

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО  
ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра "Сопротивление материалов"

**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ ФИГУР**

**Методические указания к расчетно-проектировочной работе  
по курсу "Сопротивление материалов"**

Волгоград 1995

Геометрические характеристики плоских фигур. Методические указания к расчетно-проектировочной работе по курсу "Сопротивление материалов" / Сост. В.П.Багмутов, А.С.Столярчук, Т.Б.Адхименков. - ВолгГТУ, Волгоград, 1995. - 14 с.

В работе содержатся методические указания, необходимые для организации самостоятельной работы студентов при проведении расчетов геометрических характеристик сложной плоской фигуры.

Предназначена для выполнения расчетно-проектировочных работ по курсу "Сопротивление материалов".

Ил. 7 . Библиогр. - 10 назв.

Рецензент Н.В.Волохова

Печатается по решению редакционно-издательского совета Волгоградского государственного технического университета

© Волгоградский  
государственный  
технический  
университет,  
1995

**Цель работы:** Расчет положения главных центральных осей инерции и величин главных центральных моментов инерции сложной (составной) плоской фигуры

## 1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

При расчете "элементов конструкций" (деталей) на прочность, жесткость и устойчивость, кроме знания внутренних усилий в поперечных сечениях, необходимо еще знание некоторых характеристик поперечного сечения, зависящих от его размеров, конфигурации и для неоднородных материалов - от упругих свойств. Для однородных материалов такие характеристики получили название геометрических характеристик сечения.

К основным геометрическим характеристикам поперечных сечений (плоских фигур), используемым для расчетов в сопротивлении материалов, кроме площади ( $A$ ) фигуры, относятся статические моменты, моменты инерции (осевые, центробежный, полярный) и некоторые другие, которые в плоской декартовой системе координат ( $z, y$ ) задаются определенным интегралом вида:

$$\int_{(A)} z^m y^q dA \quad (1)$$

(Ось  $x$  обычно совмещается с геометрической осью элемента конструкции). В зависимости от частных значений коэффициентов  $m, q$  выражение (1) определяет тот или иной тип геометрической характеристики:

$m = q = 0$  - площадь фигуры;

$m = 1, q = 0$  или  $m = 0, q = 1$  - статические моменты фигуры;

$m = 1, q = 1$  или  $m = 2, q = 0$  или  $m = 0, q = 2$  - моменты инерции.

Кроме знания самих величин геометрических характеристик поперечного сечения, в расчетах обычно требуется отыскать положение осей поперечного сечения, относительно которых осевые моменты инерции принимают экстремальные значения (так называемые - главные оси инерции и соответствующие им главные моменты инерции). В случае, когда главные оси проходят через центр тяжести, они называются главными центральными осями.

Осевые моменты инерции в этих осях называются главными центральными моментами инерции.

В инженерной практике часто используются детали машин и конструкций, изготавливаемые посредством сварки или клепки из нескольких простых профилей. Поперечные сечения, таким образом, получают сложные очертания. Расчет величин геометрических характеристик и положения главных центральных осей инерции такого сечения представляет достаточно трудоемкую задачу даже в случае выполнения составного профиля из одного и того же материала (однородное сечение). В данных методических указаниях рассматриваются только такие сечения.

#### **РАБОТА ПРЕДУСМАТРИВАЕТ:**

- 1) Вычисление моментов инерции для простых фигур или их определение по таблицам для стандартных профилей.
- 2) Определение положения центра тяжести сложной фигуры.
- 3) Нахождение моментов инерции сложной фигуры относительно некоторой системы координат.
- 4) Определение положения главных центральных осей и нахождение главных центральных моментов инерции.
- 5) Расчет главных центральных радиусов инерции фигуры.

**Замечание.** Выполнение учебно-исследовательской работы студентами (творческой части) по анализу работоспособности составного сечения с учетом возможных изменений условий его изготовления и эксплуатации или с целью оптимизации конфигурации сечения осуществляется по индивидуальному заданию на базе данных инвариантной части задания. При любой постановке задачи отчет о работе должен содержать решение по определению расчетных параметров в общем (в буквенных обозначениях) виде и в такой форме, которая представляется исполнителю наиболее удобной для расчетов на ЭВМ при проведении УИРС.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ИНВАРИАНТНОЙ ЧАСТИ ЗАДАНИЯ**

**Задается** многоэлементная плоская фигура, представляющая поперечное сечение бруса, находящегося в условиях некоторого силового воздействия (результат этого силового воздействия на его работос-

пособность нас пока не интересует и будет рассматриваться специально в следующих расчетно-проектировочных работах). Указываются все размеры, если элементы, входящие в его состав, - простейшие геометрические фигуры (круг, квадрат, прямоугольник ...) или номера стандартных прокатных профилей, выпускаемых отечественной промышленностью, если элементы: уголки (ГОСТ 8509-86\*; ГОСТ 8510-86\*), двутавры (ГОСТ 8239-72) и швеллеры (ГОСТ 8240 - 72 двух видов: с параллельными гранями полок или с уклоном внутренних углов полок [1]). Вся необходимую информацию по этим стандартным профилям студентам следует самостоятельно отыскать по таблицам прокатного сортамента в технической литературе [1 - 8].

**Необходимо:** 1) определить положение центра тяжести сложной фигуры; 2) найти осевые и центробежный моменты инерции заданной фигуры относительно исходной системы координат; 3) подсчитать осевые и центробежный моменты инерции этой фигуры относительно ее центральных осей, параллельных исходным; 4) определить положение главных центральных осей и главные центральные моменты инерции; 5) подсчитать главные центральные радиусы инерции фигуры.

### ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- $A$  - площадь фигуры;
- $A_i$  - площадь  $i$ -элемента фигуры;
- $n$  - число элементов фигуры;
- $Z, Y$  - исходные оси;
- $\bar{Z}, \bar{Y}$  - координаты центра тяжести  $(C)$  в исходных осях  $Z, Y$ ;
- $\bar{Z}_i, \bar{Y}_i$  - координаты центра тяжести  $(C_i)$   $i$ -элемента в исходных осях  $Z, Y$ ;
- $I_Z, I_Y$  - осевые моменты инерции в исходных осях  $Z, Y$ ;
- $D_{ZY}$  - центробежный момент инерции в исходных осях  $Z, Y$ ;

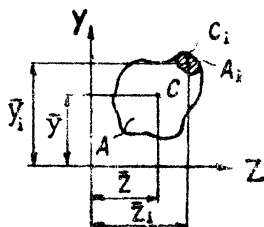


Рис.1. Исходная  $(Z, Y)$  система координат \*\*

\*) ГОСТ 8509 - 86; ГОСТ 8510 - 86 взамен ГОСТ 8509 - 72; ГОСТ 8510 - 72.

\*\*) Используется правая система координат ( $Z$  - горизонтальная ось,  $Y$  - вертикальная).

- $z, y$  - центральные оси, параллельные исходным  $Z, Y$ ;  
 $z_1, y_1$  - собственные центральные оси  $i$ -элемента, параллельные осям  $z, y$ ;  
 $\bar{z}_i, \bar{y}_i$  - координаты центра тяжести  $i$ -элемента в центральных осях  $z, y$ ;  
 $I_z, I_y, D_{zy}$  - моменты инерции в центральных осях  $z, y$ ;  
 $I_{z_1}, I_{y_1}, D_{z_1 y_1}$  - моменты инерции  $i$ -элемента в собственных центральных осях  $z_1, y_1$ ;  
 $u_1, v_1$  - собственные главные центральные оси  $i$ -элемента;  
 $\alpha_1$  - угол поворота собственных главных центральных осей к собственным центральным осям  $i$ -элемента;  
 $I_{u_1}, I_{v_1}^*$  - собственные главные центральные моменты инерции  $i$ -элемента;

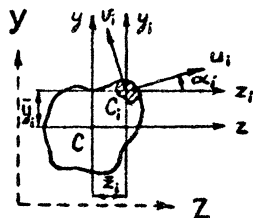


Рис.2. Центральная  $(z, y)$  система координат \*\*

- $U, V$  - главные центральные оси;  
 $\alpha$  - угол поворота центральных осей к главным центральным;  
 $I_U, I_V^*$  - главные центральные моменты инерции фигуры;  
 $I_U, I_V$  - главные центральные радиусы инерции фигуры.

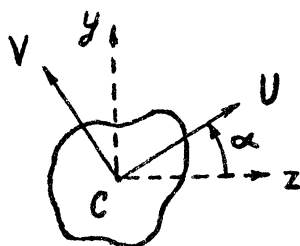


Рис.3. Главная центральная  $(U, V)$  система координат

\*) Принято:  $I_{U_1} > I_{V_1}$ ;  $I_U > I_V$  (т.е.  $U$  - ось максимального осевого момента инерции,  $V$  - ось минимального осевого момента инерции как для  $i$ -элемента, так и для фигуры в целом).

\*\*) См. на стр.5.

### 3. АЛГОРИТМ РАСЧЕТА. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

#### 3.1. Определение центра тяжести в исходных осях

Разобьем заданную фигуру (пример показан на рис. 4) на  $n$  ( $n=2$ ) простых элементов, центры тяжести которых известны (или предварительно легко определяются). Радиусами кривизны в местахгиба листа пренебрегаем, представляя (с достаточной для инженерного расчета точностью) сложное сечение, состоящим из двух прямоугольников.

Введем исходную систему осей  $Z, Y$ . Координаты  $(\bar{Z}, \bar{Y})$  центра тяжести заданной фигуры определим [1 - 5] по формулам.

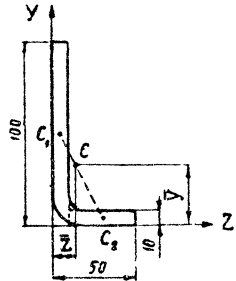


Рис. 4. Поперечное сечение профиля, полученного гибом из листа толщиной 10 мм

$$\bar{Z} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n A_i \bar{Z}_i ; \quad \bar{Y} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n A_i \bar{Y}_i \quad (2)$$

Получим: 
$$\bar{Z} = \frac{1}{14} (10 \cdot 1 \cdot 0,5 + 4 \cdot 1 \cdot 3) = 1,21 \text{ см} ;$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{14} (10 \cdot 1 \cdot 5 + 4 \cdot 1 \cdot 0,5) = 3,71 \text{ см} ,$$

где  $A = A_1 + A_2 = 10 \cdot 1 + 4 \cdot 1 = 14 \text{ см}^2$ . По этим координатам найдем точку  $C$  - центр тяжести сложной фигуры (см. рис. 4).

Для проверки найденного центра тяжести следует иметь в виду, что он должен лежать внутри многоугольника, образованного центрами тяжести  $n$ -элементов (в данном случае - на линии  $C_1C_2$  с выполнением условия  $C_1C/CC_2 = A_2/A_1$ , т.е. центр тяжести двухэлементной фигуры делит отрезок между центрами тяжести ее элементов в обратном пропорциональном отношении к их площадям, - точка  $C$  лежит ближе к центру тяжести большего элемента).

### 3.2. Определение осевых и центробежного моментов инерции в исходных осях

Дано поперечное составное сечение конструкции (рис.5), полученной посредством сварки из двух стандартных профилей: уголка и швеллера. (Влиянием сварочных швов на геометрические характеристики сечения можно пренебречь).

Для определения искомых моментов инерции всей фигуры необходимо предварительно вычислить (или определить по таблицам прокатного сортамента) моменты инерции и некоторые дополнительные характеристики для каждого элемента этой фигуры.

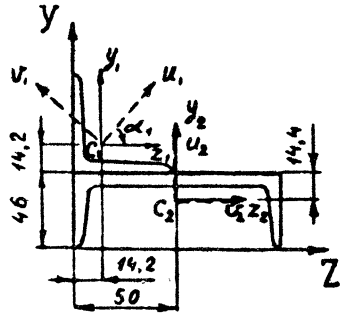


Рис.5. Поперечное сечение конструкции, состоящей из равнополочного уголка N5 и швеллера N10 (с уклоном внутренних граней полок)

1) Уголок N5 (см. таблицу прокатного сортамента по ГОСТ 8509-86 [1 - 6]) :

$$I_{z_1} = I_{y_1} = 11,20 \text{ см}^4; \quad I_{u_1} = 17,77 \text{ см}^4; \quad I_{v_1} = 4,630 \text{ см}^4; \\ A_1 = 4,800 \text{ см}^2; \quad \bar{Z}_1 = 1,420 \text{ см}; \quad \bar{Y}_1 = 1,420 + 4,600 = 6,020 \text{ см}.$$

$$D_{z_1 y_1} = \frac{1}{2} (I_{u_1} - I_{v_1}) \sin 2\alpha_1. \quad (3)$$

$$D_{z_1 y_1} = \frac{1}{2} (17,77 - 4,630) \sin 2(-45,00^\circ) = -6,570 \text{ см}^4.$$

**Примечание.** В формуле (3) расчетный угол  $\alpha$  откладывается от оси  $u$  до оси  $z$ . При этом знак угла принимается положительным, если поворот происходит против часовой стрелки, или отрицательным - в случае вращения по часовой стрелке (правило знака угла).

2) Швеллер N10 (см. таблицу прокатного сортамента по ГОСТ 8240-72 [1 - 8] для швеллеров с уклоном внутренних граней полок):

$$I_{z_2} = I_{v_2} = 20,40 \text{ см}^4; \quad I_{y_2} = I_{u_2} = 174,0 \text{ см}^4; \quad A_2 = 10,90 \text{ см}^2; \\ \bar{Z}_2 = 5,000 \text{ см}; \quad \bar{Y}_2 = 4,600 - 1,440 = 3,160 \text{ см}.$$

$D_{z_2 y_2} = D_{u_2 v_2} = 0$  [3], поскольку оси  $z_2, y_2$  являются главными центральными осями  $v_2, u_2$  (см. рис.5).



Величины моментов инерции сложной фигуры (применяя для каждого 1-элемента формулы параллельного переноса) найдем суммированием [6] соответствующих моментов инерции всех ее элементов:

$$\begin{aligned}
 I_z &= \sum_{i=1}^n (I_{z_i} + \bar{Y}_i^2 A_i) ; \\
 I_y &= \sum_{i=1}^n (I_{y_i} + \bar{Z}_i^2 A_i) ; \\
 D_{ZY} &= \sum_{i=1}^n (D_{z_i y_i} + \bar{Z}_i \bar{Y}_i A_i) .
 \end{aligned} \quad (4)$$

**Примечание.** Применение формул (4) допустимо только при переходе от центральных осей ( $Z_1, Y_1$ ) к произвольным - им параллельным (например:  $Z, Y$ ). Соотношения между геометрическими характеристиками для параллельных, но не центральных, осей имеют более сложный вид [1, 3].

Для рассматриваемого примера получим:

$$\begin{aligned}
 I_z &= (11,20 + 6,020^2 \cdot 4,800) + (20,40 + 3,160^2 \cdot 10,90) = 314,4 \text{ см}^4; \\
 I_y &= (11,20 + 1,420^2 \cdot 4,800) + (174,0 + 5,000^2 \cdot 10,90) = 467,4 \text{ см}^4; \\
 D_{ZY} &= (-6,570 + 1,420 \cdot 6,020 \cdot 4,800) + (0 + 5,000 \cdot 3,160 \cdot 10,90) = \\
 &= -206,7 \text{ см}^4.
 \end{aligned}$$

### 3.3. Расчет осевых и центробежного моментов инерции в центральных осях

Решение этой задачи рассмотрим на примере сложного сечения, приведенного в пункте 3.2.

Предварительно по формулам (2) определим координаты центра тяжести сечения:  $\bar{Z} = 3,910$  см;  $\bar{Y} = 4,030$  см. Покажем точку  $C$  на чертеже (рис.6) и проведем через нее центральные оси ( $z, y$ ), параллельно исходным ( $Z, Y$ ).

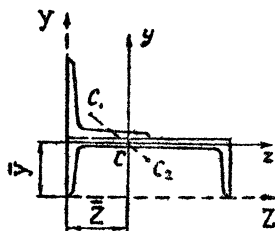


Рис.6. (См. рис.5)

Поскольку оси  $z, y$  - центральные для всей фигуры, то формулы параллельного переноса [1 - 5] запишем в виде:

$$\begin{aligned}
 I_z &= I_z - \bar{Y}^2 A ; \\
 I_y &= I_y - \bar{Z}^2 A ; \\
 D_{zy} &= D_{ZY} - \bar{Z} \bar{Y} A ,
 \end{aligned} \quad (5)$$

где  $A = A_1 + A_2 = 4,800 + 10,90 = 15,70 \text{ см}^2$ .

Подставляя в формулы (5) рассчитанные ранее величины, получим:

$$I_z = 314,4 - 4,030^2 \cdot 15,70 = 59,4 \text{ см}^4;$$

$$I_y = 467,4 - 3,910^2 \cdot 15,70 = 227 \text{ см}^4;$$

$$D_{zy} = 206,7 - 3,910 \cdot 4,030 \cdot 15,70 = -40,7 \text{ см}^4 .$$

### 3.4. Определение положения главных центральных осей и величин главных центральных моментов инерции

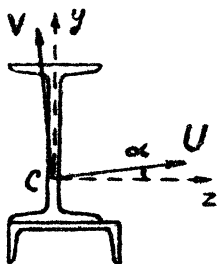


Рис.7. Поперечное сечение конструкции, состоящей из двутавра НЗЗ и швеллера N20 .

Дано поперечное сечение в виде сложной фигуры (рис.7). Предварительным расчетом получены значения  $I_z = 15580 \text{ см}^4$ ,  $I_y = 2086 \text{ см}^4$  и  $D_{zy} = -907,3 \text{ см}^4$ . Общая площадь фигуры  $A = 77,20 \text{ см}^2$ .

Наименьший угол поворота  $\alpha$  между центральными и главными центральными осями определим [1 - 5] по формуле:

$$\operatorname{tg} 2\alpha = - \frac{2D_{zy}}{I_z - I_y}. \quad (6)$$

В результате расчета:  $\operatorname{tg} 2\alpha = - \frac{2(-907,3)}{15580 - 2086} = 0,1345$ ;  $\alpha = 3,830^\circ$ .

Поскольку величина  $\alpha$  положительная, повернем, по правилу знака угла, систему центральных осей  $z, y$  на этот угол против часовой стрелки. Получим направление главных центральных осей  $U, V$  (см. рис.7).

**Примечание.** Если  $I_z > I_y$ , то поворот оси  $z$  на угол  $\alpha$  дает направление оси  $U$  (т.е. оси максимального главного центрального момента инерции  $I_U$  фигуры); если  $I_z < I_y$ , то поворот оси  $z$  на угол  $\alpha$  дает направление оси  $V$  (т.е. оси минимального главного центрального момента инерции  $I_V$  фигуры).

Величины главных центральных моментов инерции фигуры определим

подстановкой найденного значения угла  $\alpha$  в формулы поворота [3]:

$$\begin{aligned} I_U &= I_z \cos^2 \alpha + I_y \sin^2 \alpha - D_{zy} \sin 2\alpha ; \\ I_V &= I_z \sin^2 \alpha + I_y \cos^2 \alpha + D_{zy} \sin 2\alpha . \end{aligned} \quad (7)$$

$$I_U = 15580 \cos^2(3,830^\circ) + 2086 \sin^2(3,830^\circ) - (-907,3) \sin 2(3,830^\circ) = 15640 \text{ см}^4;$$

$$I_V = 15580 \sin^2(3,830^\circ) + 2086 \cos^2(3,830^\circ) + (-907,3) \sin 2(3,830^\circ) = 2025 \text{ см}^4.$$

Заметим, что формулы (7) написаны для случая  $I_z > I_y$ . В противном случае, надо поменять местами символы U и V. Для контроля того, что полученные оси - главные, убедитесь, что центробежный момент инерции в этих осях [3]

$$D_{UV} = \frac{I_z - I_y}{2} \sin 2\alpha + D_{zy} \cos 2\alpha \quad (8)$$

равен нулю.

Величины главных центральных моментов инерции фигуры можно также определить [1 - 5] по формуле

$$I_{U,V} = \frac{I_z + I_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{I_z - I_y}{2}\right)^2 + D_{zy}^2} ; \quad (9)$$

$$I_U = \frac{15580 + 2086}{2} + \sqrt{\left(\frac{15580 - 2086}{2}\right)^2 + (-907,3)^2} = 15640 \text{ см}^4 ;$$

$$I_V = \frac{15580 + 2086}{2} - \sqrt{\left(\frac{15580 - 2086}{2}\right)^2 + (-907,3)^2} = 2025 \text{ см}^4 .$$

что совпадает с ранее вычисленными значениями.

Еще одна проверка результатов расчета  $I_U$ ,  $I_V$  производится на основании известного из теории свойства постоянства суммы осевых моментов инерции для двух ортогональных осей независимо от угла их поворота:

$$I_z + I_y = I_U + I_V . \quad (10)$$

Делая подстановку в выражение (10) вычисленных значений, получим:

$$15580 + 2086 = 15640 + 2025; 17666 \approx 17665 \text{ (см}^4\text{)}.$$

С достаточной для инженерной практики точностью (см. раздел 4) можно признать расчет удовлетворительным. После округления окончательно имеем:  $I_U = 15600 \text{ см}^4$ ;  $I_V = 2030 \text{ см}^4$ .

### 3.5. Вычисление главных центральных радиусов инерции

Главные центральные радиусы инерции фигуры определим [1 - 5] по формулам:

$$i_U = \sqrt{\frac{I_U}{A}} \quad ; \quad i_V = \sqrt{\frac{I_V}{A}} \quad . \quad (11)$$

Для приведенного в пункте 3.4 примера получим:

$$i_U = \sqrt{\frac{15640}{77,20}} = 14,2 \text{ см}; \quad i_V = \sqrt{\frac{2025}{77,20}} = 5,12 \text{ см} .$$

## 4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РАБОТЫ

Перед выполнением работы следует подробно изучить теоретический материал [1 - 9] и решить задачи для самостоятельного решения, приведенные в методических указаниях [9]. Если вы хорошо владеете теоретическим материалом (проверить это можно по контрольным вопросам [9]) и легко справляетесь с решением задач, приступайте к выполнению расчетно-проектировочной работы.

В инженерной практике принято, что ошибка в итоговых значениях не должна превышать 1 % от рассчитываемой величины. Поэтому все промежуточные вычисления должны проводиться с точностью на порядок выше, т.е. с ошибкой не более 0,1 %. После проведения расчетов, полученные итоговые значения округляются с указанной точностью.

При проведении расчетов геометрических характеристик целесообразно соблюдать те же размерности, которые используются в таблицах прокатного сортамента для стандартных профилей:

радиус инерции	[см];
площадь	[см <sup>2</sup> ];
статический момент	[см <sup>3</sup> ];
момент инерции	[см <sup>4</sup> ].

Вычисления с краткими комментариями представляются в расчетно-пояснительной записке к работе с необходимыми расчетными схемами, поясняющими ход рассуждений, а также списком использованных источников. Расчетно-пояснительная записка оформляется в строгом соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации [10].

**СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. - М.: Наука, 1986. - 512 с.
2. Сопротивление материалов / Под ред. Г.С.Писаренко. - Киев: Вища школа, 1986. - 775 с.
3. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов. - М.: Высшая школа, 1989. - 624 с.
4. Степин П.А. Сопротивление материалов. - М.: Высшая школа, 1988. - 367 с.
5. Тимошенко С.П., Gere Дж. Механика материалов / Пер. с англ. Под ред. Э.И.Григолюка. - М.: Мир, 1976. - 669 с.
6. Справочник по сопротивлению материалов / Е.Ф.Винокуров, М.К.Балыкин, И.А.Голубев и др. - Минск: Наука и техника, 1988. - 464 с.
7. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов: Учеб. пособие для техн. вузов / И.Н.Миролюбов, С.А.Енгальчев, Н.Д.Сергиевский и др. - М.: Высшая школа, 1985. - 399 с.
8. Расчетные и курсовые работы по сопротивлению материалов: Учеб. пособие для вузов / Ф.З.Алмаметов, С.И.Арсеньев, С.А.Енгальчев и др. - М.: Высшая школа, 1992. - 320 с.
9. Геометрические характеристики плоских сечений: Методические указания (контрольно-обучающий модуль I) / А.В.Гурьев, Н.В.Волохова, А.С.Столярчук. - Волгоград: ВПИ, 1985. - 32 с.
10. Выполнение расчетно-проектировочных и курсовых работ по сопротивлению материалов: Методические указания / А.В.Гурьев, Н.М.Епихина. - Волгоград: ВПИ, 1984. - 18 с.

Темплан 1995 г., поз. 190

**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ ФИГУР**

Методические указания к расчетно-проектировочной работе  
по курсу "Сопротивление материалов".

Составители: Вячеслав Петрович Багмутов

Александр Станиславович Столярчук

Тельман Борисович Алхименков

Редактор А. К. Сакутина

---

Подписано в печать 25 04. 95 . Формат 60×64 1/16 .

Бумага газетная. Печать плоская. Усл.- печ.л. 0,93.

Печ.л. 1,0. Уч.-изд.л. 0,84, Тираж 100 экз.

Заказ 230 . Бесплатно.

---

Волгоградский государственный технический университет,  
400066 Волгоград, пр. Ленина, 28.

Ротапринтный участок ВолгГТУ.

400066 Волгоград, ул. Советская, 35.