной теоремы зацепления для круглых колёс следует:

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_{\omega 2}}{r_{\omega 1}} = \pm \frac{z_2}{z_1}$$

Значит, передаточное отношение  $i_{12}$ :

$$i_{12} = \frac{n_{вщ}}{n_{вд}}. \quad (1)$$

Число зубьев ведомого (второго) колеса определяется по зависимости:

$$z_2 = \frac{d_2}{m}, \quad (2)$$

где  $d_2 = 2L_{OA}$  – диаметр делительной окружности ведомого колеса. Число зубьев ведущего колеса:

$$z_1 = \frac{z_2}{i_{12}}. \quad (3)$$

Число зубьев ведущего колеса необходимо округлить до целого значения.

Диаметр делительной окружности ведущего колеса: (4)

$$d_1 = mz_1.$$

Диаметры окружностей вершин зубьев:

$$\begin{aligned} da_1 &= m(z_1 + 2); \\ da_2 &= m(z_2 + 2). \end{aligned} \quad (5)$$

Диаметры окружностей впадин:

$$\begin{aligned} df_1 &= m(z_1 - 2,5); \\ df_2 &= m(z_2 - 2,5). \end{aligned} \quad (6)$$

Высота головки зуба:

$$h_a = h_a^* m. \quad (7)$$

Высота ножки зуба:

$$h_f = (h_a^* + c^*)m. \quad (8)$$

Шаг зацепления по делительной окружности:

$$p = \pi m. \quad (9)$$

Толщина зуба  $s$  и ширина впадины  $e$  по делительной окружности:

$$s = e = \frac{p}{2} = \frac{\pi m}{2}. \quad (10)$$

Межосевое расстояние:

$$a = O_1O_2 = 0,5m(Z_1 + Z_2). \quad (11)$$

Все рассчитанные и заданные параметры зацепления должны быть занесены в таблице, расположенную над угловым штампом чертежа зацепления.

### Основные параметры зацепления

Наименование	Обозначение	Размерность	Величина	
			Колесо 1	Колесо 2
Модуль	$m$	мм		
Число зубьев	$z$	шт		
Диаметр делительной окружности	$d$	мм		
Диаметр окружности вершин	$d_a$	мм		
Диаметр окружности впадин	$d_f$	мм		
Шаг зацепления по делительной окружности	$p$	мм		
Угол зацепления	$\alpha$	град	20	20
Коэффициент высоты головки зуба	$h_a^*$	—	1	1
Коэффициент радиального зазора	$c^*$	—	0,25	0,25
Коэффициент перекрытия	$\varepsilon$	—		

Построение эвольвентного зубчатого зацепления необходимо проводить в следующем порядке:

1. Провести линию центров колес
2. С учетом выбранного масштаба отложить на линии центров межосевое расстояние  $a_w = O_1O_2$  (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Линия центров  $O_1O_2$  и делительные окружности с диаметрами  $d_1$  и  $d_2$



3. Из центров колес  $O_1$  и  $O_2$  провести делительные окружности с радиусами  $r_1 = 0,5 d_1$  и  $r_2 = 0,5 d_2$  (см. рис. 4.2). Эти окружности должны касаться друг друга в точке  $P$ , лежащей на линии центров и называемой полюсом зацепления.

4. Провести окружности вершин и окружности впадин каждого колеса. Окружность вершин одного колеса не должна касаться и, тем более, пересекать окружность впадин другого колеса. Расстояние между ними по линии центров должно быть равно радиальному зазору  $c = c^* m$  (рис. 4.3).

5. Через полюс  $P$  провести касательную ( $t - t$ ) к делительным окружностям перпендикулярно к линии центров колес (рис. 4.4).

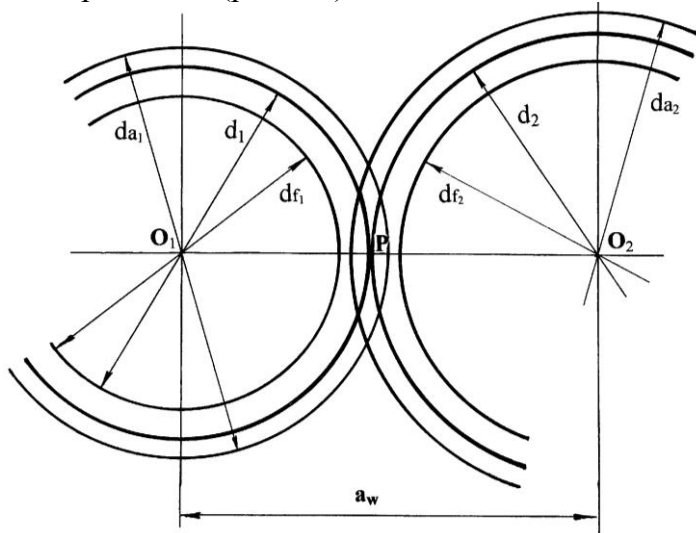


Рис. 4.3. Окружности вершин и впадин зубьев колес

6. Через полюс  $P$  под углом  $\alpha$  (угол зацепления) провести линию зацепления  $n - n$ . Наклон линии зацепления по отношению к касательной ( $t - t$ ), по часовой или против часовой стрелки, зависит от направления вращения колес (см. рис. 4.4). Наклон линии ( $n - n$ ) противоположен направлению вращения ведущего колеса и совпадает с направлением вращения ведомого колеса.

7. Из центров колес опустить перпендикуляры  $O_1M$  и  $O_2N$  к линии зацепления (см. рис. 4.4).

8. Провести основные окружности с диаметрами  $d_{o1} = 2O_1M$  и  $d_{o2} = 2O_2N$  (см. рис. 4.4). При этом линия зацепления является касательной к основным окружностям.

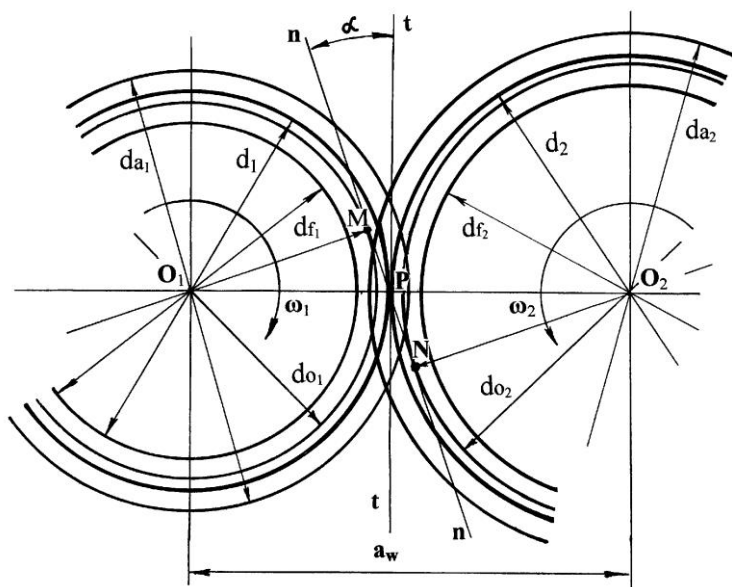


Рис. 4.4. Построение касательной  $t - t$ , линии зацепления  $n - n$



9. На основных окружностях (в стороне от полюса  $P$ ) строятся эвольвенты – кривые, формирующие профиль каждого зуба колес зацепления (рис. 4.5).

Отметив на основной окружности точку  $O$  – начало (корень) эвольвенты, от нее откладываются по основной окружности несколько (до 10) равных дуг  $0-1$ ;  $1-2$ ;  $2-3$ ;  $3-4$  и так далее длиной  $8\dots 10$  мм. Через полученные точки проводятся касательные к основной окружностям и на каждой касательной откладывается столько дуг, сколько размещается от точки касания до корня эвольвенты (на первой касательной – одна дуга  $1-1'$ , на второй – две дуги  $2-2'$ , на третьей – три  $3-3'$  и т.д.). Полученные на касательных линиях точки  $1'\dots 10'$  (рис. 4.5) соединяются плавной кривой – эвольвентой, начало которой должно быть в корне. Полученная таким образом кривая (эвольвента) является профилем зуба колеса. На участке от основной окружности до окружности впадин профиль зуба образован радиальной прямой, которая сопрягается с окружностью впадин дугой радиуса  $\rho = 0,4 m$ .

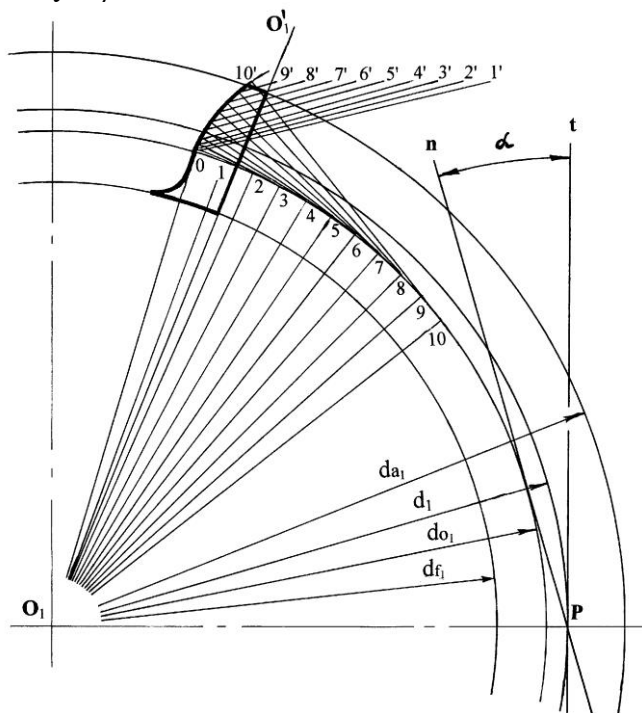


Рис. 4.5. Построение эвольвентного профиля зуба первого (ведущего) колеса и шаблона зуба

10. По построенным профилям изготавливаются шаблоны зубьев толщиной  $S$  по делительным окружностям. Для упрощения изготовления профилей зубьев необходимо построить только половину зуба каждого колеса (левую или правую). На рис. 4.5 приведена методика построения левой половины зуба ведущего колеса.

11. По делительным окружностям размечается шаг зацепления и откладывается толщина зубьев  $S$  и ширина впадины  $e$ . С помощью шаблона и лекала вычерчиваются профили  $3\dots 4$  зубьев каждого колеса (для каждого колеса необходимо изготовить свой шаблон зуба). Вычерчивание зубьев необходимо начинать от полюса, в котором должно быть касание двух зубьев (ведущего и ведомого колес). Другие зубья должны касаться друг друга только по линии зацепления (рис. 4.6).

Профили зубьев обводятся сплошными основными линиями. Все остальные построения выполняются тонкими сплошными линиями.

После построения зацепления двух колес необходимо определить коэффициент перекрытия  $\varepsilon$  колес по формуле

$$\varepsilon = \frac{CD}{p(\cos\alpha)}, \quad (4.12)$$

где  $CD$  – активный участок линии зацепления. Точка  $C$  (начало участка) – точка пересечения окружности вершин ведомого (второго) колеса с линией зацепления  $n - n$ , точка  $D$  (конец участка) – точка пересечения окружности вершин ведущего (первого) колеса с линией зацепления.

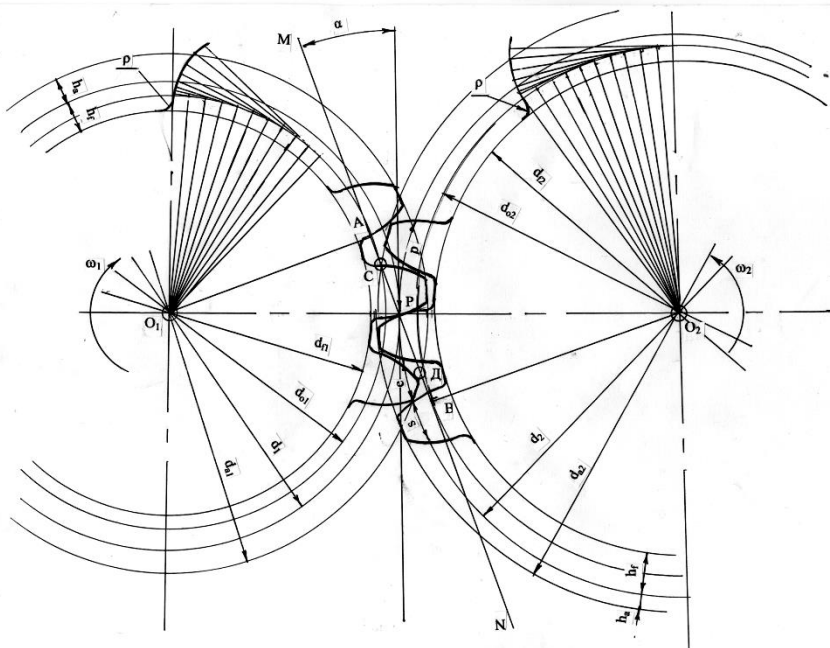


Рис. 4.6. Эвольвентное зацепление зубчатых колес

## Комплект заданий расчетно-графических работ:

### РГР № 7 "Кинематический анализ сложного зубчатого механизма аналитическим и графическим методом"

1. Получить вариант зубчатого механизма с исходными данными:  $m$ -модуль зацепления,  $Z_1, Z_2, Z_3, \dots$  - число зубьев колес механизма,  $\omega_d$  - скорость входного звена

2. Из условия соосности вычислить неизвестное число зубьев одного из колес

3. Вычисление передаточного отношения аналитическим методом.

3.1. Механизм разделить на ступени, выделяя планетарный механизм.

Вычислить передаточное отношение ЗМ по формуле

$$i_{1n} = \frac{\omega_1}{\omega_n} = i_{12} i_{34} \dots i_{(n-1)n}, \quad (1)$$

где  $i$  - передаточное отношение от входного звена 1 к выходному звену  $n$  зубчатого механизма. Либо через число зубьев

$$i_{1n} = (-1)^m \frac{z_2 z_4 \dots z_n}{z_1 z_3 \dots z_{n-1}}, \quad (2)$$

где  $m$  - число внешних зацеплений.

3.2. Для планетарного механизма на основе метода обращенного движения используем формулу Виллиса

$$i_{jH}^{(k)} = 1 - i_{jk}^{(H)}, \quad (3)$$

где верхний индекс характеризует остановленное колесо  $k$  или остановленное  $H$ -водило, нижний индекс - входное звено  $j$  и выходное звено  $H$  планетарной передачи.

Если водило  $H$  является входным звеном, то используют формулу

$$i_{Hj}^{(k)} = \frac{1}{i_{jH}^{(k)}} = \frac{1}{1 - i_{jk}^{(H)}} \quad (4)$$

4. Вычисление передаточного отношения графическим методом.

4.1. Вычислить диаметры и радиусы колес по формулам

$$d_j = mz_j, \quad r_j = \frac{d_j}{2}$$

и скорость точки зацепления ведущего колеса по формуле

$$v = r\omega$$

4.2. Вычертить механизм с точными радиусами (диаметрами) колес в выбранном масштабе.

4.3. Построить картину скоростей. Ниже приведены примеры различных планетарных передач и графическое определение скоростей

#### 4.12. Синтез планетарного механизма

Синтез планетарного механизма заключается в подборе чисел зубьев его колёс таким образом, чтобы удовлетворить следующим условиям:

- 1) заданному передаточному отношению;
- 2) условию соосности;
- 3) условию соседства;
- 4) условию сборки;
- 5) условию правильного зацепления

**Обеспечить данное передаточное отношение** – подобрать числа зубьев так, чтобы передаточное отношение редуктора было равно требуемому или находилось бы в диапазоне его допустимых значений.

**Условие соосности** требует, чтобы при совпадении осей центральных колес и водила обеспечивалось зацепление сателлитов с центральными колесами.

**Условие соседства** требует, чтобы между окружностями выступов зубьев соседних сателлитов существовал зазор. Обычно в редукторах с целью уменьшения нагрузок на зубья колес и динамической уравновешенности механизма устанавливают не один, а несколько сателлитов.

Они должны устанавливаться под равными углами, располагаться в одной плоскости, а окружности вершин сателлитов не должны пересекаться.

Для соблюдения этого условия требуется удовлетворить следующим неравенствам:

$$\sin \frac{\pi}{k} > \frac{z_2 + 2}{z_1 + z_2} \quad (\text{при внутреннем зацеплении сателлитов с центральным колесом}), \text{ где } k -$$

число сателлитов.

**Условие сборки:** сумма зубьев центральных колес должна быть кратна числу сателлитов. Условие равных углов между сателлитами требует одновременного зацепления всех сателлитов с центральными колесами при симметричном расположении зон зацепления. Это условие связано с тем, что сборка механизма не всегда возможна, после установки первого сателлита последующие могут не совпадать с впадинами одного из центральных колес.

**Условие правильного зацепления** – условие отсутствия заклинивания и отсутствия интерференции зубьев. При нормальном зацеплении без смещения при внешнем зацеплении  $z_{\min} > 17$ , а при внутреннем  $z_{\min} > 60$ .

## Расчетно-графическая работа № 5

### "Расчет на прочность многоступенчатого бруса при растяжении-сжатии "

**Задание:** Для заданной схемы многоступенчатого бруса, используя данные таблиц 1 и 2:

1. Построить эпюры продольных сил  $N$  и нормальных напряжений  $\sigma$ .
2. Найти удлинение (укорочение) стержня  $\Delta l$ ;
3. Произвести расчет на прочность стержня.

Таблица 1.

Схем а рис.1	а, м	q, кН/м	$A \cdot 10^{-4}$ , $м^2$	материал	Схема рис.1	а, м	q, кН/м	$A \cdot 10^{-4}$ , $м^2$	материал
1	0,40	30	4	Сталь	16	0,40	30	5	Чугун
2	0,45	25	5	Бронза	17	0,50	25	10	Сталь
3	0,50	20	10	Алюминий	18	0,60	25	5	Бронза
4	0,55	15	5	Чугун	19	0,40	20	8	Алюминий
5	0,40	10	10	Сталь	20	0,25	15	5	Чугун
6	0,50	5	5	Бронза	21	0,20	10	10	Сталь
7	0,60	30	8	Алюминий	22	0,30	5	5	Бронза
8	0,40	25	5	Чугун	23	0,40	30	15	Алюминий
9	0,25	20	10	Сталь	24	0,45	25	20	Чугун
10	0,20	15	5	Бронза	25	0,50	20	4	Сталь
11	0,30	25	15	Алюминий	26	0,55	15	5	Бронза
12	0,40	20	20	Чугун	27	0,40	25	10	Алюминий
13	0,45	15	4	Сталь	28	0,50	20	5	Чугун
14	0,50	10	5	Бронза	29	0,60	15	10	Сталь
15	0,55	5	10	Алюминий	30	0,40	10	5	Бронза

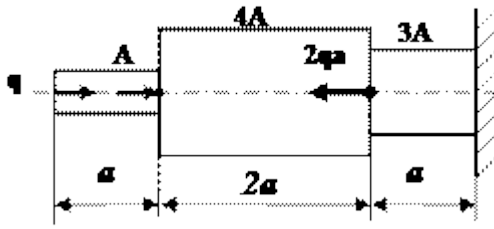
Таблица 2. Общие справочные данные

Характеристики материала	Сталь	Бронза	Алюминий	Чугун	Дерево
Модуль упругости $E$ , МПа	$2 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$	$0,7 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^4$
Предел текучести $\sigma_T$ , МПа	240	150	210	-	-
Предел прочности на растяжение-сжатие $\sigma_B$ , МПа	360	240	300	180/600	100/45
Коэффициент Пуассона $\mu$	0,25	0,34	0,3	0,25	0,45
Коэффициент температурного расширения $\alpha$ , 1/град	$12 \cdot 10^{-6}$	$22 \cdot 10^{-6}$	$24 \cdot 10^{-6}$	$11 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-6}$

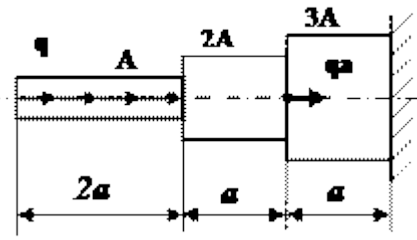
1. При вычислении допускаемых напряжений при растяжении-сжатии нормируемый коэффициент запаса прочности  $n$  необходимо принять:

- для пластичных материалов 1,5;
- для хрупких материалов 3 (коэффициенты запаса при растяжении-сжатии рекомендуется считать одинаковыми);
- для дерева при растяжении 10, при сжатии 4,5.

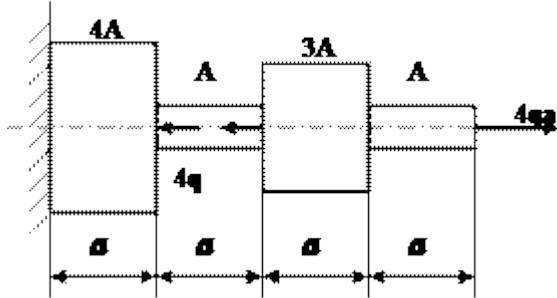
1 схема



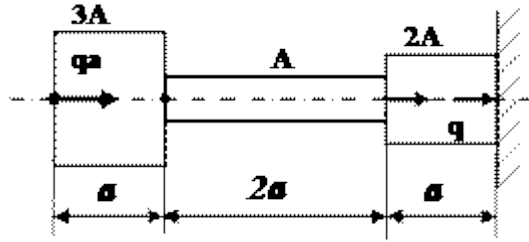
2 схема



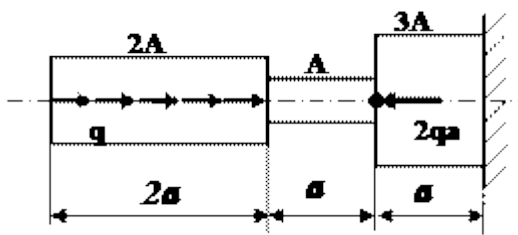
3 схема



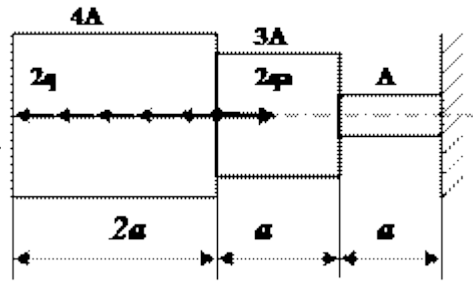
4 схема



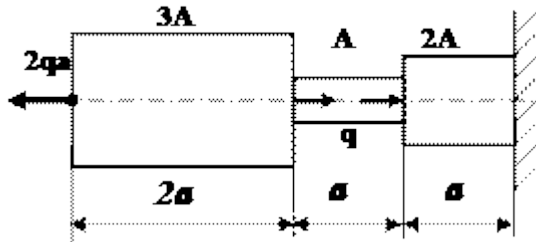
5 схема



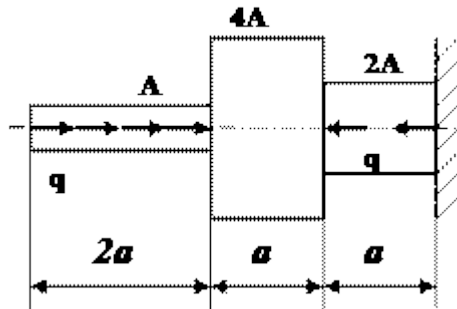
6 схема



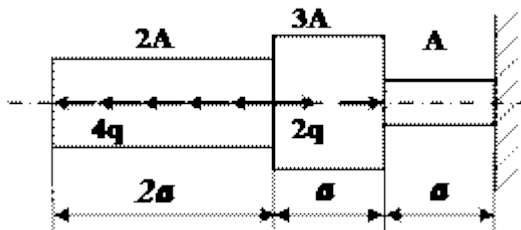
7 схема



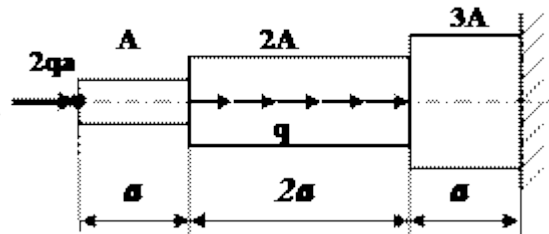
8 схема



9 схема

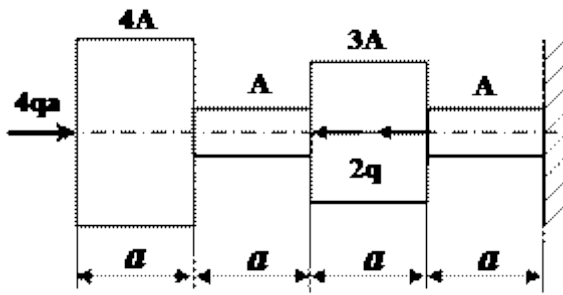


10 схема

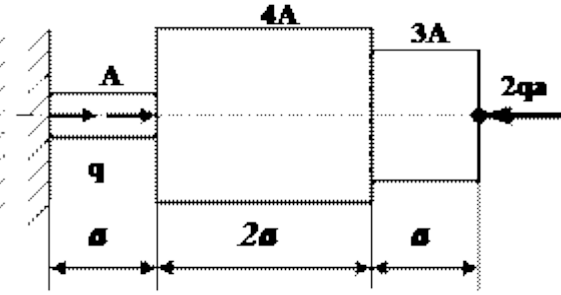


11 схема

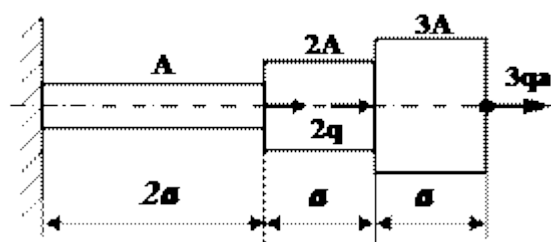
12 схема



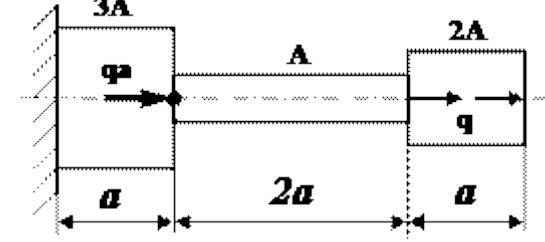
13 схема



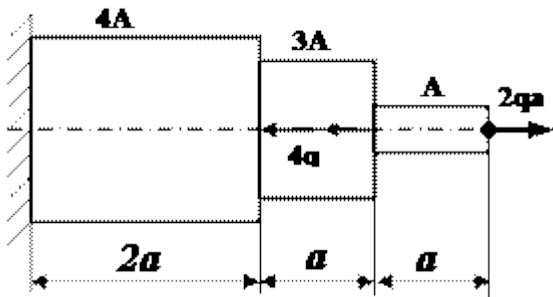
14 схема



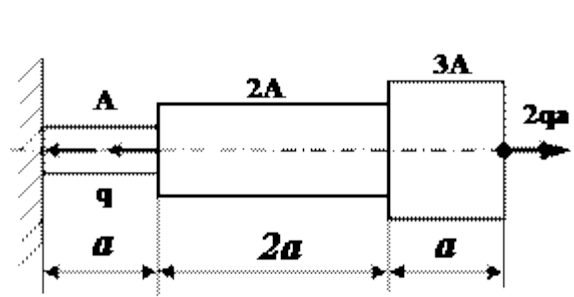
15 схема



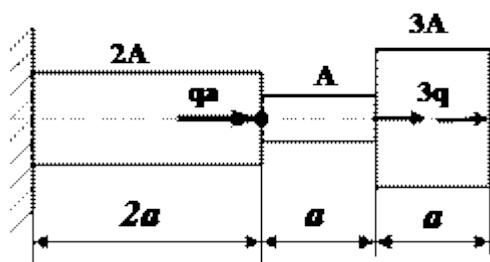
16 схема



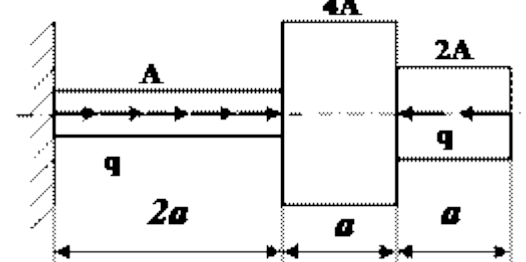
17 схема



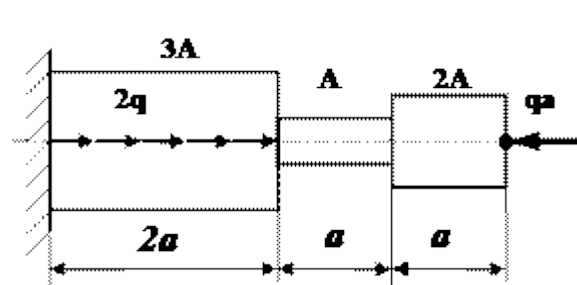
18 схема



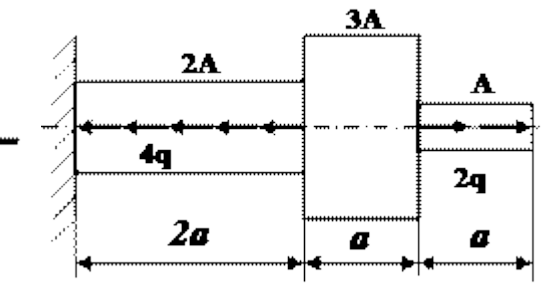
19 схема



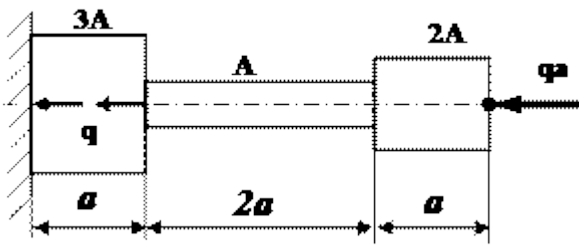
20 схема



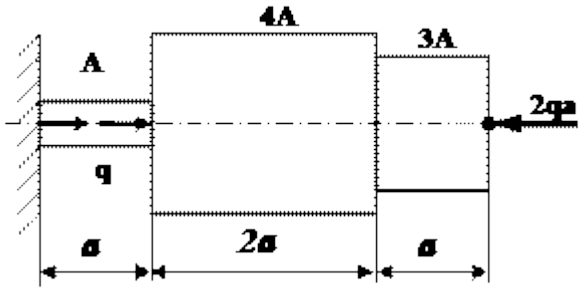
21 схема



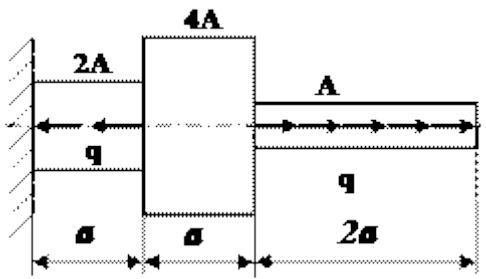
22 схема



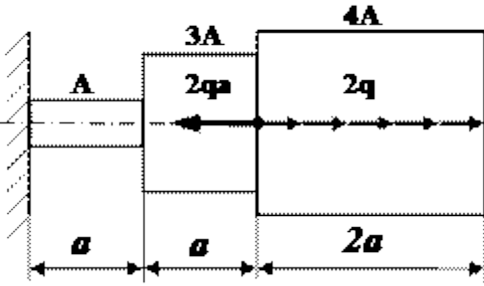
23 схема



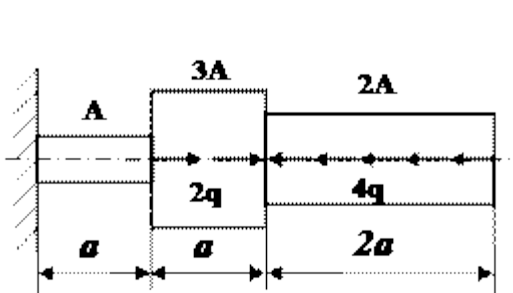
24 схема



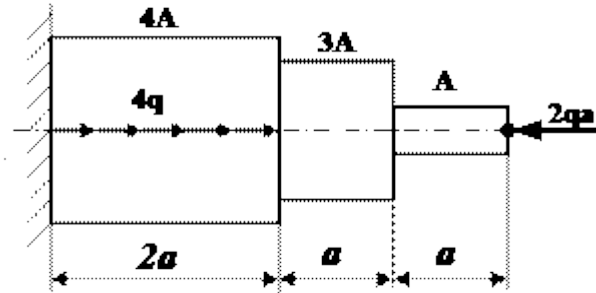
25 схема



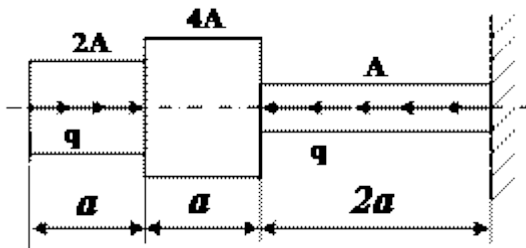
26 схема



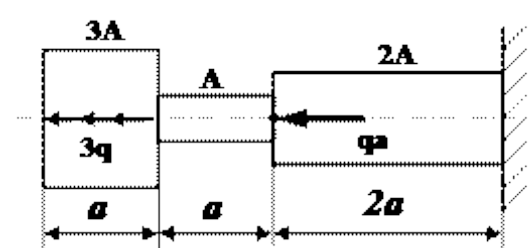
27 схема



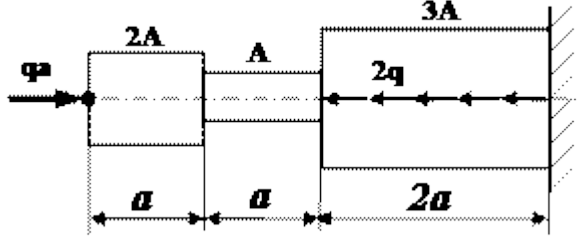
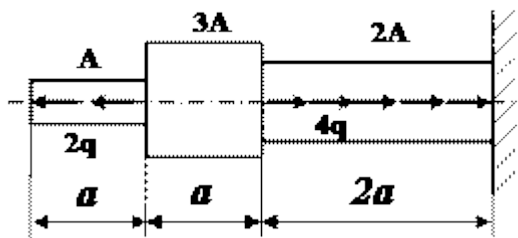
28 схема



29 схема



30 схема





**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»

(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Предмет механики. Основные понятия. Сила. Система сил. Распределенная нагрузка.
2. Классификация механизмов, узлов и деталей. Критерии работоспособности и влияющие на них факторы.

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»

(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2**

1. Равнодействующая системы сил. Способы определения. Условия равновесия системы сходящихся сил. Теорема о трех непараллельных силах.
2. Дифференциальные уравнения движения точки. Две задачи динамики точки.

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3**

1. Момент силы относительно точки. Векторный момент. Момент силы относительно оси. Теорема Вариньона.
2. Принцип Даламбера для точки. Дифференциальное уравнение относительного движения точки (переносная и кориолисова силы инерции).

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4**

1. Приведение системы сил к заданному центру. Метод Пуансо.
2. Механическая система, внешние и внутренние силы, дифференциальные уравнения системы. Характеристики распределения массы системы (центр масс и момент инерции)

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5**

1. Свободное и несвободное тело. Основные типы связей и их реакций.
2. Моменты инерции относительно параллельных осей (теорема Гюйгенса-Штейнера) и относительно оси, проходящей через заданную точку.

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6**

1. Условия равновесия произвольной системы сил. Частные случаи.
2. Законы классической механики. Масса, ускорение, сила. Системы единиц измерения.

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7**

1. Три формы условий равновесия плоской системы сил.
2. Силовые характеристики (меры действия сил) точки и механической системы. (Момент силы, импульс силы, работа силы, мощность силы).

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8**

1. Статически определяемые и неопределяемые задачи. Равновесие системы тел (составной конструкции)
2. Общие теоремы динамики системы и их следствия (теорема о движении центра масс, теорема об изменении количества движения).

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»**  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9**

1. Трение скольжения и трение качения. Равновесие тел с учетом трения.
2. Моменты инерции относительно параллельных осей (теорема Гюйгенса-Штейнера) и относительно оси, проходящей через заданную точку.

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»**  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10**

1. Центр тяжести тела. Способы определения ЦТ.
2. Общие теоремы динамики системы и их следствия теорема об изменении кинетической энергии)

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11**

1. Формулы определения центра тяжести геометрической фигуры (объемной, плоской, линейной).
2. Принцип Даламбера для механической системы (метод кинетостатики).  
Определение силы и момента инерции тела при различных движениях.

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12**

1. Векторный способ задания движения точки (Закон движения, траектория, скорость, ускорение точки).
2. Основные понятия ТММ (деталь, звено, кинематическая пара, цепь и др).

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»**  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13**

1. Координатный способ задания движения точки (Закон движения, траектория, скорость, ускорение точки).
2. Основные виды механизмов по функциональному признаку

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»**  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14**

1. Естественный способ задания движения точки (Закон движения, траектория, скорость, ускорение точки).
2. Структура механизмов. Классификация звеньев и кинематических пар

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»

(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»**  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15**

1. Переход от векторного к координатному и от координатного к естественному способу задания движения точки.
2. Группы Ассура. Степень подвижности механизма. Степень подвижности группы Ассура.

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»

(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»**  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16**

1. Простейшие движения твердого тела и их кинематические характеристики. Угловая скорость и угловое ускорение при вращении тела вокруг неподвижной оси.
2. Кинематический анализ и синтез механизмов.

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»

(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»**  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17**

1. Графо-аналитическое исследование механизма. Построение плана положений, скоростей и ускорений. Понятие масштаба.
2. Скорости и ускорения точек при вращении тела вокруг неподвижной оси.

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»

(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»**  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18**

1. Силовой расчет механизмов. Движущие силы, силы сопротивления. Силы инерции звеньев плоских механизмов.
2. Плоско-параллельное движение твердого тела. Уравнения плоского движения.

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»**  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19**

1. Статически определяемые и неопределяемые задачи. Равновесие системы тел (составной конструкции)
2. Способы определения скорости точки (Теорема о равенстве проекций скоростей точек на прямую, их соединяющую, метод полюса)

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»**  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20**

1. Мгновенный центр скоростей. Способы его нахождения. Определение скоростей точек при плоском движении тела через МЦС.
2. Основные понятия и определения сопротивления материалов (виды материальных объектов, прочность, жесткость, устойчивость). Внутренние силовые факторы. Метод сечений.

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»

(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21**

1. Мгновенный центр скоростей. Способы его нахождения. Определение скоростей точек при плоском движении тела через МЦС.
2. Понятие напряжения, деформации. Закон Гука.

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»

(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22**

1. Определение ускорений точек тела при плоском движении (метод полюса)
2. Центральное растяжение-сжатие. Расчеты на прочность и жесткость

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23**

1. Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки. Углы Эйлера. Корабельные углы. Мгновенная ось вращения.
2. Изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факторов

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)**  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

**Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24**

1. Сложное движение точки (относительное, переносное и абсолютное движение точки). Теорема о сложении скоростей в сложном движении точки.
2. Классификация механизмов, узлов и деталей. Критерии работоспособности и влияющие на них факторы.

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»

(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 25**

1. Ускорение точки при сложном движении (Теорема Кориолиса). Ускорение Кориолиса.
2. Механические передачи. Расчет цилиндрических и зубчатых передач на изгиб и контактную прочность.

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Волжский государственный  
университет водного транспорта»

(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)  
ул. Нестерова, 5а, Нижний Новгород,  
603951  
Тел. (831)419-79-51

Кафедра «Подъемно-транспортных машин и  
машинеремонта»

Экзамен по дисциплине «Механика»  
Специальность 26.05.05 «Судовождение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 26**

1. Законы классической механики. Масса, ускорение, сила. Системы единиц измерения.
2. Соединения деталей машин. Неразъемные и разъемные соединения.

Зав. кафедрой ПТМ и МР



И.В.Никитаев