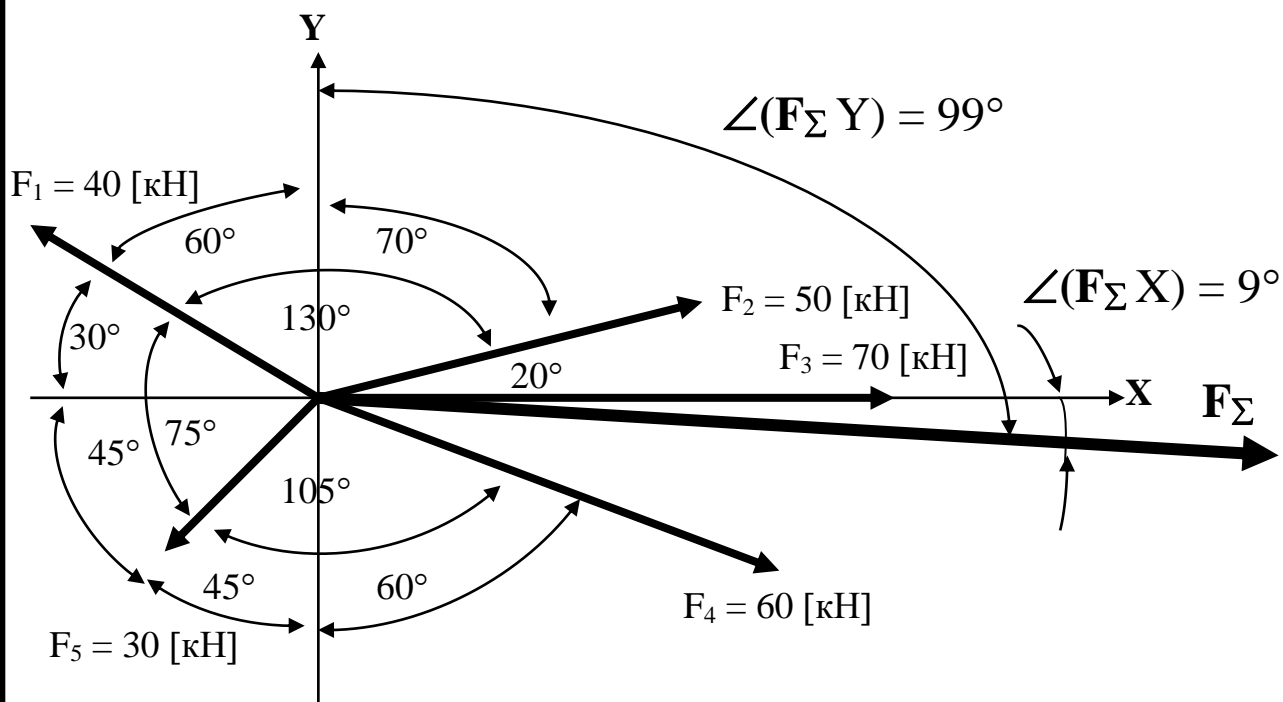


## ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

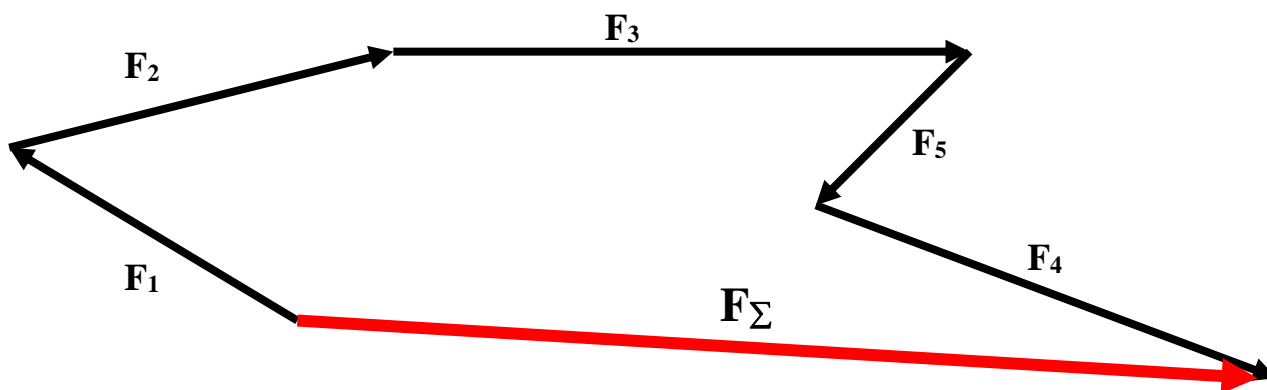
Завдання 1.

Визначити рівнодіючу збіжної системи сил за величиною та напрямком аналітично і графічно.

Варіант	Схема	$F_1, \text{кН}$	$F_2, \text{кН}$	$F_3, \text{кН}$	$F_4, \text{кН}$	$F_5, \text{кН}$	$\alpha_1^\circ$	$\alpha_2^\circ$	$\alpha_3^\circ$
11	2	40	50	70	60	30	20	130	45



1. Геометричний спосіб – побудова силового багатокутника.



<b>ПР.1(1).11</b>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Визначення рівнодійної				
Розробив		Літ.		Аркуш
Перевірила		1		2
Н. контроль		ККМГ ТНУ ім. Вернадського		
Затвердила		гр. МЕТ 21		

1. Аналітичний спосіб – проектування векторів  $F_1, F_2, F_3, F_4, F_5$  на осі X, Y.

$$\begin{aligned}\sum F_{iX} &= -F_1 \cos 30^\circ + F_2 \cos 20^\circ + F_3 + F_4 \cos 30^\circ - F_5 \cos 45^\circ = \\ &= -40 \cdot 0,867 + 50 \cdot 0,939 + 70 + 60 \cdot 0,5 - 30 \cdot 0,7 = 91,27 \text{ [кН]}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum F_{iY} &= F_1 \cos 60^\circ + F_2 \cos 70^\circ - F_4 \cos 60^\circ - F_5 \cos 45^\circ = \\ &= 40 \cdot 0,5 + 50 \cdot 0,342 - 60 \cdot 0,5 - 30 \cdot 0,7 = -13,9 \text{ [кН]}\end{aligned}$$

$$F_\Sigma = \sqrt{(F_{iX})^2 + (F_{iY})^2} = \sqrt{(91,27)^2 + (13,9)^2} = 92,3 \text{ [кН]}$$

$$\cos \angle (F_\Sigma X) = \frac{F_{iX}}{F_\Sigma} = \frac{91,27}{92,3} = 0,988$$

$$\angle (F_\Sigma X) = \text{ArcCos } 0,988 = 9^\circ$$

$$\cos (F_\Sigma Y) = \frac{F_{iY}}{F_\Sigma} = \frac{-13,9}{92,3} = -0,15$$

$$\angle (F_\Sigma Y) = \text{ArcCos } (-0,15) = 180^\circ - 81^\circ = 99^\circ$$

Висновок.

Вектор рівнодіючої збіжної системи сил за величиною  $F_\Sigma = 92,3 \text{ [кН]}$ ,

за напрямком має кути нахилу до осей відповідно:  $\angle (F_\Sigma X) = 9^\circ$

$$\angle (F_\Sigma Y) = 99^\circ$$

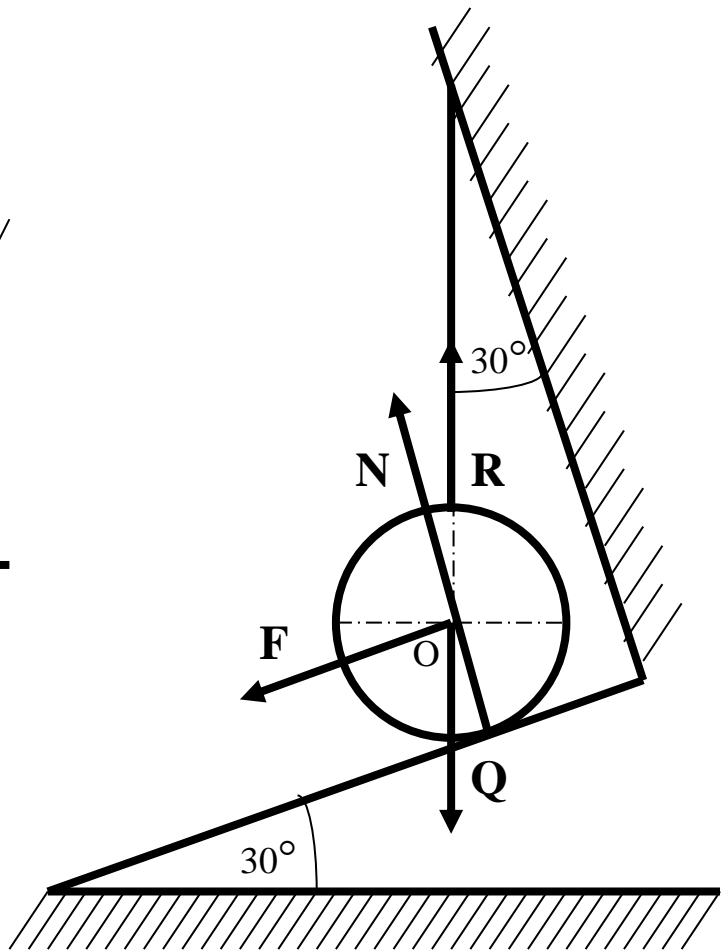
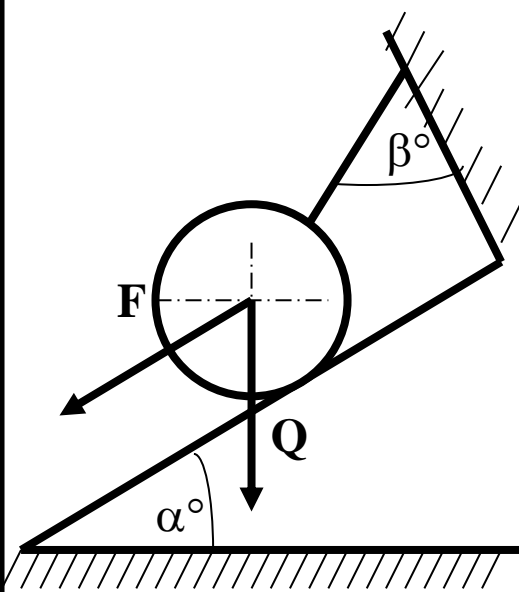
					<b>ПР.1(1).11</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

### Завдання 2

Визначити реакції гладкої і гнучкої в'язей, що утримують тіло, навантажене активними силами, на похилій площині.

Варіант	Рисунок	F кН	Q кН	$\alpha^\circ$	$\beta^\circ$
11	2	10	15	$30^\circ$	$30^\circ$



1. Звільнюємось від в'язей і замінюємо їх дію реакціями в'язей N, R.
2. Раціонально вибираємо систему координатних осей X, Y.

<b>ПР.1(2).11</b>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив				
Перевірила				
Н. контроль				
Затвердила				
Визначення реакцій в'язей			Літ.	Аркуш
			1	2
ККМГ ТНУ ім. Вернадського гр. МЕТ 21				

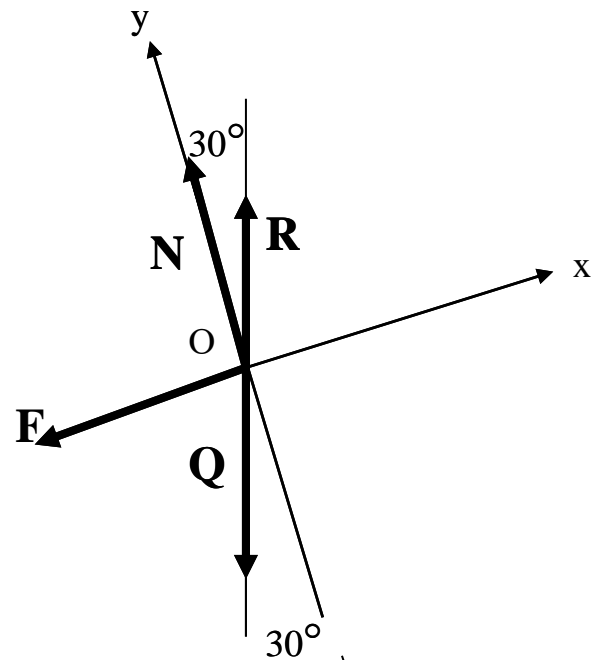
3. Складаємо систему двох рівнянь умови рівноваги збіжної системи сил Q, F, N, R шляхом проектування їх на осі X, Y.

$$\begin{cases} \sum F_{ix} = 0 \\ \sum F_{iy} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} -F + R \cos 60^\circ - Q \cos 60^\circ = 0 \\ N + R \cos 30^\circ - Q \cos 30^\circ = 0 \end{cases}$$

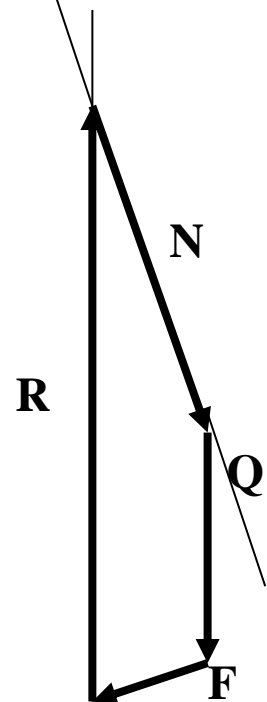
$$R = \frac{Q \cdot \cos 60^\circ + F}{\cos 60^\circ} = 35 \text{ [кН]};$$

$$N = Q \cos 30^\circ - R \cos 30^\circ \approx -17 \text{ [кН]}.$$



4. Перевірка:

Геометрична – побудова замкнутого силового багатокутника.



Висновок:

реакції в'язей визначені правильно;

реакція гладкої в'язі  $N \approx 17$  [кН], негативний знак коректує напрямок вектора  $N$  на протилежний прийнятому; реакція гнучкої в'язі  $R = 35$  [кН], напрямок вектора  $R$  прийнятий вірно.

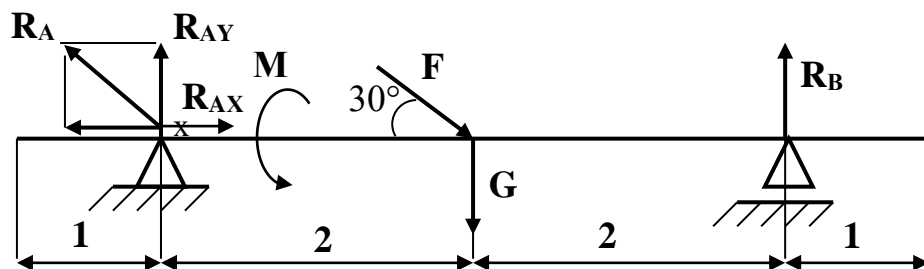
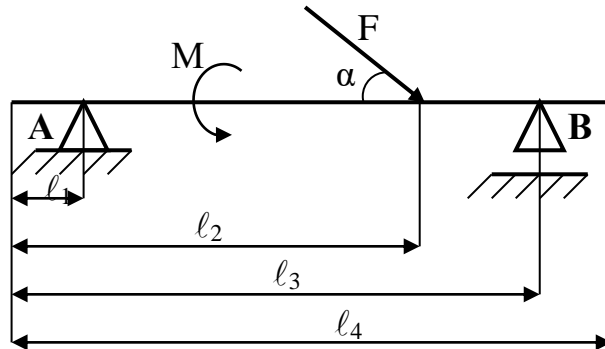
									Арк.
									2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПР.1(2).11				

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

Завдання

Визначити реакції шарнірних опор балки вагою  $G$ .

Варіант	$G$ , кН	$M$ , кНм	$F$ , кН	$\alpha$ , град	$l_1$ , м	$l_2$ , м	$l_3$ , м	$l_4$ , м
31	8	8	10	30	1	3	5	6



1. Звільнюємось від опор і замінюємо їх дію реакціями опор  $R_{AY}$ ,  $R_{AX}$ ,  $R_B$  у точках опор.

<b>ПР.2.31</b>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив				
Перевірила				
Н. контроль				
Затвердила				
Визначення реакцій опор балки			Літ.	Аркуш
			1	2
ККМГ ТНУ ім. Вернадського гр. КМ 31				

2.Складаємо систему трьох рівнянь умови рівноваги балки на двох шарнірних опорах.

$$\begin{cases} \sum F_{iX} = 0 \\ \sum M_A(F_i) = 0 \\ \sum M_B(F_i) = 0 \end{cases} \begin{cases} R_{AX} + F \cos 30^\circ = 0 \\ -R_B \cdot 4 + G \cdot 2 + F \cdot 2 \sin 30^\circ - M = 0 \\ R_{AY} \cdot 4 - G \cdot 2 - F \cdot 2 \sin 30^\circ - M = 0 \end{cases}$$

$$R_{AX} = -F \cos 30^\circ = -10 \cdot 0,86 = -8,6 \text{ [кН]}$$

$$R_B = \frac{G \cdot 2 + F \cdot 2 \cdot \sin 30^\circ - M}{4} = \frac{8 \cdot 2 + 10 \cdot 2 \cdot 0,5 - 8}{4} = 4,5 \text{ [кН]}$$

$$R_{AY} = \frac{G \cdot 2 + F \cdot 2 \cdot \sin 30^\circ + M}{4} = \frac{8 \cdot 2 + 10 \cdot 2 \cdot 0,5 + 8}{4} = 8,5 \text{ [кН]}$$

3.Перевірка  $\sum F_{iY} = 0$

$$\begin{aligned} R_{AY} + R_B - G - F \cos 60^\circ &= 0 \\ 8,5 + 4,5 - 8 - 10 \cdot 0,5 &= 0 \end{aligned}$$

Висновок:

реакції шарнірних опор балки визначені правильно;

реакції шарніра А:

**$R_{AX} = 8,6$  [кН]**, негативний знак коректує напрямок вектора  $R_{AX}$  на протилежний прийнятому;

**$R_{AY} = 8,5$  [кН]**, напрямок вектора  $R_{AY}$  вибраний вірно;

$$R_A = \sqrt{(R_{AX})^2 + (R_{AY})^2} = \sqrt{8,6^2 + 8,5^2} = 10,3 \text{ [кН]};$$

реакція шарніра В:

**$R_B = 4,5$  [кН]** напрямок вектора  $R_B$  вибраний вірно.

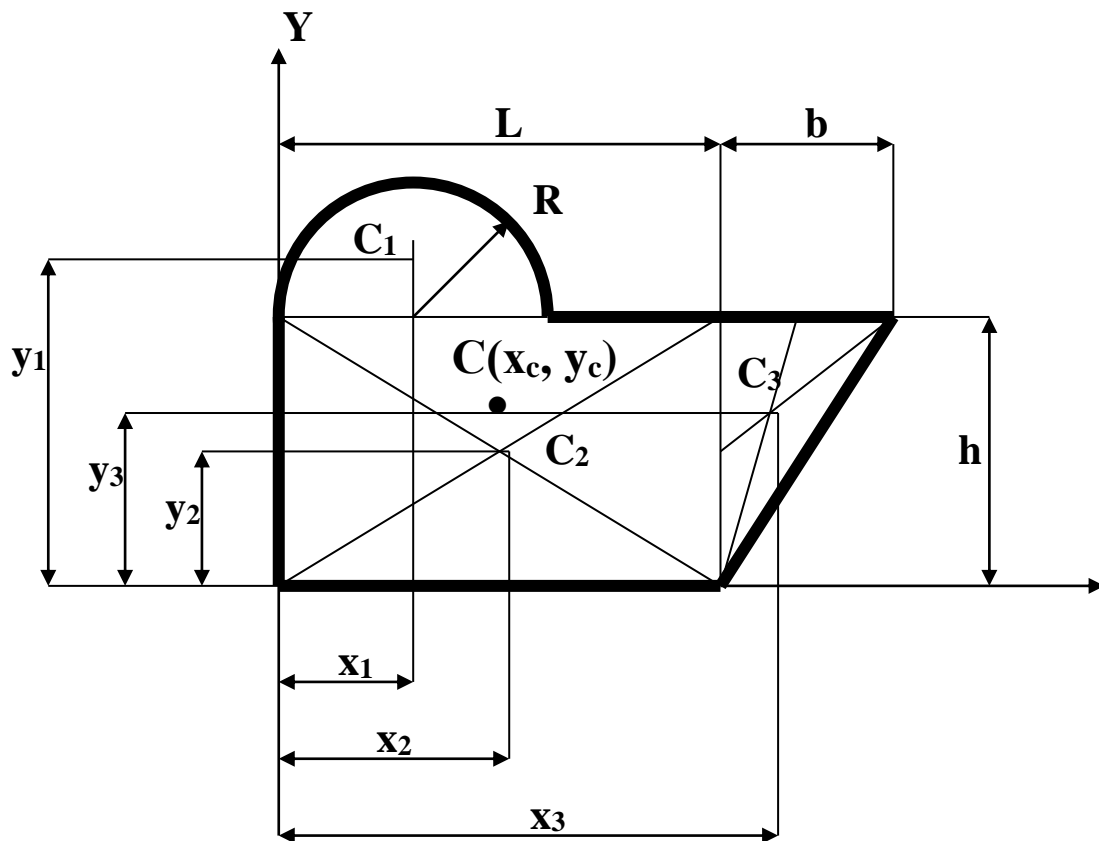
					<b>ПР.2.31</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

Завдання .

Визначити координати центру ваги плоскої фігури.

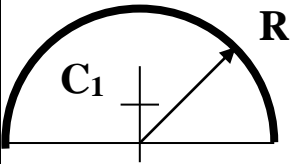
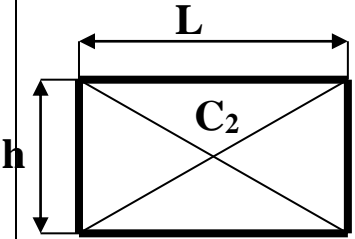
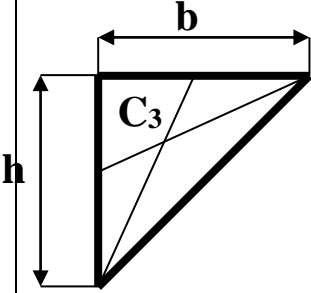
Варіант	Рисунок	R см	h см	L см	b см
31	1	20	45	50	30



1. Розіб'ємо плоску фігуру на елементарні геометричні фігури з центрами ваг  $C_1, C_2, C_3$ .

2. Проставимо координати точок  $C_1 (x_1, y_1), C_2 (x_2, y_2), C_3 (x_3, y_3)$ .

					<b>ПР.3.31</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Визначення координат центру ваги		
Розробив							
Перевірила							
Н.контроль							
Затвердила					Літ.	Аркуш	Аркушів
						1	2
ККМГ ТНУ ім. Вернадського гр. М 21							

№	Фігура	Площа $A_i$ см <sup>2</sup>	координати	
			$x_i$ , см	$y_i$ , см
1		$A_1 = \frac{\pi \cdot R^2}{2} =$ $= \frac{3,14 \cdot 20^2}{2} = 628$	$x_1 = R = 20$	$y_1 =$ $h + \frac{4}{3} R \frac{\sin \frac{\pi}{2}}{\pi} =$ $= 45 + 8,5 = 53,5$
2		$A_2 = Lh =$ $= 50 \cdot 45 =$ $= 2250$	$x_2 = \frac{L}{2} =$ $= \frac{50}{2} = 25$	$y_2 =$ $= \frac{h}{2} = \frac{45}{2} = 22,5$
3		$A_3 =$ $\frac{1}{2}bh = \frac{1}{2} \cdot 30 \cdot 45 =$ $= 675$	$x_3 = L + \frac{1}{3}b =$ $50 + \frac{1}{3} \cdot 30 = 60$	$y_3 = \frac{2}{3}h = \frac{2}{3} \cdot 45 =$ $= 30$

3. Визначаємо координати центру ваги фігури: 
$$\begin{cases} X_C = \frac{\sum A_i \cdot x_i}{\sum A_i} \\ Y_C = \frac{\sum A_i \cdot y_i}{\sum A_i} \end{cases}$$

$$X_C = \frac{628 \cdot 20 + 2250 \cdot 25 + 675 \cdot 60}{628 + 2250 + 675} = 30,76 \text{ [см]}$$

$$Y_C = \frac{628 \cdot 53,5 + 2250 \cdot 22,5 + 675 \cdot 30}{628 + 2250 + 675} = 29,4 \text{ [см]}$$

Висновок: положення центру ваги плоскої фігури т. С( $x_c$ ,  $y_c$ ) визначається координатами 
$$\begin{cases} x_c = 30,76 \text{ [см]}, \\ y_c = 29,4 \text{ [см]}. \end{cases}$$

					<b>ПР.3.31</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2