

Министерство образования и молодежной политики Свердловской области  
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение  
Свердловской области  
**«Уральский колледж технологий и предпринимательства»**  
(ГАПОУ СО «УКТП»)

Преподаватель ВКК Мишарина Наталья Юрьевна

Обратная связь осуществляется : 8 912 669 76 26,

эл.почта [teslia@uralweb.ru](mailto:teslia@uralweb.ru)

группа в Контакте «Строители колледж», <https://vk.com/groups>

в личку <https://vk.com/feed>

WhatsApp по телефону 8 953 821 01 05

Дисциплина Техническая механика

Тема. Плоская система сходящихся сил

**Задача № 7. «Определение центра тяжести сложной фигуры»**

**Литература**

В группе «Строители колледж» В Контакте учебник Сеткова В.И.

Сборник задач по технической механике – варианты стр.26-30.

<https://vk.com/groups>

Срок сдачи: **15.01.2021**

Вид учебного занятия: практическое занятие по **видео-уроку**

# Требования к выполненной работе:

1. Чертёж должен быть чётким, не мелким, примерно на треть страницы, цифры написаны чертёжным шрифтом
2. Соблюдаем толщину основных толстых и тонких размерных линий
3. Не должно быть зачёркиваний, исправлений, пересечения размерных линий. Пользуйтесь штрихом или черновиками
4. В решении между строчками должен быть пробел
5. Оформление задачи: Дано, что сделать, решение, ответ.
6. Все единицы измерения должны быть проставлены.
7. **Поясняющий текст к задаче ВСЬ** записываем, без этого не выше тройки.

# Критерии оценивания задачи

- Оценка **«отлично»** выставляется при **правильно** решённой задаче: **аккуратно и чисто**, в соответствии с требованиями, **оформленном решении**, при **максимальной самостоятельности**.
- Оценка **«хорошо»** выставляется при **правильно** решенной задаче, при наличии в ходе решения **незначительных** исправлений и помарок, с подсказками преподавателя
- Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если после проверки в работе будут исправлены все ошибки и она будет оформлена в соответствии с требованиями.
- Во всех остальных случаях работа не засчитывается

## **Задача №7.**

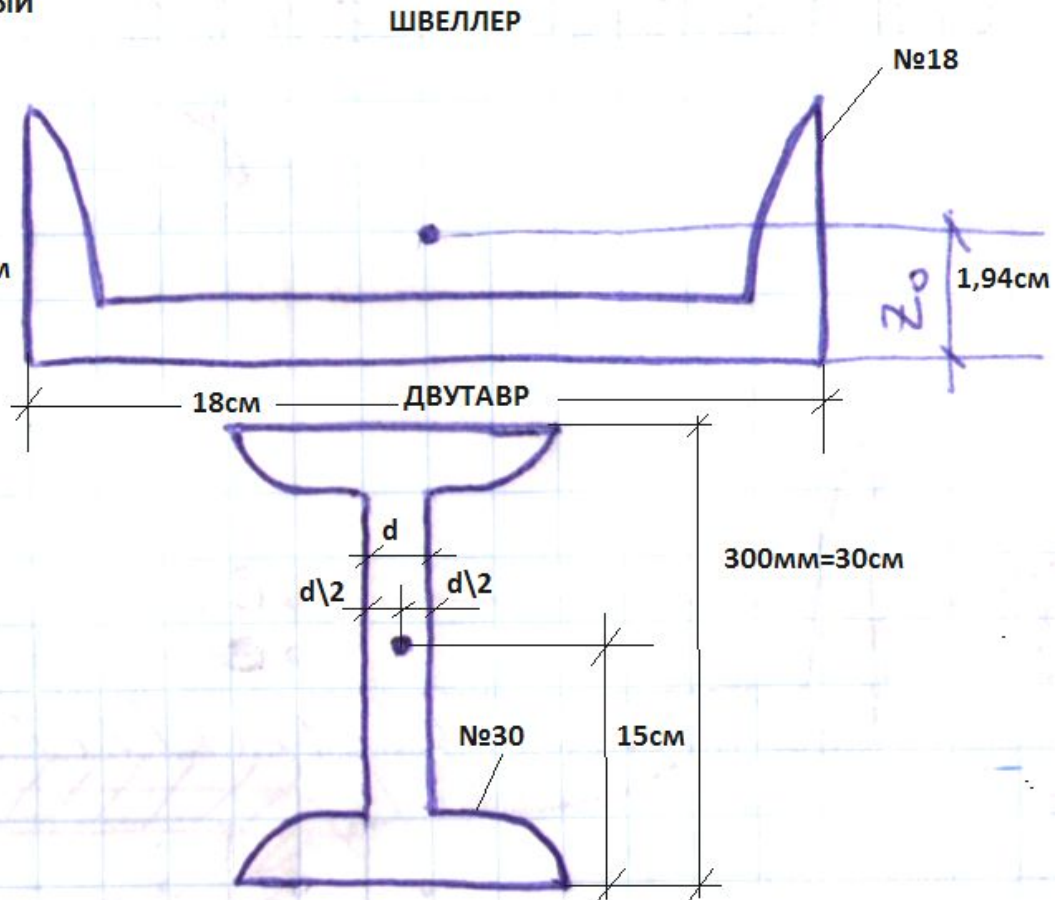
**«Определение центра тяжести  
сложной фигуры»**

# Общий центр тяжести (ОЦТ):

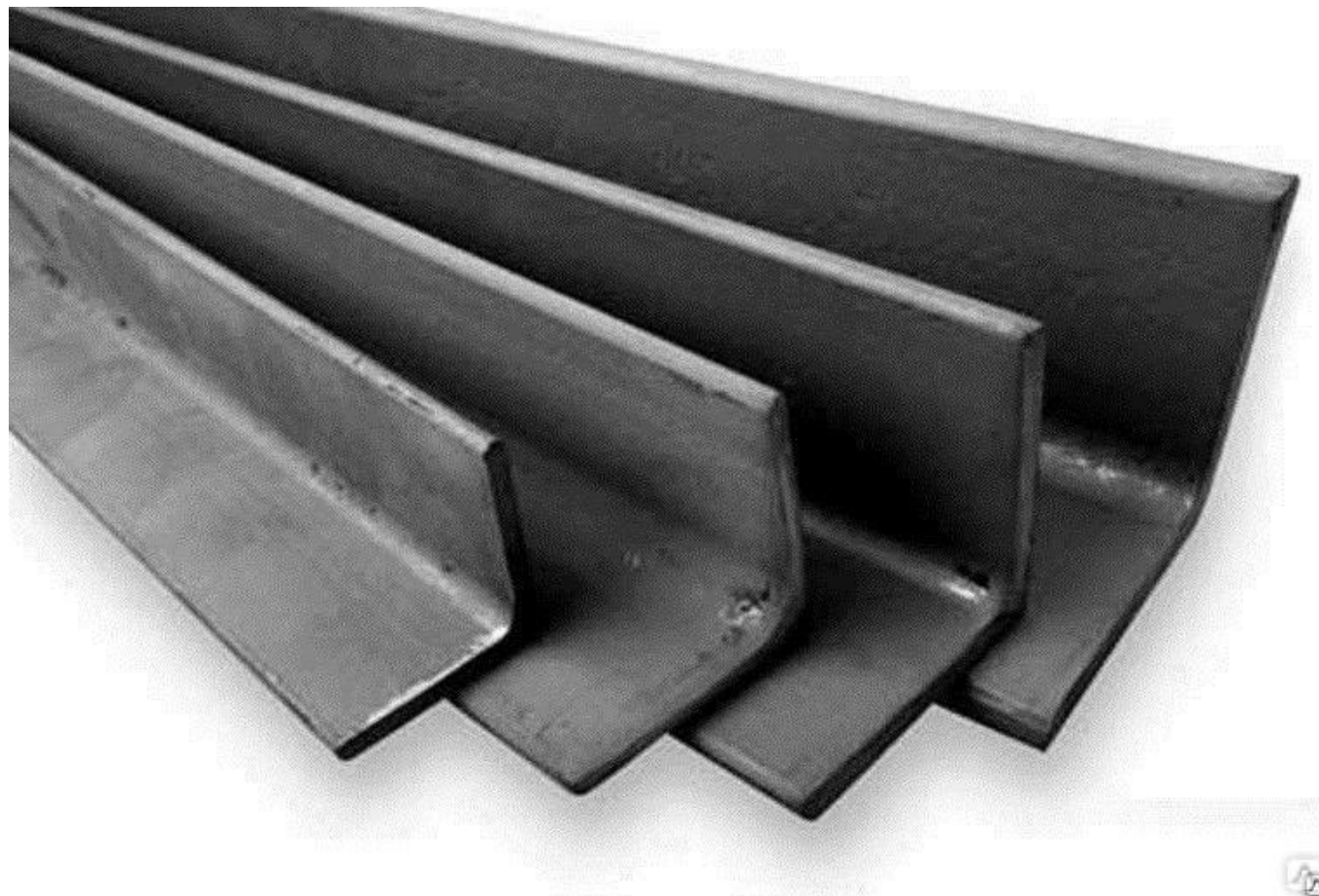
- А) точка приложения равнодействующей силы **тяжести** всех частей тела.
- Б) определение положения ОЦТ тела играет важную роль при решении механики движений.
- В) равновесие и устойчивость тела определяют положением ОЦТ тела по отношению к опорной поверхности
- Г) устойчивость тела сохраняется, пока вертикаль из ОЦТ, не выходит за границы площади опоры. Когда вертикаль выходит за пределы площади опоры, равновесие нарушается и тело падает.

- **Записать!**

# Профили сортамента



# Уголки равнополочные

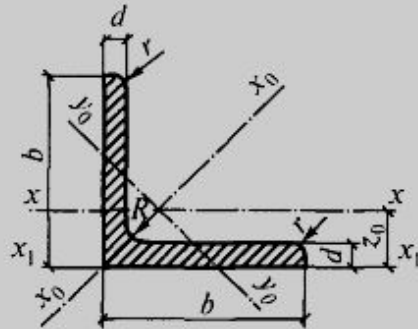


## Приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Таблица I

Сталь прокатная угловая равнополочная (ГОСТ 8609—86)



Обозначения:

$b$  — ширина полки;

$d$  — толщина полки;

$R$  — радиус внутреннего закругления;

$r$  — радиус закругления полки;

$J$  — момент инерции;

$i$  — радиус инерции;

$z_0$  — расстояние от центра тяжести до полки.

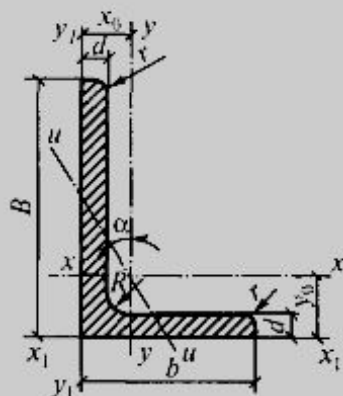
Номер профиля	Размеры, мм				Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Масса 1 м длины, кг	Справочные величины для осей							
	$b$	$d$	$R$	$r$			$x-x$		$x_0-x_0$		$y_0-y_0$		$x_1-x_1$	$z_0, \text{см}$
							$J_x, \text{см}^4$	$i_x, \text{см}$	$J_{x_0 \max}, \text{см}^4$	$i_{x_0 \max}, \text{см}$	$J_{y_0 \min}, \text{см}^4$	$i_{y_0 \min}, \text{см}$		
4,5	45	3	5	1,7	2,65	2,08	5,13	1,39	8,13	1,75	2,12	0,89	9,04	
		4			3,48	2,73	6,63	1,38	10,50	1,74	2,74	0,89	12,10	1,26
		5			4,29	3,37	8,03	1,37	12,70	1,72	3,33	0,88	15,30	1,30
5	50	3	5,5	1,8	2,96	2,32	7,11	1,55	11,3	1,95	2,95	1,00	12,4	1,33
		4			3,89	3,05	9,21	1,54	14,6	1,94	3,80	0,99	16,6	1,38
		5			4,80	3,77	11,20	1,53	17,8	1,92	4,63	0,98	20,9	1,42
5,6	56	4	6	2	4,38	3,44	13,10	1,73	20,8	2,18	5,41	1,11	23,3	1,52
		5			5,41	4,25	16,00	1,72	25,4	2,16	6,59	1,10	29,2	1,57



# Уголки неравнополочные



## Сталь прокатная угловая неравнополочная (ГОСТ 8510—86)



Обозначения:

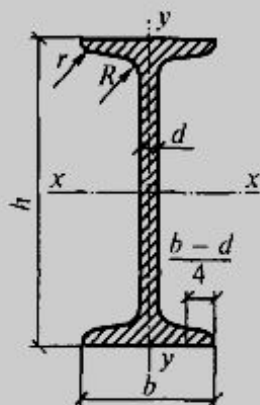
 $B$  — ширина большой полки; $b$  — ширина малой полки; $d$  — толщина полки; $R$  — радиус внутреннего закругления; $r$  — радиус закругления полки; $J$  — момент инерции; $i$  — радиус инерции; $x_0, y_0$  — расстояния от центра тяжести до наружных граней полок.

Номер профиля	Размеры, мм					Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Масса 1 м длины, кг	Справочные величины для осей										Тангенс угла $\alpha$
	$B$	$b$	$d$	$R$	$r$			$x-x$		$y-y$		$x_1-x_1$		$y_1-y_1$		$u-u$		
								$J_x$ , см <sup>4</sup>	$i_x$ , см	$J_y$ , см <sup>4</sup>	$i_y$ , см	$J_{x_1}$ , см <sup>4</sup>	$y_0$ , см	$J_{y_1}$ , см <sup>4</sup>	$x_0$ , см	$J_{u \min}$ , см <sup>4</sup>	$i_{u \min}$ , см	
5,5/3,6	56	36	4	6	2	3,58	2,81	11,4	1,78	3,7	1,02	23,2	1,82	6,25	0,84	2,19	0,78	0,506
			5			4,41	3,46	13,8	1,77	4,48	1,01	29,2	1,86	7,91	0,88	2,66	0,78	0,404
6,3/4	63	40	4	7	2,3	4,04	3,17	16,3	2,01	5,16	1,13	33,0	2,03	8,51	0,91	3,07	0,87	0,397
			5			5,98	3,91	19,9	2,00	6,26	1,12	41,4	2,08	10,80	0,95	3,73	0,86	0,396
			6			5,90	4,63	23,3	1,99	7,28	1,11	49,9	2,12	13,10	0,99	4,36	0,86	0,393
			8			7,68	6,03	29,6	1,96	9,15	1,09	66,9	2,20	17,90	1,07	5,58	0,85	0,386
7,4/5	70	45	5	7,5	2,5	5,59	4,39	27,8	2,23	9,05	1,27	56,7	2,28	15,20	1,05	5,34	0,98	0,406

# Двутавры



## Сталь прокатная — балки двутавровые (ГОСТ 8239—72)

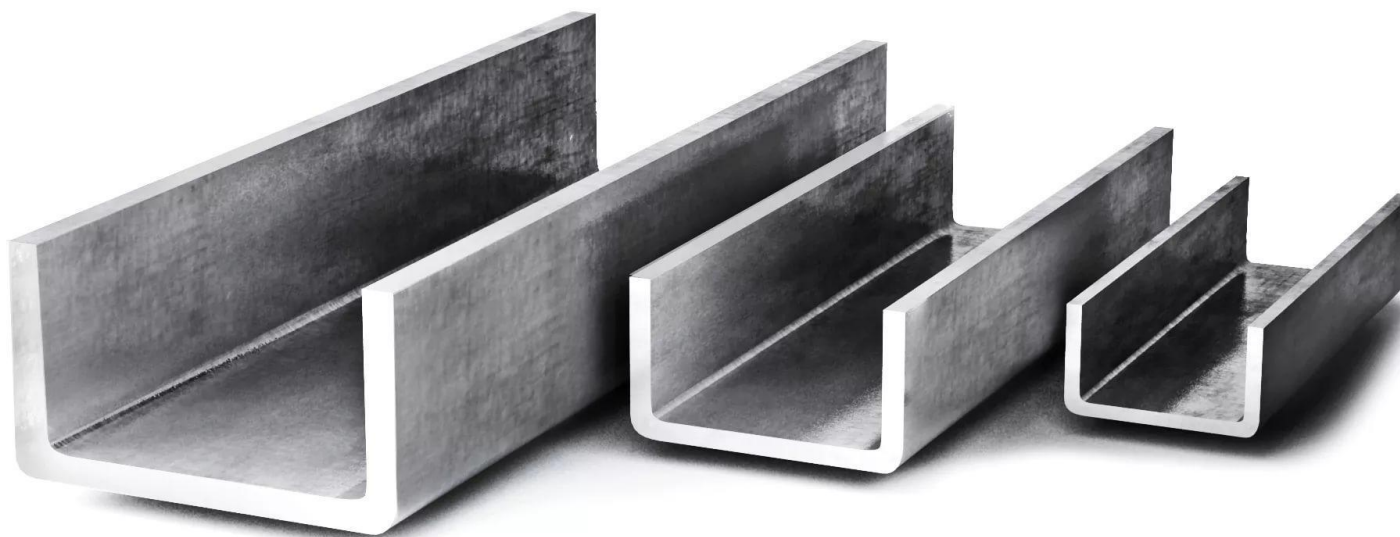


## Обозначения:

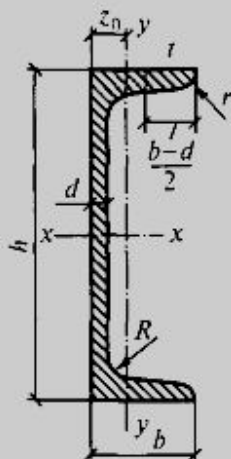
- $h$  — высота балки;  
 $b$  — ширина полки;  
 $d$  — толщина стенки;  
 $t$  — средняя толщина полки;  
 $R$  — радиус внутреннего закругления;  
 $r$  — радиус закругления полки;  
 $J$  — момент инерции;  
 $W$  — момент сопротивления;  
 $S$  — статический момент полусечения;  
 $i$  — радиус инерции.

Номер профиля	Масса 1 м длины, кг	Размеры, мм						Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Справочные величины для осей						
		$h$	$b$	$d$	$t$	$R$	$r$		$x - x$				$y - y$		
									$J_x$ , см <sup>2</sup>	$W_x$ , см <sup>3</sup>	$i_x$ , см	$S_x$ , см <sup>3</sup>	$J_y$ , см <sup>4</sup>	$W_y$ , см <sup>3</sup>	$i_y$ , см
10	9,46	100	55	4,5	7,2	7,0	2,5	12,0	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22
12	11,5	120	64	4,8	7,3	7,5	3,0	14,7	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	13,7	140	73	4,9	7,5	8,0	3,0	17,4	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,5	1,55
16	15,9	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5	20,2	873	109,0	6,57	62,3	58,6	14,5	1,70
18	18,4	180	90	5,1	8,1	9,0	3,5	23,4	1290	143,0	7,42	81,4	82,6	18,4	1,88
18а	19,9	180	100	5,1	8,3	9,0	3,5	25,4	1430	159,0	7,51	89,8	114,0	22,8	2,12

# Швеллеры



## Сталь прокатная — швеллеры (ГОСТ 8240—72)

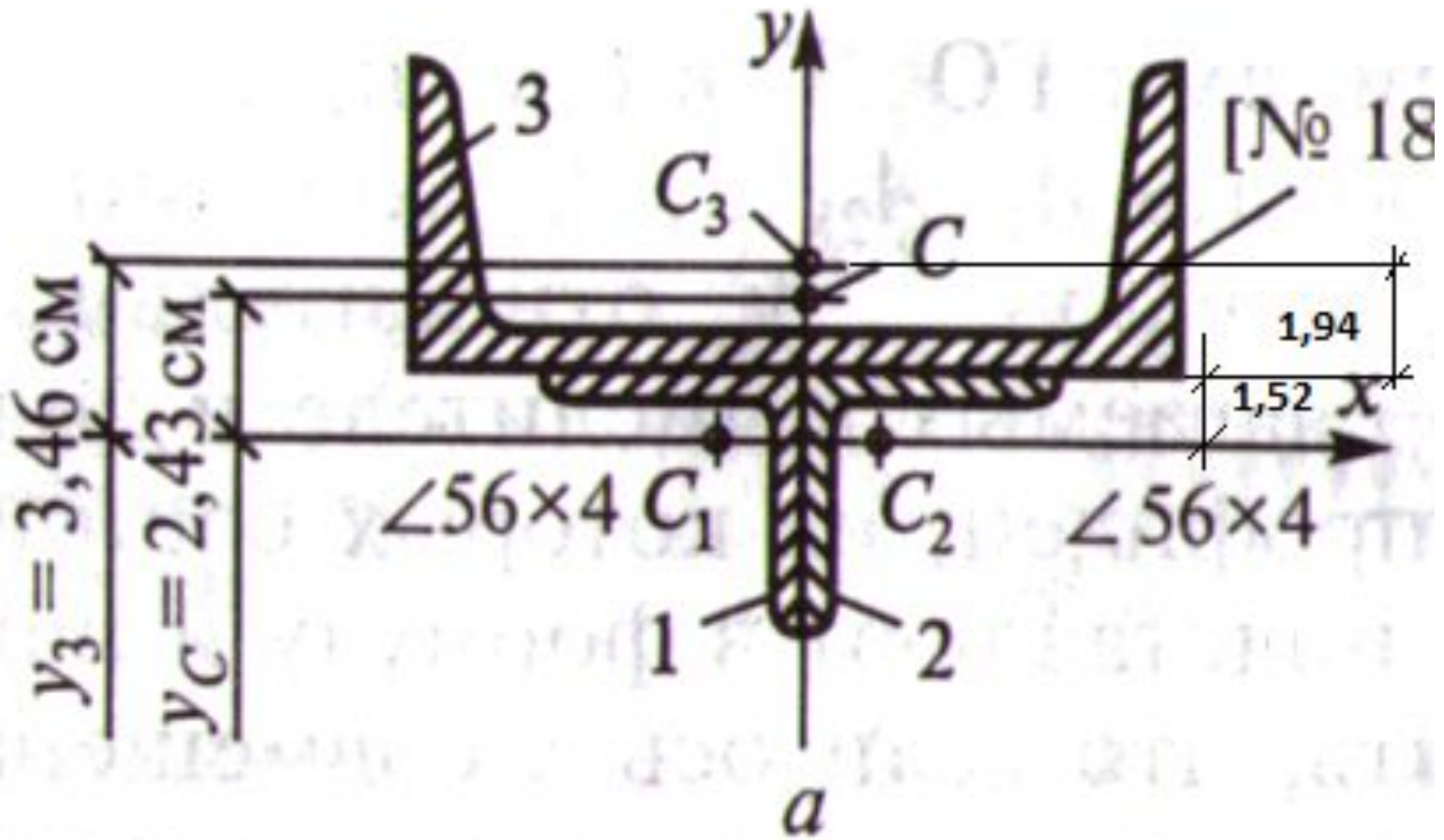


Обозначения:

- $h$  — высота швеллера;  
 $b$  — ширина полки;  
 $d$  — толщина стенки;  
 $t$  — средняя толщина полки;  
 $R$  — радиус внутреннего закругления;  
 $r$  — радиус закругления полки;  
 $J$  — момент инерции;  
 $W$  — момент сопротивления;  
 $S$  — статический момент полусечения;  
 $i$  — радиус инерции;  
 $z_0$  — расстояние от оси  $y$ — $y$  до наружной грани стенки.

Номер профиля	Масса 1 м длины, кг	Размеры, мм						Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Справочные величины для осей							
		$h$	$b$	$d$	$t$	$R$	$r$		$x-x$				$y-y$			$z_0$ , см
									$J_x$ , см <sup>4</sup>	$W_x$ , см <sup>3</sup>	$i_x$ , см	$S_x$ , см <sup>3</sup>	$J_y$ , см <sup>4</sup>	$W_y$ , см <sup>3</sup>	$i_y$ , см	
5	4,84	50	32	4,4	7	6	2,5	6,16	22,8	9,1	1,92	5,59	5,61	2,75	0,954	1,16
6,5	5,9	65	36	4,4	7,2	6	2,5	7,51	48,6	15	2,54	9	8,7	3,68	1,08	1,24
8	7,05	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	8,98	89,4	22,4	3,16	13,3	12,8	4,75	1,19	1,31
10	8,59	100	46	4,5	7,6	7	3	10,9	174	34,8	3,99	20,4	20,4	6,46	1,37	1,44
12	10,4	120	52	4,8	7,8	7,5	3	13,3	304	50,6	4,78	29,6	31,2	8,52	1,53	1,54
14	12,3	140	58	4,9	8,1	8	3	15,6	491	70,2	5,6	40,8	45,4	11	1,7	1,67

# Пример



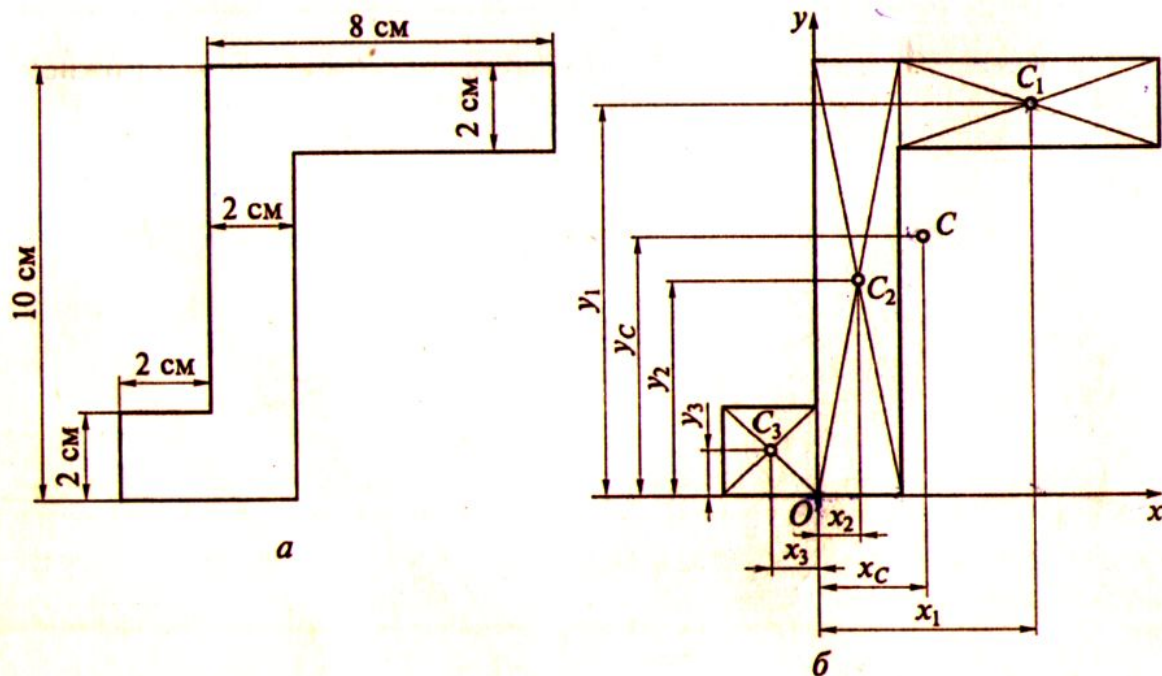
$\Sigma$	36			76	212
----------	----	--	--	----	-----

5. Суммируем значения  $S_i$ ,  $S_i \cdot x_i$ ,  $S_i \cdot y_i$  и записываем результаты в нижней строке.

6. Вычисляем координаты центра тяжести пластины:

$$x_C = \frac{\sum S_i \cdot x_i}{S} = \frac{76}{36} = 2\frac{1}{9} \text{ см}; \quad y_C = \frac{\sum S_i \cdot y_i}{S} = \frac{212}{36} = 5\frac{8}{9} \text{ см}.$$

7. По вычисленным координатам центра тяжести пластины строим ее центр тяжести  $C$ .





# Последовательность выполнения работы

1. Выполнить чертёж с размерами по своему варианту по учебнику Сеткова В.И. Сборник задач по технической механике, – стр.26-30.в группе «Строители колледж» в Контакте <https://vk.com/groups>

**Номер варианта к этой задаче – в приложениях с оценками!!!**

2. Разбиваем сечение на простые фигуры
3. Указываем центр тяжести каждого профиля –  $C_1, C_2, C_3...C_n$
4. Проводим оси  $x$  и  $y$ :
  - А) ось « $y$ » – ось симметрии
  - Б) ось « $x$ » – через нижние (нижний) центры (центр) тяжести
5. Координаты центра тяжести  $X_c$  и  $Y_c$ .  $X_c = 0$  для фигуры, симметричной относительно оси « $y$ »
6.  $Y_c = \frac{A_1 \cdot Y_1 + A_2 \cdot Y_2 + A_3 \cdot Y_3}{A_1 + A_2 + A_3}$

# Формулы для $X_c$ и $U_c$

$$1) x_c = \frac{A_1 x_1 + A_2 x_2 + \dots + A_n x_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n};$$

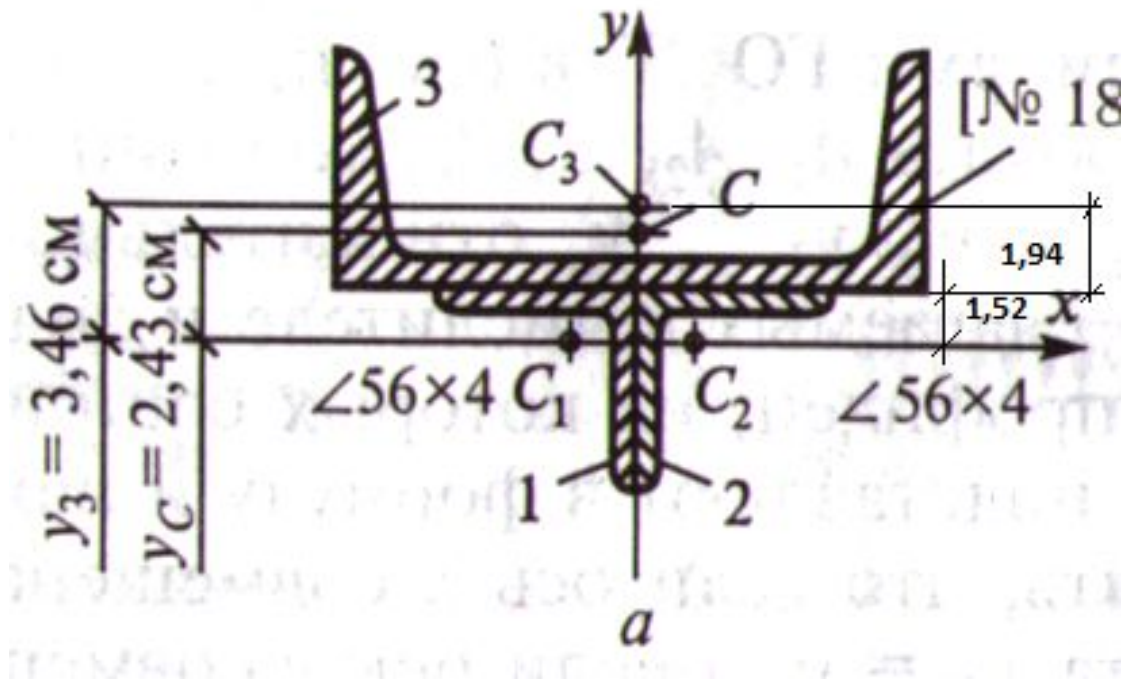
$$2) y_c = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2 + \dots + A_n y_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}.$$

7. Находим по сортаменту для своих профилей  
площади сечений

$A_1, A_2, A_3 \dots A_n$

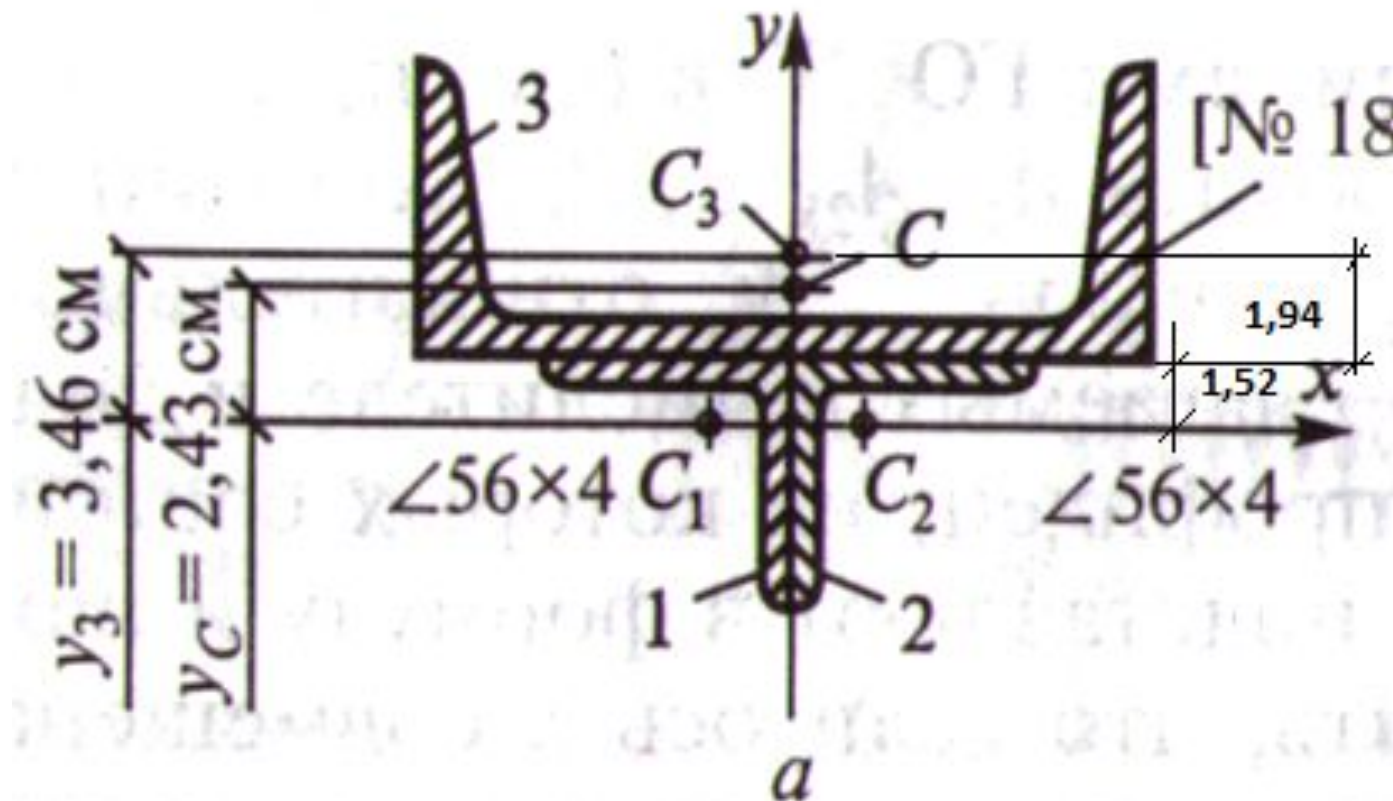
8. Находим по сортаменту и чертежу расстояния

$y_1, y_2, y_3 \dots A_n$



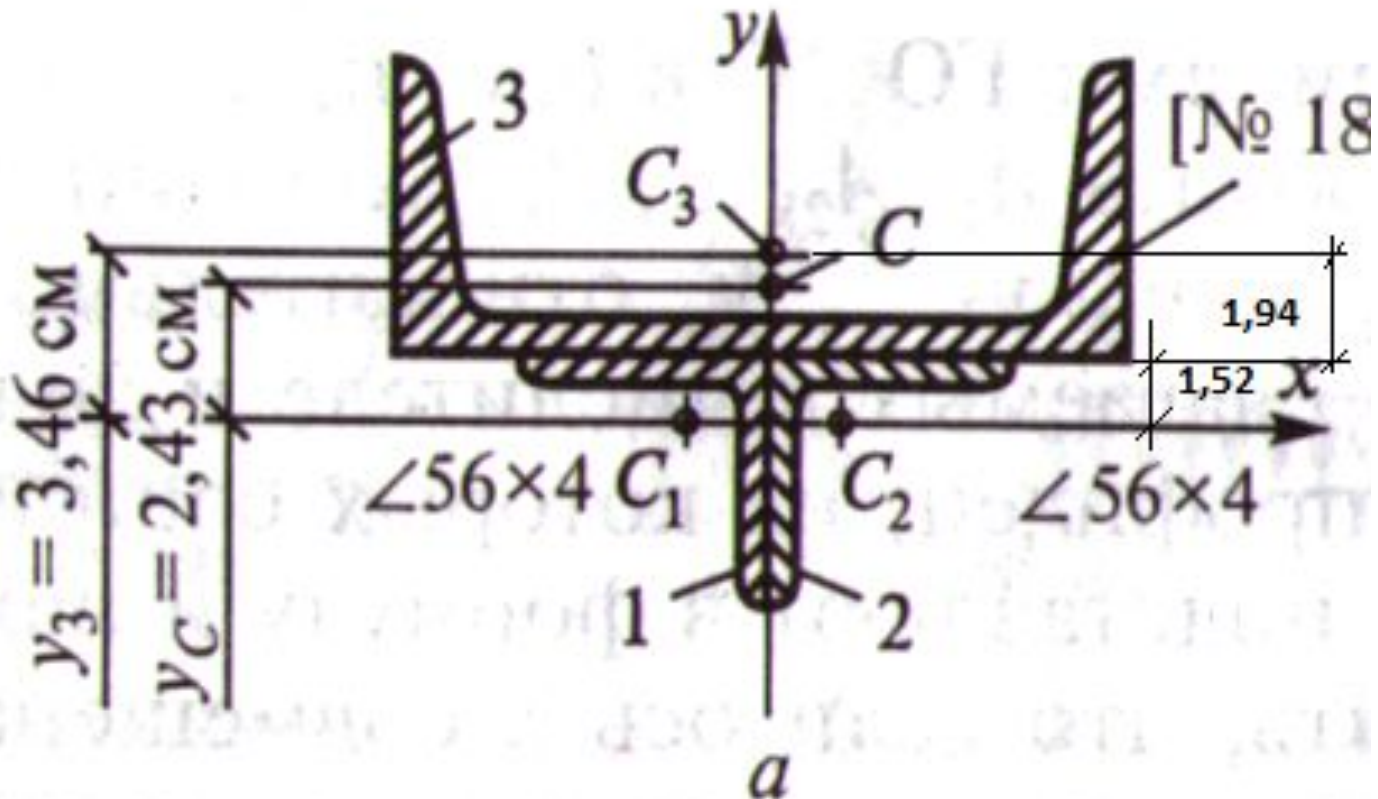
$Y_1$  – расстояние по вертикали от оси  $x$  до центра тяжести первой фигуры  $C_1 \rightarrow \underline{y_1=0}$

$Y_2$  – расстояние по вертикали от оси  $x$  до центра тяжести второй фигуры  $C_2 \rightarrow \underline{y_2=0}$



$Y_3$  – расстояние по вертикали от оси  $x$  (центра  $O$ ) до центра тяжести третьей фигуры  $C_3$

$$Y_3 = 1,52 + 1,94 = 3,46 \text{ см}$$



# Приведём данные к таблице

у	А
$Y_1 = 0$	$A_1 = 4,38\text{см}^2$
$Y_2 = 0$	$A_2 = 4,38\text{см}^2$
$Y_3 = 3,46 \text{ см}$	$A_3 = 20,7\text{см}^2$

$$1) x_C = \frac{A_1 x_1 + A_2 x_2 + \dots + A_n x_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n};$$

$$2) y_C = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2 + \dots + A_n y_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}.$$

$$y_C = \frac{4,38 \cdot 0 + 4,38 \cdot 0 + 20,7 \cdot 3,46}{4,38 + 4,38 + 20,7} = \frac{71,62}{29,46} = 2,43 \text{ CM}$$

Проверка:  $Y_1 = Y_2 = 4,08 \text{ см}$   $Y_3 = 5,6 + 1,94 = 7,54 \text{ см} \approx 7,5 \text{ см}$

по той же формуле  $Y_c = 6,51 \text{ см}$

$$4,08 + 2,43 = 6,51$$

