

*Приложение 1.*

*Расчеты строительных конструкций*

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

*Оглавление*

*Пояснительная записка ..... 3*

*1. Расчет несущих элементов конвейерной галереи..... 3*

*1.1 Сбор нагрузок..... 3-4*

*1.2 Расчет основных конструкций галереи..... 4-5*

*1.3 Выводы..... 6-27*

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

### Пояснительная записка

Расчёт строительных конструкций фундаментов и зданий производился в сертифицированном программном комплексе Лира САПР 2013.

Цель работы – выполнить расчет основания по деформациям в соответствии с нормами РФ.

В процессе работы было выполнено: анализ имеющейся документации, действующих нагрузок и конструктивной схемы; проведен анализ действующих нагрузок и воздействий, получены значения усилий, возникающих в процессе эксплуатации.

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Комплекс работ по расчетам строительных конструкций сооружения, включил в себя:

- > анализ проектной технической документации, предоставленной заказчиком;
- > анализ конструктивной схемы и нагрузок, действующих на элементы;
- > выполнение расчетов пространственной схемы;
- > составление технического отчета.

В соответствии со статьей 4 п.9 Федерального закона №384-ФЗ сооружение имеет **нормальный** уровень ответственности, т.к. не является особо опасным. На основании статьи 16 п.7 данного регламента, расчеты, обосновывающие безопасность принятых конструктивных решений здания должны быть проведены с учетом уровня ответственности. С этой целью расчетные значения усилий в элементах строительных конструкций и основании здания определены с учетом коэффициента надежности по ответственности равного 1,0 для данного уровня ответственности.

## 1. Расчет несущих элементов каркаса галереи.

### 1.1 Сбор нагрузок.

Нагрузка на покрытие

Таблица 1. Нагрузка на покрытие

	Нормативное значение кг/м <sup>2</sup>	$\gamma_f$	Расчетное значение кг/м <sup>2</sup>
<i>Постоянные нагрузки на галерею</i>			
Конвейер	35	1,2	42

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

<i>Обслуживающий персонал</i>	<i>150</i>	<i>1,2</i>	<i>180</i>
<i>Металлические конструкции площадки</i>	<i>20</i>	<i>1,1</i>	<i>22</i>
<i>Итого постоянных:</i>			<i>244</i>
<i>Временные нагрузки</i>			
<i>Снеговая нагрузка</i>	<i>150</i>	<i>1,1</i>	<i>165</i>
<i>Ветровая нагрузка</i>	<i>38</i>	<i>1,2</i>	<i>46</i>
<i>Итого временных:</i>			<i>211</i>
<i>Всего:</i>			<i>455</i>

## **1.2 Расчет основных несущих конструкций галереи**

### **Краткая характеристика и назначение объекта**

*Сооружение представляет собой прямоугольный металлический каркас размерами в осях 8 x 1,61 x 0,9 м.*

*Сооружение служит для конвейерной транспортировки зерна.*

*Сооружение выполнено из металлического каркаса с настилом площадки из просечного листа.*

*Сооружение однопролетное. Пространственная схема здания – пространственно-связевой каркас. Каркас образован элементарными элементами. Общая устойчивость каркаса в продольной плоскости обеспечена жестким креплением краев к элементам конструкций сооружений по цифровым осям. Общая устойчивость из плоскости рам обеспечена системой связей.*

### **Нагрузки и воздействия.**

*Фактические нагрузки, действующие на несущие конструкции галереи:*

- от собственного веса строительных конструкций;*
- от воздействия временных и кратковременных нагрузок (снег, ветер, эксплуатационная нагрузка и т.д.).*

*1.1. Нормативная нагрузка от собственного веса конструкций здания определялась по данным представленной документации;*

Взам. ц.№

Подп. и дата

Инв. № подл.



1.2. Расчетное значение веса снегового покрова  $S_g$  на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли для III района согласно СНиП 2.01.07-85\* –  $230 \text{ кг}/\text{м}^2$ ;

1.3. Определение ветровой нагрузки выполняется согласно разделу 6 СНиП 2.01.07-85\*. Ветровой район места расположения объекта – III. Нормативная ветровая нагрузка по СП 20.13330.2016 –  $38 \text{ кг}/\text{м}^2$ .

Определение нагрузок выполнено с учетом требований и рекомендаций СП 20.13330.2016 "Нагрузки и воздействия". Статический расчет произведен с помощью вычислительного комплекса "Лира" по расчетным схемам, максимально соответствующим конструктивным схемам.

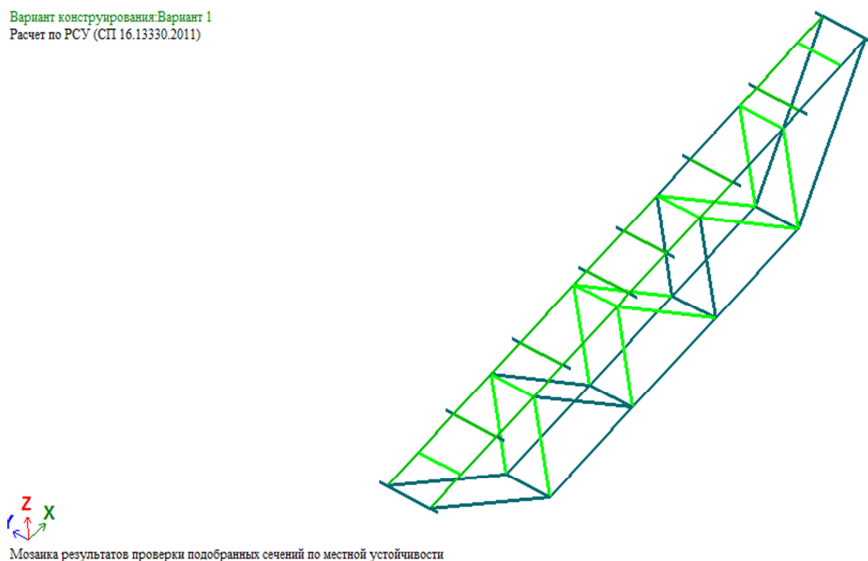
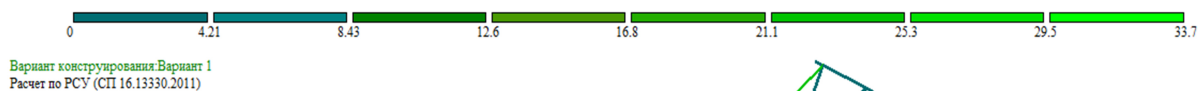
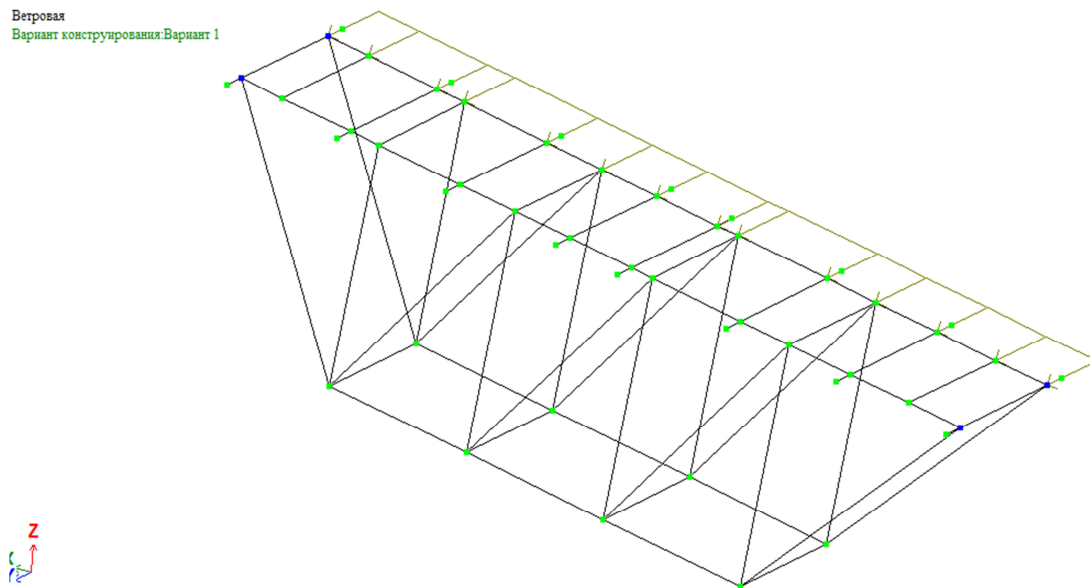


Рис. 1 Схема галереи

Ветровая  
Вариант конструирования: Вариант 1



Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Рис. 2 Схема приложения ветровой нагрузки, наветренная сторона

### 1.3 Выводы расчета по элементам и анализ

#### Деформации и эпюры усилий

В настоящем отчете результаты расчета представлены выборочно на самые нагруженные элементы. Вся полученная в результате расчета информация хранится в электронном виде.

Конструкция рассчитана на 5 загрузений.

Вычисление значения линейных перемещений и поворотов узлов от загрузений представлены в результате расчета перемещения узлов.

В расчете принимали 7 конструктивные группы:

1. Конструктивная группа Вп, выполненные из швеллера №22 по ГОСТ 8240-72;
2. Конструктивная группа Нп, выполненные из уголка 90х7 по ГОСТ 8509-93;
3. Конструктивная группа Ст1 стойки, выполненные из уголка 75х5 по ГОСТ 8509-93;
4. Конструктивная группа Ср1 связи раскосные, выполненные из уголка 63х5 по ГОСТ 8509-93.
5. Конструктивная группа Ср2 связи верхние, распорные, выполненные из парного уголка 50х5 по ГОСТ 8509-93.
6. Конструктивная группа Ср3 связи нижние, распорные, выполненные из уголка 32х5 по ГОСТ 8509-93.
7. Конструктивная группа Б1 балки площадки, из швеллера №6.5 по ГОСТ 8240-72;

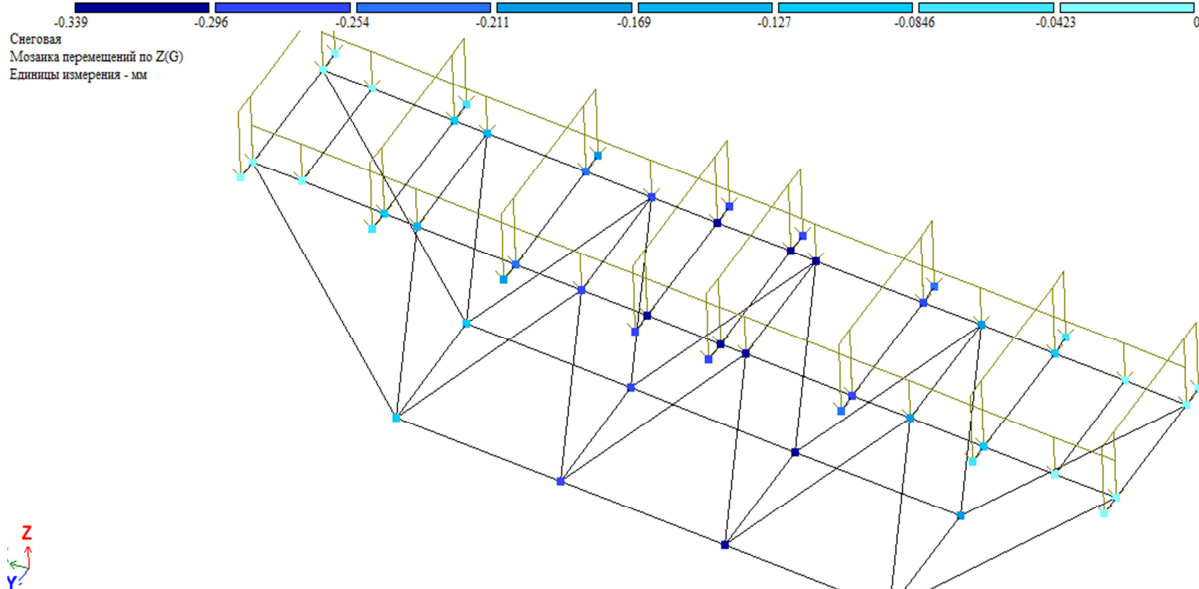


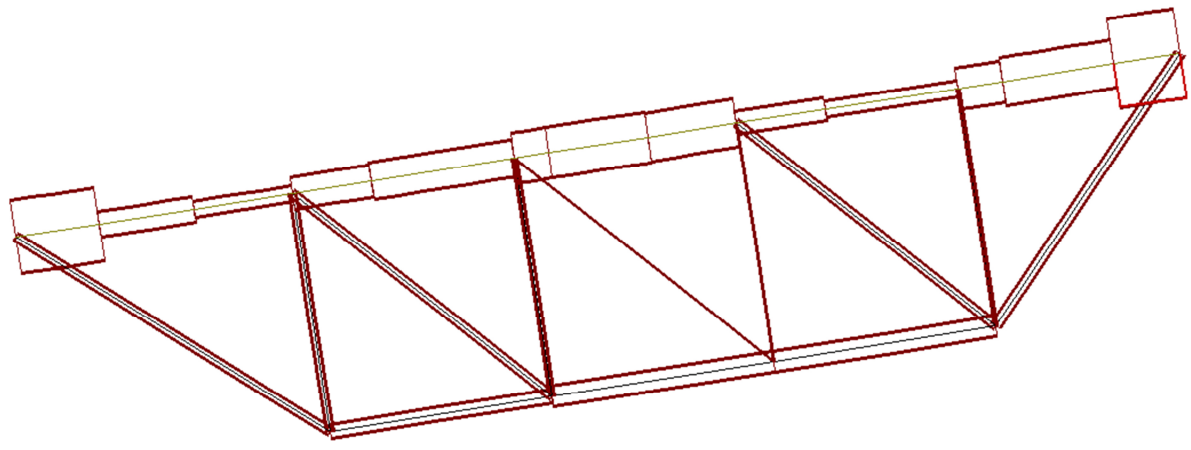
Рис. 3. Перемещения по оси Z

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

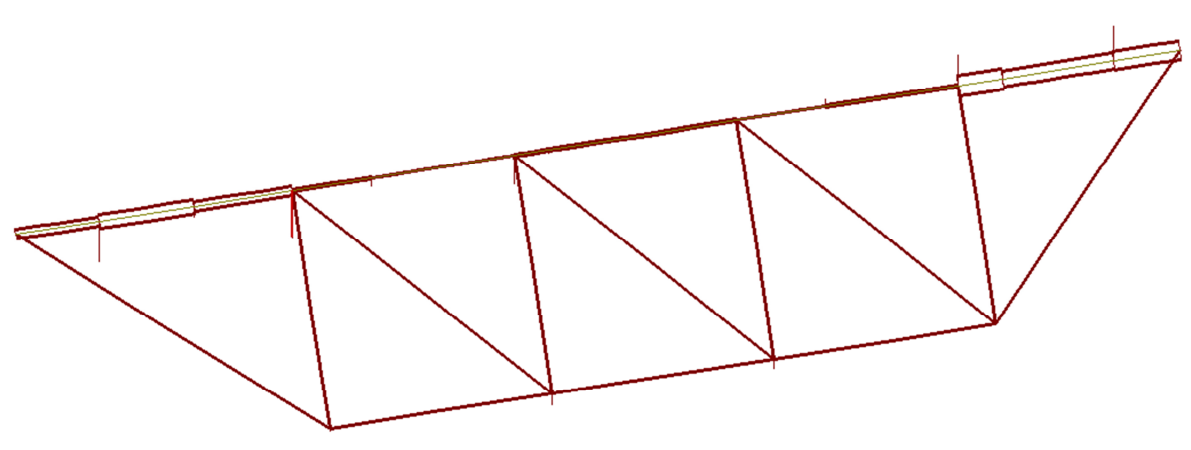
Ветровая  
Эпюра N  
Единицы измерения - т



Z  
X  
Минимальное усилие -0.400995  
Максимальное усилие 0.400995

Рис 4. Эпюра N

Ветровая  
Эпюра Qz  
Единицы измерения - т



Z  
X  
Минимальное усилие -0.0391064  
Максимальное усилие 0.0282237

Рис 5. Эпюра Qz

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Технологическая  
Эшора Му  
Единицы измерения - т\*м

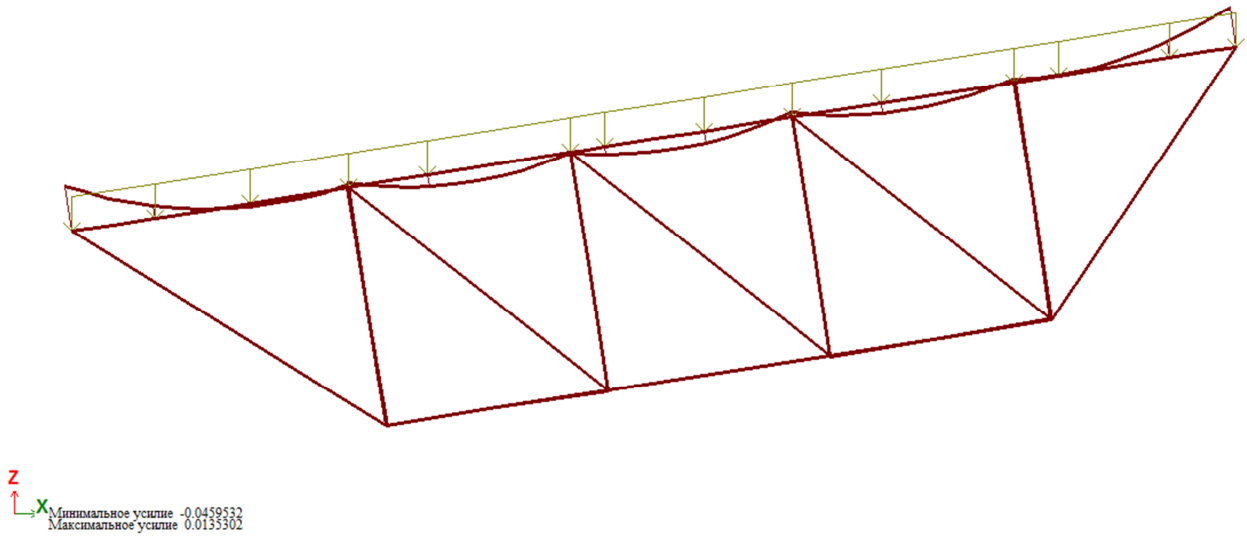


Рис 6. Эшора Му

### 1.1.1 Сопrotивление сечений конструктивная группа Вп

Расчет выполнен по СП 16.13330.2011

#### Общие характеристики

Сталь: С245

Коэффициент надежности по ответственности 0,9

Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 – 60

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

#### Сечение

Профиль: швеллер №22 по ГОСТ 8240-72;

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

**Геометрические характеристики**

	<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>	<b>Единицы измерения</b>
$A$	Площадь поперечного сечения	26,7	см <sup>2</sup>
$A_{u,v}$	Условная площадь среза вдоль оси $U$		см <sup>2</sup>
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси $V$		см <sup>2</sup>
	Угол наклона главных осей инерции	0	град
$I_y$	Момент инерции относительно центральной оси $Y1$ параллельной оси $Y$	151	см <sup>4</sup>
$I_z$	Момент инерции относительно центральной оси $Z1$ параллельной оси $Z$		см <sup>4</sup>
$I_f$	Момент инерции при свободном кручении		см <sup>4</sup>
$I_w$	Секториальный момент инерции		см <sup>6</sup>
$i_y$	Радиус инерции относительно оси $Y1$	2,37	см
$i_z$	Радиус инерции относительно оси $Z1$		см
$W_{u+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси $U$		см <sup>3</sup>
$W_{u-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси $U$		см <sup>3</sup>
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси $V$		см <sup>3</sup>
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси $V$		см <sup>3</sup>
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси $U$		см <sup>3</sup>
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси $V$		см <sup>3</sup>
$I_u$	Максимальный момент инерции		см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции		см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции		см
$i_v$	Минимальный радиус инерции		см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси $Y(U)$		см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси $Y(U)$		см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси $Z(V)$		см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси $Z(V)$		см
$P$	Периметр		см

Длина элемента 1,5 м



Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Расчетная длина в плоскости XOY 1



Расчетная длина в плоскости XOZ

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 0,9 м

**Результаты расчета по комбинациям нагрузок**

$$N = 0.171443T$$

$$M_y = -118,836 \cdot 10^{-4} \text{ Т*м}$$

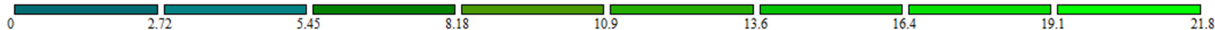
$$Q_z = 917,314 \cdot 10^{-4} \text{ Т}$$

$$M_z = 9.25033e-005 \text{ Т*м}$$

$$Q_y = 2,83709 \cdot 10^{-4} \text{ Т}$$

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	$1,199 \cdot 10^{-005}$
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0,038
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	0,002
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,043
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,007
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,008
пп. 9.2.9, 9.2.10	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,034
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,513
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,592

**Коэффициент использования 0,592 – Предельная гибкость в плоскости XOZ**



Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСЧ (СП 16.13330.2011)



Мозаика результатов проверки подобранных сечений по местной устойчивости

- Несущей способности элементов верхнего пояса Вп, выполненные из швеллера №22 по ГОСТ 8240-72, достаточно для восприятия заданных нагрузок запас 78,2%.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

## 1.1.2 Сопротивление сечений конструктивная группа Hn

Расчет выполнен по СП 16.13330.2011

### Общие характеристики

Сталь: С245

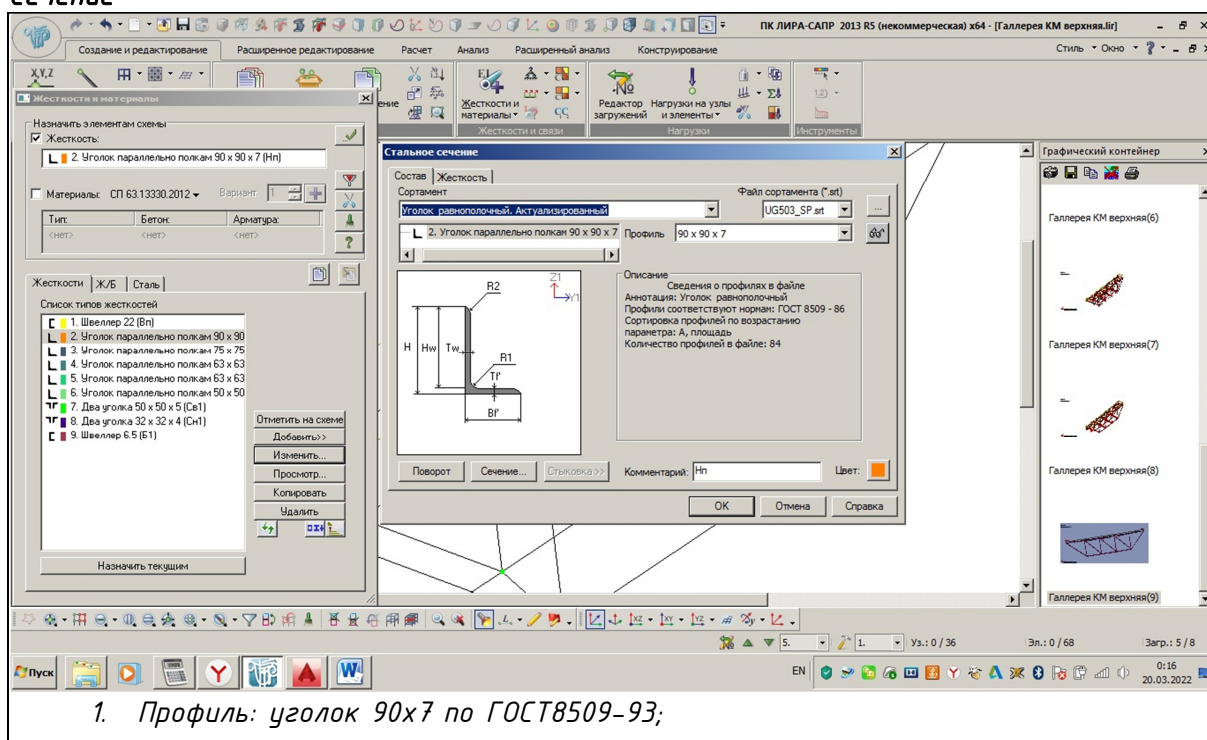
Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

### Сечение



### Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единицы измерения
A	Площадь поперечного сечения	10,61	см <sup>2</sup>
$A_{y-v}$	Условная площадь среза вдоль оси U		см <sup>2</sup>
$A_{v-z}$	Условная площадь среза вдоль оси V		см <sup>2</sup>
	Угол наклона главных осей инерции	0	град
$I_y$	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	33,97	см <sup>4</sup>
$I_z$	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z		см <sup>4</sup>
$I_x$	Момент инерции при свободном кручении		см <sup>4</sup>
$I_w$	Секториальный момент инерции		см <sup>6</sup>
$i_y$	Радиус инерции относительно оси Y1	1,79	см

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



	<i>Параметр</i>	<i>Значение</i>	<i>Единицы измерения</i>
$i_z$	Радиус инерции относительно оси Z1		см
$W_{u+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	12,49	см <sup>3</sup>
$W_{u-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси U		см <sup>3</sup>
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	9,88	см <sup>3</sup>
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси V		см <sup>3</sup>
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U		см <sup>3</sup>
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V		см <sup>3</sup>
$I_u$	Максимальный момент инерции	130	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	33,97	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	3,5	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	1,79	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)		см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)		см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)		см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)		см
$P$	Периметр		см

Длина элемента 1,5 м



Расчетная длина в плоскости XOY 1,5



Расчетная длина в плоскости XOZ

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 0,9 м

**Результаты расчета по комбинациям загрузений**

$$N = 0.209371 \text{ T}$$

$$M_y = -0.00182481 \text{ T}\cdot\text{м}$$

$$Q_z = 0.00756032 \text{ T}$$

$$M_z = 4.54069e-005 \text{ T}\cdot\text{м}$$

$$Q_y = 6.09191e-005 \text{ T}$$

<i>Проверено по СНиП</i>	<i>Проверка</i>	<i>Коэффициент использования</i>
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего	0,092

Взам. инв. №

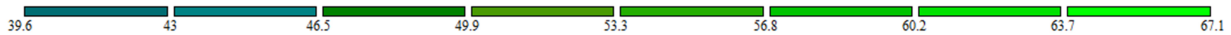
Подп. и дата

Инв. № подл.



Проверено по СНИП	Проверка	Коэффициент использования
	момента $M_y$	
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	$1,769 \cdot 10^{-004}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$3,574 \cdot 10^{-005}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0,012
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластичности	0,085
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости $XOY$ ( $XOU$ )	0,005
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости $XOZ$ ( $XOV$ )	0,001
пп.9.2.8, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	0,005
пп.9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	0,001
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,075
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,092
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости $XOY$	0,904
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости $XOZ$	0,076

Коэффициент использования 0,904 – Предельная гибкость в плоскости  $XOY$



Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСН (СП 16.13330.2011)



Мозаика результатов проверки подобранных сечений по 1 предельному состоянию

Несущей способности элементов  $H_n$ , выполненные из уголка 90x7 по ГОСТ 8509-93 достаточно для восприятия заданных нагрузок запас 32,9%.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

**1.1.3 Сопротивление сечений конструктивная группа Ст1**  
**Расчет выполнен по СП 16.13330.2011**  
**Общие характеристики**

**Сталь: С245**

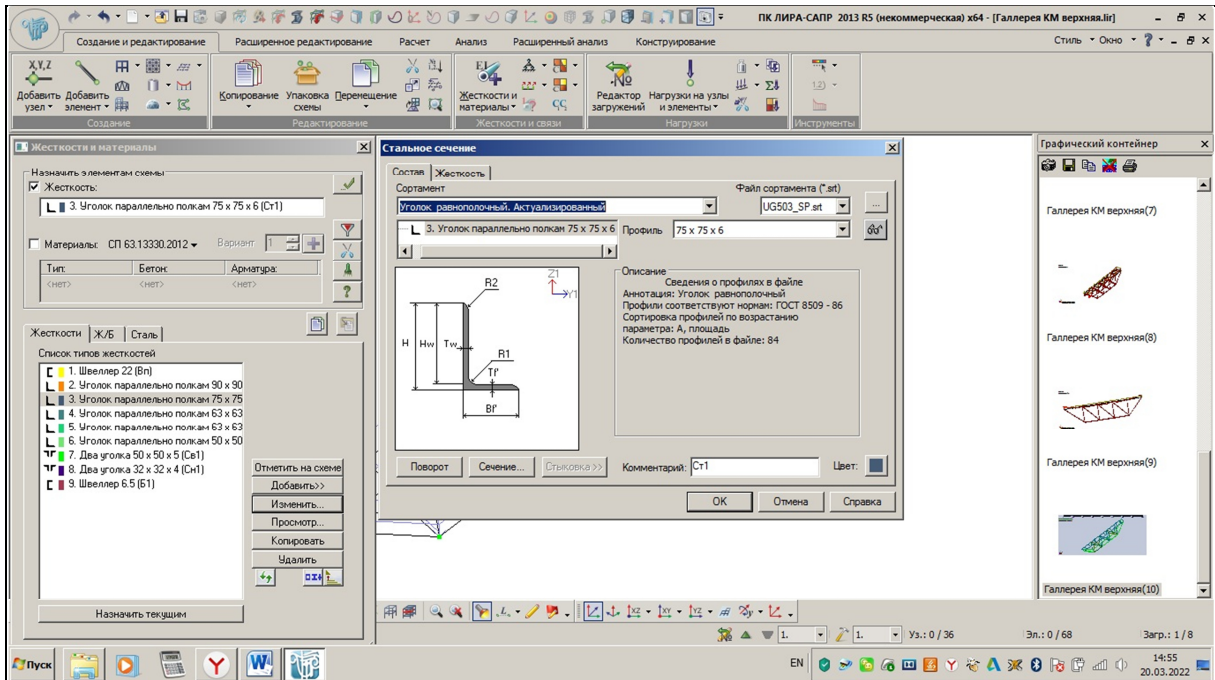
**Коэффициент надежности по ответственности 1**

**Коэффициент условий работы 1**

**Предельная гибкость для сжатых элементов: 60-180**

**Предельная гибкость для растянутых элементов: 300**

**Сечение**



**Профиль: уголок 75x5 по ГОСТ 8509-93**

**Геометрические характеристики**

	<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>	<b>Единицы измерения</b>
	$A$ Площадь поперечного сечения	7,39	см <sup>2</sup>
	$A_{y,y}$ Условная площадь среза вдоль оси $U$		см <sup>2</sup>
	$A_{y,z}$ Условная площадь среза вдоль оси $V$		см <sup>2</sup>
	Угол наклона главных осей инерции	0	град
	$I_y$ Момент инерции относительно центральной оси $Y1$ параллельной оси $Y$	16,41	см <sup>4</sup>
	$I_z$ Момент инерции относительно центральной оси $Z1$ параллельной оси $Z$	23,1	см <sup>4</sup>
	$I_t$ Момент инерции при свободном кручении		см <sup>4</sup>
	$I_w$ Секториальный момент инерции		см <sup>6</sup>
	$i_y$ Радиус инерции относительно оси $Y1$	1,49	см
	$i_z$ Радиус инерции относительно оси $Z1$		см
	$Y_s$ Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси $Y$		см
	$W_{u+}$ Максимальный момент сопротивления относительно оси $U$	5,74	см <sup>3</sup>

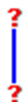
Взам. инв. №

Подп. и дата

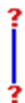
Инв. № подл.

	Параметр	Значение	Единицы измерения
$W_{u-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси $U$		$см^3$
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси $V$	7,21	$см^3$
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси $V$		$см^3$
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси $U$		$см^3$
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси $V$		$см^3$
$I_u$	Максимальный момент инерции	62,65	$см^4$
$I_v$	Минимальный момент инерции	16,41	$см^4$
$i_u$	Максимальный радиус инерции		$см$
$i_v$	Минимальный радиус инерции		$см$
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси $Y(U)$		$см$
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси $Y(U)$		$см$
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси $Z(V)$		$см$
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси $Z(V)$		$см$
$P$	Периметр		$см$

Длина элемента 1,61 м



Расчетная длина в плоскости  $XOY$



Расчетная длина в плоскости  $XOZ$  1,61

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 0,0 м

**Результаты расчета по комбинациям нагрузок**

$$N = -0.0331148 \text{ Т}$$

$$M_y = 0.000649109 \text{ Т*м}$$

$$Q_z = -0.000199531 \text{ Т}$$

$$M_z = -0.000199876 \text{ Т*м}$$

$$Q_y = -0.000352278 \text{ Т}$$

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0,001
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$5,322 \cdot 10^{-005}$

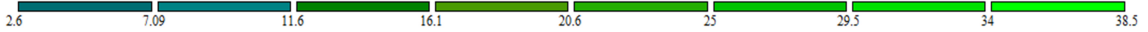
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

<i>Проверено по СНиП</i>	<i>Проверка</i>	<i>Коэффициент использования</i>
<i>п.8.2.1</i>	<i>Прочность при действии поперечной силы <math>Q_z</math></i>	<i>0,041</i>
<i>п.9.1.1</i>	<i>Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластичи</i>	<i>0,001</i>
<i>п.8.4.1</i>	<i>Устойчивость плоской формы изгиба</i>	<i>0,001</i>
<i>п.10.4.1</i>	<i>Предельная гибкость в плоскости XOY</i>	<i>0,733</i>
<i>п.10.4.1</i>	<i>Предельная гибкость в плоскости XOZ</i>	<i>0,184</i>

**Коэффициент использования 0,733 – Предельная гибкость в плоскости XOY**



Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСУ (СП 16.13330.2011)



Мозаика результатов проверки подобранных сечений по 1 предельному состоянию

*Несущей способности стоек Ст1, выполненные из уголок 75x5 по ГОСТ 8509-93 достаточно для восприятия заданных нагрузок запас 61,5%*

#### **1.1.4 Сопротивление сечений конструктивная группа Сr1**

**Расчет выполнен по СП 16.13330.2011**

**Общие характеристики**

**Сталь: С245**

*Коэффициент надежности по ответственности 1*

*Коэффициент условий работы 1*

*Предельная гибкость для сжатых элементов: 60 – 180*

*Предельная гибкость для растянутых элементов: 300*

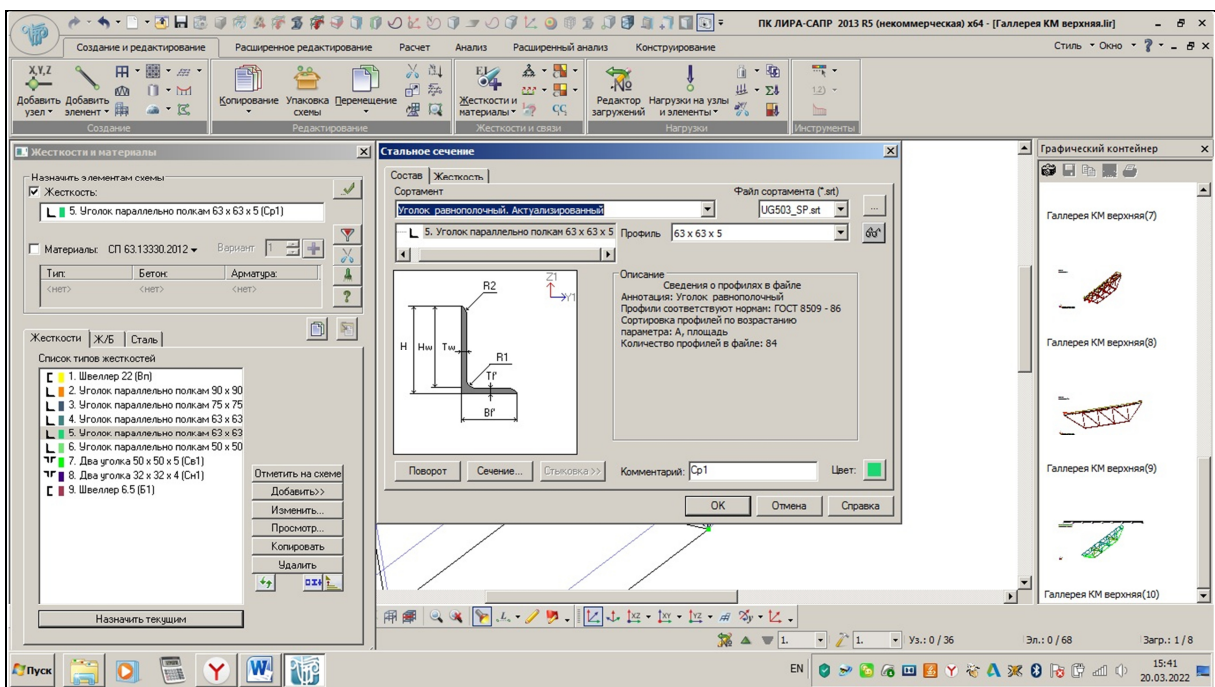
*Неупругая работа сечения не допускается*

**Сечение**

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



Профиль: уголок 63x5 по ГОСТ 8509-93.

**Геометрические характеристики**

	<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>	<b>Единицы измерения</b>
A	Площадь поперечного сечения	6,13	см <sup>2</sup>
A <sub>y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U		см <sup>2</sup>
A <sub>v</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V		см <sup>2</sup>
	Угол наклона главных осей инерции	-45	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	9,52	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z		см <sup>4</sup>
I <sub>x</sub>	Момент инерции при свободном кручении		см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции		см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	1,25	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1		см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	5,05	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U		см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	3,87	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V		см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U		см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V		см <sup>3</sup>

Инв. № подл.      Подп. и дата      Взам. инв. №

	Параметр	Значение	Единицы измерения
	$V$		
$I_u$	Максимальный момент инерции	36,8	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	9,52	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	2,44	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	1,25	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси $Y(U)$		см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси $Y(U)$		см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси $Z(V)$		см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси $Z(V)$		см
$P$	Периметр		см

Длина элемента 2,2 м



Расчетная длина в плоскости  $XOY$  1,73



Расчетная длина в плоскости  $XOZ$  1,35

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 0,0 м

#### Результаты расчета по комбинациям нагрузок

$$N = -0.0136835 \text{ Т}$$

$$M_y = -0.00117969 \text{ Т*м}$$

$$Q_z = 0.00339047 \text{ Т}$$

$$M_z = -5.33533e-005 \text{ Т*м}$$

$$Q_y = -5.55278e-005 \text{ Т}$$

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,019
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0,022
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	0,001
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0,002
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластичности	0,025
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости $XOY$ ( $XOU$ )	0,01
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости $XOZ$ ( $XOV$ )	0,015
пп.9.2.8, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	0,026
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости $XOY$	0,484

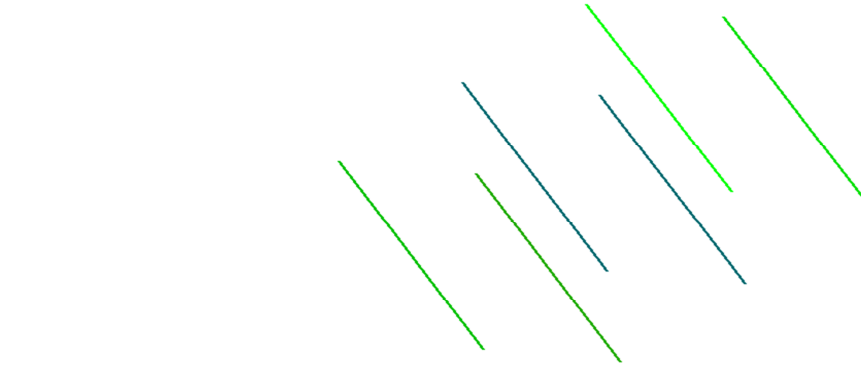
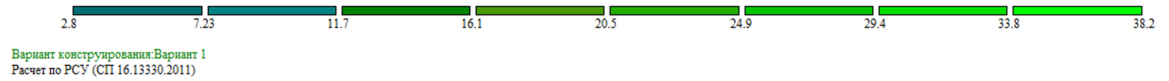
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

<i>Проверено по СНиП</i>	<i>Проверка</i>	<i>Коэффициент использования</i>
<i>п.10.4.1</i>	<i>Предельная гибкость в плоскости XOZ</i>	<i>0,685</i>

*Коэффициент использования 0,685 – Предельная гибкость в плоскости XOZ*



Мозаика результатов проверки подобранных сечений по 1 предельному состоянию

*Несущей способности связей Ср1, выполненные из уголков 63x5 по ГОСТ 8509-93 достаточно для восприятия заданных нагрузок запас 61,8%.*

### **1.1.5 Сопротивление сечений конструктивная группа Ср2**

**Расчет выполнен по СП 16.13330.2011**

**Общие характеристики**

**Сталь: С245**

*Коэффициент надежности по ответственности 1*

*Коэффициент условий работы 1*

*Предельная гибкость для сжатых элементов: 60 – 180*

*Предельная гибкость для растянутых элементов: 300*

*Неупругая работа сечения не допускается*

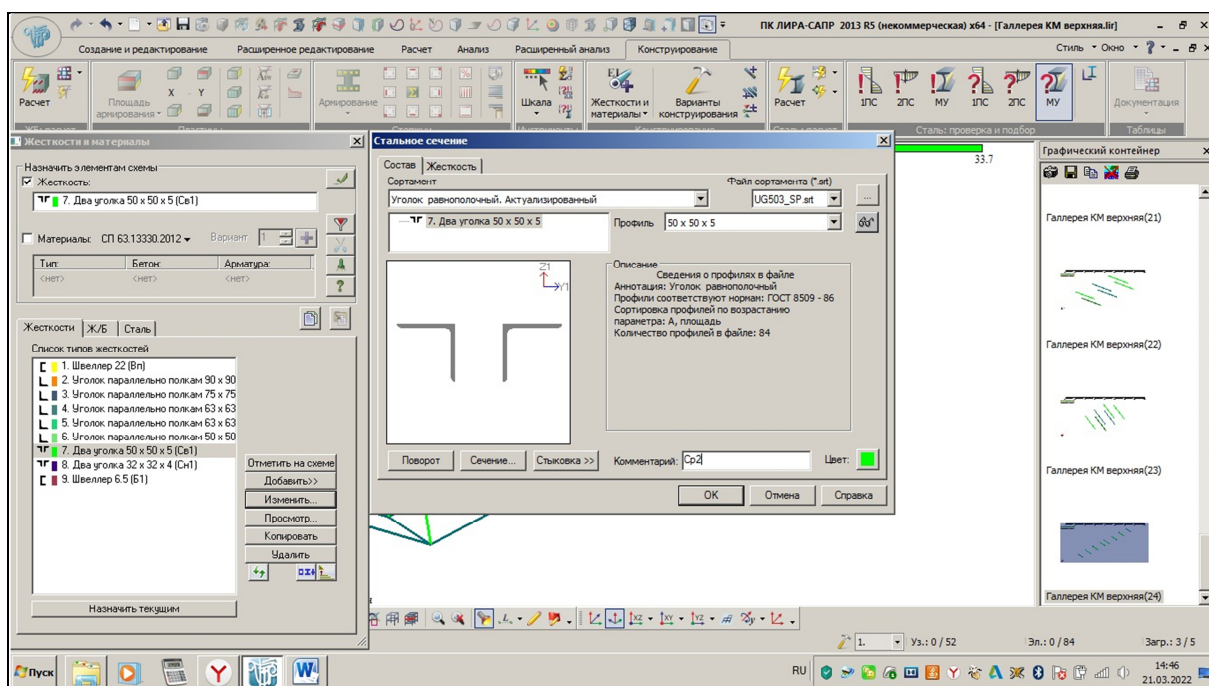
**Сечение**

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.





Профиль: уголок 50x5 по ГОСТ 8509-93.

### Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единицы измерения
$A$	Площадь поперечного сечения	4,8	см <sup>2</sup>
$A_{y,y}$	Условная площадь среза вдоль оси $U$		см <sup>2</sup>
$A_{y,z}$	Условная площадь среза вдоль оси $V$		см <sup>2</sup>
	Угол наклона главных осей инерции	0	град
$I_y$	Момент инерции относительно центральной оси $Y1$ параллельной оси $Y$	4,63	см <sup>4</sup>
$I_z$	Момент инерции относительно центральной оси $Z1$ параллельной оси $Z$		см <sup>4</sup>
$I_x$	Момент инерции при свободном кручении		см <sup>4</sup>
$I_{\omega}$	Секториальный момент инерции		см <sup>6</sup>
$i_y$	Радиус инерции относительно оси $Y1$	0,98	см
$i_z$	Радиус инерции относительно оси $Z1$	1,92	см
$W_{u+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси $U$	3,13	см <sup>3</sup>
$W_{u-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси $U$		см <sup>3</sup>
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси $V$	2,3	см <sup>3</sup>
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси $V$		см <sup>3</sup>
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси $U$		см <sup>3</sup>
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси $V$		см <sup>3</sup>

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



	<i>Параметр</i>	<i>Значение</i>	<i>Единицы измерения</i>
	$V$		
$I_u$	Максимальный момент инерции	17,77	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	4,63	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	1,92	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	0,98	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси $Y(U)$		см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси $Y(U)$		см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси $Z(V)$		см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси $Z(V)$		см
$P$	Периметр		см

Длина элемента 0,9 м



Расчетная длина в плоскости  $XOY$  0,9



Расчетная длина в плоскости  $XOZ$

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 0,9 м

**Результаты расчета по комбинациям загружений**

$$N = -0.0136835 \text{ Т}$$

$$M_y = -0.00117969 \text{ Т*м}$$

$$Q_z = 0.00339047 \text{ Т}$$

$$M_z = -5.33533e-005 \text{ Т*м}$$

$$Q_y = -5.55278e-005 \text{ Т}$$

<i>Проверено по СНиП</i>	<i>Проверка</i>	<i>Коэффициент использования</i>
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,019
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0,022
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	0,001
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0,002
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,025
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости $XOY$ ( $XOU$ )	0,01
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости $XOZ$ ( $XOV$ )	0,015
пп.9.2.8, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	0,026
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости $XOY$	0,484
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости $XOZ$	0,685

Коэффициент использования 0,685 – Предельная гибкость в плоскости  $XOZ$

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



Несущей способности связей Cr2, выполненные из уголков 50x5 по ГОСТ 8509-93 достаточно для восприятия заданных нагрузок запас 66,3%.

**1.1.6 Сопротивление сечений конструктивная группа Cr3**  
**Расчет выполнен по СП 16.13330.2011**  
**Общие характеристики**

- Сталь: С245
- Коэффициент надежности по ответственности 1
- Коэффициент условий работы 1
- Предельная гибкость для сжатых элементов: 60 - 180
- Предельная гибкость для растянутых элементов: 300
- Неупругая работа сечения не допускается

**Сечение**

Профиль: уголок 32x3 по ГОСТ 8509-93.

Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

**Геометрические характеристики**

	<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>	<b>Единицы измерения</b>
A	Площадь поперечного сечения	1,86	см <sup>2</sup>
A <sub>v,v</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U		см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V		см <sup>2</sup>
	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,74	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z		см <sup>4</sup>
I <sub>f</sub>	Момент инерции при свободном кручении		см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции		см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	0,63	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	0,97	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,77	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U		см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,59	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V		см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U		см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V		см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	2,8	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	0,74	см <sup>4</sup>
i <sub>u</sub>	Максимальный радиус инерции	1,23	см
i <sub>v</sub>	Минимальный радиус инерции	0,63	см
a <sub>u+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)		см
a <sub>u-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)		см
a <sub>v+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)		см
a <sub>v-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)		см
P	Периметр		см

Длина элемента 0,9 м



Расчетная длина в плоскости XOY 0,9

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



Расчетная длина в плоскости XOZ

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 0,9 м

**Результаты расчета по комбинациям загрузений**

$$N = -0.0036835 \text{ Т}$$

$$M_y = -0.00100969 \text{ Т*м}$$

$$Q_y = 0.00309047 \text{ Т}$$

$$M_z = -4.12533e-005 \text{ Т*м}$$

$$Q_z = -3.29278e-005 \text{ Т}$$

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,019
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0,022
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	0,001
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0,002
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,025
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,01
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,015
пп.9.2.8, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	0,026
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,484
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,685

**Коэффициент использования 0,685 – Предельная гибкость в плоскости XOZ**



Несущей способности связей  $S_{р3}$ , выполненные из уголков 32x5 по ГОСТ 8509-93 достаточно для восприятия заданных нагрузок запас 100%.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

## 1.1.7 Сопrotивление сечений конструктивная группа Б1

Расчет выполнен по СП 16.13330.2011

### Общие характеристики

Сталь: С245

Коэффициент надежности по ответственности 0,9

Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 – 60

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

### Сечение

Профиль: швеллер №6,5 по ГОСТ 8240-72;

### Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единицы измерения
A	Площадь поперечного сечения	7,51	см <sup>2</sup>
$A_{y-v}$	Условная площадь среза вдоль оси U		см <sup>2</sup>
$A_{y-z}$	Условная площадь среза вдоль оси V		см <sup>2</sup>
	Угол наклона главных осей инерции	0	град
$I_y$	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	8,7	см <sup>4</sup>
$I_z$	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	48,6	см <sup>4</sup>
$I_x$	Момент инерции при свободном кручении		см <sup>4</sup>
$I_w$	Секториальный момент инерции		см <sup>6</sup>
$i_y$	Радиус инерции относительно оси Y1	1,08	см

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

	<i>Параметр</i>	<i>Значение</i>	<i>Единицы измерения</i>
$i_z$	Радиус инерции относительно оси Z1	2,54	см
$W_{u+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	15	см <sup>3</sup>
$W_{u-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси U		см <sup>3</sup>
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	3,68	см <sup>3</sup>
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси V		см <sup>3</sup>
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U		см <sup>3</sup>
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V		см <sup>3</sup>
$I_u$	Максимальный момент инерции	4,8,6	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции		см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции		см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	8,7	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)		см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)		см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)		см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)		см
$P$	Периметр		см

Длина элемента 1,2 м



Расчетная длина в плоскости XOY 1,2



Расчетная длина в плоскости XOZ

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 0,9 м

**Результаты расчета по комбинациям нагрузок**

$$N = -0.0354306 \text{ T}$$

$$M_y = 5,08618 \cdot 10^{-4} \text{ T} \cdot \text{м}$$

$$Q_z = 11,2517 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

$$M_z = -310,821 \text{e-}005 \text{ T} \cdot \text{м}$$

$$Q_y = -68,9025 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

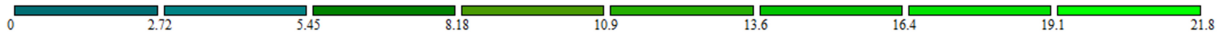
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	$1,199 \cdot 10^{-005}$
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0,038
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	0,002
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,043
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости $XOY$ ( $XOU$ )	0,007
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости $XOZ$ ( $XOV$ )	0,008
пп. 9.2.9, 9.2.10	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,034
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости $XOY$	0,513
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости $XOZ$	0,592

Коэффициент использования 0,592 – Предельная гибкость в плоскости  $XOZ$



Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСЧ (СП 16.13330.2011)



Мозаика результатов проверки подобранных сечений по местной устойчивости

- Несущей способности элементов верхнего пояса П1, выполненные из швеллера №6,5 по ГОСТ 8240-72, достаточно для восприятия заданных нагрузок запас 78,2\*%.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.