

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Конструкции из дерева и пластмасс

2019 год

Практическое занятие 1 (РГР 1)

Расчет элементов конструкций
цельного сечения

Литература

- Шишкин В.Е. Примеры расчета конструкций из дерева и пластмасс (1974).
- Гринь И.М. Проектирование и расчет деревянных конструкций. Справочник (1988).
- Гринь И.М. Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов (1990).
- Зубарев Г.Н. Конструкции из дерева и пластмасс (1980).
- Зубарев Г.Н. Конструкции из дерева и пластмасс (2004).
- Иванов В.А. Деревянные конструкции. Примеры расчета и конструирования (1960).
- Иванов В.А. Конструкции из дерева и пластмасс (1983).
- Иванов В.А. Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчета и конструирования (1981).
- Иванов В.Ф. Деревянные конструкции (1956).

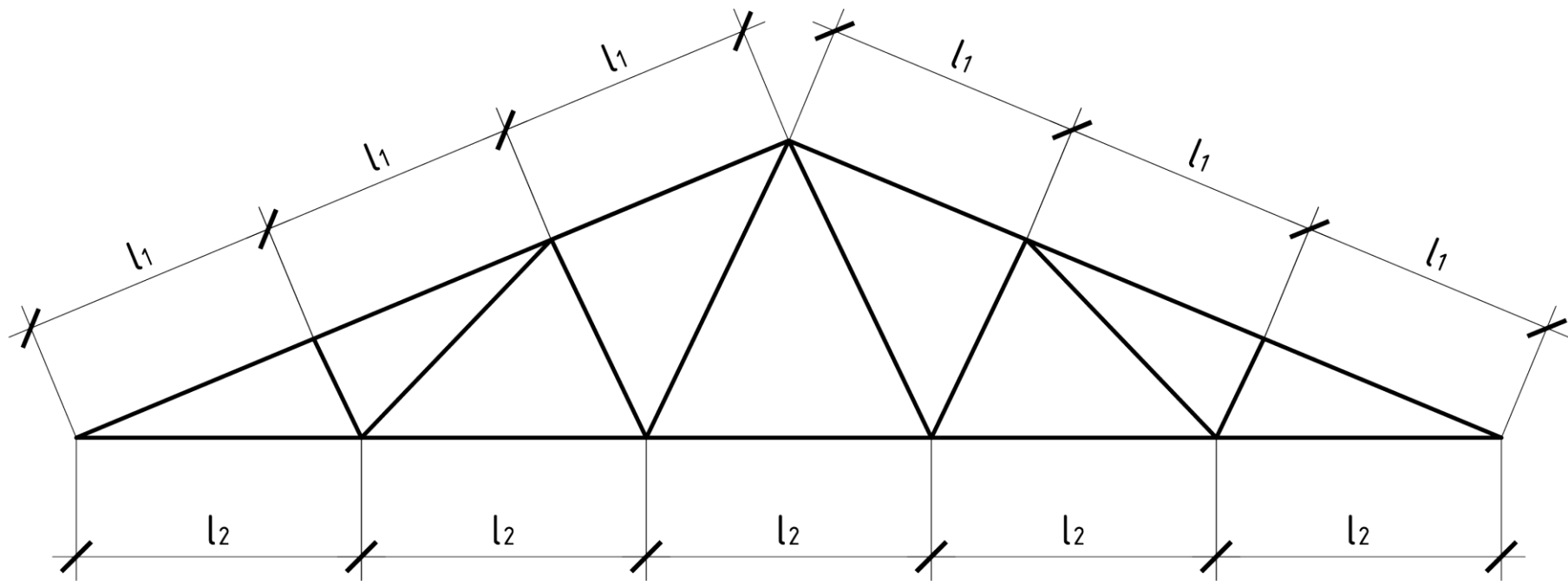
1 Компоновка фермы

Пояса фермы следует разделить решеткой на элементы одинаковой длины.

Элементы верхнего пояса $l_1=1,5...5,0$ м.

Элементы нижнего пояса $l_2=1,5...5,0$ м.

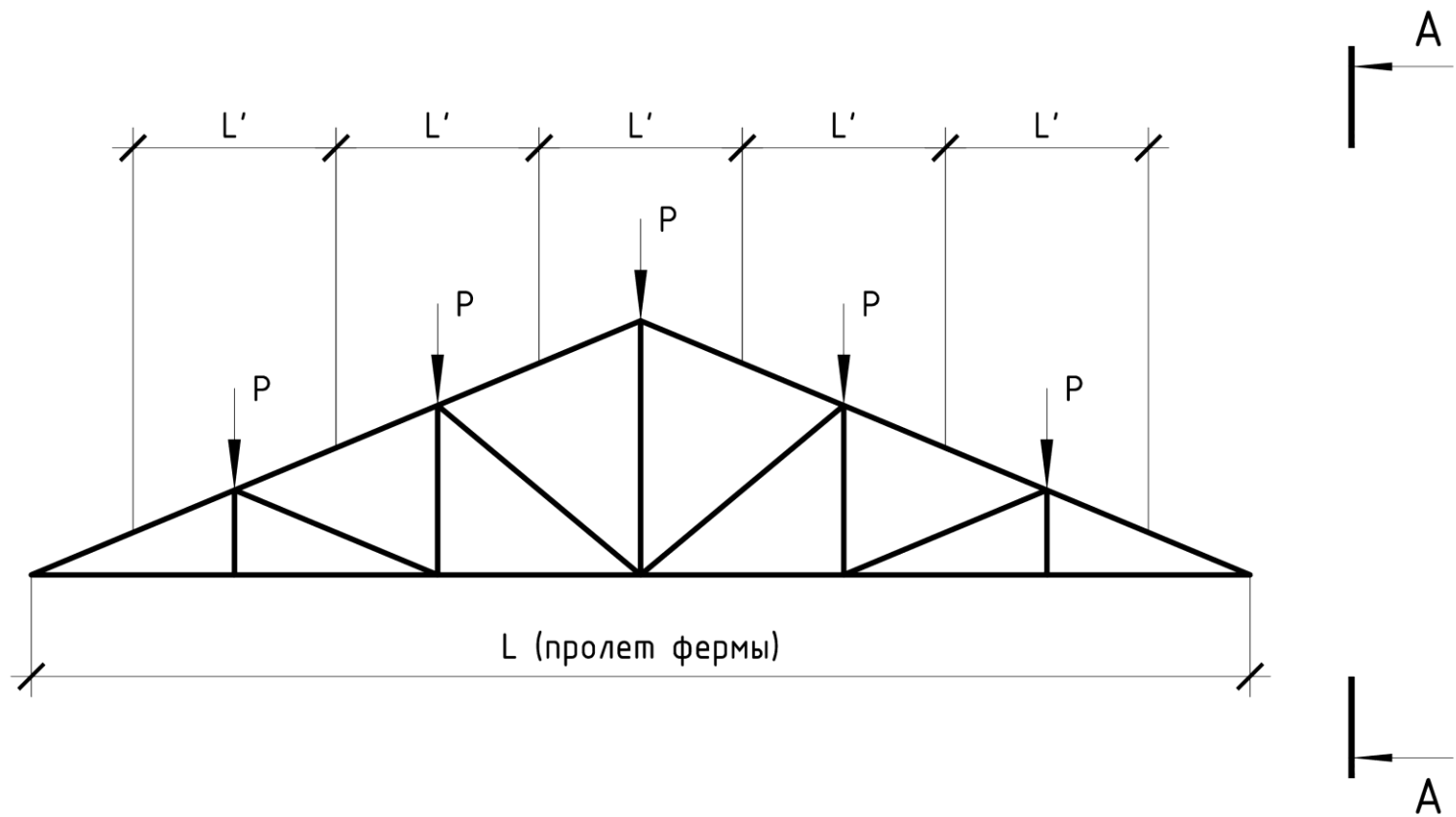
Элементы решетки могут иметь различную длину в пределах от 1,5...5,0 м (или более).



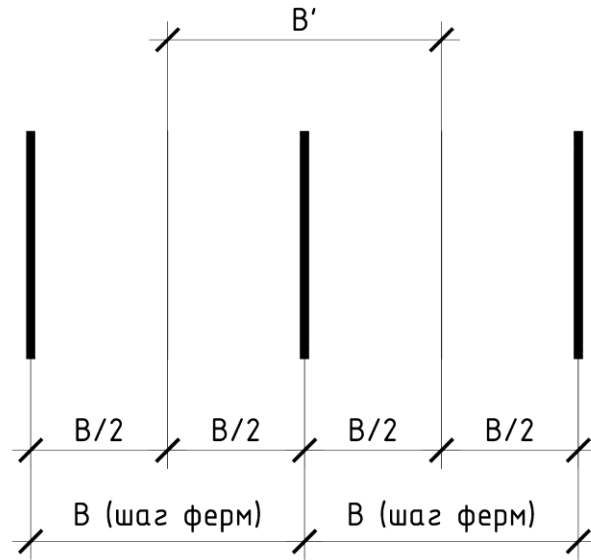
2 Определение действующих на ферму нагрузок

2.1 Грузовая площадь одного узла

$$A_{\text{гр}} = L' \cdot B'$$



A - A



2.2 Нагрузки на ферму

Постоянная нагрузка (собственный вес, вес кровли) – g , кН/м².

Снеговая нагрузка – S , кН/м² (определяемая по СП 20.13330.2016).

2.3 Нагрузка на узел

$$P_{\text{пост}} = g \cdot A_{\text{гр}}$$

$$P_{\text{снег}} = S \cdot A_{\text{гр}}$$

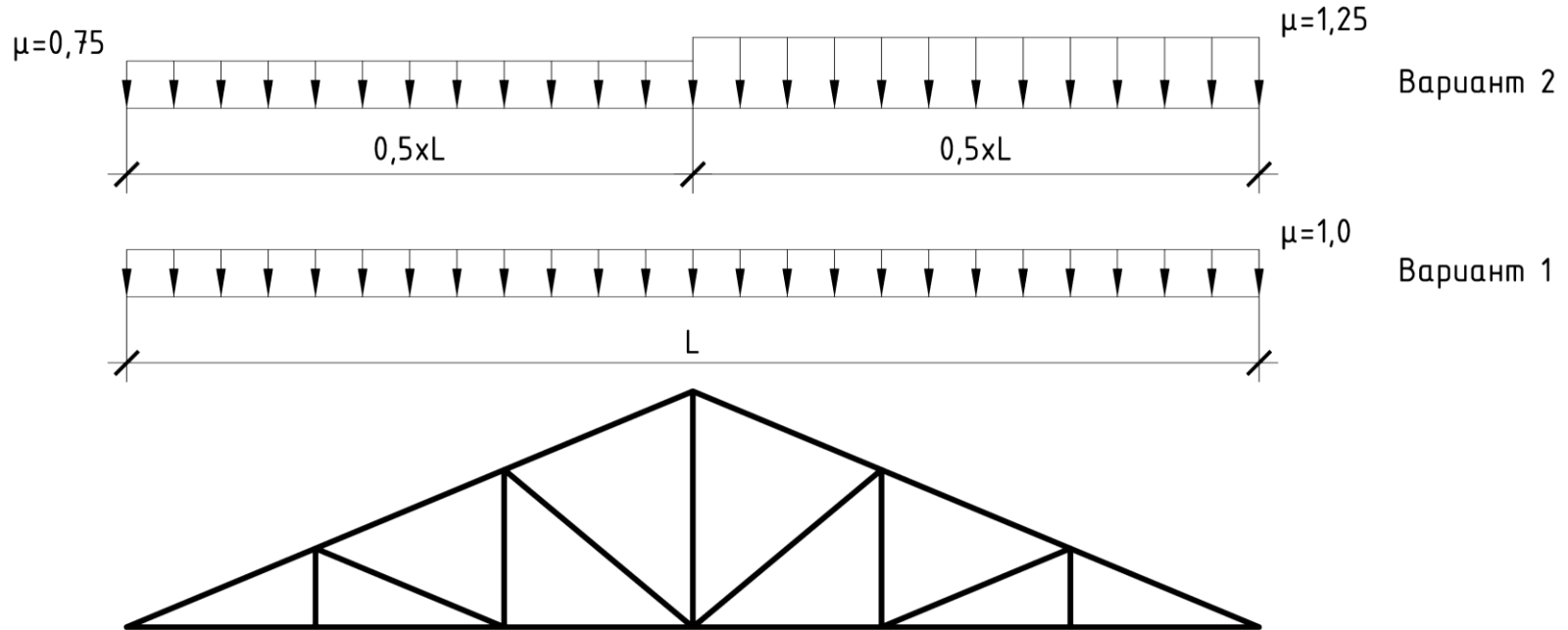
$$P_{\text{ветер}} = \omega \cdot A_{\text{гр}}$$

2.4 Расчетное сочетание нагрузок

$$P = P_{\text{пост}} + P_{\text{снег}} \cdot \psi_{t1} + P_{\text{ветер}} \cdot \psi_{t2}$$

ψ_{t1} – коэффициент сочетаний, соответствующий основной по степени влияния кратковременной нагрузке, принимаемый по СП 20.13330.2016, $\psi_{t1} = 1,0$. $\psi_{t2} = 0,9$

Необходимо рассмотреть 2 варианта распределения снеговой нагрузки на скатную кровлю:



Ветровую нагрузку на кровлю следует собрать в соответствии с разделом 11.1 СП 20.13330.2016:

$$W = W_m + W_p.$$

Пульсационную составляющую ветровой нагрузки следует задать в расчет в виде статической нагрузки, определив ее как для здания у которого первая частота колебаний f_1 больше предельной частоты собственных колебаний (см. п. 11.1.8. а).

Аэродинамические коэффициенты следует определить в соответствии с и таблицей В.3а приложения В СП 20.13330.2016



Т а б л и ц а В.3а

Уклон β	F	G	H	I	J
0°	-1,8	-1,3	-0,7	-0,5	-0,5
15°	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1,0
	0,2	0,2	0,2		
30°	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	0,7	0,7	0,4		
45°	0,7	0,7	0,6	-0,2	-0,3
60°	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
75°	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3

$\alpha = 0^\circ$

Определение ориентировочной площади сечений

$$F = \frac{N}{(0,6 \div 0,8) \cdot R}$$

N – усилие в элементах;

R – расчетное сопротивление на сжатие или растяжение материала элементов фермы.

По полученным площадям назначают размеры сечений поясов с учетом сортамента брусьев или бревен (ГОСТ 9463-2016 или ГОСТ 24454-80).

3 Расчет элементов фермы

3.1 Расчет верхнего пояса

Расчет верхнего пояса выполняется как для центрально-сжатого элемента.

Проверка прочности

$$\frac{N}{F_{нт}} \leq R_c$$

Проверка устойчивости

$$\frac{N}{\varphi \cdot F_{рас}} \leq R_c$$

Расчетная длина элемента

$$l_0 = l \cdot \mu_0$$

l – расстояние между узлами элемента, закрепленными от смещения;

μ_0 – при шарнирно-закрепленных концах $\mu_0 = 1,0$.

Гибкость элементов цельного сечения

$$\lambda = \frac{l_0}{r}$$

r – радиус инерции сечения элемента с максимальными размерами брутто относительно осей сечения x и y .

Гибкость элемента не должна превышать предельную (п. 7.24 СП 64.13330.2017).

Коэффициент продольного изгиба φ :

– при гибкости элемента $\lambda \leq 70$

$$\varphi = 1 - a \cdot \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2$$

– при гибкости элемента $\lambda > 70$

$$\varphi = \frac{A}{\lambda^2}$$

коэффициент $a = 0,8$ для древесины;

коэффициент $A = 3000$ для древесины.

3.2 Расчет нижнего пояса

Расчет нижнего пояса выполняется как для центрально-растянутого элемента.

Проверка прочности

$$\frac{N}{F_{нт}} \leq R_p$$

3.3 Расчет элементов решетки

Расчет элементов решетки выполняется как для центрально-сжатого или центрально-растянутого элемента.

Проверка прочности (при центральном-сжатии)

$$\frac{N}{F_{HT}} \leq R_c$$

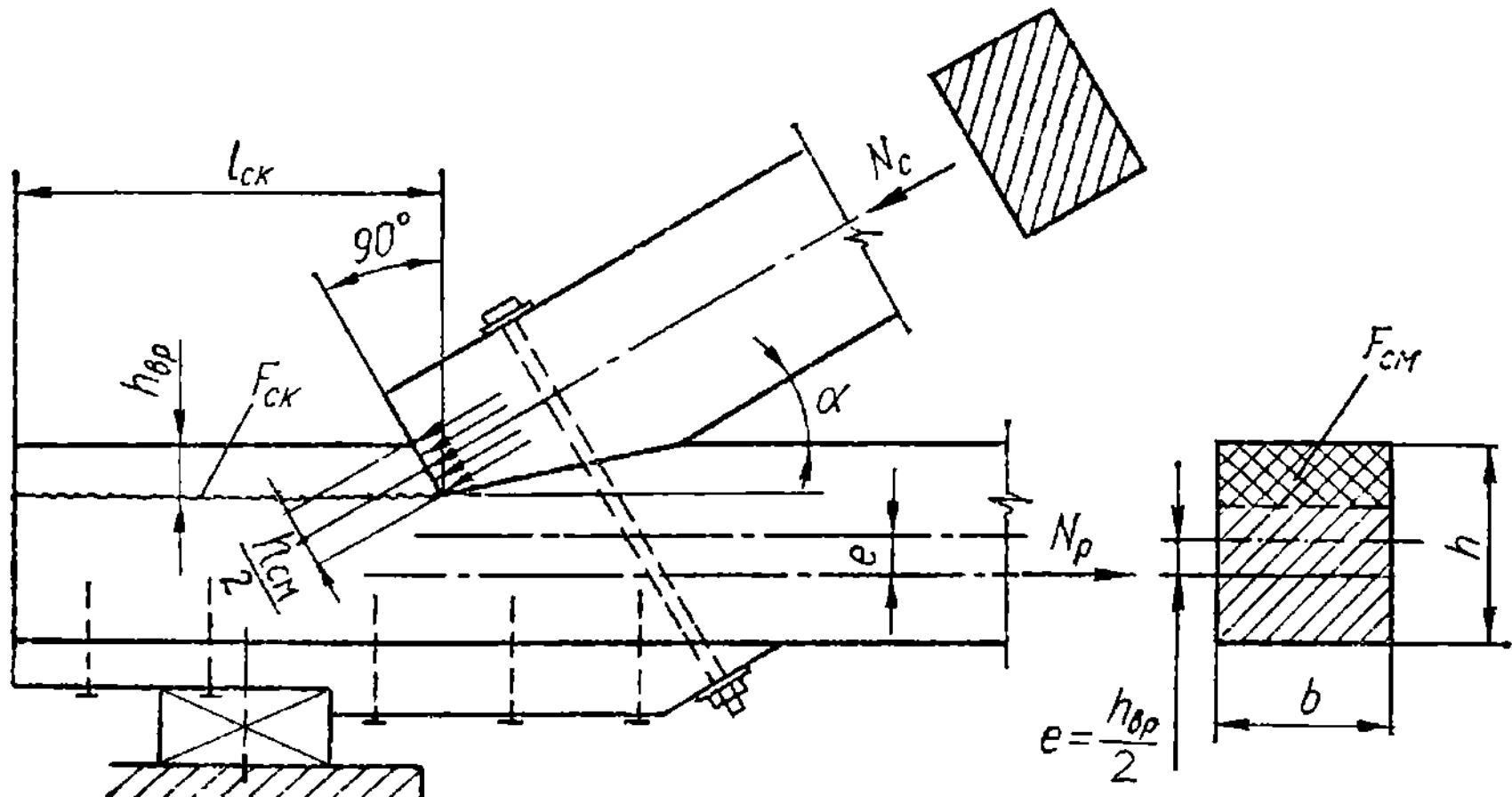
Проверка устойчивости (при центральном-сжатии)

$$\frac{N}{\varphi \cdot F_{рас}} \leq R_c$$

Проверка прочности (при центральном-растяжении)

$$\frac{N}{F_{HT}} \leq R_p$$

4 Расчет опорного узла



Расчет врубки на скалывание (п. 8.2 СП 64.13330.2017)

$$T = R_{ск}^{cp} \cdot F_{ск}$$

$F_{ск}$ – расчетная площадь скалывания;

$R_{ск}^{cp}$ – расчетное среднее по площадке скалывания сопротивление древесины скалыванию вдоль волокон.

Среднее по площадке скалывания расчетное сопротивление древесины скалыванию (п. 8.3 СП 64.13330.2017)

$$R_{\text{ск}}^{\text{ср}} = \frac{R_{\text{ск}}}{1 + \beta \cdot \frac{l_{\text{ск}}}{e}}$$

$R_{\text{ск}}$ – расчетное сопротивление скалыванию вдоль волокон (при расчете по максимальному напряжению), определяемое по п. 6.1...6.3 СП 64.13330.2017;

β – коэффициент, принимаемый равным 0,25 при расчете соединений, работающих по схеме, показанной на рисунке 6, г СП 64.13330.2017, и 0,125 при расчете соединений, работающих по схеме согласно рисунку 6, в СП 64.13330.2017, если обеспечено обжатие по плоскостям скалывания;

$l_{\text{ск}}$ – расчетная длина плоскости скалывания, принимаемая не более 10-кратной глубины врезки в элемент;

e – плечо сил скалывания, принимаемое равным $0,5h$ при расчете элементов с несимметричной врезкой в соединениях без зазора между элементами (рисунок 6, а СП 64.13330.2017) и $0,25h$ при расчете симметрично загруженных элементов с симметричной врезкой (рисунок 6, б СП 64.13330.2017);
(h – полная высота поперечного сечения элемента);

Отношение $l_{ск}/e$ должно быть не менее 3.

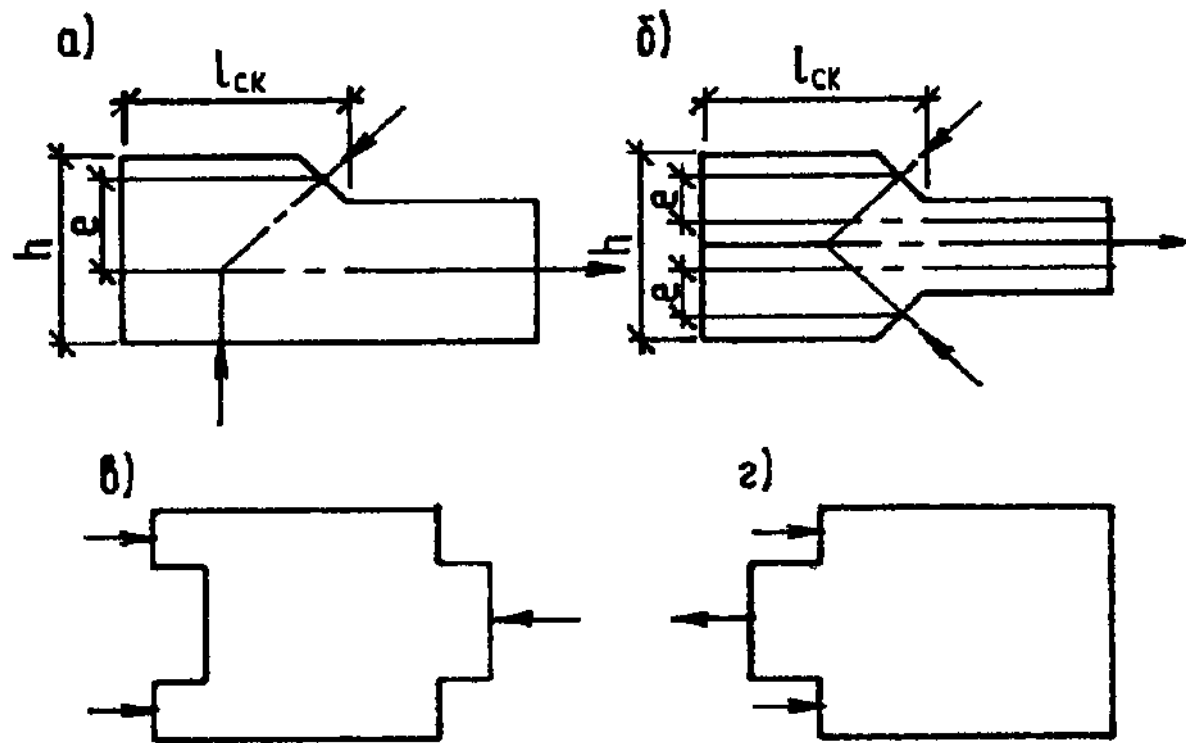


Рисунок 6 СП 64.13330.2017

Расчет врубки на смятие (п. 8.2 СП 64.13330.2017)

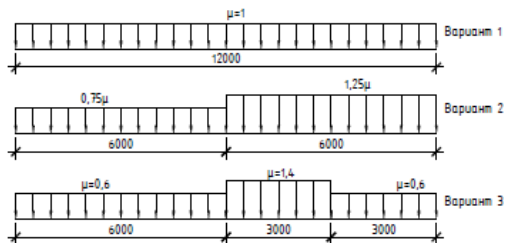
$$T = R_{\text{см}\alpha} \cdot F_{\text{см}}$$

$F_{\text{см}}$ – расчетная площадь смятия;

$R_{\text{см}\alpha}$ – расчетное сопротивление древесины смятию под углом α к направлению волокон (п. 6.5 СП 64.13330.2017).

Примерный пример графической части РГР 1

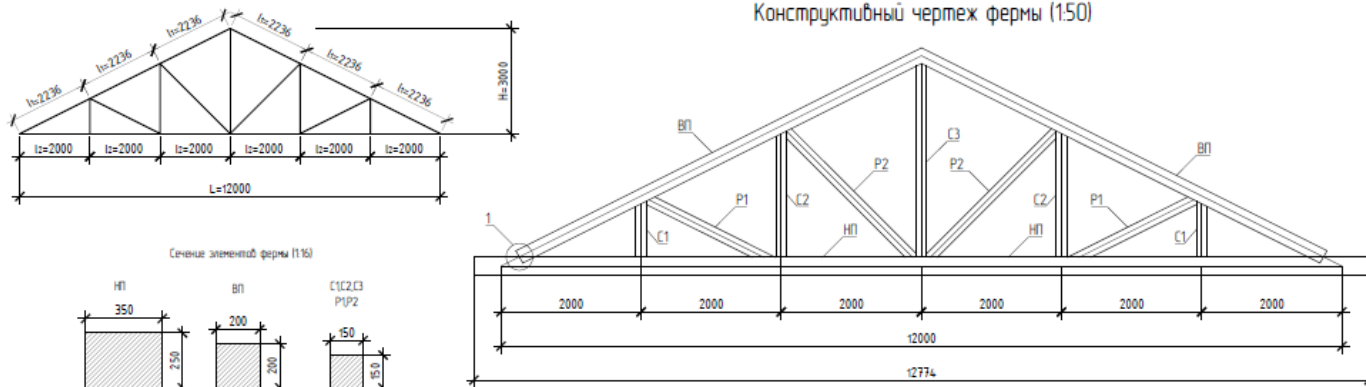
Схема фермы с усилиями (1:100)



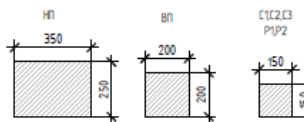
Спецификация элементов фермы

Конструкция	Марка элемента	Кол-во, шт		Сечение, мм	Длина, мм	Вес, кг			Сорт древесины	Примечание
		м	н			одной детали, шт	всех, шт	конструкции		
Ферма	ВП	2		200x200	6708	134,16	268,32	1042,59	2	верх пояс
	НП	1		250x350	12774	558,86	558,86		1	нижн. пояс
	С1	2		150x150	1000	11,25	22,5		1	стойка
	С2	2		150x150	2000	22,5	45,0		1	стойка
	С3	1		150x150	3000	33,75	33,75		1	стойка
	Р1	2		150x150	2236	25,16	50,32		2	раскос
	Р2	2		150x150	2828	31,82	63,84	2	раскос	

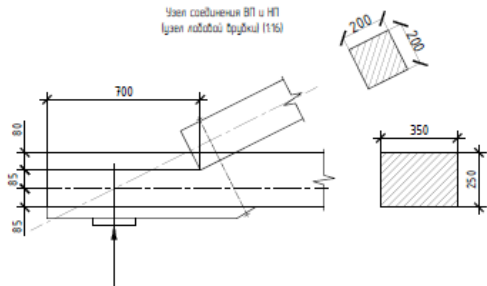
Конструктивный чертеж фермы (1:50)



Сечения элементов фермы (1:6)



Узел соединения ВП и НП (узел лобовой арки) (1:6)



ДИСА.08.03.014.50034.04.РГР.18-КД					
Расчет элементов конструкций цельного сечения					
Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Эбл. нар.	Шварин				11.18
И. контр.	Карлова				11.18
Руководитель	Карлова				11.18
Конструктор	Карлова				11.18
Конструктор	Карлова				11.18
Главный					11.18
Стропильная ферма					
		Страна	Лист	Листов	
		У	1	1	
Конструктивный чертеж фермы, схема фермы с усилиями, опорный узел фермы, сечение элементов фермы, спецификация					
Уд/Ф/З кафедра ПТ СГЭИ					

На чертеже не хватает схемы фермы с усилиями в элементах!!!