

# Технический отчет

Расчет несущей конструкции зданий FINHA серии 150

Для центральных областей России

Рычков С.П.

Самара 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. Исходные данные для расчёта .....	3
1.1 Общее описание .....	3
1.2 Единицы измерения .....	10
1.3 Применяемые материалы и ссылочные данные.....	10
1.4 Статические нагрузки.....	11
1.5 Расчетные сочетания нагрузок .....	12
Основные сочетания.....	12
1.6 Задание нагрузок и закреплений .....	13
2. анализ прочности.....	13
2.1 Расчетные модели рам.....	13
2.2 Рама А150, пролет 6.3 м.....	13
2.3 Рама Р150L, пролет 4.1 м .....	14
2.4 Рама V150, пролет 6.5 м.....	15
2.5 Рамы W150L, W150 пролет 4.3 м .....	16
2.6 Рама М150L, пролет 6.6 м .....	17
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	18
Список использованных источников .....	18

## ВВЕДЕНИЕ

Данный расчет выполнен для подтверждения соответствия характеристик прочности и устойчивости серии зданий FINHA-150 с коннекторами требованиям строительных норм СП 64.13330.2017 “СНиП II-25-80. Деревянные конструкции”. Расчет проводится для нагрузок, соответствующих условиям эксплуатации зданий в центральных областях России:

- ❑ снеговой район IV ;
- ❑ ветровой район II, тип местности С;
- ❑ сейсмичность площадки строительства менее 6 баллов;

Цель работы:

- Определение предельных размеров, при которых запас прочности составляет не менее 1.0.

## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЁТА

### 1.1 Общее описание

Общий вид рам и зданий FINHA серии 150 на их основе приведен на рис. 1 - 12.

Каркас здания собирается из поперечных рам, выполненных из деревянных балок, которые соединяются друг с другом через коннекторы, и продольных балок. Каркас устанавливается на балки ростверка. Балки ростверка также изготавливаются из дерева.

Балки рам изготавливаются из доски сечения 45х140 мм. Шаг рам L=625 мм.

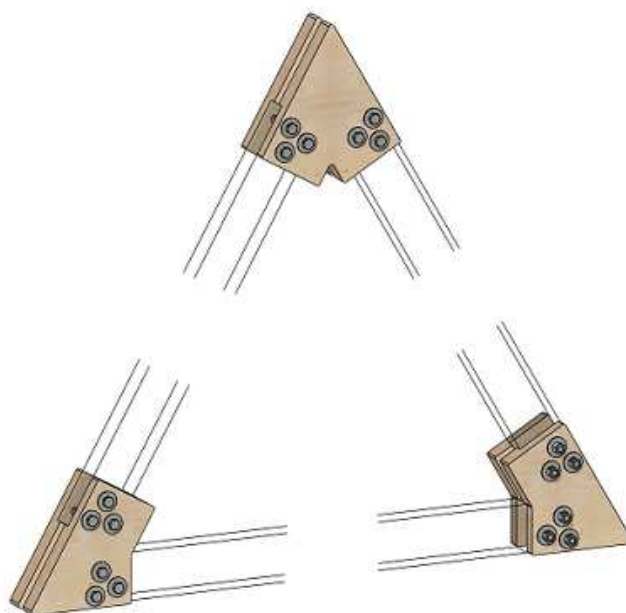


Рисунок 1. Коннекторы здания FINHA-A150

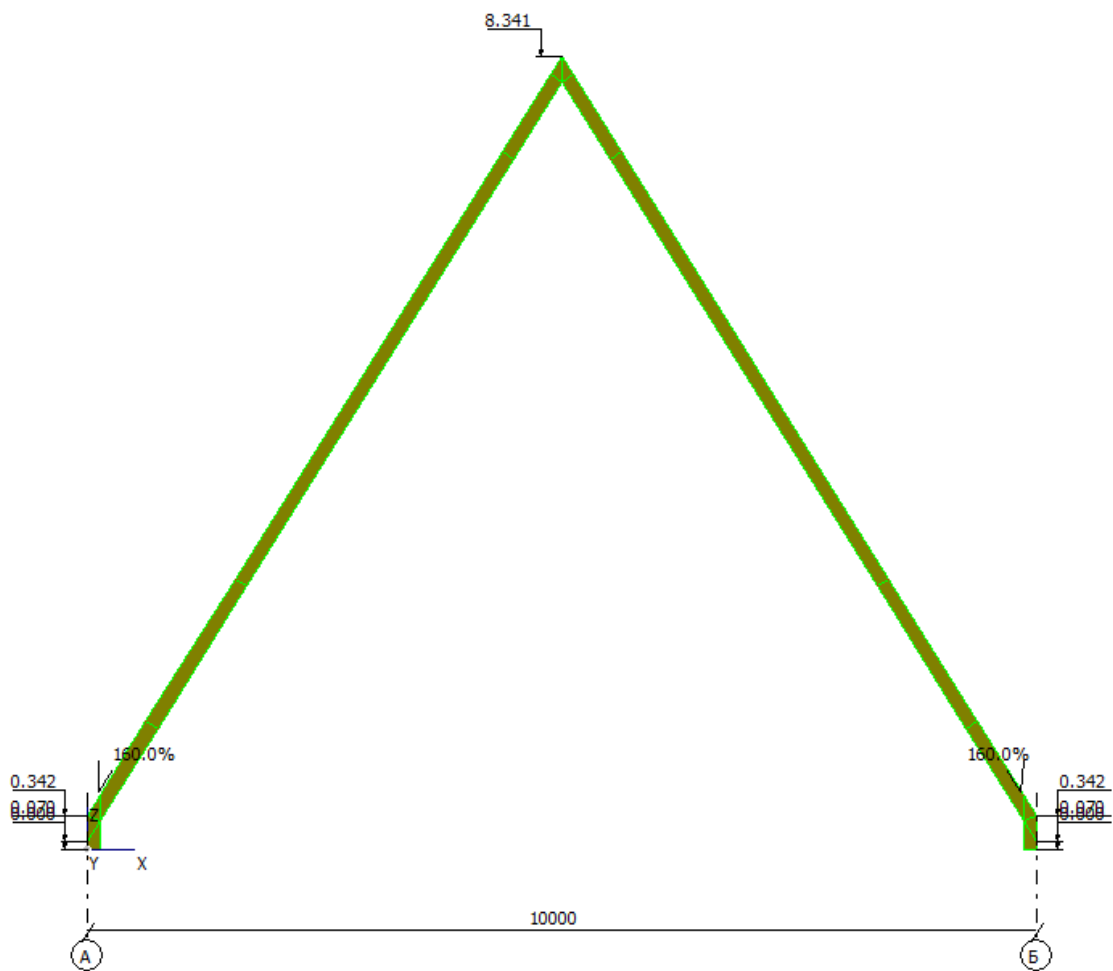


Рисунок 2. Рама здания FINHA-A150

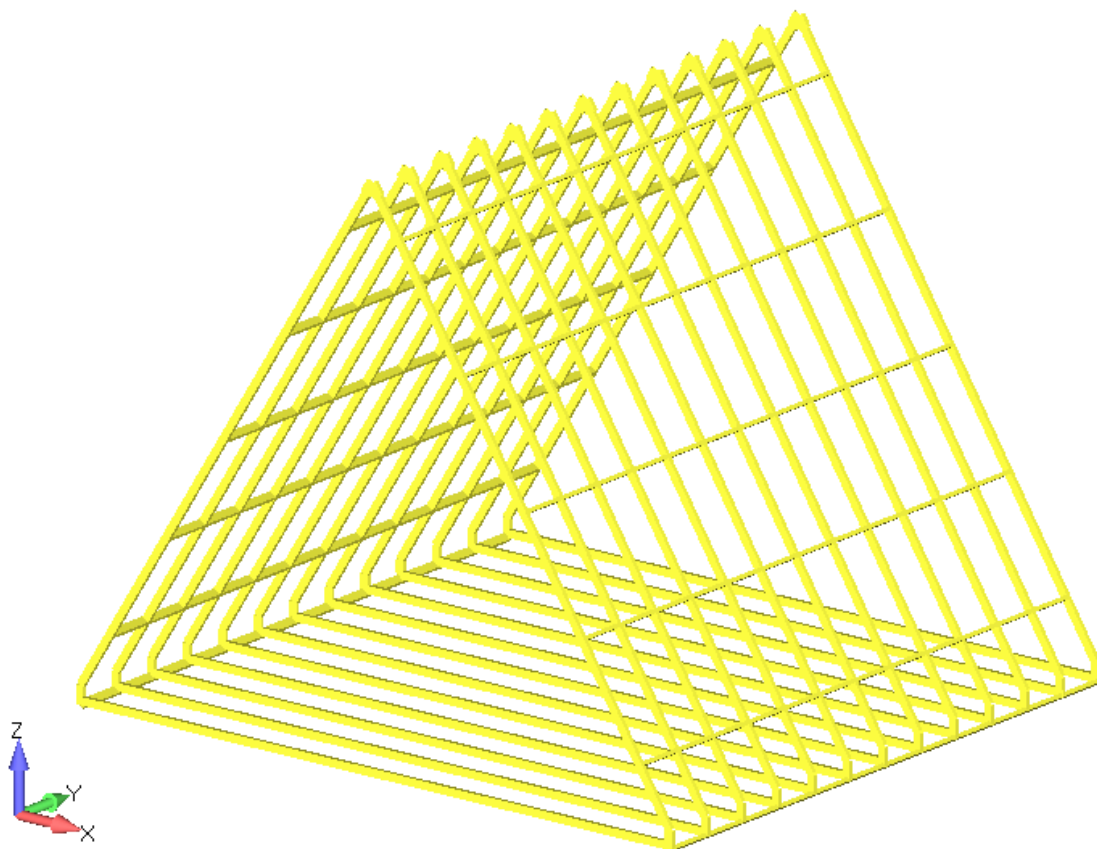


Рисунок 3. Общий вид каркаса здания FINHA-A150, ширина 10 м

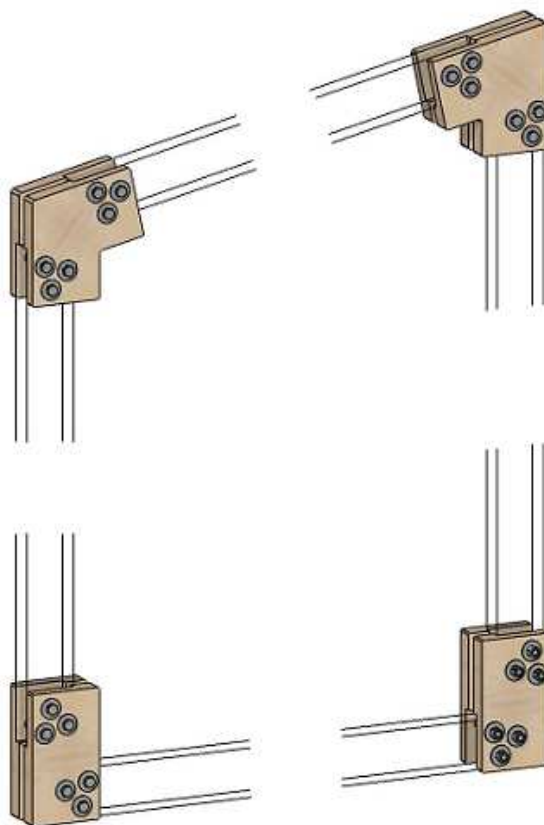


Рисунок 4. Коннекторы здания FINHA-P150L

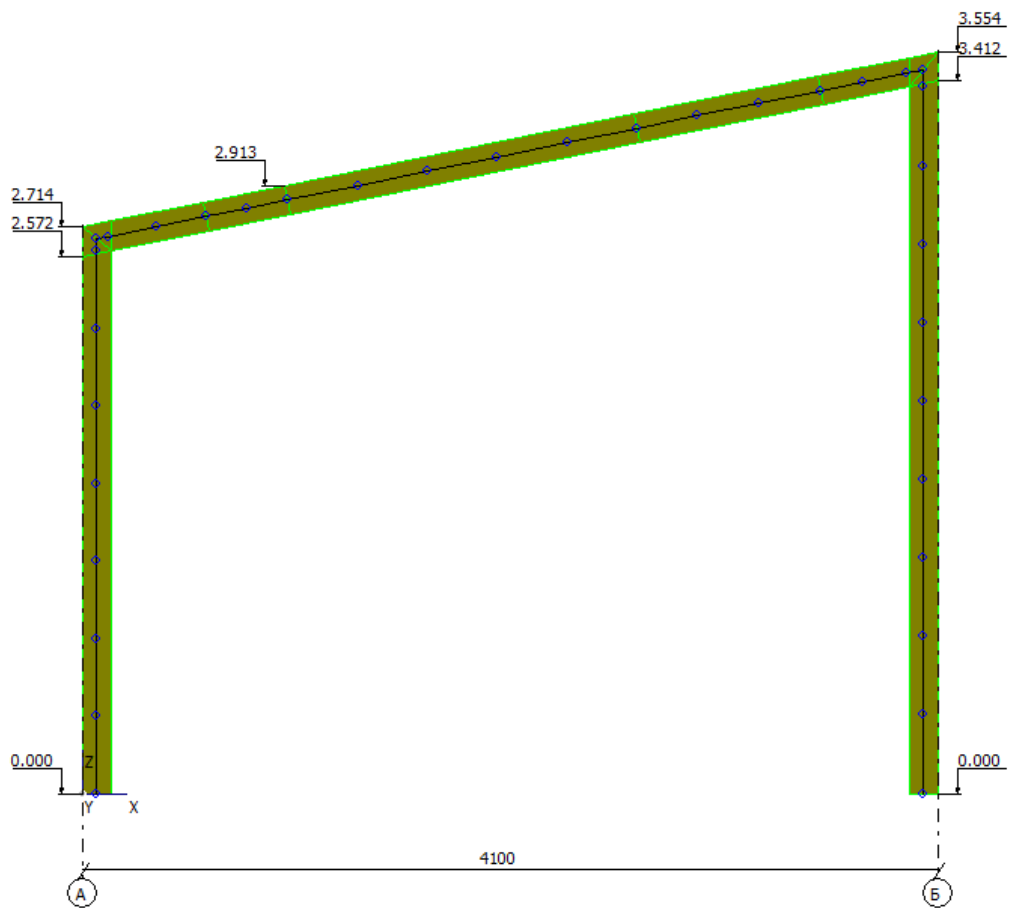


Рисунок 5. Рама здания FINHA-P150L

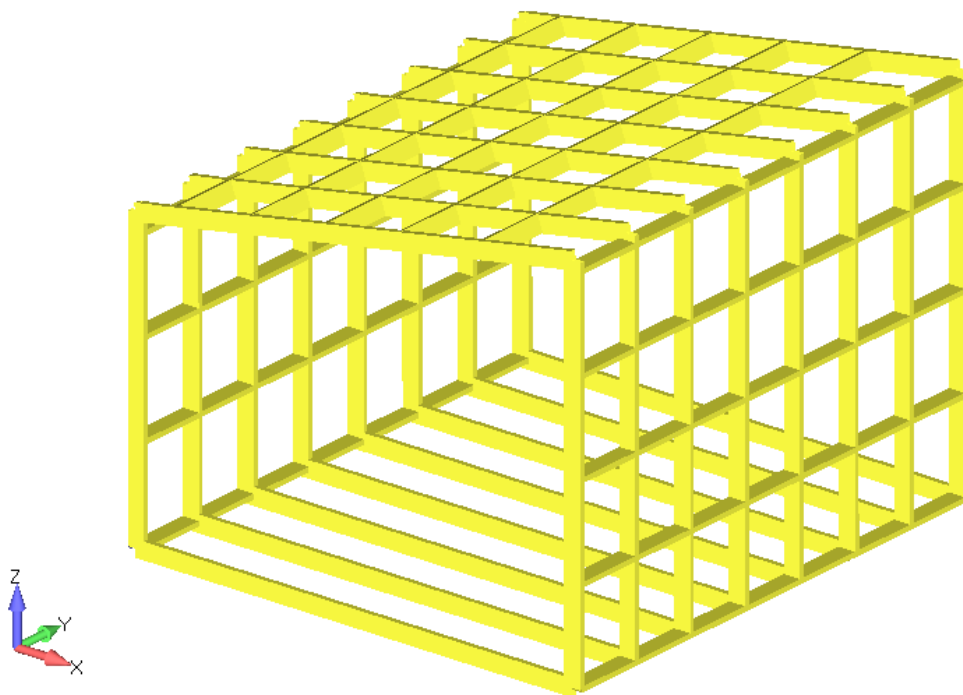


Рисунок 6. Общий вид каркаса односкатного здания FINHA-P150L, ширина 4.1 м

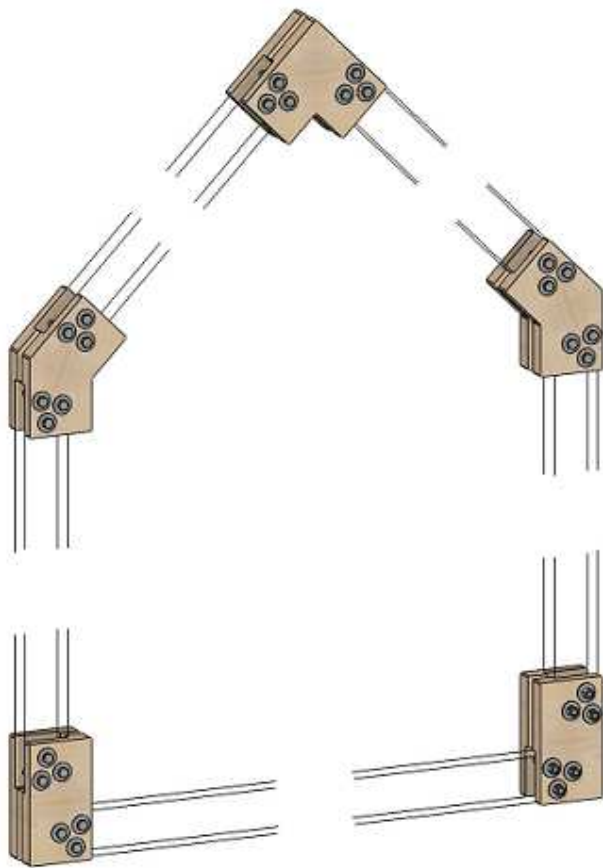


Рисунок 7. Коннекторы здания FINHA-V150

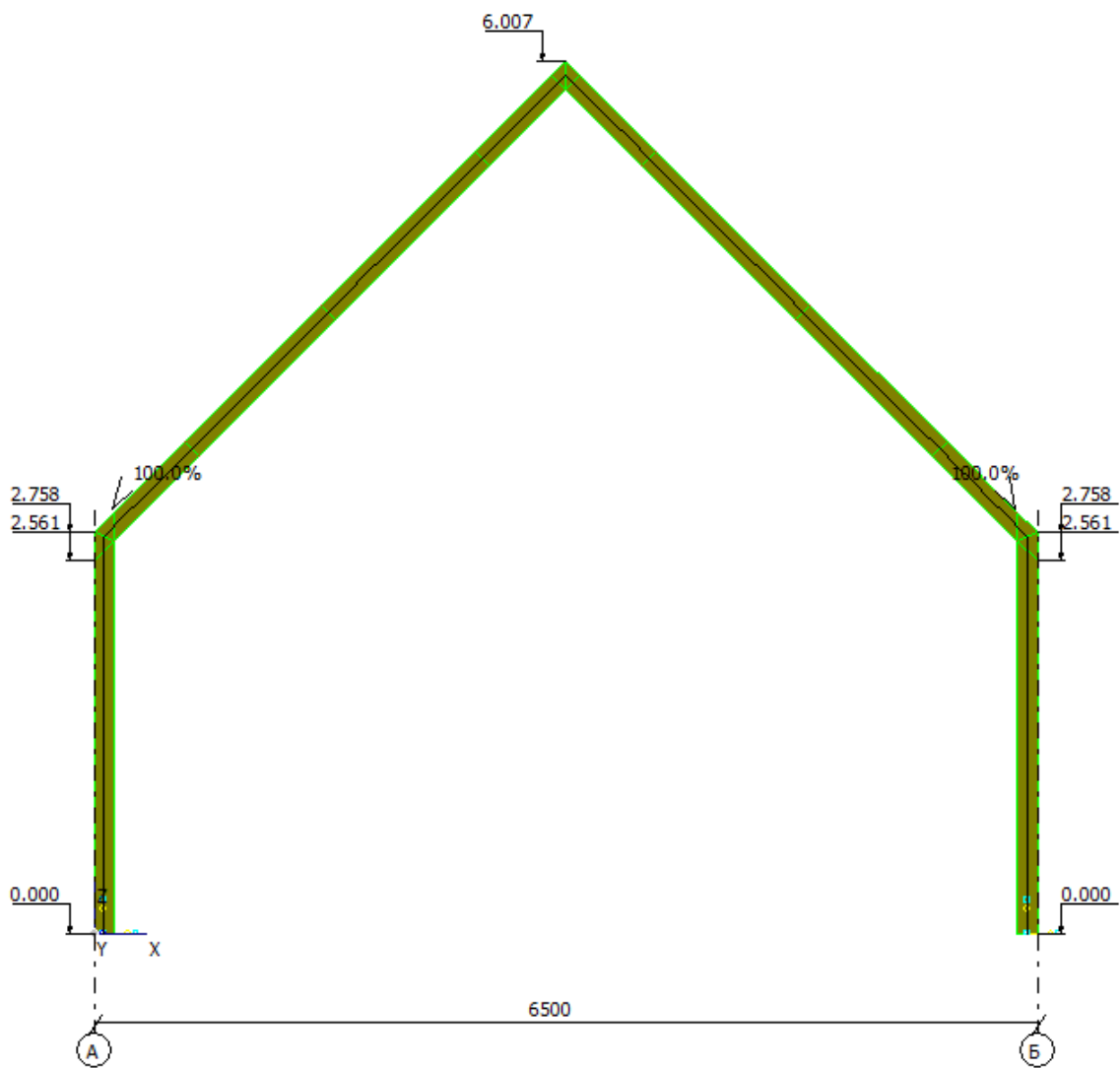


Рисунок 8. Рама здания FINHA-V150

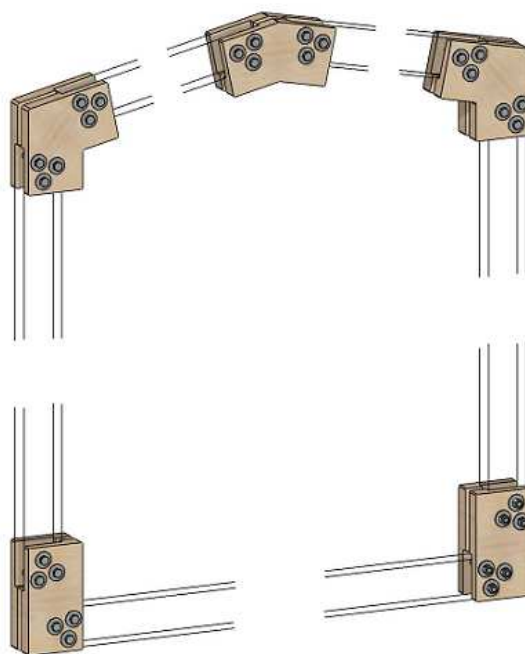


Рисунок 9. Коннекторы здания FINHA-W100



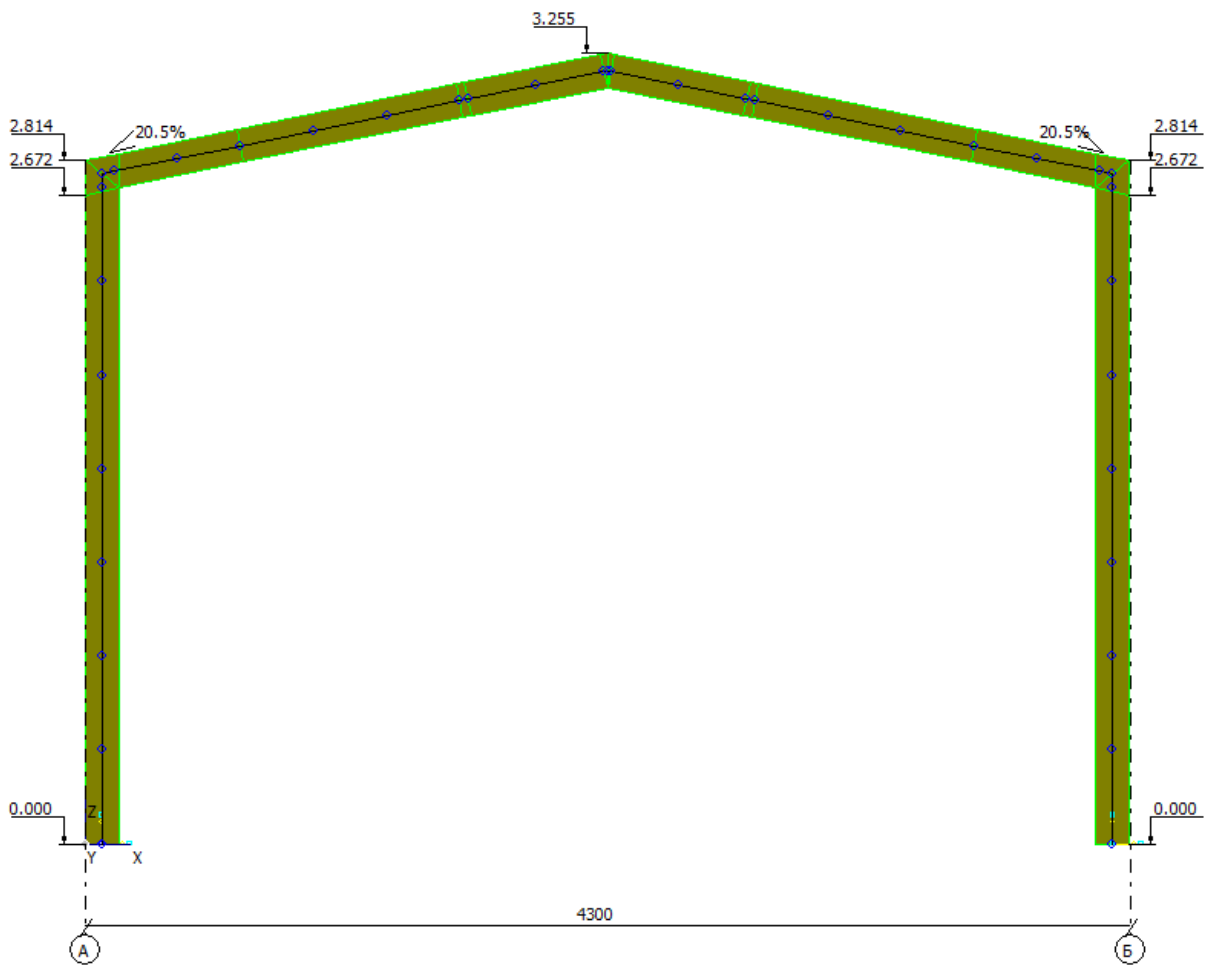


Рисунок 10. Рама здания FINHA-W150L

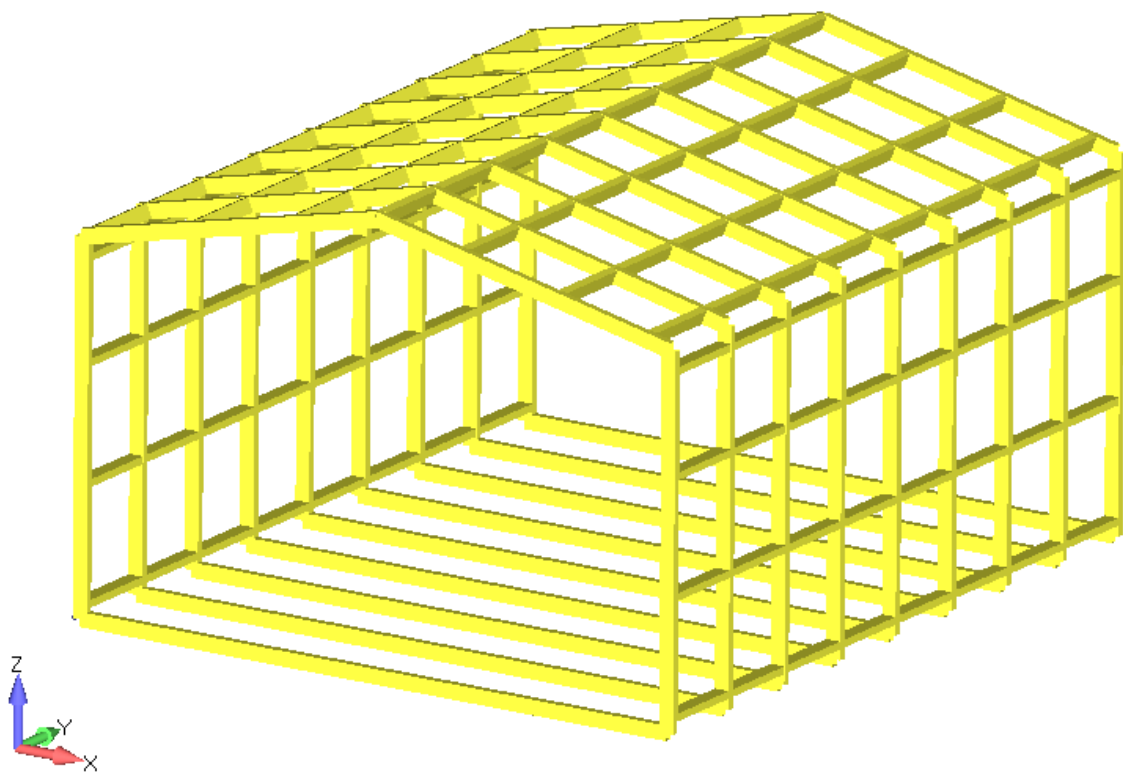


Рисунок 11. Общий вид каркаса двускатного здания FINHA-W150L, ширина рамы 4.3 м, уклон 12 град.

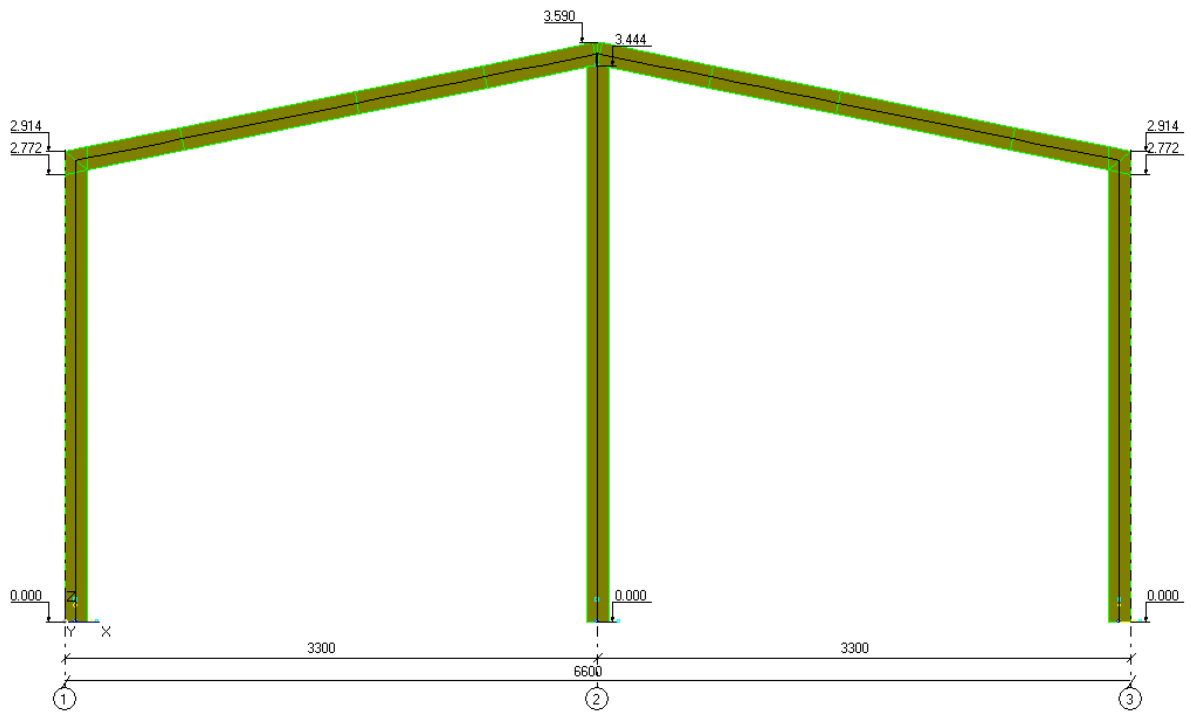


Рисунок 12. Рама здания FINHA-M150L

## 1.2 Единицы измерения

В данном расчете применяются следующие единицы измерения:

- Сила – Н;
- Длина – мм;
- Напряжение – МПа;

## 1.3 Применяемые материалы и ссылочные данные

Древесина, сорт 1, табл. 3 [1] :

- $R_u^A = R_{сж}^A = 24$  МПа;
- $R_p^A = 15$  МПа;

Расчетное сопротивление определяется по формуле 1 [1]

$$R^p = R^A \cdot m_{дл} \cdot \Pi m_i$$

Коэффициент длительной прочности  $m_{дл}$  принимается по табл 4 [1]

- $m_{дл} = 0.66$  - при совместном действии постоянной и кратковременной снеговой нагрузки;

Коэффициенты условий работы п.6.9 [1]:

- $m_b = 0.9$  по табл. 9;
- $m_t = 1.0$ ;
- $m_{сд} = 1.0$  по табл. 11;
- $m_{сс} = 1.0$  по табл. 13 ;

$$\Pi m_i = m_b \cdot m_t \cdot m \cdot m_{cc} = 0.9 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 0.9$$

Расчетные сопротивления при изгибе и сжатии:

- $R_{изг}^A = R_{сж}^A = 24 \cdot 0.66 \cdot 0.9 = 14$  МПа - при совместном действии постоянной и кратковременной нагрузки;

Расчетные сопротивления при растяжении:

- $R_p^A = 15 \cdot 0.66 \cdot 0.9 = 8.9$  МПа - при совместном действии постоянной и кратковременной нагрузки

Расчетные сопротивления смятию:

- вдоль волокон  $R_{см0}^A = R_{изг}^A = 14$  МПа;
- поперек волокон  $R_{см90}^A = 4.5$  МПа.
- при нагружении под углом 45 град., ф.6[1]:

$$R_{см45}^A = R_{см0}^A / (1 + (R_{см0}^A / R_{см90}^A - 1) \cdot \sin^3 45) = 8.0 \text{ МПа}$$

**Фанера:**

Расчетные сопротивления:

- $R^A = 14$  МПа - при совместном действии постоянной и кратковременной нагрузки;

Расчетные сопротивления смятию:

- $R_{см}^A = R_{изг}^A = 14$  МПа;

Расчет выполняется для группы статических нагружений и группы сейсмических нагружений, на основе которых формируются расчетные сочетания усилий.

#### 1.4 Статические нагрузки

1. Собственный вес здания (**weight**), постоянное нагружение.

Нагрузки от собственного веса задаются ускорением вдоль вертикальной оси

$$a = g \cdot \gamma_{Gf}$$

где

$$g = 9810 \text{ мм/сек}^2, \gamma_{Gf} = 1.2 \text{ – коэффициент надежности по нагрузке.}$$

2. Вес нагрузки на балки пола (**load**), временное нагружение;

Величина нагрузки принимается в соответствии с п. 8.2.2 и табл. 8.3 [2]:

$$q = P_1 \cdot \gamma_f = 0.0015 \cdot 1.3 = 0.00195 \text{ МПа,}$$

Здесь  $P_1 = 0.0015$  МПа – нормативное значение равномерно распределенной нагрузки;

$$\gamma_f = 1.3 \text{ – коэффициент надежности по нагрузке.}$$

3. Снеговые нагрузки Снег слева (**snow\_left**) и Снег справа (**snow\_right**), кратковременные загрузки;

Нормативное значение снеговой нагрузки, п.10 [2]

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g$$

Здесь

$c_e = 1.0$  – коэффициент сноса снега, принимается в соответствии с 10.6 [2];

$c_t = 1.0$  – термический коэффициент;

$\mu$  – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с 10.4 [2] ;

$\mu = 1.0$  – для угла наклона кровли до 30 град;

$\mu = 0.5$  – для угла наклона кровли 45 град;

Для углов больше 45 град. принимается в запас  $\mu = 0.5$  ;

$S_g = 2.0$  кН/м<sup>2</sup> – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> для снегового района IV.

Расчетное значение снеговой нагрузки:

$$S = S_0 \cdot \gamma_{Sf} ,$$

$\gamma_{Sf} = 1.4$  – коэффициент надежности по снеговой нагрузке

4. Ветровые нагрузки, кратковременные загрузки:

Нормативное значение ветрового давления принимается по п.11.1.4 [2] для ветрового района II:

$$w_0 = 0.3 \text{ кН/м}^2;$$

$\gamma_{Wf} = 1.4$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке.

## 1.5 Расчетные сочетания нагрузок

Коэффициенты в сочетаниях нагрузок принимаются в соответствии с п. 6.2, 6.3, 6.4 [2]

### Основные сочетания

1. weight + load + snow\_left + snow\_right
2. weight + load + snow\_left + snow\_right + 0.9\*wind\_left
3. weight + load + snow\_left + snow\_right + 0.9\*wind\_tor

## 1.6 Задание нагрузок и закреплений

Статические нагрузки от веса (**Weight**) задаются в виде ускорения  $g = -9810 \cdot 1.2 = -11770$  мм/сек<sup>2</sup>, (с учетом  $\gamma_{Gf} = 1.2$ ) по оси координат Z.

Снеговые и ветровые нагрузки задаются в виде распределенных нагрузок, приложенных к ригелям и стойкам.

Здания шарнирно закрепляется в точках опирания на сваи.

## 2. АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ

### 2.1 Расчетные модели рам

Рамы моделируются элементами типа *Beam* сечения 140\*45 мм. Коннекторы не моделируются. Их прочность, как было показано в расчете [3], выше чем прочность досок.

### 2.2 Рама А150, пролет 10 м

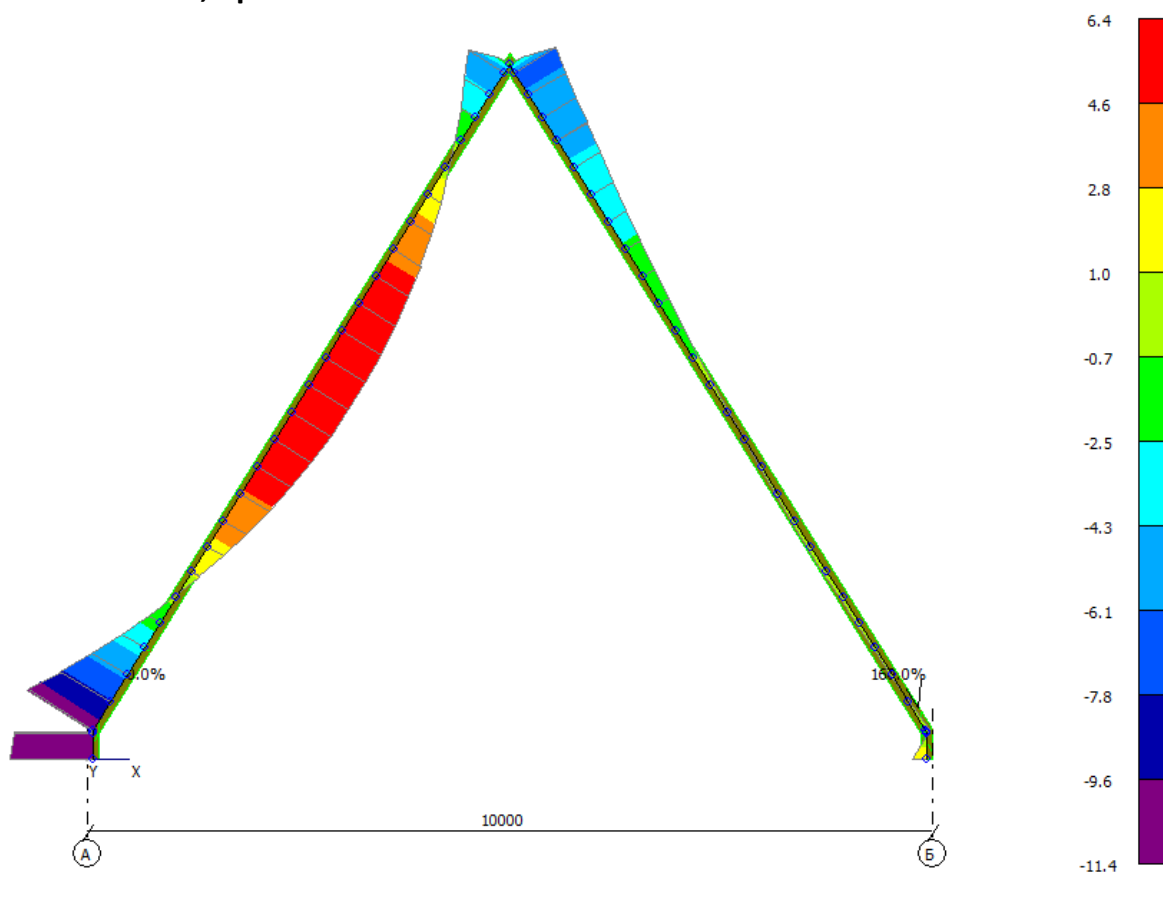


Рисунок 13. Рама А150, максимальные напряжения в основных сочетаниях нагрузок, МПа

Наибольшие изгибные напряжения в элементах рам:  $\sigma_{\max} = 11.4$  МПа, рис. 13,

- Коэффициент запаса  $\eta = R_p^A / \sigma_{\max} = 14 / 11.4 = 1.23$
- Коэффициент использования материала  $f = 1 / \eta = 0.81$

### 2.3 Рама P150L, пролет 4.1 м

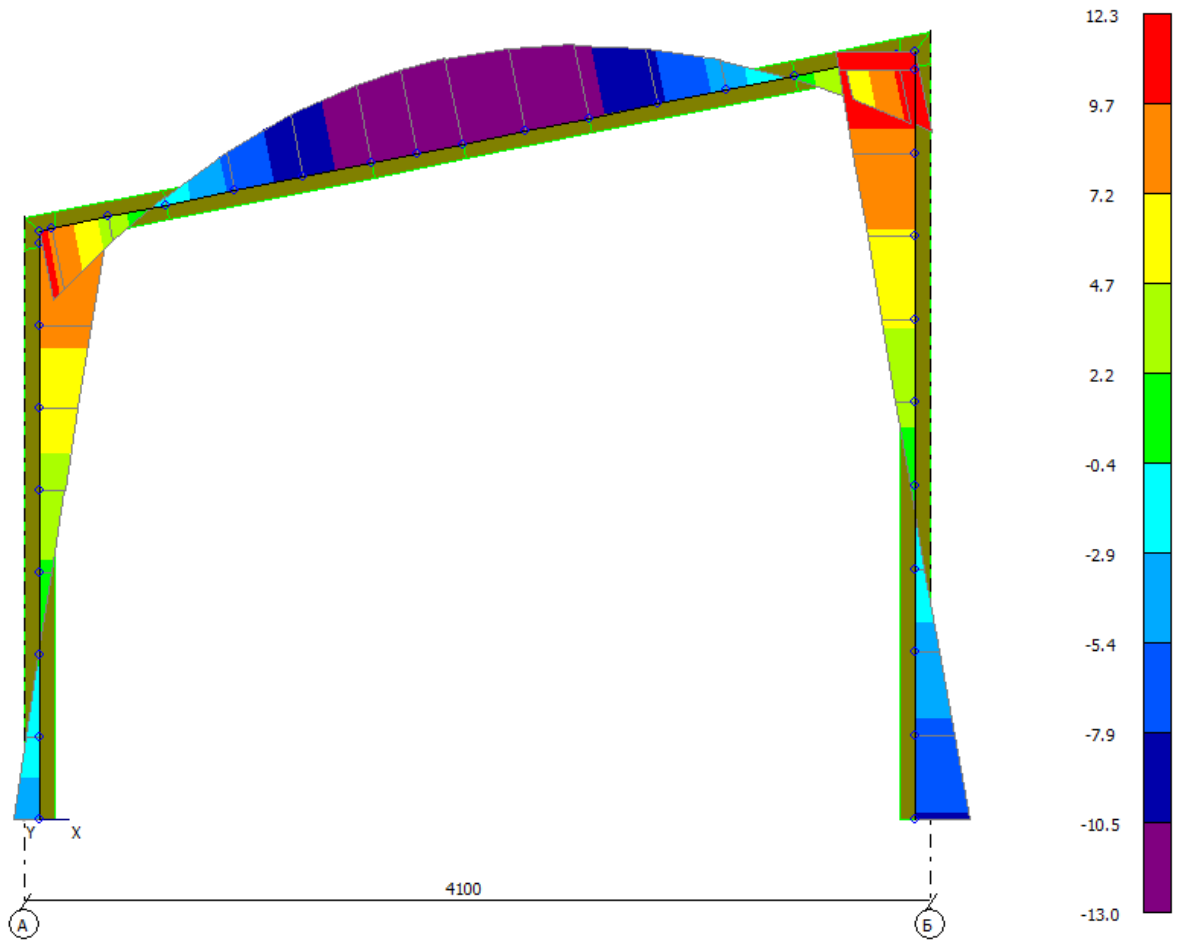


Рисунок 14. Рама P150L, максимальные напряжения в основных сочетаниях нагрузок, МПа  
Наибольшие изгибные напряжения в элементах рам:  $\sigma_{\max} = 13$  МПа, рис. 14,

- Коэффициент запаса  $\eta = R_p^A / \sigma_{\max} = 14/13 = \mathbf{1.08}$
- Коэффициент использования материала  $f = 1/\eta = \mathbf{0.93}$

## 2.4 Рама V150, пролет 6.5 м

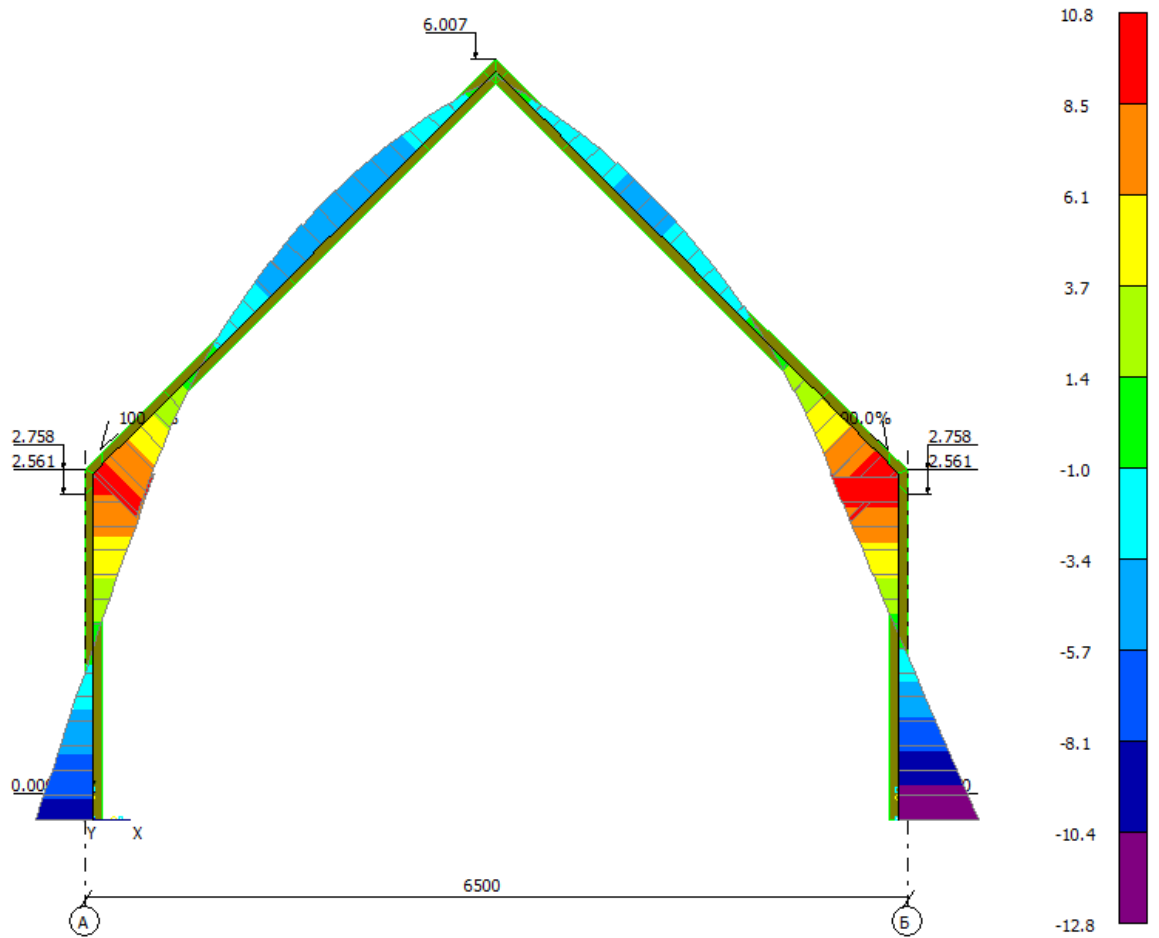


Рисунок 15. Рама V150, максимальные напряжения в основных сочетаниях нагрузок, МПа

Наибольшие изгибные напряжения в элементах рам:  $\sigma_{\max} = 12.8$  МПа, рис. 15,

- Коэффициент запаса  $\eta = R_p^A / \sigma_{\max} = 14 / 12.8 = 1.09$
- Коэффициент использования материала  $f = 1 / \eta = 0.91$

## 2.5 Рамы W150L, W150 пролет 4.3 м

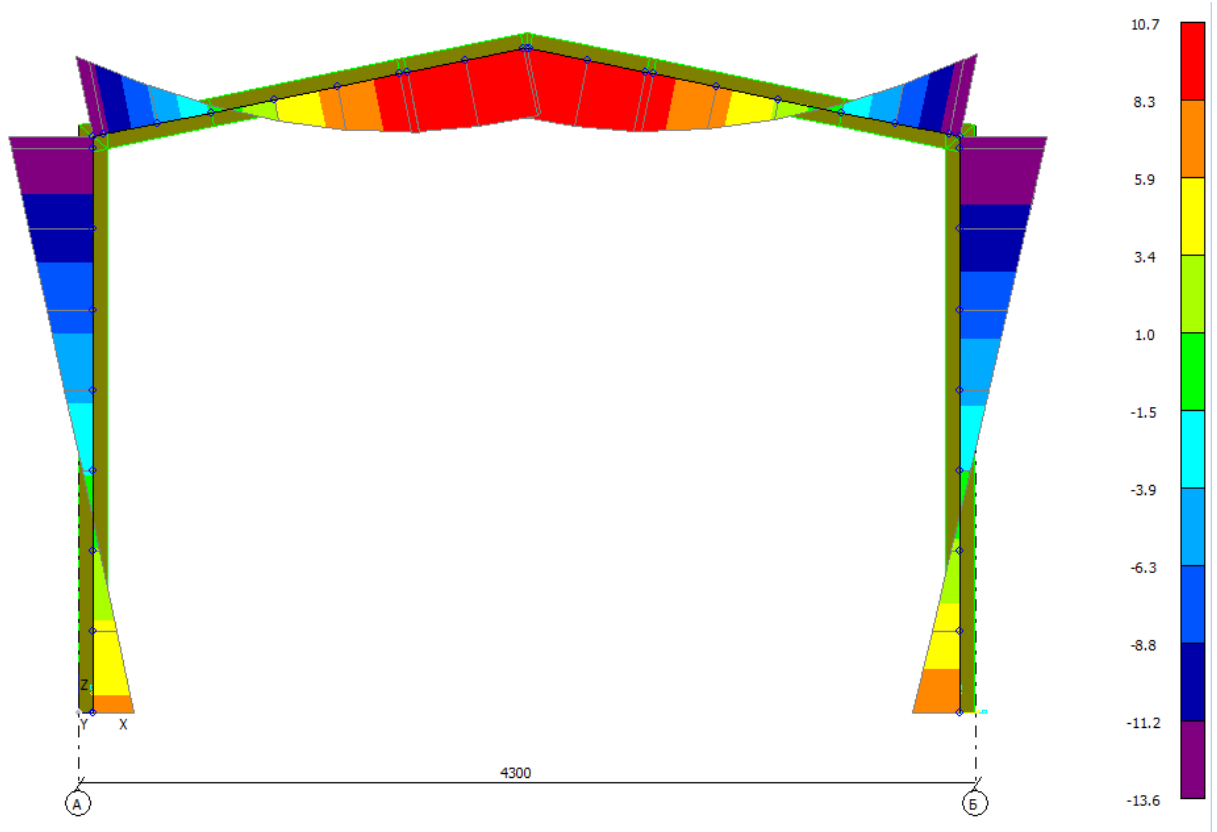


Рисунок 16. Рама W150L, максимальные напряжения в основных сочетаниях нагрузок, МПа

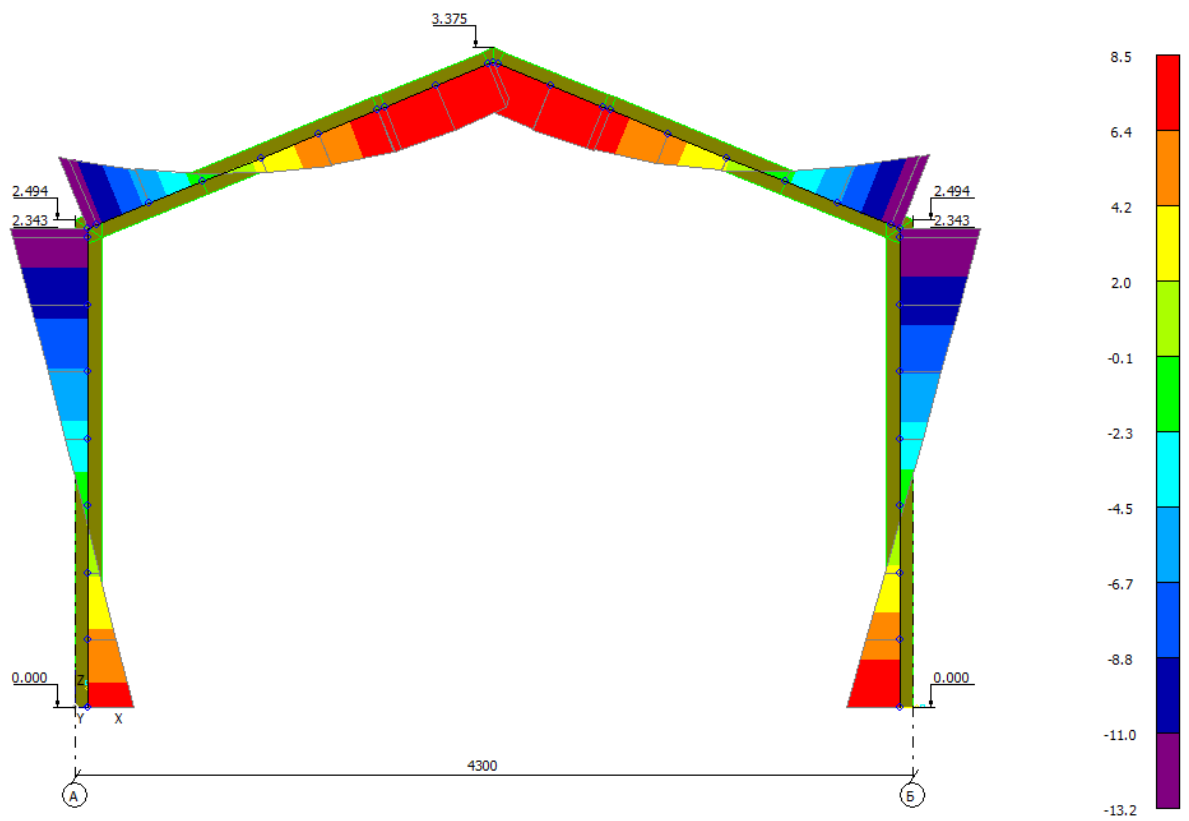


Рисунок 17. Рама W150, максимальные напряжения в основных сочетаниях нагрузок, МПа



Наибольшие изгибные напряжения в элементах рам:  $\sigma_{\max} = 13.6$  МПа, рис. 16-17,

- Коэффициент запаса  $\eta = R_p^A / \sigma_{\max} = 14/13.6 = 1.03$
- Коэффициент использования материала  $f = 1/\eta = 0.97$

## 2.6 Рама M150L, пролет 6.6 м

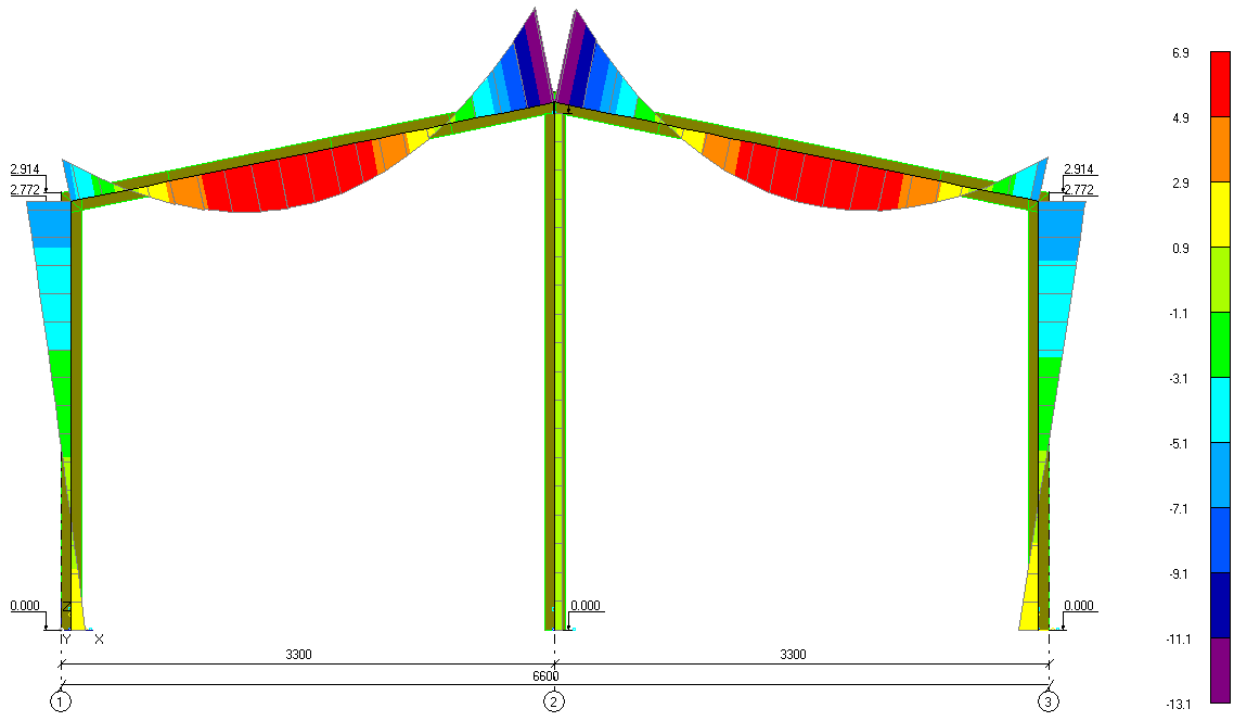


Рисунок 18. Рама M150L, максимальные напряжения в основных сочетаниях нагрузок, МПа

Наибольшие изгибные напряжения в элементах рам:  $\sigma_{\max} = 13.1$  МПа, рис. 18,

- Коэффициент запаса  $\eta = R_p^A / \sigma_{\max} = 14/13.1 = 1.07$
- Коэффициент использования материала  $f = 1/\eta = 0.94$

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Расчет на экстремальные условия эксплуатации показал, что конструкция зданий FINHA серии 150 удовлетворяет требованиям строительных норм СП 64.13330.2017 “СНиП II-25-80. Деревянные конструкции” при эксплуатации в центральных областях России.

Требуемый запас прочности зданий обеспечен при ширине рам и высоте стоек, приведенных в табл.1.

Табл. 1.

Шифр рамы	Ширина здания, м	Высота стоек, м	Коэффициент запаса прочности
A150	10.0	-	1.23
P150L, P150LF	4.1	2.7	1.08
V150	6.5	2.7	1.09
W150, W150L, W150LF	4.3	2.7	1.03
M150L	6.6	2.8	1.07

Наибольшее влияние на напряженное состояние каркаса оказывают снеговые нагрузки.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. СП 64.13330.2017 СНиП II-25-80. Деревянные конструкции
2. СП 20.13330.2016 СНиП 2.01.07-85\*. Нагрузки и воздействия
3. Технический отчет “Расчет несущей конструкции серии зданий FINHA-2”