



*Федеральное агентство по рыболовству*  
*Федеральное государственное бюджетное образовательное*  
*учреждение высшего образования*  
**«Астраханский государственный технический университет»**  
Система менеджмента качества в области образования, воспитания, науки и инноваций сертифицирована  
ООО «ДКС РУС» по международному стандарту ISO 9001:2015

Институт морских технологий, энергетики и транспорта

Кафедра «Механика и инженерная графика»

# **ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ  
ПО КУРСУ «МЕХАНИКА»**

для студентов направлений

21.03.01 Нефтегазовое дело

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

20.03.02 Природообустройство и водопользование

18.03.01 Химическая технология

Астрахань 2023

**УДК 539.3**

**Хахов А.А.**

Геометрические характеристики плоских сечений. Методические указания и контрольные задания по курсу «Механика». – Астрахань: АГТУ, 2023. – 26с.

В пособии представлены методика расчета основных геометрических характеристик плоских сечений и контрольные задания.

Пособие предназначено в помощь студентам для подготовки к текущей аттестации по курсам «Механика», «Прикладная механика» и «Сопротивление материалов».

Методическое пособие обсуждено и рекомендовано к изданию на заседании кафедры «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

Протокол заседания кафедры № 2 от 21.03.2023г.

Рецензент: Славин Б.М., заведующий кафедрой «Механика и инженерная графика», к. т. н., доцент.

© Хахов А.А., 2023

© Астраханский государственный  
технический университет, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Основные теоретические сведения.....                                 | 4  |
| 2. Пример расчета геометрических характеристик<br>плоского сечения..... | 9  |
| 3. Контрольные задания.....                                             | 15 |
| Список литературы.....                                                  | 17 |
| Приложения.....                                                         | 18 |

# 1. Основные теоретические сведения

## 1.1. Статические моменты сечения

Любое сечение бруса имеет определенную геометрическую форму и площадь  $A$  (рис. 1.1).

Выделим в сечении элементарную площадку  $dA$ , положение которой определено координатами  $x$  и  $y$ . Статическим моментом сечения  $S$  называется интеграл по площади произведения элементарной площадки на расстояние до оси. Статические моменты сечения относительно осей  $x$  и  $y$  будут соответственно равны

$$S_x = \int_A dA \cdot y; \quad S_y = \int_A dA \cdot x.$$

## 1.2. Определение центра тяжести сечения

Статические моменты сечения относительно осей, проходящих через центр тяжести, равны нулю, поэтому их используют для определения координат центров тяжести сечения. Для этого проводят вспомогательные оси  $x$  и  $y$  и координаты центра тяжести сечения определяют по зависимостям:

$$x_c = \frac{S_y}{A}; \quad y_c = \frac{S_x}{A}.$$

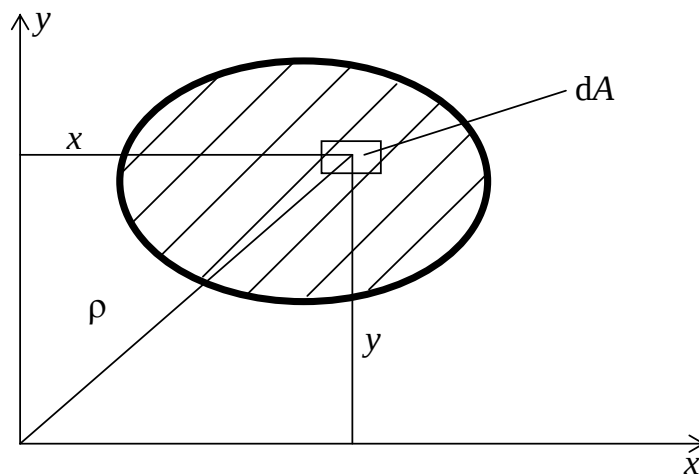


Рисунок 1.1 - Координаты элементарной площадки плоского сечения

## 1.3. Моменты инерции сечения

Осевым моментом инерции сечения  $I$  называется интеграл по площади произведения элементарной площадки на квадрат расстояния до оси. Осевые моменты инерции сечения относительно осей  $x$  и  $y$  будут соответственно равны

$$I_x = \int_A dA \cdot y^2; \quad I_y = \int_A dA \cdot x^2.$$

Полярным моментом инерции сечения  $I_\rho$  называется интеграл по площади произведения элементарной площадки на квадрат расстояния до начала координат.

$$I_\rho = \int_A dA \cdot \rho^2.$$

Учитывая, что  $\rho^2 = x^2 + y^2$ , получаем  $I_\rho = I_x + I_y$ .

Полярный момент инерции сечения равен сумме осевых моментов инерции сечения.

Центробежным моментом инерции сечения  $I_{xy}$  называется интеграл по площади произведения элементарной площадки на расстояния до осей.

$$I_{xy} = \int_A dA \cdot x \cdot y.$$

Если сечение имеет ось симметрии, то центробежный момент инерции сечения равен нулю.

#### 1.4. Определение моментов инерции простых геометрических фигур

Рассмотрим определения момента инерции прямоугольного сечения относительно оси, проходящей через центр тяжести (рис. 1.2).

Выделим элементарную площадь  $dA$  на расстоянии  $y$  от центральной оси  $x_c$  толщиной  $dy$ . Согласно определению, осевой момент инерции относительно оси  $x_c$  равен

$$I_{x_c} = \int_A dA \cdot y^2.$$

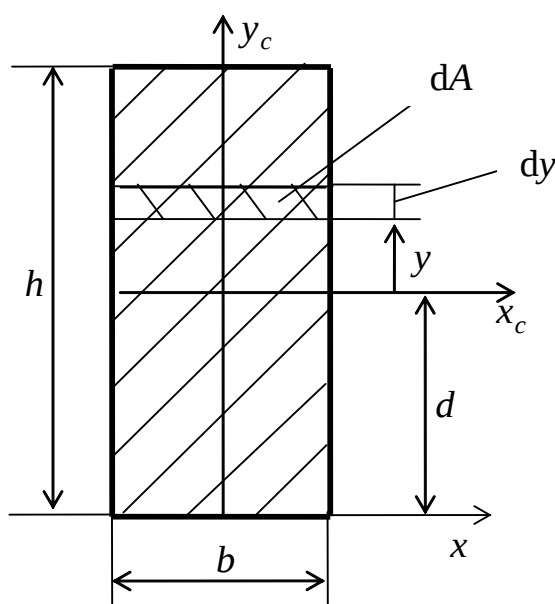


Рисунок 1.2 - К расчету момента инерции прямоугольника

В нашем случае элементарная площадь  $dA = b \cdot dy$ . Подставляя значения  $dA$  и изменяя пределы интегрирования, получаем

$$I_{x_c} = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} y^2 b dy = \frac{by^3}{3} \bigg|_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} = \frac{bh^3}{12}.$$

Аналогичным образом определяются моменты инерции любого плоского сечения (см. Приложение 1).

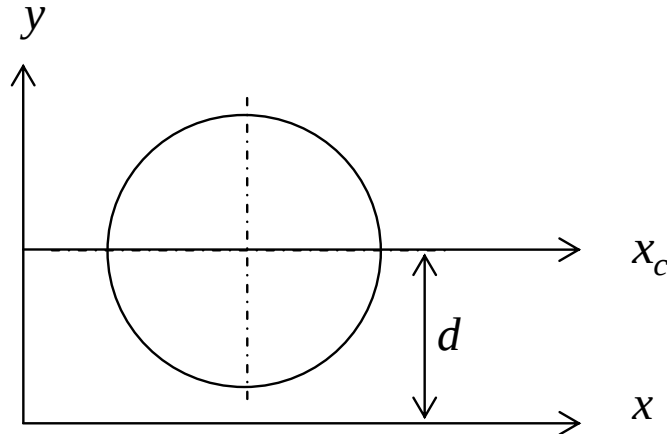


Рисунок 1.3 - К расчету момента инерции относительно оси, параллельной центральной оси

Если известен момент инерции сечения относительно оси проходящей через центр тяжести (рис. 1.3), то момент инерции относительно другой параллельной оси, отстоящей на расстоянии  $d$ , определяется по формуле Штейнера

$$I_x = I_{x_c} + Ad^2.$$

Если сечение имеет сложную геометрическую форму, то его разбивают на простые фигуры и его момент инерции рассчитывают, как сумму моментов инерции отдельных фигур.

### 1.5. Главные оси инерции и главные моменты инерции

Найдем зависимость между моментами инерции относительно осей  $x, y$  и моментами инерции относительно осей  $u, v$ , повернутых на угол  $\alpha$ . Угол  $\alpha$  считается положительным, если поворот осуществляется против часовой стрелки. Пусть координаты элементарной площадки до поворота –  $x, y$ , после поворота –  $u, v$  (рис. 1.4).

Из рисунка следует:

$$u = x \cos \alpha + y \sin \alpha; \quad v = y \cos \alpha - x \sin \alpha.$$

В этом случае

$$I_u = \int_A v^2 dA = \int_A (y \cos \alpha - x \sin \alpha)^2 dA = I_x \cos^2 \alpha + I_y \sin^2 \alpha - I_{xy} \sin 2\alpha;$$

$$I_v = \int_A u^2 dA = \int_A (y \sin \alpha + x \cos \alpha)^2 dA = I_x \sin^2 \alpha + I_y \cos^2 \alpha + I_{xy} \sin 2\alpha;$$

$$I_{uv} = \int_A uv dA = \int_A (x \cos \alpha + y \sin \alpha)(y \cos \alpha - x \sin \alpha) dA = \\ = \frac{I_x - I_y}{2} \sin 2\alpha + I_{xy} \cos 2\alpha.$$

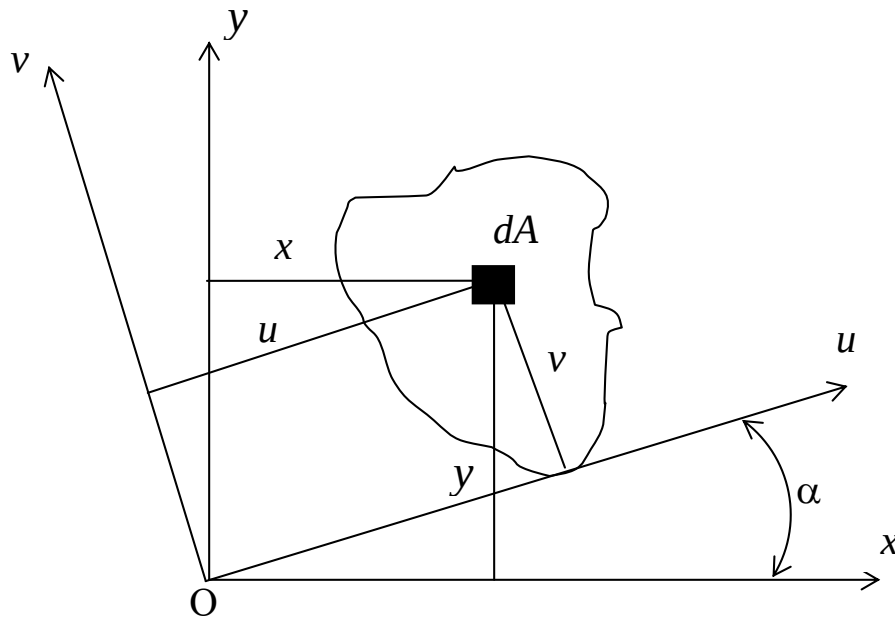


Рисунок 1.4 - К определению моментов инерции относительно повернутых осей

С изменением угла поворота осей  $\alpha$  каждая из величин  $I_u$  и  $I_v$  меняется, а сумма их остается неизменной. Следовательно, существует такое значение  $\alpha = \alpha_0$ , при котором моменты инерции достигают экстремальных значений, т.е. один из моментов инерции достигает своего максимального значения, в то время другой момент инерции принимает минимальное значение. Для нахождения значения  $\alpha_0$  возьмем первую производную от  $I_u$  и приравняем ее нулю:

$$\frac{dI_u}{d\alpha} = -2I_x \cos \alpha_0 \sin \alpha_0 + 2I_y \sin \alpha_0 \cos \alpha_0 - I_{xy} \cos 2\alpha_0 = 0,$$

откуда

$$\operatorname{tg} 2\alpha_0 = \frac{2I_{xy}}{I_y - I_x}.$$

Нетрудно показать, что центробежный момент относительно осей, повернутых на угол  $\alpha_0$ , равен нулю.

Оси, относительно которых центробежный момент инерции равен нулю, а осевые моменты инерции принимают экстремальные значения, называются главными осями. Если эти оси являются также и центральными, то они называются главными центральными осями.

Осевые моменты инерции относительно главных осей называются главными моментами инерции. Если сечение имеет ось симметрии, то эта ось всегда является одной из главных центральных осей инерции сечения.

Положительные значения величин

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}, i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}, i_u = \sqrt{\frac{I_u}{A}}, i_v = \sqrt{\frac{I_v}{A}} \text{ и т.д.}$$

называются радиусами инерции сечения, относительно соответствующей оси.

Эллипс, построенный по уравнению

$$\frac{x^2}{i_y^2} + \frac{y^2}{i_x^2} = 1,$$

называется эллипсом инерции сечения. Здесь  $x$  и  $y$  – главные оси инерции. Обычно эллипс инерции строят для главных центральных осей.

### 1.6. Моменты сопротивления сечения

Момент сопротивления сечения относительно оси представляет собой отношение момента инерции относительно данной оси к расстоянию до наиболее удаленной точки сечения от этой же оси.

$$W_x = \frac{I_x}{y_{\max}}.$$

Момент сопротивления прямоугольного сечения, изображенного на рис. 2, относительно оси, проходящей через центр тяжести, равен

$$W_{x_c} = \frac{I_{x_c}}{y_{\max}} = \frac{\frac{bh^3}{12}}{\frac{h}{2}} = \frac{bh^2}{6}.$$

Полярный момент сопротивления представляет собой отношение полярного момента инерции к расстоянию от центра тяжести сечения до наиболее удаленной точки сечения

$$W_\rho = \frac{I_\rho}{\rho_{\max}}.$$

## 2. Пример расчета геометрических характеристик плоского сечения

### Задание

Поперечное сечение бруса (рис. 2.1) состоит из прямоугольника 1 с размерами  $H \times B$  (рис. 2.2) и неравнополочного уголка 2 с размерами  $b \times h \times t$  (рис. 2.3). Определить положение центра тяжести всей фигуры во вспомогательной системе координат, применив для этого статические моменты плоских фигур. Провести на чертеже через найденный центр тяжести параллельно вспомогательным осям центральные оси всей фигуры. Найти осевые моменты инерции и центробежный момент инерции всей фигуры относительно ее центральных осей. Определить моменты сопротивления фигуры относительно этих центральных осей. Найти положение главных центральных осей фигуры и провести их на чертеже. На чертеже показать также угол поворота главных центральных осей по отношению к прежним осям и его направление. Определить главные моменты инерции, моменты сопротивления и радиусы инерции относительно главных центральных осей.

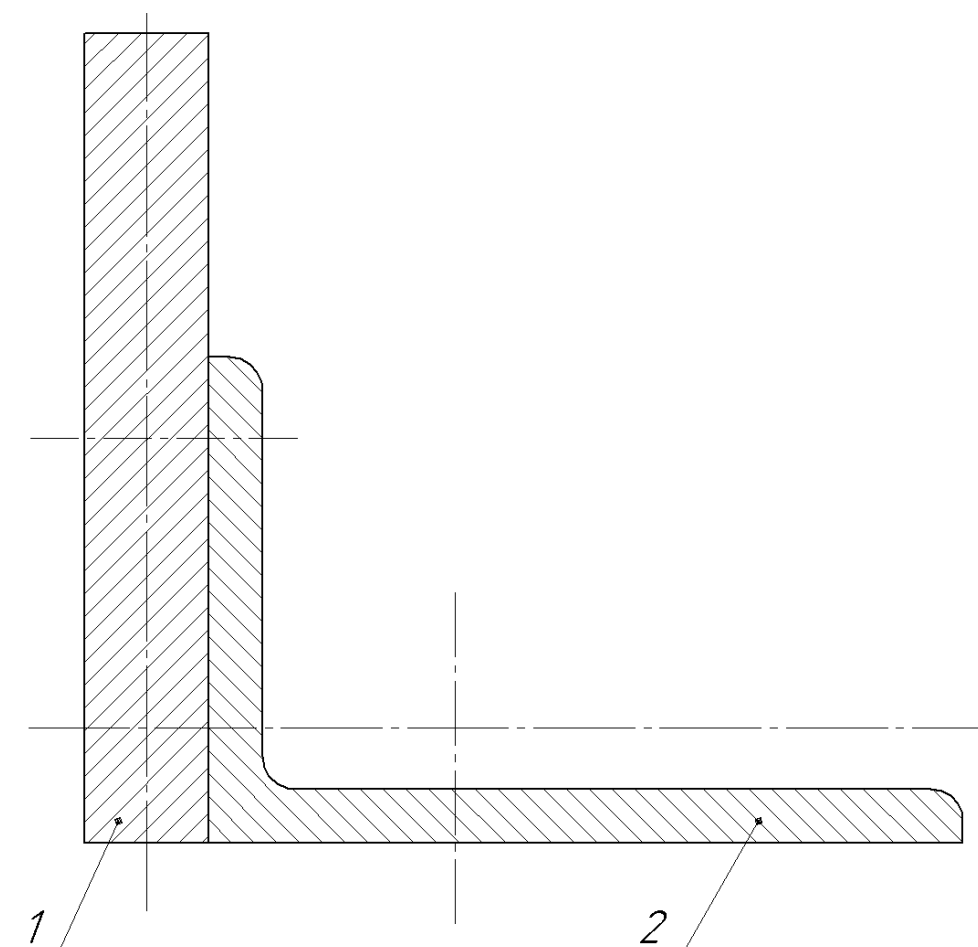
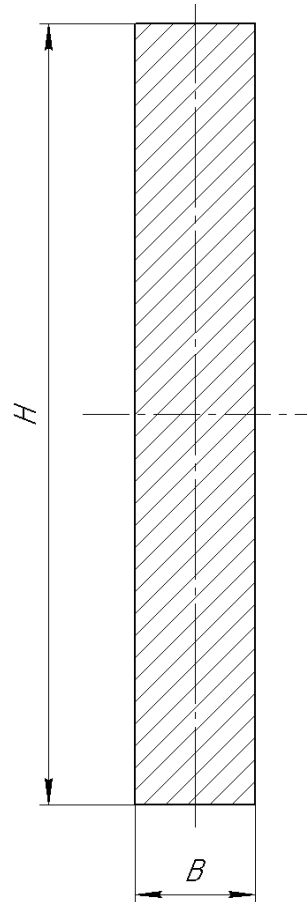


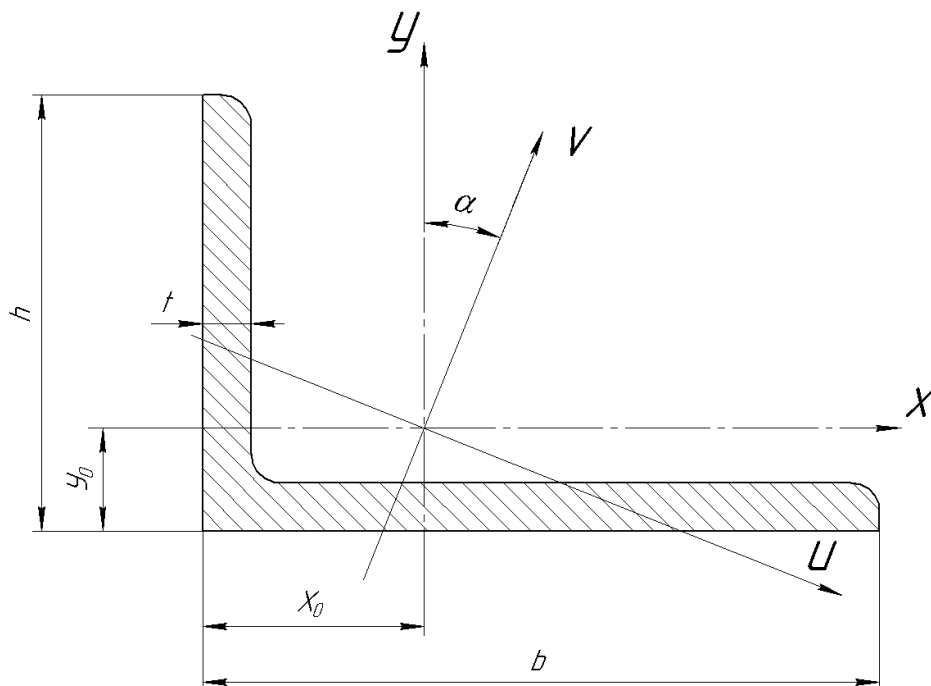
Рисунок 2.1 - Поперечное сечение бруса

### Исходные данные



Геометрические характеристики прямоугольника:  
 $B=2\text{ см}$ ,  
 $H=15\text{ см}$

Рисунок 2.2 - Прямоугольник



Геометрические характеристики уголка:  
 $b=14\text{ см}$ ,  
 $h=9\text{ см}$ ,  
 $t=1\text{ см}$ ,  
 $x_0=4,58\text{ см}$ ,  
 $y_0=2,12\text{ см}$ ,  
 $I_x=145,54\text{ см}^4$ ,  
 $I_y=444,45\text{ см}^4$ ,  
 $I_u=85,51\text{ см}^4$ ,  
 $I_{xy}=147\text{ см}^4$ ,  
 $tq\alpha=0,4$ ,  
 $A=22,24\text{ см}^2$

Рисунок 2.3 - Неравнополочный уголок

## Решение

Вычерчиваем рассматриваемое плоское сечение в произвольной прямоугольной системе координат  $XOY$  (см. рис. 2.4).

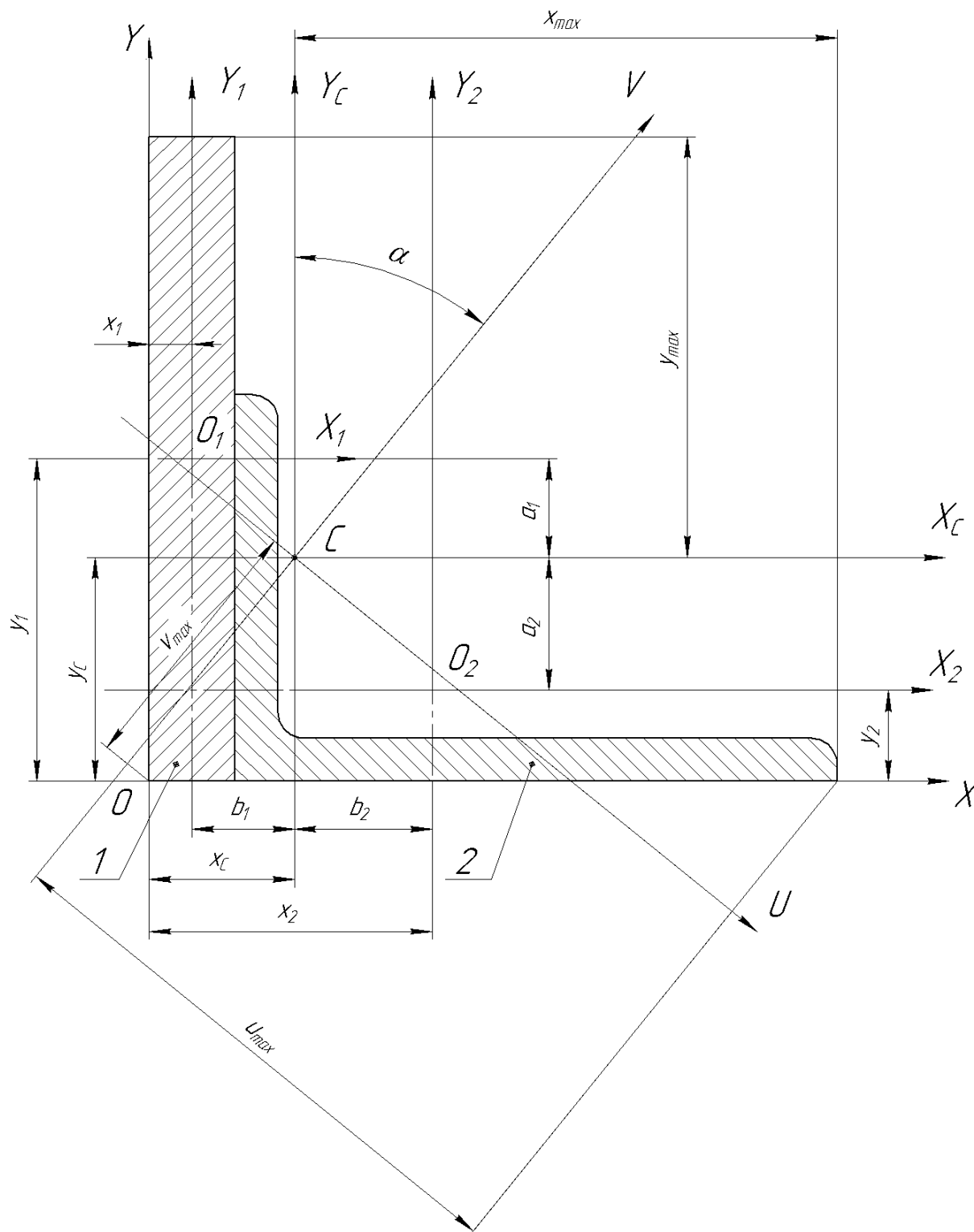


Рисунок 2.4 - К расчету геометрических характеристик сечения бруса

Координаты центров тяжести фигур 1 и 2 (точек  $O_1$  и  $O_2$ ) во вспомогательной системе координат  $XOY$ :

$$x_1 = \frac{B}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ см};$$

$$y_1 = \frac{H}{2} = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ см};$$

$$x_2 = B + x_0 = 2 + 4,58 = 6,58 \text{ см};$$

$$y_2 = y_0 = 2,12 \text{ см}.$$

Площади фигур 1 и 2:

$$A_1 = BH = 2 \cdot 15 = 30 \text{ см}^2;$$

$$A_2 = 22,24 \text{ см}^2.$$

Определяем координаты центра тяжести  $C$  всей сложной фигуры (точку пересечения центральных осей  $X_C$  и  $Y_C$ )

$$x_C = \frac{\sum S_y}{\sum A} = \frac{x_1 \cdot A_1 + x_2 \cdot A_2}{A_1 + A_2} = \frac{1 \cdot 30 + 6,58 \cdot 22,24}{30 + 22,24} = 3,38 \text{ см}$$

$$y_C = \frac{\sum S_x}{\sum A} = \frac{y_1 \cdot A_1 + y_2 \cdot A_2}{A_1 + A_2} = \frac{7,5 \cdot 30 + 2,12 \cdot 22,24}{30 + 22,24} = 5,21 \text{ см}$$

Осевые моменты инерции относительно центральных осей  $X_C$  и  $Y_C$ :

$$I_{X_C} = I_{X_1} + I_{X_2} + a_1^2 \cdot A_1 + a_2^2 \cdot A_2;$$

$$I_{Y_C} = I_{Y_1} + I_{Y_2} + b_1^2 \cdot A_1 + b_2^2 \cdot A_2,$$

где  $a_1; a_2; b_1; b_2$  - расстояния от центров тяжести каждого сортамента до центральных осей  $X_C$  и  $Y_C$ .

Расстояния  $a_i$  от оси  $Y_C$  и  $b_i$  от оси  $X_C$ :

$$a_1 = y_1 - y_C = 7,5 - 5,21 = 2,29 \text{ см};$$

$$a_2 = y_C - y_2 = 5,21 - 2,12 = 3,09 \text{ см};$$

$$b_1 = x_C - x_1 = 3,38 - 1 = 2,38 \text{ см};$$

$$b_2 = x_2 - x_C = 6,58 - 3,38 = 3,2 \text{ см}.$$

Моменты инерции фигур 1 и 2 относительно собственных центральных осей: для прямоугольника

$$I_{X_1} = \frac{B \cdot H^3}{12} = \frac{2 \cdot 15^3}{12} = 562,5 \text{ см}^4,$$

$$I_{Y_1} = \frac{H \cdot B^3}{12} = \frac{15 \cdot 2^3}{12} = 10 \text{ см}^4.$$

для уголка  $I_{X_2} = 145,54 \text{ см}^4$ ,  $I_{Y_2} = 444,45 \text{ см}^4$ .

Тогда

$$I_{X_C} = 562,5 + 145,54 + 2,29^2 \cdot 30 + 3,09^2 \cdot 22,24 = 1077,7 \text{ см}^4;$$

$$I_{Y_C} = 10 + 444,45 + 2,38^2 \cdot 30 + 3,2^2 \cdot 22,24 = 852,1 \text{ см}^4.$$

Определяем центробежный момент инерции относительно центральных осей  $X_C$  и  $Y_C$ :

$$I_{X_C Y_C} = I_{X_1 Y_1} + I_{X_2 Y_2} + a_1 b_1 A_1 + a_2 b_2 A_2.$$

Прямоугольник имеет горизонтальную и вертикальную оси симметрии, являющиеся собственными главными центральными осями фигуры. Следовательно  $I_{X_1 Y_1} = 0$ .

Для уголка центробежный момент инерции  $I_{X_2 Y_2} = 147 \text{ см}^4$ .

Тогда

$$I_{X_C Y_C} = 0 + 147 + 2,29 \cdot 2,38 \cdot 30 + 3,09 \cdot 3,2 \cdot 22,24 = 530,4 \text{ см}^4.$$

Определяем моменты сопротивления относительно центральных осей  $X_C$  и  $Y_C$ :

$$W_{X_C} = \frac{I_{X_C}}{y_{\max}};$$

$$W_{Y_C} = \frac{I_{Y_C}}{x_{\max}},$$

где  $x_{\max}$ ,  $y_{\max}$  - максимальные расстояния от центральных осей до наиболее удаленных точек сечения.

$$x_{\max} = B + b - x_C = 2 + 14 - 3,38 = 12,62 \text{ см};$$

$$y_{\max} = H - y_C = 15 - 5,21 = 9,79 \text{ см}.$$

Тогда

$$W_{X_C} = \frac{1077,7}{9,79} = 110,1 \text{ см}^3;$$

$$W_{Y_C} = \frac{852,1}{12,62} = 67,5 \text{ см}^3.$$

Определяем положение главных центральных осей  $U$  и  $V$ . Угол поворота осей найдем из выражения

$$\operatorname{tg} 2\alpha = -\frac{2I_{X_C Y_C}}{I_{X_C} - I_{Y_C}} = -\frac{2 \cdot 530,32}{1077,7 - 852,1} = -4,701.$$

Откуда

$$\alpha = \frac{\operatorname{arctg}(-4,701)}{2} = -39^\circ.$$

Так как угол отрицательный, то поворот осей осуществляем по часовой стрелке.

Определяем главные моменты инерции относительно главных центральных осей  $U$  и  $V$ :

$$I_{\frac{\max}{\min}} = \frac{I_{X_C} + I_{Y_C}}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(I_{X_C} - I_{Y_C})^2 + 4I_{X_C Y_C}^2};$$

$$I_{\max} = I_U = \frac{I_{X_C} + I_{Y_C}}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(I_{X_C} - I_{Y_C})^2 + 4I_{X_C Y_C}^2} =$$

$$= \frac{1077,7 + 852,1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(1077,7 - 852,1)^2 + 4 \cdot 530,4^2} = 1507,2 \text{ см}^4;$$

$$I_{\min} = I_V = \frac{I_{X_C} + I_{Y_C}}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{(I_{X_C} - I_{Y_C})^2 + 4I_{X_C Y_C}^2} =$$

$$= \frac{1077,7 + 852,1}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{(1077,7 - 852,1)^2 + 4 \cdot 530,4^2} = 422,6 \text{ см}^4.$$

Измерением находим расстояния:  $u_{\max} = 13,09 \text{ см}$ ,  $v_{\max} = 6,18 \text{ см}$ .

Определяем моменты сопротивления относительно главных центральных осей  $U$  и  $V$ :

$$W_U = \frac{I_U}{v_{\max}} = \frac{1507,2}{6,18} = 243,88 \text{ см}^3;$$

$$W_V = \frac{I_V}{u_{\max}} = \frac{422,6}{13,09} = 32,28 \text{ см}^3.$$

Определяем радиусы инерции относительно главных центральных осей:

$$i_U = \sqrt{\frac{I_U}{\sum A}} = \sqrt{\frac{1507,2}{30 + 22,24}} = 5,37 \text{ см};$$

$$i_V = \sqrt{\frac{I_V}{\sum A}} = \sqrt{\frac{422,6}{30 + 22,24}} = 2,84 \text{ см}.$$

Проверка:

$$|I_{X_C}| + |I_{Y_C}| = |I_U| + |I_V|$$

$$1077,7 + 852,1 = 1507,2 + 422,6$$

$$1929,8 = 1929,8 \text{ (см}^4\text{)}$$

### 3. Контрольные задания

Вычертить на миллиметровой бумаге в масштабе заданное поперечное сечение бруса (табл. 3.1, рис 3.1), провести вспомогательные оси. Выписать из ГОСТов необходимые размеры и величины каждой фигуры сечения. Проставить основные размеры на чертеже. Определить положение центра тяжести всей фигуры во вспомогательной прямоугольной системе координат, применив для этого статические моменты плоских фигур. Провести на чертеже через найденный центр тяжести параллельно вспомогательным осям центральные оси всей фигуры. Найти осевые моменты инерции и центробежный момент инерции всей фигуры относительно ее центральных осей. Определить моменты сопротивления фигуры относительно этих центральных осей. Найти положение главных центральных осей фигуры и провести их на чертеже. На чертеже показать угол поворота главных центральных осей по отношению к прежним осям и его направление. Определить главные моменты инерции, моменты сопротивления и радиусы инерции относительно главных центральных осей.

#### Исходные данные

Таблица 3.1 - Варианты заданий

| Вариант | Прокатные профили  |                    |                                |                                  |
|---------|--------------------|--------------------|--------------------------------|----------------------------------|
|         | Двутавры,<br>номер | Швеллеры,<br>номер | Уголки<br>равнополочные,<br>мм | Уголки<br>неравнополочные,<br>мм |
| 1       | 12                 | 12                 | 80×80×6                        | 100×63×6                         |
| 2       | 14                 | 14                 | 80×80×8                        | 100×63×8                         |
| 3       | 16                 | 14a                | 90×90×6                        | 100×63×10                        |
| 4       | 18                 | 16                 | 90×90×8                        | 110×70×8                         |
| 5       | 18a                | 16a                | 100×100×8                      | 125×80×8                         |
| 6       | 20                 | 18                 | 100×100×10                     | 125×80×10                        |
| 7       | 20a                | 18a                | 100×100×12                     | 125×80×12                        |
| 8       | 22                 | 20                 | 100×100×14                     | 140×90×8                         |
| 9       | 22a                | 22                 | 110×110×8                      | 140×90×10                        |
| 10      | 24                 | 24                 | 125×125×10                     | 160×100×10                       |

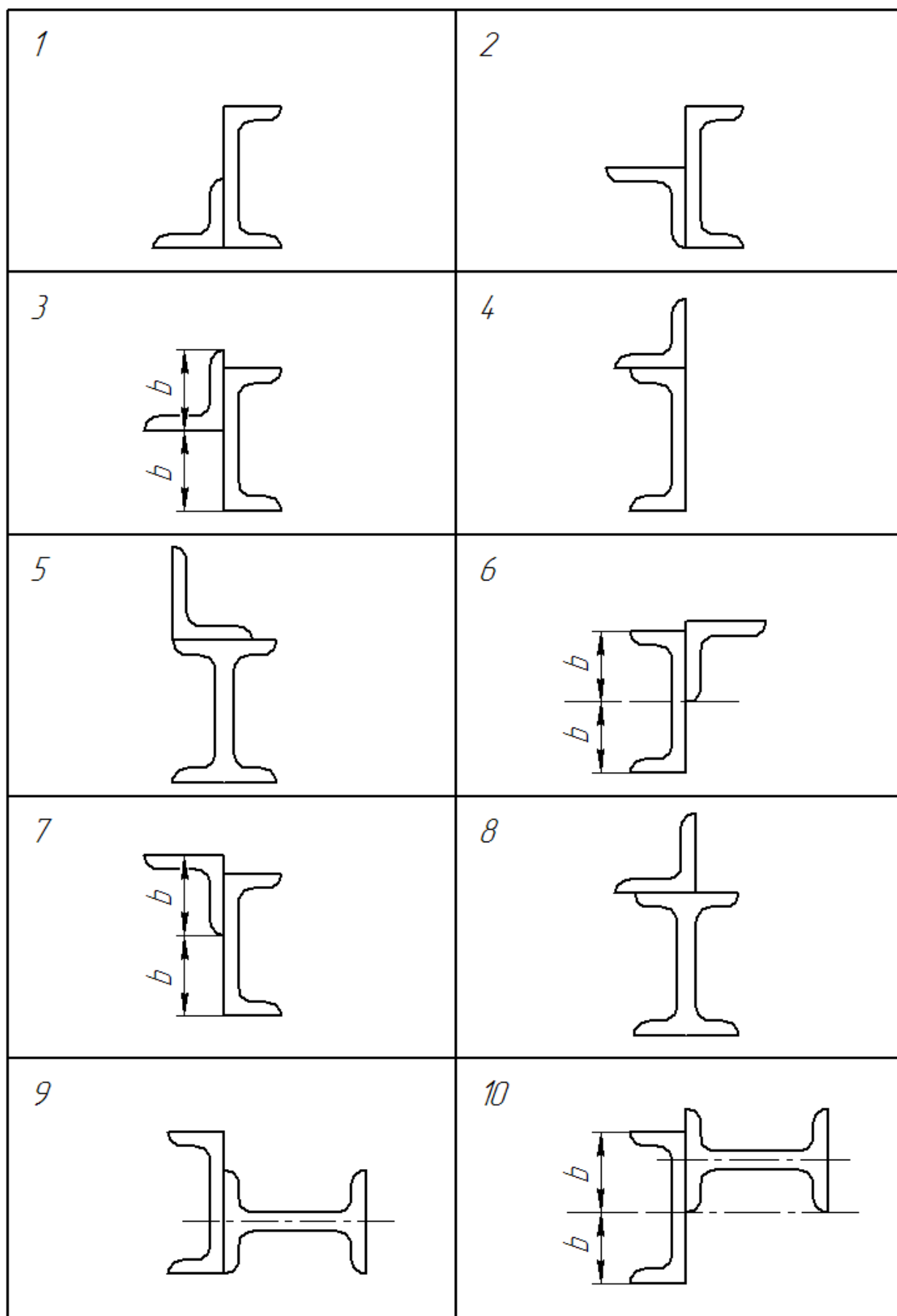
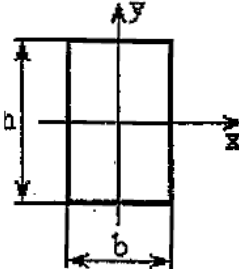
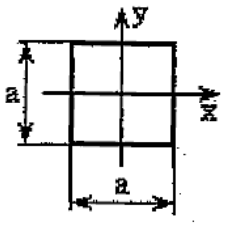
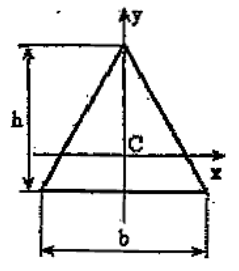
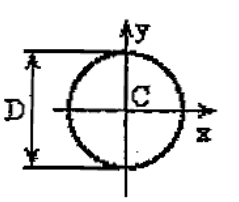
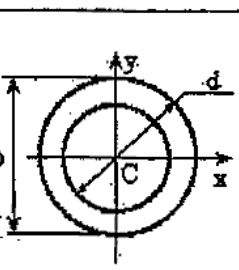


Рисунок 3.1 - Варианты поперечных сечений

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

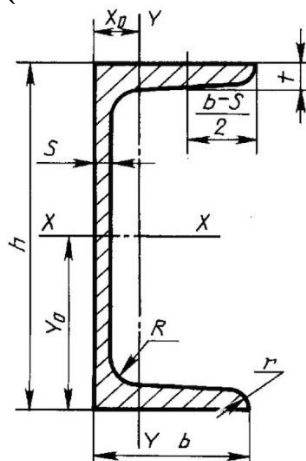
1. Джамай, В.В. Прикладная механика : учебник для академического бакалавриата / В.В. Джамай. Е.А. Самойлов. А.И. Станкевич, Т.Ю. Чуркина : под ред. В.В. Джамая. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. - 360 с. Серия : Бакалавр. Академический курс. - <https://biblio-online.ru/viewer/985F03E6-042F-4BDC-9CBV-CDD56F58461E/prikladnaya-mehanika#page/2>
2. Асадулина, Е.Ю. Сопротивление материалов : учеб. пособие для вузов / Е.Ю. Асадулина. - 2-е изд., испр. и доп. - М. :Издательство Юрайт, 2018.- 279 с. - Серия : Университеты России. <https://biblio-online.ru/viewer/DD3FCFA6-04DF-4243-AC47-9ED8CE306760/soprotivlenie-materialov#page/2>
3. Межецкий, Г.Д. Сопротивление материалов : учебник / Г.Д.Межецкий, Г.Г.Загребин, Н.Н.Решетник. - 5-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2016. - 432 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-394-02628-7; – <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453911>(24.04.2018).

# ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОСТЫХ ПЛОСКИХ ФИГУР

| Форма сечения                                                                       | $I_x$                                                                                                          | $I_y$                | $y_{\max}$     | $W_x$                                                                                   | $W_y$                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|    | $\frac{bh^3}{12}$                                                                                              | $\frac{hb^3}{12}$    | $\frac{h}{2}$  | $\frac{bh^2}{6}$                                                                        | $\frac{hb^2}{6}$     |
|    | $\frac{a^4}{12}$                                                                                               | $\frac{a^4}{12}$     | $\frac{a}{2}$  | $\frac{a^3}{6}$                                                                         | $\frac{a^3}{6}$      |
|   | $\frac{bh^3}{36}$                                                                                              | $\frac{hb^3}{36}$    | $\frac{2h}{3}$ | $\frac{bh^2}{24}$                                                                       | $\frac{hb^2}{18}$    |
|  | $\frac{\pi D^4}{64}$                                                                                           | $\frac{\pi D^4}{64}$ | $\frac{D}{2}$  | $\frac{\pi D^3}{32}$                                                                    | $\frac{\pi D^3}{32}$ |
|  | $I_x = I_y = \frac{\pi D^4}{64}(1 - \alpha^4)$ $I_p = \frac{\pi D^4}{32}(1 - \alpha^4)$ $\alpha = \frac{d}{D}$ |                      | $\frac{D}{2}$  | $W_x = W_y = \frac{\pi D^3}{32}(1 - \alpha^4)$ $W_p = \frac{\pi D^3}{16}(1 - \alpha^4)$ |                      |

## ШВЕЛЛЕРЫ СТАЛЬНЫЕ ГОРЯЧЕКАТАННЫЕ

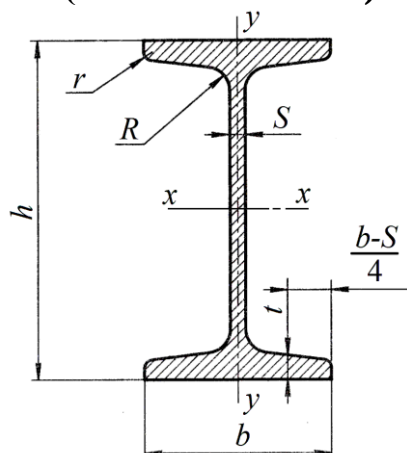
Сортамент  
(по ГОСТ 8240–97)



| Профиль | Размеры в мм |     |     |      |      |     | Площадь<br>$A$ , см <sup>2</sup> | Масса<br>1 м,<br>кг | $I_x$ ,<br>см <sup>4</sup> | $W_x$ ,<br>см <sup>3</sup> | $i_x$ ,<br>см | $S_x$ ,<br>см <sup>3</sup> | $I_y$ ,<br>см <sup>4</sup> | $W_y$ ,<br>см <sup>3</sup> | $i_y$ ,<br>см | $x_0$ ,<br>см |
|---------|--------------|-----|-----|------|------|-----|----------------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|---------------|
|         | $h$          | $b$ | $s$ | $t$  | $R$  | $r$ |                                  |                     |                            |                            |               |                            |                            |                            |               |               |
| 5       | 50           | 32  | 4,4 | 7    | 6    | 2,5 | 6,16                             | 4,84                | 22,8                       | 9,1                        | 1,92          | 5,59                       | 5,61                       | 2,75                       | 0,95          | 1,16          |
| 6,5     | 65           | 36  | 4,4 | 7,2  | 6    | 2,5 | 7,51                             | 5,9                 | 48,6                       | 15                         | 2,54          | 9                          | 8,7                        | 3,68                       | 1,08          | 1,24          |
| 8       | 80           | 40  | 4,5 | 7,4  | 6,5  | 2,5 | 8,98                             | 7,05                | 89,4                       | 22,4                       | 3,16          | 13,3                       | 12,8                       | 4,75                       | 1,19          | 1,31          |
| 10      | 100          | 46  | 4,5 | 7,6  | 7    | 3   | 10,9                             | 8,59                | 174                        | 34,8                       | 3,99          | 20,4                       | 20,4                       | 6,46                       | 1,37          | 1,44          |
| 12      | 120          | 52  | 4,8 | 7,8  | 7,5  | 3   | 13,3                             | 10,4                | 304                        | 50,6                       | 4,78          | 29,6                       | 31,2                       | 8,52                       | 1,53          | 1,54          |
| 14      | 140          | 58  | 4,9 | 8,1  | 8    | 3   | 15,6                             | 12,3                | 491                        | 70,2                       | 5,6           | 40,8                       | 45,4                       | 11                         | 1,7           | 1,67          |
| 14a     | 140          | 62  | 4,9 | 8,7  | 8    | 3   | 17                               | 13,3                | 545                        | 77,8                       | 5,66          | 45,1                       | 57,5                       | 13,3                       | 1,84          | 1,87          |
| 16      | 160          | 64  | 5   | 8,4  | 8,5  | 3,5 | 18,1                             | 14,2                | 747                        | 93,4                       | 6,42          | 54,1                       | 63,3                       | 13,8                       | 1,87          | 1,8           |
| 16a     | 160          | 68  | 5   | 9    | 8,5  | 3,5 | 19,5                             | 15,3                | 823                        | 103                        | 6,49          | 59,4                       | 78,8                       | 16,4                       | 2,01          | 2             |
| 18      | 180          | 70  | 5,1 | 8,7  | 9    | 3,5 | 20,7                             | 16,3                | 1090                       | 121                        | 7,24          | 69,8                       | 86                         | 17                         | 2,04          | 1,94          |
| 18a     | 180          | 74  | 5,1 | 9,3  | 9    | 3,5 | 22,2                             | 17,4                | 1190                       | 132                        | 7,32          | 76,1                       | 105                        | 20                         | 2,18          | 2,13          |
| 20      | 200          | 76  | 5,2 | 9    | 9,5  | 4   | 23,4                             | 18,4                | 1520                       | 152                        | 8,07          | 87,8                       | 113                        | 20,5                       | 2,2           | 2,07          |
| 20a     | 200          | 80  | 5,2 | 9,7  | 9,5  | 4   | 25,2                             | 19,8                | 1670                       | 167                        | 8,15          | 95,9                       | 139                        | 24,2                       | 2,35          | 2,28          |
| 22      | 220          | 82  | 5,4 | 9,5  | 10   | 4   | 26,7                             | 21                  | 2110                       | 192                        | 8,89          | 110                        | 151                        | 25,1                       | 2,37          | 2,21          |
| 22a     | 220          | 87  | 5,4 | 10,2 | 10   | 4   | 28,8                             | 22,6                | 2330                       | 212                        | 8,99          | 121                        | 187                        | 30                         | 2,55          | 2,46          |
| 24      | 240          | 90  | 5,6 | 10   | 10,5 | 4   | 30,6                             | 24                  | 2900                       | 242                        | 9,73          | 139                        | 208                        | 31,6                       | 2,6           | 2,42          |
| 24a     | 240          | 95  | 5,6 | 10,7 | 10,5 | 4   | 32,9                             | 25,8                | 3180                       | 265                        | 9,84          | 151                        | 254                        | 37,2                       | 2,78          | 2,67          |
| 27      | 270          | 95  | 6   | 10,5 | 11   | 4,5 | 35,2                             | 27,7                | 4160                       | 308                        | 10,9          | 178                        | 262                        | 37,3                       | 2,73          | 2,47          |
| 30      | 300          | 100 | 6,5 | 11   | 12   | 5   | 40,5                             | 31,8                | 5810                       | 387                        | 12            | 224                        | 327                        | 43,6                       | 2,84          | 2,52          |
| 33      | 330          | 105 | 7   | 11,7 | 13   | 5   | 46,5                             | 36,5                | 7980                       | 484                        | 13,1          | 281                        | 410                        | 51,8                       | 2,97          | 2,59          |
| 36      | 360          | 110 | 7,5 | 12,6 | 14   | 6   | 53,4                             | 41,9                | 10820                      | 601                        | 14,2          | 350                        | 513                        | 61,7                       | 3,1           | 2,68          |
| 40      | 400          | 115 | 8   | 13,5 | 15   | 6   | 61,5                             | 48,3                | 15220                      | 761                        | 15,7          | 444                        | 642                        | 73,4                       | 3,23          | 2,75          |

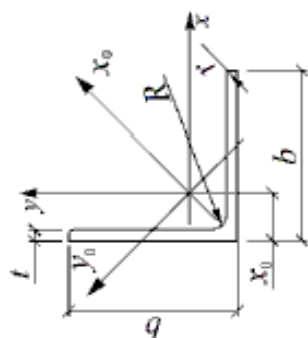
# ДВУТАВРЫ СТАЛЬНЫЕ ГОРЯЧЕКАТАНЫЕ

Сортамент  
(по ГОСТ 8239-89)



| Но-<br>мер<br>дву-<br>тавра | Размеры |     |      |      |          |                                     | Пло-<br>щадь<br>сече-<br>ния,<br>см <sup>2</sup> | Мас-<br>са 1<br>м, кг | Справочные значения для осей        |                        |                                     |                                     |                                     |                        |      |
|-----------------------------|---------|-----|------|------|----------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------|
|                             | h       | b   | s    | t    | R        | r                                   |                                                  |                       | x – x                               |                        |                                     |                                     | y – y                               |                        |      |
|                             |         |     |      |      | не более | I <sub>x</sub> ,<br>см <sup>4</sup> |                                                  |                       | W <sub>x</sub> ,<br>см <sup>3</sup> | i <sub>x</sub> ,<br>см | S <sub>x</sub> ,<br>см <sup>3</sup> | I <sub>y</sub> ,<br>см <sup>4</sup> | W <sub>y</sub> ,<br>см <sup>3</sup> | i <sub>y</sub> ,<br>см |      |
|                             |         |     |      |      |          |                                     |                                                  |                       |                                     |                        |                                     |                                     |                                     |                        |      |
| мм                          |         |     |      |      |          |                                     |                                                  |                       |                                     |                        |                                     |                                     |                                     |                        |      |
| 10                          | 100     | 55  | 4,5  | 7,2  | 7,0      | 2,5                                 | 12,0                                             | 9,46                  | 198                                 | 39,7                   | 4,06                                | 23,0                                | 17,9                                | 6,49                   | 1,22 |
| 12                          | 120     | 64  | 4,8  | 7,3  | 7,5      | 3,0                                 | 14,7                                             | 11,5                  | 350                                 | 58,4                   | 4,88                                | 33,7                                | 27,9                                | 8,72                   | 1,38 |
| 14                          | 140     | 73  | 4,9  | 7,5  | 8,0      | 3,0                                 | 17,4                                             | 13,7                  | 572                                 | 81,7                   | 5,73                                | 46,8                                | 41,9                                | 11,5                   | 1,55 |
| 16                          | 160     | 81  | 5,0  | 7,8  | 8,5      | 3,5                                 | 20,2                                             | 15,9                  | 873                                 | 109                    | 6,57                                | 62,3                                | 58,6                                | 14,5                   | 1,70 |
| 18                          | 180     | 90  | 5,1  | 8,1  | 9,0      | 3,5                                 | 23,4                                             | 18,4                  | 1290                                | 143                    | 7,42                                | 81,4                                | 82,6                                | 18,4                   | 1,88 |
| 18a                         | 180     | 100 | 5,1  | 8,3  | 9,0      | 3,5                                 | 25,4                                             | 19,9                  | 1430                                | 159                    | 7,51                                | 89,8                                | 114                                 | 22,8                   | 2,12 |
| 20                          | 200     | 100 | 5,2  | 8,4  | 9,5      | 4,0                                 | 26,8                                             | 21,0                  | 1840                                | 184                    | 8,28                                | 104                                 | 115                                 | 23,1                   | 2,07 |
| 20a                         | 200     | 110 | 5,2  | 8,6  | 9,5      | 4,0                                 | 28,9                                             | 22,7                  | 2030                                | 203                    | 8,37                                | 114                                 | 155                                 | 28,2                   | 2,32 |
| 22                          | 220     | 110 | 5,4  | 8,7  | 10,0     | 4,0                                 | 30,6                                             | 24,0                  | 2550                                | 232                    | 9,13                                | 131                                 | 157                                 | 28,6                   | 2,27 |
| 22a                         | 220     | 120 | 5,4  | 8,9  | 10,0     | 4,0                                 | 32,8                                             | 25,8                  | 2790                                | 254                    | 9,22                                | 143                                 | 206                                 | 34,3                   | 2,5  |
| 24                          | 240     | 115 | 5,6  | 9,5  | 10,5     | 4,0                                 | 34,8                                             | 27,3                  | 3460                                | 289                    | 9,97                                | 163                                 | 198                                 | 34,5                   | 2,37 |
| 24a                         | 240     | 125 | 5,6  | 9,8  | 10,5     | 4,0                                 | 37,5                                             | 29,4                  | 3800                                | 317                    | 10,1                                | 178                                 | 260                                 | 41,6                   | 2,63 |
| 27                          | 270     | 125 | 6,0  | 9,8  | 11,0     | 4,5                                 | 40,2                                             | 31,5                  | 5010                                | 371                    | 11,2                                | 210                                 | 260                                 | 41,5                   | 2,54 |
| 27a                         | 270     | 135 | 6,0  | 10,2 | 11,0     | 4,5                                 | 43,2                                             | 33,9                  | 5500                                | 407                    | 11,3                                | 229                                 | 337                                 | 50,0                   | 2,80 |
| 30                          | 300     | 135 | 6,5  | 10,2 | 12,0     | 5,0                                 | 46,5                                             | 36,5                  | 7080                                | 472                    | 12,3                                | 268                                 | 337                                 | 49,9                   | 2,69 |
| 30a                         | 300     | 145 | 6,5  | 10,7 | 12,0     | 5,0                                 | 49,9                                             | 39,2                  | 7780                                | 518                    | 12,5                                | 292                                 | 436                                 | 60,1                   | 2,95 |
| 33                          | 330     | 140 | 7,0  | 11,2 | 13,0     | 5,0                                 | 53,8                                             | 42,2                  | 9840                                | 597                    | 13,5                                | 339                                 | 419                                 | 59,9                   | 2,79 |
| 36                          | 360     | 145 | 7,5  | 12,3 | 14,0     | 6,0                                 | 61,9                                             | 48,6                  | 13380                               | 743                    | 14,7                                | 423                                 | 516                                 | 71,1                   | 2,89 |
| 40                          | 400     | 155 | 8,3  | 13,0 | 15,0     | 6,0                                 | 72,6                                             | 57,0                  | 19062                               | 953                    | 16,2                                | 545                                 | 667                                 | 86,1                   | 3,03 |
| 45                          | 450     | 160 | 9,0  | 14,2 | 16,0     | 7,0                                 | 84,7                                             | 66,5                  | 27696                               | 1231                   | 18,1                                | 708                                 | 808                                 | 101                    | 3,09 |
| 50                          | 500     | 170 | 10,0 | 15,2 | 17,0     | 7,0                                 | 100,0                                            | 78,5                  | 39727                               | 1589                   | 19,9                                | 919                                 | 1043                                | 123                    | 3,23 |
| 55                          | 550     | 180 | 11,0 | 16,5 | 18,0     | 7,0                                 | 118,0                                            | 92,6                  | 55962                               | 2035                   | 21,8                                | 1181                                | 1356                                | 151                    | 3,39 |
| 60                          | 600     | 190 | 12,0 | 17,8 | 20,0     | 8,0                                 | 138,0                                            | 108                   | 76806                               | 2560                   | 23,6                                | 1491                                | 1725                                | 182                    | 3,54 |

Сортамент равнополочных уголков по ГОСТ 8509—93

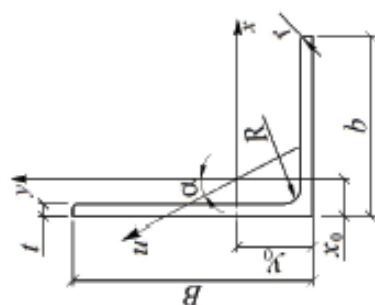


| Номер<br>уголка | b  | t   | R   | r   | A, см <sup>2</sup> | Справочные значения величин для осей |                                  |                     |                                          |                             |                                   |                                      |                         |       |      | Мас-<br>са<br>1 м,<br>кг |                                   |                        |
|-----------------|----|-----|-----|-----|--------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------|------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------|
|                 |    |     |     |     |                    | x                                    |                                  |                     |                                          | x <sub>0</sub>              |                                   |                                      | y <sub>0</sub>          |       |      |                          | I <sub>xy</sub> , см <sup>4</sup> | x <sub>0</sub> ,<br>см |
|                 |    |     |     |     |                    | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>     | W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup> | i <sub>x</sub> , см | I <sub>x0 min</sub> ,<br>см <sup>4</sup> | i <sub>x0 max</sub> ,<br>см | I <sub>y0</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>y0</sub> ,<br>см <sup>3</sup> | i <sub>y0</sub> ,<br>см |       |      |                          |                                   |                        |
| 5               | 50 | 4   | 5,5 | 1,8 | 3,89               | 9,21                                 | 2,54                             | 1,54                | 14,63                                    | 1,94                        | 3,80                              | 1,95                                 | 0,99                    | 5,42  | 1,38 | 3,05                     |                                   |                        |
|                 |    | 5   | 5,5 | 1,8 | 4,80               | 11,20                                | 3,13                             | 1,53                | 17,77                                    | 1,92                        | 4,63                              | 2,30                                 | 0,98                    | 6,57  | 1,42 | 3,77                     |                                   |                        |
|                 |    | 6   | 5,5 | 1,8 | 5,69               | 13,07                                | 3,69                             | 1,52                | 20,72                                    | 1,91                        | 5,43                              | 2,63                                 | 0,98                    | 7,65  | 1,46 | 4,47                     |                                   |                        |
| 5,6             | 56 | 4   | 6,0 | 2,0 | 4,38               | 13,10                                | 3,21                             | 1,73                | 20,79                                    | 2,18                        | 5,41                              | 2,52                                 | 1,11                    | 7,69  | 1,52 | 3,44                     |                                   |                        |
|                 |    | 5   | 6,0 | 2,0 | 5,41               | 15,97                                | 3,96                             | 1,72                | 25,36                                    | 2,16                        | 6,59                              | 2,97                                 | 1,10                    | 9,41  | 1,57 | 4,25                     |                                   |                        |
| 6,3             | 63 | 4   | 7,0 | 2,3 | 4,96               | 18,86                                | 4,09                             | 1,95                | 29,90                                    | 2,45                        | 7,81                              | 3,26                                 | 1,25                    | 11,00 | 1,69 | 3,90                     |                                   |                        |
|                 |    | 5   | 7,0 | 2,3 | 6,13               | 23,10                                | 5,05                             | 1,94                | 36,80                                    | 2,44                        | 9,52                              | 3,87                                 | 1,25                    | 13,70 | 1,74 | 4,81                     |                                   |                        |
|                 |    | 6   | 7,0 | 2,3 | 7,28               | 27,06                                | 5,98                             | 1,93                | 42,91                                    | 2,43                        | 11,18                             | 4,44                                 | 1,24                    | 15,90 | 1,78 | 5,72                     |                                   |                        |
| 7               | 70 | 4,5 | 8,0 | 2,7 | 6,20               | 29,04                                | 5,67                             | 2,16                | 46,03                                    | 2,72                        | 12,04                             | 4,53                                 | 1,39                    | 17,00 | 1,88 | 4,87                     |                                   |                        |
|                 |    | 5   | 8,0 | 2,7 | 6,86               | 31,94                                | 6,27                             | 2,16                | 50,67                                    | 2,72                        | 13,22                             | 4,92                                 | 1,39                    | 18,70 | 1,90 | 5,38                     |                                   |                        |
|                 |    | 6   | 8,0 | 2,7 | 8,15               | 37,58                                | 7,43                             | 2,15                | 59,64                                    | 2,71                        | 15,52                             | 5,66                                 | 1,38                    | 22,10 | 1,94 | 6,39                     |                                   |                        |
| 7,5             | 75 | 7   | 8,0 | 2,7 | 9,42               | 42,98                                | 8,57                             | 2,14                | 68,19                                    | 2,69                        | 17,77                             | 6,31                                 | 1,37                    | 25,20 | 1,99 | 7,39                     |                                   |                        |
|                 |    | 8   | 8,0 | 2,7 | 10,67              | 48,16                                | 9,68                             | 2,12                | 76,35                                    | 2,68                        | 19,97                             | 6,99                                 | 1,37                    | 28,20 | 2,02 | 8,37                     |                                   |                        |
|                 |    | 5   | 9,0 | 3,0 | 7,39               | 39,53                                | 7,21                             | 2,31                | 62,65                                    | 2,91                        | 16,41                             | 5,74                                 | 1,49                    | 23,10 | 2,02 | 5,80                     |                                   |                        |
| 7,5             | 75 | 6   | 9,0 | 3,0 | 8,78               | 46,57                                | 8,57                             | 2,30                | 73,87                                    | 2,90                        | 19,28                             | 6,62                                 | 1,48                    | 27,30 | 2,06 | 6,89                     |                                   |                        |
|                 |    | 7   | 9,0 | 3,0 | 10,15              | 53,34                                | 9,89                             | 2,29                | 84,61                                    | 2,89                        | 22,07                             | 7,43                                 | 1,47                    | 31,20 | 2,10 | 7,96                     |                                   |                        |

| Номер<br>уголка | b   | t   | R    | r   | A, см <sup>2</sup> | Справочные значения величин для осей |                                  |                     |                                          |                             |                                   |                                      |                         |        |                                   | Мас-<br>са<br>1 м,<br>кг |                        |
|-----------------|-----|-----|------|-----|--------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------|--------------------------|------------------------|
|                 |     |     |      |     |                    | x                                    |                                  |                     |                                          | x <sub>0</sub>              |                                   | y <sub>0</sub>                       |                         |        | I <sub>xy</sub> , см <sup>4</sup> |                          | x <sub>0</sub> ,<br>см |
|                 |     |     |      |     |                    | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>     | W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup> | i <sub>x</sub> , см | I <sub>x0 max</sub> ,<br>см <sup>4</sup> | i <sub>x0 max</sub> ,<br>см | I <sub>y0</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>y0</sub> ,<br>см <sup>3</sup> | i <sub>y0</sub> ,<br>см |        |                                   |                          |                        |
|                 |     |     |      |     |                    |                                      |                                  |                     |                                          |                             |                                   |                                      |                         |        |                                   |                          |                        |
| 7,5             | 75  | 8   | 9,0  | 3,0 | 11,50              | 59,84                                | 11,18                            | 2,28                | 94,89                                    | 2,87                        | 24,80                             | 8,16                                 | 1,47                    | 35,00  | 2,15                              | 9,02                     |                        |
|                 |     | 9   | 9,0  | 3,0 | 12,83              | 66,10                                | 12,43                            | 2,27                | 104,72                                   | 2,86                        | 27,48                             | 8,91                                 | 1,46                    | 38,60  | 2,18                              | 10,07                    |                        |
|                 | 80  | 5,5 | 9,0  | 3,0 | 8,63               | 52,68                                | 9,03                             | 2,47                | 83,56                                    | 3,11                        | 21,80                             | 7,10                                 | 1,59                    | 30,90  | 2,17                              | 6,78                     |                        |
|                 |     | 6   | 9,0  | 3,0 | 9,38               | 56,97                                | 9,80                             | 2,47                | 90,40                                    | 3,11                        | 23,54                             | 7,60                                 | 1,58                    | 33,40  | 2,19                              | 7,36                     |                        |
| 8               | 80  | 7   | 9,0  | 3,0 | 10,85              | 65,31                                | 11,32                            | 2,45                | 103,60                                   | 3,09                        | 26,97                             | 8,55                                 | 1,58                    | 38,30  | 2,23                              | 8,51                     |                        |
|                 |     | 8   | 9,0  | 3,0 | 12,30              | 73,36                                | 12,80                            | 2,44                | 116,39                                   | 3,08                        | 30,32                             | 9,44                                 | 1,57                    | 43,00  | 2,27                              | 9,65                     |                        |
|                 |     | 6   | 10,0 | 3,3 | 10,61              | 82,10                                | 12,49                            | 2,78                | 130,00                                   | 3,50                        | 33,97                             | 9,88                                 | 1,79                    | 48,10  | 2,43                              | 8,33                     |                        |
|                 |     | 7   | 10,0 | 3,3 | 12,28              | 94,30                                | 14,45                            | 2,77                | 149,67                                   | 3,49                        | 38,94                             | 11,15                                | 1,78                    | 55,40  | 2,47                              | 9,64                     |                        |
| 9               | 90  | 8   | 10,0 | 3,3 | 13,93              | 106,11                               | 16,36                            | 2,76                | 168,42                                   | 3,48                        | 43,80                             | 12,34                                | 1,77                    | 62,30  | 2,51                              | 10,93                    |                        |
|                 |     | 9   | 10,0 | 3,3 | 15,60              | 118,00                               | 18,29                            | 2,75                | 186,00                                   | 3,46                        | 48,60                             | 13,48                                | 1,77                    | 68,00  | 2,55                              | 12,20                    |                        |
|                 |     | 6,5 | 12,0 | 4,0 | 12,82              | 122,10                               | 16,69                            | 3,09                | 193,46                                   | 3,89                        | 50,73                             | 13,38                                | 1,99                    | 71,40  | 2,68                              | 10,06                    |                        |
|                 |     | 7   | 12,0 | 4,0 | 13,75              | 130,59                               | 17,90                            | 3,08                | 207,01                                   | 3,88                        | 54,16                             | 14,13                                | 1,98                    | 76,40  | 2,71                              | 10,79                    |                        |
| 10              | 100 | 8   | 12,0 | 4,0 | 15,60              | 147,19                               | 20,30                            | 3,07                | 233,46                                   | 3,87                        | 60,92                             | 15,66                                | 1,98                    | 86,30  | 2,75                              | 12,25                    |                        |
|                 |     | 10  | 12,0 | 4,0 | 19,24              | 178,95                               | 24,97                            | 3,05                | 283,83                                   | 3,84                        | 74,08                             | 18,51                                | 1,96                    | 110,00 | 2,83                              | 15,10                    |                        |
|                 |     | 12  | 12,0 | 4,0 | 22,80              | 208,90                               | 29,47                            | 3,03                | 330,95                                   | 3,81                        | 86,84                             | 21,10                                | 1,95                    | 122,00 | 2,91                              | 17,90                    |                        |
|                 |     | 14  | 12,0 | 4,0 | 26,28              | 237,15                               | 33,83                            | 3,00                | 374,98                                   | 3,78                        | 99,32                             | 23,49                                | 1,94                    | 138,00 | 2,99                              | 20,63                    |                        |
| 11              | 110 | 16  | 12,0 | 4,0 | 29,68              | 263,82                               | 38,04                            | 2,98                | 416,04                                   | 3,74                        | 111,61                            | 25,79                                | 1,94                    | 152,00 | 3,06                              | 23,30                    |                        |
|                 |     | 7   | 12,0 | 4,0 | 15,15              | 175,61                               | 21,83                            | 3,40                | 278,54                                   | 4,29                        | 72,68                             | 17,36                                | 2,19                    | 106,00 | 2,96                              | 11,89                    |                        |
|                 |     | 8   | 12,0 | 4,0 | 17,20              | 198,17                               | 24,77                            | 3,39                | 314,51                                   | 4,28                        | 81,83                             | 19,29                                | 2,18                    | 116,00 | 3,00                              | 13,50                    |                        |
|                 |     | 8   | 14,0 | 4,6 | 19,69              | 294,36                               | 32,20                            | 3,87                | 466,76                                   | 4,87                        | 121,98                            | 25,67                                | 2,49                    | 172,00 | 3,36                              | 15,46                    |                        |
| 12,5            | 125 | 9   | 14,0 | 4,6 | 22,00              | 327,48                               | 36,00                            | 3,86                | 520,00                                   | 4,86                        | 135,88                            | 28,26                                | 2,48                    | 192,00 | 3,40                              | 17,30                    |                        |
|                 |     | 10  | 14,0 | 4,6 | 24,33              | 359,82                               | 39,74                            | 3,85                | 571,04                                   | 4,84                        | 148,59                            | 30,45                                | 2,47                    | 211,00 | 3,45                              | 19,10                    |                        |

| Номер<br>уголка | b   | t  | R    | r   | A, см <sup>2</sup> | Справочные значения величин для осей |                                  |                     |                                          |                             |                                   |                                      |                         |                                   |                        | Мас-<br>са<br>1 м,<br>кг |
|-----------------|-----|----|------|-----|--------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------|
|                 |     |    |      |     |                    | x                                    |                                  |                     |                                          | x <sub>0</sub>              |                                   | y <sub>0</sub>                       |                         |                                   |                        |                          |
|                 |     |    |      |     |                    | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>     | W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup> | i <sub>x</sub> , см | I <sub>x0 max</sub> ,<br>см <sup>4</sup> | i <sub>x0 max</sub> ,<br>см | I <sub>y0</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>y0</sub> ,<br>см <sup>3</sup> | i <sub>y0</sub> ,<br>см | I <sub>xy</sub> , см <sup>4</sup> | x <sub>0</sub> ,<br>см |                          |
| 12,5            | 125 | 12 | 14,0 | 4,6 | 28,89              | 422,23                               | 47,06                            | 3,82                | 670,02                                   | 4,82                        | 174,43                            | 34,94                                | 2,46                    | 248,00                            | 3,53                   | 22,68                    |
|                 |     | 14 | 14,0 | 4,6 | 33,37              | 481,76                               | 54,17                            | 3,80                | 763,90                                   | 4,78                        | 199,62                            | 39,10                                | 2,45                    | 282,00                            | 3,61                   | 26,20                    |
|                 |     | 16 | 14,0 | 4,6 | 37,77              | 538,56                               | 61,09                            | 3,78                | 852,84                                   | 4,75                        | 224,29                            | 43,10                                | 2,44                    | 315,00                            | 3,68                   | 29,65                    |
| 14              | 140 | 9  | 14,0 | 4,6 | 24,72              | 465,72                               | 45,55                            | 4,34                | 739,42                                   | 5,47                        | 192,03                            | 35,92                                | 2,79                    | 274,00                            | 3,76                   | 19,41                    |
|                 |     | 10 | 14,0 | 4,6 | 27,33              | 512,29                               | 50,32                            | 4,33                | 813,62                                   | 5,46                        | 210,96                            | 39,05                                | 2,78                    | 301,00                            | 3,82                   | 21,45                    |
|                 |     | 12 | 14,0 | 4,6 | 32,49              | 602,49                               | 59,66                            | 4,31                | 956,98                                   | 5,43                        | 248,01                            | 44,97                                | 2,76                    | 354,00                            | 3,90                   | 25,50                    |
|                 |     | 10 | 16,0 | 5,3 | 31,43              | 774,24                               | 66,19                            | 4,96                | 1229,10                                  | 6,25                        | 319,33                            | 52,52                                | 3,19                    | 455,00                            | 4,30                   | 24,67                    |
|                 |     | 11 | 16,0 | 5,3 | 34,42              | 844,21                               | 72,44                            | 4,95                | 1340,06                                  | 6,24                        | 347,77                            | 56,53                                | 3,18                    | 496,00                            | 4,35                   | 27,02                    |
|                 |     | 12 | 16,0 | 5,3 | 37,39              | 912,89                               | 78,62                            | 4,94                | 1450,00                                  | 6,23                        | 375,78                            | 60,53                                | 3,17                    | 537,00                            | 4,39                   | 29,35                    |
| 16              | 160 | 14 | 16,0 | 5,3 | 43,57              | 1046,47                              | 90,77                            | 4,92                | 1662,13                                  | 6,20                        | 430,81                            | 68,15                                | 3,16                    | 615,00                            | 4,47                   | 34,20                    |
|                 |     | 16 | 16,0 | 5,3 | 49,07              | 1175,19                              | 102,64                           | 4,89                | 1865,73                                  | 6,17                        | 484,64                            | 75,92                                | 3,14                    | 690,00                            | 4,55                   | 38,52                    |
|                 |     | 18 | 16,0 | 5,3 | 54,79              | 1290,24                              | 114,24                           | 4,87                | 2061,03                                  | 6,13                        | 537,46                            | 82,08                                | 3,13                    | 771,00                            | 4,63                   | 43,01                    |
|                 |     | 20 | 16,0 | 5,3 | 60,40              | 1418,85                              | 125,60                           | 4,85                | 2248,26                                  | 6,10                        | 589,43                            | 90,02                                | 3,12                    | 830,00                            | 4,70                   | 47,41                    |
|                 |     | 11 | 16,0 | 5,3 | 38,80              | 1216,44                              | 92,47                            | 5,60                | 1933,10                                  | 7,06                        | 499,78                            | 72,86                                | 3,59                    | 716,00                            | 4,85                   | 30,47                    |
|                 |     | 12 | 16,0 | 5,3 | 42,19              | 1316,62                              | 100,41                           | 5,59                | 2092,78                                  | 7,04                        | 540,45                            | 78,15                                | 3,58                    | 776,00                            | 4,89                   | 33,12                    |
| 18              | 180 | 12 | 18,0 | 6,0 | 47,10              | 1822,78                              | 124,61                           | 6,22                | 2896,16                                  | 7,84                        | 749,40                            | 98,68                                | 3,99                    | 1073,00                           | 5,37                   | 36,97                    |
|                 |     | 13 | 18,0 | 6,0 | 50,85              | 1960,77                              | 134,44                           | 6,21                | 3116,18                                  | 7,83                        | 805,35                            | 105,07                               | 3,98                    | 1156,00                           | 5,42                   | 39,92                    |
|                 |     | 14 | 18,0 | 6,0 | 54,60              | 2097,00                              | 144,17                           | 6,20                | 3333,00                                  | 7,81                        | 861,00                            | 111,50                               | 3,97                    | 1236,00                           | 5,46                   | 42,80                    |
| 20              | 200 | 16 | 18,0 | 6,0 | 61,98              | 2362,57                              | 163,37                           | 6,17                | 3755,39                                  | 7,78                        | 969,74                            | 123,77                               | 3,96                    | 1393,00                           | 5,54                   | 48,65                    |
|                 |     | 20 | 18,0 | 6,0 | 76,54              | 2871,47                              | 200,37                           | 6,12                | 4860,42                                  | 7,72                        | 1181,92                           | 146,62                               | 3,93                    | 1689,00                           | 5,70                   | 60,08                    |
|                 |     | 25 | 18,0 | 6,0 | 94,29              | 3466,21                              | 245,59                           | 6,06                | 5494,04                                  | 7,63                        | 1438,38                           | 172,68                               | 3,91                    | 2028,00                           | 5,89                   | 74,02                    |
|                 |     | 30 | 18,0 | 6,0 | 111,54             | 4019,60                              | 288,57                           | 6,00                | 6351,05                                  | 7,55                        | 1698,16                           | 193,06                               | 3,89                    | 2332,00                           | 6,07                   | 87,56                    |

| Номер<br>уголка | b   | t    | R    | r     | A, см <sup>2</sup> | Справочные значения величин для осей |                                  |                     |                                          |                             |                                   |                                      |                         |         |       | Мас-<br>са<br>1 м,<br>кг |                                   |                        |
|-----------------|-----|------|------|-------|--------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---------|-------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------|
|                 |     |      |      |       |                    | x                                    |                                  |                     |                                          | x <sub>0</sub>              |                                   | y <sub>0</sub>                       |                         |         |       |                          | I <sub>xy</sub> , см <sup>4</sup> | x <sub>0</sub> ,<br>см |
|                 |     |      |      |       |                    | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>     | W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup> | i <sub>x</sub> , см | I <sub>x0 max</sub> ,<br>см <sup>4</sup> | i <sub>x0 max</sub> ,<br>см | I <sub>y0</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>y0</sub> ,<br>см <sup>3</sup> | i <sub>y0</sub> ,<br>см |         |       |                          |                                   |                        |
| 22              | 220 | 14   | 21,0 | 7,0   | 60,38              | 2814,36                              | 175,18                           | 6,83                | 4470,15                                  | 8,60                        | 1158,56                           | 138,62                               | 4,38                    | 1655,00 | 5,91  | 47,40                    |                                   |                        |
|                 |     | 16   | 21,0 | 7,0   | 68,58              | 3175,44                              | 198,71                           | 6,80                | 5045,37                                  | 8,58                        | 1305,52                           | 153,34                               | 4,36                    | 1869,00 | 6,02  | 53,83                    |                                   |                        |
|                 | 250 | 16   | 24,0 | 8,0   | 78,40              | 4717,10                              | 258,43                           | 7,76                | 7492,10                                  | 9,78                        | 1942,09                           | 203,45                               | 4,98                    | 2775,00 | 6,75  | 61,55                    |                                   |                        |
|                 |     | 18   | 24,0 | 8,0   | 87,72              | 5247,24                              | 288,82                           | 7,73                | 8336,69                                  | 9,75                        | 2157,78                           | 223,39                               | 4,96                    | 3089,00 | 6,83  | 68,86                    |                                   |                        |
| 20              |     | 24,0 | 8,0  | 96,96 | 5764,87            | 318,76                               | 7,71                             | 9159,73             | 9,72                                     | 2370,01                     | 242,52                            | 4,94                                 | 3395,00                 | 6,91    | 76,11 |                          |                                   |                        |
| 25              | 250 | 22   | 24,0 | 8,0   | 106,12             | 6270,32                              | 348,26                           | 7,69                | 9961,30                                  | 9,69                        | 2579,04                           | 260,52                               | 4,93                    | 3691,00 | 7,00  | 83,31                    |                                   |                        |
|                 |     | 25   | 24,0 | 8,0   | 119,71             | 7006,39                              | 391,72                           | 7,65                | 11125,52                                 | 9,64                        | 2887,26                           | 287,14                               | 4,91                    | 4119,00 | 7,11  | 93,97                    |                                   |                        |
|                 | 250 | 28   | 24,0 | 8,0   | 133,12             | 7716,86                              | 434,25                           | 7,61                | 12243,84                                 | 9,59                        | 3189,89                           | 311,98                               | 4,90                    | 4527,00 | 7,23  | 104,50                   |                                   |                        |
|                 |     | 30   | 24,0 | 8,0   | 141,96             | 8176,82                              | 462,11                           | 7,59                | 12964,66                                 | 9,56                        | 3388,98                           | 327,82                               | 4,89                    | 4788,00 | 7,31  | 111,44                   |                                   |                        |
|                 |     | 35   | 24,0 | 8,0   | 163,71             | 9281,05                              | 530,11                           | 7,53                | 14682,73                                 | 9,47                        | 3879,37                           | 366,13                               | 4,87                    | 5401,68 | 7,53  | 128,51                   |                                   |                        |



Сортамент уголков неравнополочных по ГОСТ 8510—86\*

| Номер<br>уголка | B  | b  | t   | R   | r   | A <sub>x2</sub><br>см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей     |                                    |                      |                                                |                                    |                      |                                                |                                    |                      |      | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | Масса l<br>м<br>уголка, кг |
|-----------------|----|----|-----|-----|-----|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|----------------------------|
|                 |    |    |     |     |     |                                    | x                                |                                    |                      | y                                              |                                    |                      | и                                              |                                    |                      |      |                      |                      |                                                 |      |                            |
|                 |    |    |     |     |     |                                    | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>x3</sub><br>см <sup>3</sup> | i <sub>x</sub><br>см | I <sub>y</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | W <sub>y3</sub><br>см <sup>3</sup> | i <sub>y</sub><br>см | I <sub>u</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | W <sub>u3</sub><br>см <sup>3</sup> | i <sub>u</sub><br>см |      |                      |                      |                                                 |      |                            |
|                 |    |    |     |     |     |                                    |                                  |                                    |                      |                                                |                                    |                      |                                                |                                    |                      |      |                      |                      |                                                 |      |                            |
| 6,5/5*          | 65 | 50 | 5   | 6,0 | 2,0 | 5,56                               | 23,41                            | 5,20                               | 2,05                 | 12,08                                          | 3,23                               | 1,47                 | 6,41                                           | 2,68                               | 1,07                 | 2,00 | 9,77                 | 0,576                | 4,36                                            |      |                            |
|                 |    |    | 6   |     |     | 6,60                               | 27,46                            | 6,16                               | 2,04                 | 14,12                                          | 3,82                               | 1,46                 | 7,52                                           | 3,15                               | 1,07                 | 2,04 | 11,46                | 0,575                | 5,18                                            |      |                            |
|                 |    |    | 7   |     |     | 7,62                               | 31,32                            | 7,08                               | 2,03                 | 16,05                                          | 4,38                               | 1,45                 | 8,60                                           | 3,59                               | 1,06                 | 2,08 | 12,94                | 0,571                | 5,98                                            |      |                            |
|                 |    |    | 8   |     |     | 8,62                               | 35,00                            | 7,99                               | 2,02                 | 18,88                                          | 4,93                               | 1,44                 | 9,65                                           | 4,02                               | 1,06                 | 2,12 | 13,61                | 0,570                | 6,77                                            |      |                            |
| 7/4,5           | 70 | 45 | 5   | 7,5 | 2,5 | 5,59                               | 27,76                            | 5,88                               | 2,23                 | 9,05                                           | 2,62                               | 1,27                 | 5,34                                           | 2,20                               | 0,98                 | 2,28 | 9,12                 | 0,406                | 4,39                                            |      |                            |
|                 |    |    | 5   |     |     | 6,11                               | 34,81                            | 6,81                               | 2,39                 | 12,47                                          | 3,25                               | 1,43                 | 7,24                                           | 2,73                               | 1,09                 | 2,39 | 12,00                | 0,436                | 4,79                                            |      |                            |
|                 |    |    | 6   |     |     | 7,25                               | 40,92                            | 8,08                               | 2,38                 | 14,60                                          | 3,85                               | 1,42                 | 8,48                                           | 3,21                               | 1,08                 | 2,44 | 14,10                | 0,435                | 5,69                                            |      |                            |
|                 |    |    | 7*  |     |     | 8,37                               | 46,77                            | 9,31                               | 2,36                 | 16,61                                          | 4,43                               | 1,41                 | 9,69                                           | 3,69                               | 1,08                 | 2,48 | 16,18                | 0,435                | 6,57                                            |      |                            |
| 7,5/5           | 75 | 60 | 8   | 8,0 | 2,7 | 9,47                               | 52,38                            | 10,52                              | 2,35                 | 18,52                                          | 4,88                               | 1,40                 | 10,87                                          | 4,14                               | 1,07                 | 2,52 | 17,80                | 0,430                | 7,43                                            |      |                            |
|                 |    |    | 5   |     |     | 6,36                               | 41,64                            | 7,71                               | 2,56                 | 12,68                                          | 3,28                               | 1,41                 | 7,57                                           | 2,75                               | 1,00                 | 2,60 | 13,20                | 0,387                | 4,49                                            |      |                            |
|                 |    |    | 6   |     |     | 7,55                               | 46,98                            | 9,15                               | 2,55                 | 14,85                                          | 3,88                               | 1,40                 | 8,88                                           | 3,24                               | 1,08                 | 2,65 | 15,50                | 0,386                | 5,92                                            |      |                            |
|                 |    |    | 6   |     |     | 8,15                               | 52,06                            | 9,42                               | 2,53                 | 25,18                                          | 5,58                               | 1,76                 | 13,61                                          | 4,66                               | 1,29                 | 2,47 | 20,98                | 0,547                | 6,39                                            |      |                            |
| 8/6*            | 80 | 60 | 7   | 8,0 | 2,7 | 9,42                               | 59,61                            | 10,87                              | 2,52                 | 28,74                                          | 6,43                               | 1,75                 | 15,58                                          | 5,34                               | 1,29                 | 2,52 | 24,01                | 0,546                | 7,39                                            |      |                            |
|                 |    |    | 8   |     |     | 10,67                              | 66,88                            | 12,38                              | 2,50                 | 32,15                                          | 7,26                               | 1,74                 | 17,49                                          | 5,99                               | 1,28                 | 2,56 | 26,83                | 0,544                | 8,37                                            |      |                            |
|                 |    |    | 5,5 |     |     | 7,86                               | 65,28                            | 10,74                              | 2,88                 | 19,67                                          | 4,53                               | 1,58                 | 11,77                                          | 3,81                               | 1,22                 | 2,92 | 20,54                | 0,384                | 6,17                                            |      |                            |
|                 |    |    | 6   |     |     | 8,54                               | 70,58                            | 11,66                              | 2,88                 | 21,22                                          | 4,91                               | 1,58                 | 12,70                                          | 4,12                               | 1,22                 | 2,95 | 22,23                | 0,384                | 6,70                                            |      |                            |
| 9/5,6           | 90 | 56 | 8   | 9,0 | 3,0 | 11,18                              | 90,87                            | 15,24                              | 2,85                 | 27,08                                          | 6,39                               | 1,56                 | 16,29                                          | 5,32                               | 1,21                 | 3,04 | 28,33                | 0,380                | 8,77                                            |      |                            |

| Номер<br>уголка | B | b | t | R | r | A <sub>x</sub> <sup>2</sup><br>см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей |  |  |  |  |  |  |  |  |  | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | y <sub>0</sub><br>см | x <sub>0</sub><br>см | y <sub>0</sub><br>см | I <sub>xy</sub> <sup>4</sup><br>см <sup>4</sup> | tg α | I <sub></sub> |
|-----------------|---|---|---|---|---|------------------------------------------------|------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|---------------|
|-----------------|---|---|---|---|---|------------------------------------------------|------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------|---------------|



