

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Техническая механика и мехатроника»

ЗАДАНИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ РГР

по дисциплине
«Сопротивление материалов»

Форма обучения: очная, заочная

Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: Сопротивление материалов есть наука о принципах и инженерных методах расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций при силовых и температурных воздействиях. Цель расчетов на прочность, жесткость и устойчивость заключается в одновременном обеспечении безопасности, долговечности, эксплуатационной способности и экономичности проектируемых объектов. Сопротивление материалов является наиболее общей наукой о прочности машин и сооружений. Без фундаментального знания сопротивления материалов немыслимо создание различного рода машин и механизмов, систем трубопроводов, мостов, резервуаров, рам, валов и других конструкций. Сопротивление материалов не исчерпывает всех вопросов механики материалов. Этими вопросами занимаются также смежные дисциплины, такие как теоретическая механика, теория упругости и пластичности, строительная механика, материаловедение, детали машин. Однако основная роль при решении задач на прочность принадлежит технической механике.

Задачи дисциплины: Сопротивление материалов сообщает студенту основные понятия о напряжениях и деформациях, о прочности, жесткости, устойчивости, о предпосылках расчета, вооружает будущего специалиста систематическими знаниями основных инженерных методов расчета простых деформируемых элементов (стержней, брусьев, балок, валов и др.). Студент должен освоить программный материал, понимать физическую сущность расчетных формул для определения внутренних силовых факторов, напряжений, перемещений. Он должен уметь увязывать теорию с практикой, правильно обосновывать решение, владеть навыками численных расчетов элементов конструкций, самостоятельно выполнять практические задачи, из всех возможных конструктивных и технологических решений выбирать те, которые с учетом имеющихся ограничений, окажутся наиболее рациональными.

Введение к заданию на выполнение РГР

Расчетно графическая работа по дисциплине «Сопротивление материалов» состоит из двух частей: теоретической и практической. В теоретической части студент в реферативной форме раскрывает полученную тему. В практической части студент демонстрирует навыки и методики расчета. Структура практической части: цели и задачи, входные данные, основная часть решения, заключение.

Структура всей РГР: Титульный лист, Содержание, Лист с заданием, Основная часть ргр, Список используемой литературы.

Задание на выполнение РГР

Тема реферативной части контрольной работы выбирается согласно *приложению 1*, где строчка таблицы является номером студента в журнале. Реферативная часть должна быть не менее 5 страниц и не более 10 страниц с подробным раскрытием сути заданной темы.

Входные данные для практической части РГР выбирается согласно *приложению 2*. Практическая часть должна быть выстроена в строгой логической последовательности: входные данные, сбор нагрузок, расчет конструкции, заключение. Практическая часть должна быть не более 20 страниц.

Оформление РГР

РГР должна быть выполнена в едином стиле по следующим критериям:

1. Основной текст - шрифт Times NR; высота 14; интервал 1.15; выравнивание по ширине; отступ абзаца 1.25.
2. Заголовки - шрифт Times NR; высота 16; интервал перед и после 12пт; выравнивание по середине; полужирный.
3. Надпись под рисунками и картинками - шрифт Times NR; высота 11; интервал перед и после 6пт; выравнивание по середине; курсив.
4. Надпись над таблицами - шрифт Times NR; высота 11; интервал перед и после 6пт; выравнивание по правому краю; курсив.
5. Оформление формул – шрифт Times NR; высота 11; интервал перед и после 6пт; выравнивание по середине; нумерация сквозная в правой части страницы в круглых скобках.

Оформление списка используемой литературы согласно ГОСТ 7.0.100-2018;

Нумерацию страниц проводить со второй страницы (содержание).

Оформление титульного листа выполнить в строгом соответствии с *приложением 3*.

ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕФЕРА- ТИВНОЙ ЧАСТИ

Обязательные издания

1. Александров, А. В. Сопротивление материалов : учебник / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин ; под ред. А. В. Александрова. - 5-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2007. - 560 с. : ил. ; 25 см. - Гриф: рек. Министерством образования и науки РФ в качестве учеб.для студ. вузов. - ISBN 978-5-06-003732-6

Экземпляры всего: 49

2. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост. Ю. С. Бахрачева. - Волгоград : Волгоградский институт бизнеса, Вузовское образование, 2013. - 170 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11346>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.

3. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов / В. И. Феодосьев. – 13-е изд., стер. – М. : Изд-во МГТУ, 2005. – 592 с. : ил. ; 22 см. – (Механика в техническом университете ; т. 2). – Гриф : рек. М-вом образования РФ в качестве учебника для вузов.

Экземпляры всего: 22

Дополнительные издания

4. Щербакова, Ю. В. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Щербакова Ю. В. - Саратов : Научная книга, 2012. - 159 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8224>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.

5. Ахметзянов, М. Х. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебник / М. Х. Ахметзянов, И. Б. Лазарев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Электрон.текстовые дан. - М. : Юрайт, 2011. - 1 эл. опт.диск (CD-ROM). - (Основы наук). - Систем. требования: Pentium II, 128 МБОЗУ, Windows 98/2000/ME/XP/Vista/7, CD/DVD ROM, Adobe Acrobat Reader. - Загл. ститул.экрана. - Гриф: рек. УМО вузов Рос. Федерации по образованию в обл. строительства в качестве учеб.для студ. вузов, обучающихся по направлению "Строительство". - Диски помещены в контейнер 14X19 см. - Режим доступа: http://lib.sstu.ru/books/Ld_130.pdf. - ISBN 978-5-9916-1253-1

Экземпляры всего: 1

6. Копнов, В. А. Сопротивление материалов : руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчетно-графических работ: учеб.пособие / В. А. Копнов, С. Н. Кривошапко. - 2-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2005. - 351 с. : ил. ; 22 см. - Гриф: допущено М-вом образования РФ в качестве учеб.пособия для студ. вузов, обуч. по напр. и спец. высш. проф. образования в обл. техники и технологии, сельского и рыбного хоз-ва. - ISBN 5-06-004408-4

Экземпляры всего: 13

7. Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : лекции, семинары, расчетно-графические работы : учебник для бакалавров / С. Н. Кривошапко ; Рос.ун-т дружбы народов (Москва). - Электрон.текстовые дан. - М. :Юрайт, 2013. - on-line. - (Бакалавр.Базовый курс). - Систем.требования: 128 MB RAM оперативной памяти. - Гриф: допущено М-вом образования и науки РФ в качестве учебника для студ. инженерно-техн. напр. и спец.: <http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/melellib/3321-elreselibonline>. - Количество одновременных доступов 1. - ISBN 978-5-9916-2122-9: ЭБС "БиблиоТех"

8. Логвинов, В. Б. Сопротивление материалов : практические занятия : учеб.пособие / В. Б. Логвинов, С. И. Евтушенко, И. А. Петров ; под ред. В. Б.

Логвинова. - Ростов н/Д : Феникс, 2012. - 283 с. : ил. ; 20 см. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 265-267 (25 назв.). - Гриф: рек. Междунар. Акад. науки и практики организации производства в качестве учеб.пособия для студ. вузов. - ISBN 978-5-222-19971-8

Экземпляры всего: 20

9. Сопротивление материалов : пособие по решению задач / И. Н. Миролюбов [и др.]. - 7-е изд., испр. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2007. - 512 с. : рис. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0555-8

Экземпляры всего: 2

10. Э.А. Буланов Решение задач по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] / Э.А. Буланов. - Москва : БИНОМ, 2010. - . - ISBN 978-5-9963-0155-3 : Б. ц. Решение задач по сопротивлению материалов / Э.А. Буланов.- 3-е изд., испр. и доп.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 215 с.: ил. - (Механика).

Приложение 1

01	Классификация сил, действующих на элементы конструкций
02	Понятие о сдвиге. Расчет заклепок на перерезывание
03	Гибкие нити
04	Чистый сдвиг. Определение главных напряжений и проверка прочности
05	Потенциальная энергия при кручении
06	Чистое кручение стержней некруглого сечения
07	Деформации при растяжении и сжатии. Закон Гука. Коэффициент поперечной деформации. Сравнительная характеристика механических свойств пластичных и хрупких материалов
08	Геометрические характеристики простейших фигур (прямоугольник, круг, треугольник). Характеристики сложных фигур, разбиваемых на простые
09	Метод сечений. Внутренние силы. Определение внутренних сил из условий равновесия
10	Дифференциальное уравнение изогнутой оси бруса при изгибе и его интегрирование
11	Расчет на растяжение и сжатие стержней, состоящих из разнородных материалов
12	Изгиб прямого бруса. Общие понятия и определения
13	Устойчивость сжатых стержней. Определение критического усилия
14	Косой изгиб. Расчеты на прочность и жесткость
15	Потенциальная энергия деформации бруса при изгибе
16	Вывод формулы Эйлера. Влияние способа закрепления концов стойки
17	Напряжения и деформации в винтовых пружинах с малым шагом
18	Касательные напряжения в брусе при поперечном изгибе. Формула Журавского. Оценка касательных напряжений в расчете на прочность
19	Проверка заклепок на смятие и листов на разрыв
20	Характер напряжений в балке. Изгибающий момент и поперечная сила
21	Статически неопределенные системы. Влияние неточностей изготовления на усилия в элементах статически неопределенных конструкций
22	Экспериментальное изучение работы материала при чистом изгибе
23	Внекцентренное растяжение – сжатие. Расчеты на прочность и жесткость
24	Устойчивость сжатых стержней. Пределы применимости формулы Эйлера
25	Устойчивость сжатых стержней. Рациональные типы сечений и способов закрепления
26	Характер разрушения при сжатии пластичных и хрупких материалов. Диаграмма сжатия
27	Понятие о деформациях и напряжениях
28	Деформации при действии собственного веса. Подбор сечений с учетом собственного веса (при растяжении и сжатии)
29	Определение механических характеристик материала испытанием на растяжение – сжатие. Диаграммы деформирования материала и их основные точки
30	Статически неопределенные задачи изгиба балок. Метод сил

Структура практической работы

на тему: «Расчет однопролетной балочной конструкции из физически линейного материала без учета деградации механических свойств при простом виде напряженно деформированного состояния – простой плоский изгиб»

Задание: в рамках работы рассматривается элемент – **главная балка**. Необходимо согласно расчетной схеме (*таблица 2 приложения 2*) и согласно поперечному сечению (*таблица 1 приложения 2*) дать оценку имеющейся конструкции по I и II группам предельных состояний. При невыполнении одной из них – предложить путь рационального решения для исправления невыполненного условия.

Работу стараться выполнить в следующей последовательности:

1. Определить геометрические характеристики плоского поперечного сечения участка конструкции;
2. Произвести сбор нагрузок на расчетную схему;
3. Расчет конструкции по I группе предельных состояний;
4. Расчет конструкций по II группе предельных состояний;
5. Построение эпюры перемещений, углов поворота, изгибающих моментов и перерезывающей силы;
6. Построение эпюры усилий на сжатие/растяжение, изгиба, касательных напряжений;
7. Выполнить условие по первой, второй, третьей теории прочности;
8. Заключение по работе.

Определение геометрических характеристики плоского поперечного сечения

В данном разделе РГР необходимо определить основные геометрические характеристики плоского поперечного сечения для получения входных данных конструирования линейной конструкции. К геометрическим характеристикам относятся: *статический момент инерции, осевой момент инерции, центробежный момент инерции, момент сопротивления сечения*. В работе должны быть приняты **только** геометрические характеристики относительно **главных осей**. Вид и состав поперечного сечения принимается согласно *таблице 1 приложения 2*.

Сбор нагрузок на расчетную схему

В данном разделе РГР необходимо согласно *таблице 2 приложения 2* собрать нагрузку на расчетную схему. **Необходимо дополнительно учесть собственный вес конструкции в виде равномерно распределенной погонной нагрузки.**

Расчет конструкции по первой группе предельных состояний

В данном разделе РГР необходимо провести прочностной расчет (выполнить условие прочности) из соображения обеспечения запаса прочности. Предельные значения нормальных напряжений принять согласно *таблице 3 приложения 2*. Примечание: для достижения конкретного значения запаса прочности необходимо увеличить имеющиеся значения нагрузок. Расчет вести по расчетным нагрузкам. Изменение нагрузки вести в $1,k$ раз, где k – последняя цифра номера зачетной книжки.

Расчет конструкции по второй группе предельных состояний

В данном разделе РГР необходимо провести расчет из условия: максимально возможное перемещение под действием полученной нагрузки из *пункта 3* не превышает допустимые значения на перемещения согласно *таблице 5 приложения 2*. Примечание: в данном разделе необходимо просто сравнить полученные перемещения с критическими и дать по этому поводу заключение. Расчет вести по нормативным нагрузкам.

Построение эпюр

В данном разделе РГР необходимо записать в алгебраической форме функции основных внутренних сил и усилий, и построить графически эпюры основных видов усилий и сил. Примечание: допускается построение значений от единичных видов нагружения с учетом выделения главной части решения. Построение эпюр допускается в виде зависимостей с помощью встроенных функций Word (построение графиков), Excel, MathCad, или простых графических редакторов. Применение специализированных программных обеспечений для построения эпюр внутренних усилий не допускается. На полученных эпюрах необходимо указать критические значения и перепады функций, дать пояснения этих значений.

Заключение

В данном разделе РГР необходимо в развернутой форме описать полученные значения по разделам. Заключение должно содержать – цель и задачи решения, основные выводы, прогнозы по дальнейшим нагружениям и разгрузкам. Заключение должно быть не более 1 страницы формата А4.

ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТ- НОЙ ЧАСТИ

1. Александров, А. В. Сопротивление материалов : учебник / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин ; под ред. А. В. Александрова. - 5-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2007. - 560 с. : ил. ; 25 см. - Гриф: рек. М-вом образования и науки РФ в качестве учеб.для студ. вузов. - ISBN 978-5-06-003732-6

Экземпляры всего: 49

2. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост. Ю. С. Бахрачева. - Волгоград : Волгоградский институт бизнеса, Вузовское образование, 2013. - 170 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11346>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.

3. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов / В. И. Феодосьев. – 13-е изд., стер. – М. : Изд-во МГТУ, 2005. – 592 с. : ил. ; 22 см. – (Механика в техническом университете ; т. 2). – Гриф : рек. М-вом образования РФ в качестве учебника для вузов.

Экземпляры всего: 22

4. Щербакова, Ю. В. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Щербакова Ю. В. - Саратов : Научная книга, 2012. - 159 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8224>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.

5. Ахметзянов, М. Х. Сопротивление материалов [Электронныйресурс] : учебник / М. Х. Ахметзянов, И. Б. Лазарев. - 2-еизд., перераб. идоп. - Электрон.текстовыедан. - М. : Юрайт, 2011. - 1 эл. опт.диск (CD-ROM). - (Основы наук). - Систем. требования: Pentium II, 128 МБОЗУ, Windows 98/2000/ME/XP/Vista/7, CD/DVD ROM, Adobe Acrobat Reader. - Загл. ститул.экрана. - Гриф: рек. УМО вузов Рос. Федерации по образованию в обл. строительства в качестве учеб.для студ. вузов, обучающихся по направлению "Строительство". - Диски помещены в контейнер 14X19 см. - Режим доступа: http://lib.sstu.ru/books/Ld_130.pdf. - ISBN 978-5-9916-1253-1

Экземпляры всего: 1

6. Копнов, В. А. Сопротивление материалов : руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчетно-графических работ: учеб.пособие / В. А. Копнов, С. Н. Кривошапко. - 2-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2005. - 351 с. : ил. ; 22 см. - Гриф: допущено М-вом образования РФ в качестве учеб.пособия для студ. вузов, обуч. по напр. и спец. высш. проф.

образования в обл. техники и технологии, сельского и рыбного хоз-ва. - ISBN 5-06-004408-4

Экземпляры всего: 13

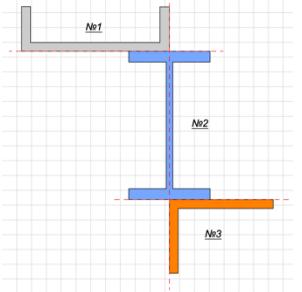
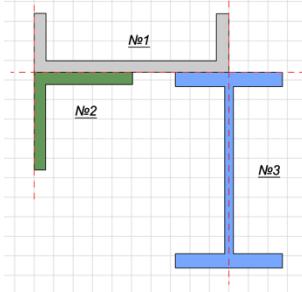
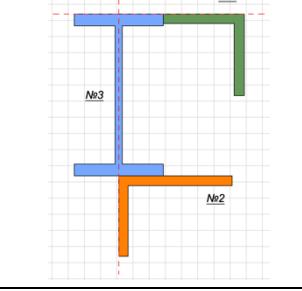
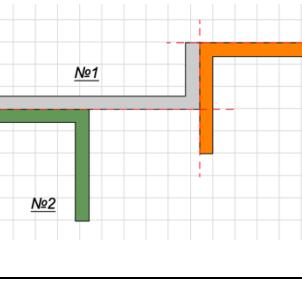
7. Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : лекции, семинары, расчетно-графические работы : учебник для бакалавров / С. Н. Кривошапко ; Рос.ун-т дружбы народов (Москва). - Электрон.текстовые дан. - М. :Юрайт, 2013. - on-line. - (Бакалавр.Базовый курс). - Систем.требования: 128 MB RAM оперативной памяти. - Гриф: допущено М-вом образования и науки РФ в качестве учебника для студ. инженерно-техн. напр. и спец.: <http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/mellib/3321-elreselibonline>. - Количество одновременных доступов 1. - ISBN 978-5-9916-2122-9: ЭБС "БиблиоТех"
8. Логвинов, В. Б. Сопротивление материалов : практические занятия : учеб.пособие / В. Б. Логвинов, С. И. Евтушенко, И. А. Петров ; под ред. В. Б. Логвинова. - Ростов н/Д : Феникс, 2012. - 283 с. : ил. ; 20 см. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 265-267 (25 назв.). - Гриф: рек. Междунар. Акад. науки и практики организации производства в качестве учеб.пособия для студ. вузов. - ISBN 978-5-222-19971-8

Экземпляры всего: 20

9. Сопротивление материалов : пособие по решению задач / И. Н. Миролюбов [и др.]. - 7-е изд., испр. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2007. - 512 с. : рис. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978- 5-8114-0555-8

Экземпляры всего: 2

Таблица 1

№ пп	Составное поперечное сечение						
	1	2	3	4	5	6	7
01-05		№1	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
			10	12	14	16	20
		№2	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>1</u>
			18	20	12	10	24
		№3	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>1</u>	<u>2</u>
			16/10	11/7	7,5/5	5/3,2	9/5,6
06-10		№1	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>
			36	33	27	22	16
		№2	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>6</u>
			4	5	8	9	6
		№3	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>6</u>	<u>7</u>
			10	16	22	12	14
11-15		№1	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>
			4	5	8	9	6
		№2	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>11</u>
			16/10	11/7	7,5/5	5/3,2	14/9
		№3	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>11</u>	<u>12</u>
			18	20	12	10	14
16-20		№1	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>	<u>20</u>
			36	33	27	22	10
		№2	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>	<u>20</u>	<u>16</u>
			4	5	8	9	3
		№3	<u>18</u>	<u>19</u>	<u>20</u>	<u>16</u>	<u>17</u>
			16/10	11/7	7,5/5	5/3,2	14/9

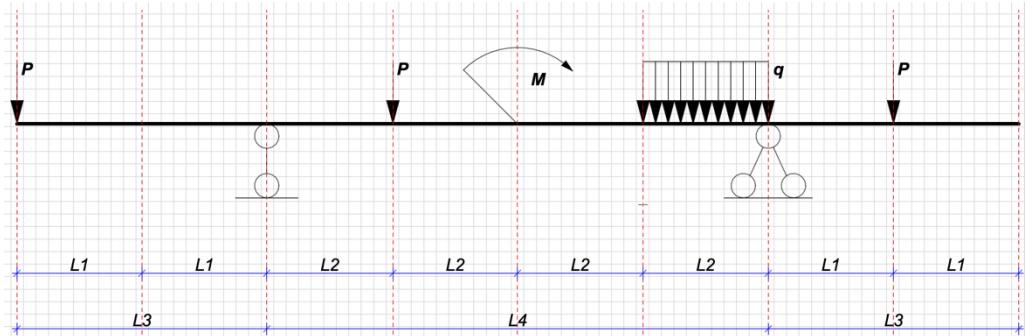
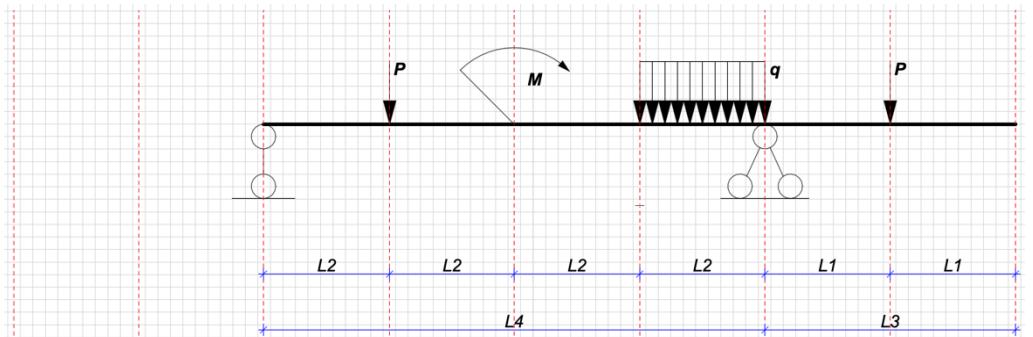
1 столбец – порядковый номер студента в журнале

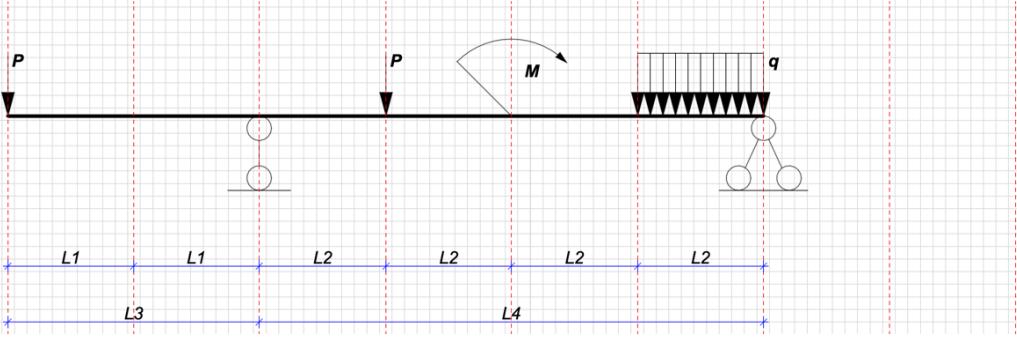
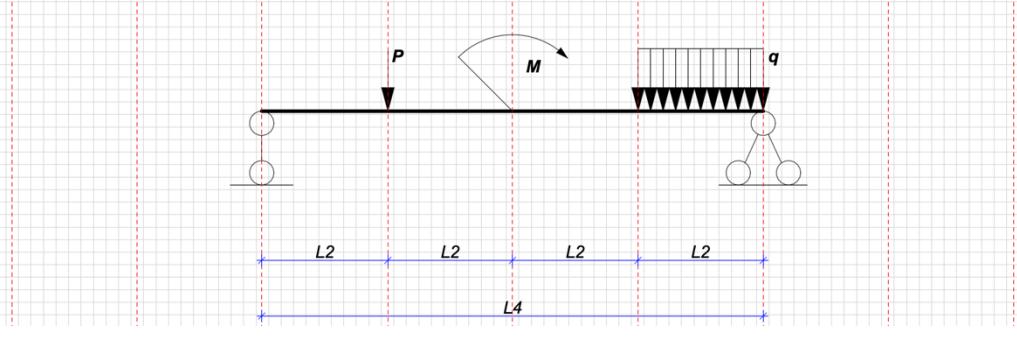
2 столбец – схема расположения фигур в поперечном сечении

3 столбец – номера фигур на схеме в столбце 2

4 -8 столбец – порядковому номеру студента в журнале (строка №1) соответствует номер сечения из сортамента прокатной стали (строка №2). Применять из *приложения 4*. Толщина элемента в сортаменте принимается первой строчкой.

Таблица 2

№ пп	Расчетная схема главной балки покрытия								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
01-05			$L_1 = L_3/2$; $L_2 = L_4/4$; L_3 – вторая цифра с конца номера зачетной книжки* L_4 – последняя цифра номера зачетной книжки**	P [кг]	<u>1</u> 150	<u>2</u> 250	<u>3</u> 400	<u>4</u> 500	<u>5</u> 400
06-10			$L_1 = L_3/2$; $L_2 = L_4/4$; L_3 – вторая цифра с конца номера зачетной книжки* L_4 – последняя цифра номера зачетной книжки**	P [кг]	<u>6</u> 350	<u>7</u> 280	<u>8</u> 415	<u>9</u> 450	<u>10</u> 200
			a	30 120 15	60 250 105	120 55 90	45 90 180	45 65 175	
			q [кг/м]	<u>2</u> 56	<u>3</u> 150	<u>4</u> 20	<u>5</u> 98	<u>1</u> 250	
			M [кг·м]	<u>3</u> 55	<u>4</u> 24	<u>5</u> 44	<u>1</u> 85	<u>2</u> 79	

		
11-15		
	P [кг]	<u>11</u> 123 <u>12</u> 256 <u>13</u> 456 <u>14</u> 235 <u>15</u> 369
	a	270 35 45 220 20 10 170 15 15 90
	q [кг/м]	<u>12</u> 41 <u>13</u> 47 <u>14</u> 45 <u>15</u> 48 <u>11</u> 42
	M [кг·м]	<u>13</u> 45 <u>14</u> 45 <u>15</u> 23 <u>11</u> 39 <u>12</u> 56
16-20		
	P [кг]	<u>16</u> 556 <u>17</u> 237 <u>18</u> 369 <u>19</u> 236 <u>20</u> 258
	a	135 15 300 10 0 90 150 25 18 23
	q [кг/м]	<u>17</u> 89 <u>18</u> 96 <u>19</u> 95 <u>20</u> 57 <u>16</u> 53
	M [кг·м]	<u>18</u> 15 <u>19</u> 26 <u>20</u> 37 <u>16</u> 28 <u>17</u> 96

1 столбец – порядковый номер студента в журнале

2 столбец – расшифровка выбора длины балки

3 столбец – вид нагрузки с размерностями

4 -8 столбец – порядковому номеру студента в журнале (строка №1) соответствует нормативная нагрузка (строка №2).

* - если число от 1 до 2 включительно, число оставляется; если от 3 до 5 включительно, число сокращается вдвое; если от 6 до 9 включительно, число сокращается втрое;

** - если число от 1 до 2 включительно, число умножается на 3; если от 3 до 5 включительно, число оставляется; если от 6 до 9 включительно, число сокращается вдвое;

Таблица 3

№ пп	Ст2	Ст3	Ст4	Ст5	Ст6
1 5 9 13 17	+				
2 6 10 14 18		+			
3 7 11 15 19			+		
4 8 12 16 20					+

**13. Допускаемые напряжения* для углеродистых сталей
обыкновенного качества в горячекатаном состоянии**

Марка стали	Допускаемые напряжения **, МПа													
	при растяжении [σ_p]			при изгибе [$\sigma_{из}$]			при кручении [τ_{kp}]			при срезе [τ_{cp}]			при смятии [σ_{cm}]	
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
Ст2	115	80	60	140	100	80	85	65	50	70	50	40	175	120
Ст3	125	90	70	150	110	85	95	65	50	75	50	40	190	135
Ст4	140	95	75	170	120	95	105	75	60	85	65	50	210	145
Ст5	165	115	90	200	140	110	125	90	70	100	65	55	250	175
Ст6	195	140	110	230	170	135	145	105	80	115	85	65	290	210

* Горский А. И., Иванов-Емин Е. Б., Кареновский А. И. Определение допускаемых напряжений при расчетах на прочность. НИИмаш, М., 1974.

** Римскими цифрами обозначен вид нагрузки: I - статическая; II - переменная, действующая от нуля до максимума, от максимума до нуля (пульсирующая); III - знакопеременная (симметричная).

Для всех номеров нагрузку принять статическую

Таблица 4

Значения предельно допустимых относительных прогибов стальных конструкций

Элементы конструкций	Относительные прогибы элементов (к пролету)
1. Балки и фермы крановых путей под краны: легкого режима работы (включая ручные кра- ны, тельферы и тали) среднего режима работы тяжелого и весьма тяжелого режимов работы	1/400 1/500 1/600
2. Балки рабочих площадок производственных зда- ний при наличии рельсовых путей: ширококолесных узкоколесных	1/600 1/400
3. Балки рабочих площадок производственных зда- ний при отсутствии рельсовых путей и балки между- этажных перекрытий: главные балки прочие балки и косоуры лестниц стальной настил	1/400 1/250 1/150
4. Балки и фермы покрытий и чердачных перекры- тий: несущие подвесное подъемно-транспортное или технологическое оборудование несущее подвесное оборудование прогоны профилированный настил	1/400 1/250 1/200 1/150
5. Элементы фахверка: ригели прогоны остекления	1/300 1/200

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

*«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю. А.»*

**ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И
ТРАНСПОРТА (ИММТ)**

Кафедра:

Специальность:

Профиль:

Форма обучения:

Расчетно-графическая работа

По дисциплине «_____»

Выполнил(а): студент(ка) группы XXXXXX

(подпись)

XXXXXXXXXX.
(расшифровка)

Шифр XXXXX

Дата представления

«XX» января 20XX г.

Оценка «_____» _____

Руководитель проекта: *ст. преп. каф. ТММ*

_____ / _____
(подпись) / Пименов Д.А. /
(расшифровка)

Саратов 2023

Приложение 4

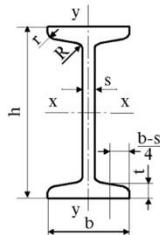


Таблица 2.3. Сортамент горячекатанных двутавров
(с уклоном внутренних граней полок 6–12 %) по ГОСТ 8239-89

Номер двутавра	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>R</i> не более	<i>r</i>	Площадь поперечного сечения, см^2	Масса 1 м, кг	Справочные значения для осей						
									<i>x – x</i>				<i>y – y</i>		
									<i>J_x</i> , см^4	<i>W_x</i> , см^3	<i>i_x</i> , см	<i>S_x</i> , см^3	<i>J_y</i> , см^4	<i>W_y</i> , см^3	<i>i_y</i> , см
мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм ²	кг	мм ⁴	мм ³	мм	мм ³	мм ⁴	мм ³	мм
10	100	55	4,5	7,2	7	2,5	12	9,46	198	39,7	4,06	23	17,9	6,49	1,22
12	120	64	4,8	7,3	7,5	3	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	3	17,4	13,7	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,5	1,55
16	160	81	5	7,8	8,5	3,5	20,2	15,9	873	109	6,57	62,3	58,6	14,5	1,7
18	180	90	5,1	8,1	9	3,5	23,4	18,4	1290	143	7,42	81,4	82,6	18,4	1,88
20	200	100	5,2	8,4	9,5	4	26,8	21	1840	184	8,28	104	115	23,1	2,07
22	220	110	5,4	8,7	10	4	30,6	24	2550	232	9,13	131	157	28,6	2,27
24	240	115	5,6	9,5	10,5	4	34,8	27,3	3460	289	9,97	163	198	34,5	2,37
27	270	125	6	9,8	11	4,5	40,2	31,5	5010	371	11,2	210	260	41,5	2,54
30	300	135	6,5	10,2	12	5	46,5	36,5	7080	472	12,3	268	337	49,9	2,69
33	330	140	7	11,2	13	5	53,8	42,2	9840	597	13,5	339	419	59,9	2,79
36	360	145	7,5	12,3	14	6	61,9	48,6	13380	743	14,7	423	516	71,1	2,89
40	400	155	8,3	13	15	6	72,6	57	19062	953	16,2	545	667	86,1	3,03
45	450	160	9	14,2	16	7	84,7	66,5	27696	1231	18,1	708	808	101	3,09
50	500	170	10	15,2	17	7	100	78,5	39727	1589	19,9	919	1043	123	3,23
55	550	180	11	16,5	18	7	118	92,6	55962	2035	21,8	1181	1356	151	3,39
60	600	190	12	17,8	20	8	138	108	76806	2560	23,6	1491	1725	182	3,54

Примечание. Двутавры №№ 24–60 не рекомендуется применять в новых разработках.

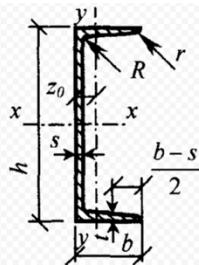


Таблица IV, а. Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент по ГОСТ 8240-89
(Швеллеры с уклоном внутренних граней полок)

h – высота швеллера; *b* – ширина полки; *s* – толщина стенки; *t* – средняя толщина полки;
r – радиус закругления полки; *R* – радиус внутреннего закругления;
z₀ – расстояние от оси *y – y* до наружной грани стенки;
I – момент инерции; *W* – момент сопротивления; *S* – статический момент полусечения;
i – радиус инерции

Номер швел- лера	Размеры						Площадь поперечного сечения, см^2	Масса 1 м, кг	Справочные значения для осей							
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>R</i> не более	<i>r</i>			<i>x – x</i>				<i>y – y</i>			
									<i>I_x</i> , см^4	<i>W_x</i> , см^3	<i>i_x</i> , см	<i>S_x</i> , см^3	<i>I_y</i> , см^4	<i>W_y</i> , см^3	<i>i_y</i> , см	<i>z₀</i> , см
мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм ²	кг	мм ⁴	мм ³	мм	мм ³	мм ⁴	мм ³	мм	
5	50	32	4,4	7,0	6,0	2,5	6,16	4,84	22,8	9,1	1,92	5,59	5,61	2,75	1,16	
6,5	65	36	4,4	7,2	6,0	2,5	7,51	5,90	48,6	15,0	2,54	9,00	8,70	3,68	1,24	
8	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	8,98	7,05	89,4	22,4	3,16	13,30	12,80	4,75	1,31	
10	100	46	4,5	7,6	7,0	3,0	10,90	8,59	174,0	34,8	3,99	20,40	20,40	6,46	1,44	
12	120	52	4,8	7,8	7,5	3,0	13,30	10,40	304,0	50,6	4,78	29,60	31,20	8,52	1,54	
14	140	58	4,9	8,1	8,0	3,0	15,60	12,30	491,0	70,2	5,60	40,80	45,40	11,0	1,67	
16	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5	18,10	14,20	747,0	93,4	6,42	54,10	63,30	13,8	1,80	
16a	160	68	5,0	9,0	8,5	3,5	19,50	15,30	823,0	103,0	6,49	59,40	78,80	16,4	2,00	
18	180	70	5,1	8,7	9,0	3,5	20,70	16,30	1090,0	121,0	7,24	69,80	86,00	17,0	1,94	
18a	180	74	5,1	9,3	9,0	3,5	22,20	17,40	1190,0	132,0	7,32	76,10	105,00	20,0	2,13	
20	200	76	5,2	9,0	9,5	4,0	23,40	18,40	1520,0	152,0	8,07	87,80	113,00	20,5	2,07	
22	220	82	5,4	9,5	10,0	4,0	26,70	21,00	2110,0	192,0	8,89	110,0	151,00	25,1	2,21	
24	240	90	5,6	10,0	10,5	4,0	30,60	24,00	2900,0	242,0	9,73	139,0	208,00	31,6	2,42	
27	270	95	6,0	10,5	11,0	4,5	35,20	27,70	4160,0	308,0	10,9	178,0	262,00	37,3	2,47	
30	300	100	6,5	11,0	12,0	5,0	40,50	31,80	5810,0	387,0	12,0	224,0	327,00	43,6	2,52	
33	330	105	7,0	11,7	13,0	5,0	46,50	36,50	7980,0	484,0	13,1	281,0	410,00	51,8	2,59	
36	360	110	7,5	12,6	14,0	6,0	53,40	41,90	10820	601,0	14,2	350,0	513,00	61,7	2,68	
40	400	115	8,0	13,5	15,0	6,0	61,50	48,30	15220	761,0	15,7	444,0	642,00	73,4	2,75	

Сталь прокатная угловая равнобокая
(по ОСТ 10014-39)

Условные обозначения:

b—ширина полки;
d—толщина полки;

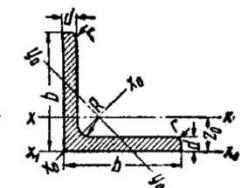
R—радиус внутреннего закругления;

r—радиус закругления полки;

I—момент инерции;

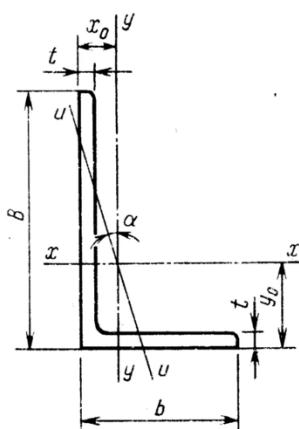
r_{x_1} , r_{x_0} , r_{y_0} —радиусы инерции;

Z_0 —расстояние центра тяжести.



№ профилей	Размеры в мм				Площадь профиля в см^2	Вес 1 пог. м в кг	Справочные величины для осей							
	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>R</i>	<i>r</i>			<i>X-X</i>		<i>X₀-X₀</i>		<i>Y₀-Y₀</i>			
					<i>I_X</i> , см^4	<i>I_X</i> , см	<i>I_{X₀}</i> , см^4	<i>I_{X₀}</i> , см	<i>I_{Y₀}</i> , см^4	<i>I_{Y₀}</i> , см	<i>I_{X₁}</i> , см^4	<i>Z₀</i> , см		
2	20	$\frac{3}{4}$	3,5	1,2	$\frac{1,13}{1,46}$	$\frac{0,89}{1,15}$	$\frac{0,40}{0,49}$	$\frac{0,60}{0,58}$	$\frac{0,63}{0,78}$	$\frac{0,75}{0,73}$	$\frac{0,17}{0,21}$	$\frac{0,39}{0,38}$	$\frac{0,81}{1,09}$	$\frac{0,60}{0,64}$
2,5	25	$\frac{3}{4}$	3,5	1,2	$\frac{1,43}{1,86}$	$\frac{1,12}{1,46}$	$\frac{0,80}{1,02}$	$\frac{0,75}{0,74}$	$\frac{1,28}{1,63}$	$\frac{0,95}{0,94}$	$\frac{0,32}{0,41}$	$\frac{0,47}{0,47}$	$\frac{1,56}{2,12}$	$\frac{0,73}{0,77}$
3	30	$\frac{4}{5}$	4,5	1,5	$\frac{2,27}{2,78}$	$\frac{1,78}{2,18}$	$\frac{1,82}{2,20}$	$\frac{0,90}{0,89}$	$\frac{2,90}{3,47}$	$\frac{1,13}{1,12}$	$\frac{0,75}{0,93}$	$\frac{0,58}{0,58}$	$\frac{3,62}{4,58}$	$\frac{0,89}{0,92}$
3,5	35	$\frac{4}{5}$	4,5	1,5	$\frac{2,67}{3,28}$	$\frac{2,10}{2,57}$	$\frac{3,02}{3,61}$	$\frac{1,06}{1,05}$	$\frac{4,77}{5,71}$	$\frac{1,34}{1,32}$	$\frac{1,27}{1,51}$	$\frac{0,69}{0,68}$	$\frac{5,74}{7,23}$	$\frac{1,01}{1,05}$
4	40	$\frac{4}{5}$ $\frac{5}{6}$	5,0	1,7	$\frac{3,08}{3,79}$	$\frac{2,42}{2,97}$	$\frac{4,60}{5,54}$	$\frac{1,22}{1,21}$	$\frac{7,26}{8,75}$	$\frac{1,53}{1,52}$	$\frac{1,93}{2,34}$	$\frac{0,79}{0,78}$	$\frac{8,53}{10,70}$	$\frac{1,13}{1,17}$
4,5	45	$\frac{4}{5}$ $\frac{5}{6}$	5,0	1,7	$\frac{3,48}{4,29}$ $\frac{5,08}{5,99}$	$\frac{2,73}{3,37}$ $\frac{9,29}{9,99}$	$\frac{6,60}{8,00}$	$\frac{1,38}{1,37}$	$\frac{10,50}{12,70}$	$\frac{1,74}{1,72}$	$\frac{2,68}{3,26}$	$\frac{0,88}{0,87}$	$\frac{12,10}{15,30}$	$\frac{1,26}{1,30}$
5	50	$\frac{5}{6}$	5,5	1,8	$\frac{4,80}{5,69}$	$\frac{3,77}{4,47}$	$\frac{11,2}{13,1}$	$\frac{1,53}{1,52}$	$\frac{17,8}{20,7}$	$\frac{1,92}{1,91}$	$\frac{4,61}{5,39}$	$\frac{0,98}{0,97}$	$\frac{20,9}{25,2}$	$\frac{1,42}{1,46}$
6	60	$\frac{5}{6}$ $\frac{6}{8}$	6,5	2,2	$\frac{5,82}{6,91}$ $\frac{9,03}{7,09}$	$\frac{4,57}{5,42}$ $\frac{23,3}{29,6}$	$\frac{19,9}{1,84}$	$\frac{1,85}{1,84}$	$\frac{31,4}{36,8}$	$\frac{2,32}{2,31}$	$\frac{8,29}{9,76}$	$\frac{1,19}{1,19}$	$\frac{35,9}{43,3}$	$\frac{1,66}{1,70}$
6,5	65	$\frac{6}{8}$ $\frac{10}{10}$	8,0	2,7	$\frac{7,55}{9,87}$ $\frac{12,1}{9,51}$	$\frac{5,93}{7,75}$ $\frac{45,4}{45,4}$	$\frac{29,8}{38,1}$	$\frac{1,98}{1,96}$	$\frac{47,2}{60,3}$	$\frac{2,50}{2,48}$	$\frac{12,3}{15,8}$	$\frac{1,28}{1,27}$	$\frac{54,8}{73,7}$	$\frac{1,82}{1,90}$
7,5	75	$\frac{6}{8}$ $\frac{10}{12}$	9,0	3,0	$\frac{8,78}{11,5}$ $\frac{14,1}{16,7}$	$\frac{6,89}{9,03}$ $\frac{11,1}{13,1}$	$\frac{46,7}{60,1}$	$\frac{2,31}{2,28}$	$\frac{73,3}{94,9}$	$\frac{2,89}{2,87}$	$\frac{20,1}{25,3}$	$\frac{1,51}{1,48}$	$\frac{83,9}{113}$	$\frac{2,05}{2,14}$
8	80	$\frac{6}{8}$ $\frac{10}{10}$	9,0	3,0	$\frac{9,38}{12,3}$ $\frac{15,1}{11,9}$	$\frac{7,36}{9,66}$ $\frac{73,3}{88,4}$	$\frac{57,0}{2,44}$	$\frac{2,47}{2,42}$	$\frac{90}{116}$	$\frac{3,11}{3,07}$	$\frac{23,5}{36,5}$	$\frac{1,58}{1,56}$	$\frac{102}{137}$	$\frac{2,19}{2,27}$
9	90	$\frac{8}{10}$ $\frac{12}{14}$	11	3,7	$\frac{14,0}{17,2}$ $\frac{20,4}{23,4}$	$\frac{11,0}{13,5}$ $\frac{16,0}{18,4}$	$\frac{106}{128}$	$\frac{2,76}{2,74}$	$\frac{168}{204}$	$\frac{3,46}{3,44}$	$\frac{43,6}{53,1}$	$\frac{1,77}{1,76}$	$\frac{194}{244}$	$\frac{2,51}{2,59}$
10	100	$\frac{8}{10}$ $\frac{12}{14}$ $\frac{14}{16}$	12	4,0	$\frac{15,6}{19,2}$ $\frac{22,8}{26,3}$ $\frac{29,7}{23,3}$	$\frac{12,3}{15,1}$ $\frac{17,9}{20,6}$ $\frac{23,3}{26,5}$	$\frac{147}{179}$	$\frac{3,07}{3,05}$	$\frac{233}{284}$	$\frac{3,87}{3,85}$	$\frac{61,0}{74,9}$	$\frac{1,98}{1,97}$	$\frac{265}{333}$	$\frac{2,75}{2,83}$

Уголки стальные горячекатаные неравнополочные (по ГОСТ 8510—86)



B — ширина большой полки;
 b — ширина меньшей полки;
 t — толщина полки;
 A — площадь поперечного сечения;
 J — момент инерции;
 i — радиус инерции;
 α — угол наклона главной центральной оси;
 J_{xy} — центробежный момент инерции;
 x_0, y_0 — расстояние от центра тяжести до
наружных граней полок.

Номер уголка	Масса 1 м уголка кг	Размеры,			$A, \text{см}^2$	$J_x, \text{см}^4$	$i_x, \text{см}$	$J_y, \text{см}^4$	$i_y, \text{см}$	$J_u \text{ min}, \text{см}^4$	$i_u \text{ min}, \text{см}$	$\operatorname{tg} \alpha$	$ J_{xy} , \text{см}^4$	$x_0, \text{см}$	$y_0, \text{см}$
		B	b	t											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5/3,2	2,4	50	32	4	3,17	7,98	1,59	2,56	0,90	1,52	0,69	0,401	2,59	0,76	1,65
7,5/5	4,79	75	50	5	6,11	34,8	2,39	12,5	1,43	7,24	1,09	0,436	12	1,17	2,39
9/5,6	6,7	90	56	6	8,54	70,6	2,88	21,2	1,58	12,7	1,22	0,384	22,5	1,28	2,95
10/6,3	7,53	100	63	6	9,58	98,3	3,2	30,6	1,79	18,2	1,38	0,393	31,5	1,42	3,23
	8,7		7	11,1	113	3,19	35	1,78	20,8	1,37	0,392	36,1	1,46	3,28	
	9,87		8	12,6	127	3,18	39,2	1,77	23,4	1,36	0,391	40,5	1,5	3,32	
11/7	10,9	110	70	8	13,9	172	3,51	54,6	1,98	32,3	1,52	0,4	55,9	1,64	3,61
12,5/8	11	125	80	7	14,1	227	4,01	73,7	2,29	43,4	1,76	0,407	74,7	1,8	4,01
	12,6		8	16	256	4	83	2,28	48,8	1,75	0,406	84,1	1,84	4,05	
	15,5		10	19,7	312	3,98	100	2,26	59,3	1,74	0,404	102	1,92	4,14	
14/9	14,1	140	90	8	18	364	4,49	120	2,58	70,3	1,98	0,411	121	2,03	4,49
	17,5		10	22,2	444	4,47	146	2,56	85,5	1,96	0,409	147	2,12	4,58	
16/10	18	160	100	9	22,9	606	5,15	186	2,85	110	2,2	0,391	194	2,24	5,19
	19,8		10	25,3	667	5,13	204	2,84	121	2,19	0,39	213	2,28	5,23	
	23,6		12	30	784	5,11	239	2,82	142	2,18	0,388	249	2,36	5,32	
18/11	22,2	180	110	10	28,3	952	5,8	276	3,12	165	2,42	0,376	295	2,44	5,88
	26,4		12	33,7	1123	5,77	324	3,1	194	2,4	0,374	348	2,52	5,97	
20/12,5	27,4	200	125	11	34,9	1449	6,45	446	3,58	264	2,75	0,392	465	2,79	6,5
	29,7		12	37,9	1568	6,43	482	3,57	285	2,74	0,392	503	2,83	6,54	
	34,4		14	43,9	1801	6,41	551	3,54	327	2,73	0,39	573	2,91	6,62	
	39,1		16	49,8	2026	6,38	617	3,52	367	2,72	0,388	643	2,99	6,71	