

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Архитектурно-строительный институт
Кафедра Строительные конструкции

**Металлические конструкции,
включая сварку**
Часть 1 Элементы и соединения

Ауд. 6-313 Порываев Илья Аркадьевич – к.т.н. доцент

Лекция 8 Фермы

1. Классификация и области применения ферм
2. Действительная работа и основы расчета элементов ферм
3. Основы конструирования ферм

***Классификация и
области применения
ферм***

Ферма – система стержней (обычно прямолинейных), соединенных между собой в узлах и образующих геометрически неизменяемую конструкцию при шарнирных узлах

При узловой нагрузке жесткость узлов несущественно влияет на работу конструкции. В этом случае все элементы фермы испытывают только осевые усилия

Фермы экономичнее балок по расходу материала, но более трудоемки в изготовлении

Экономичность фермы возрастает при увеличении пролета

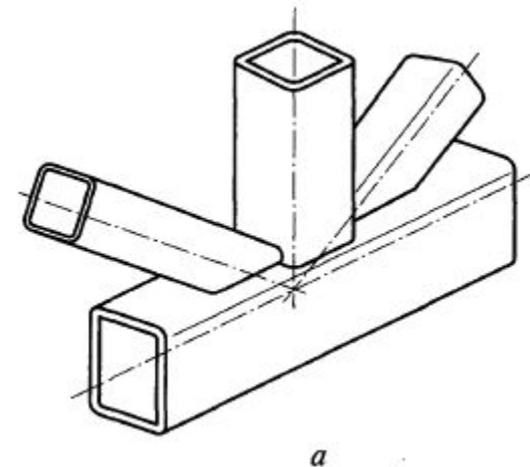
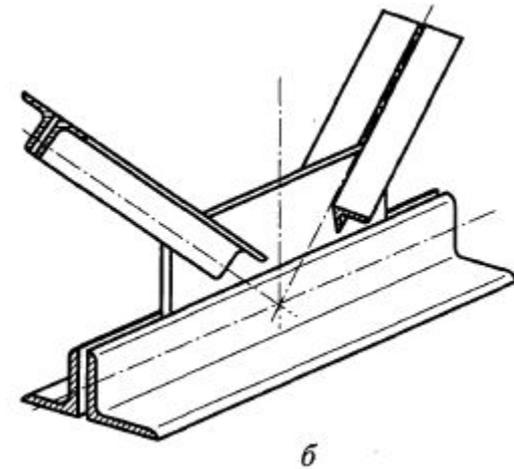
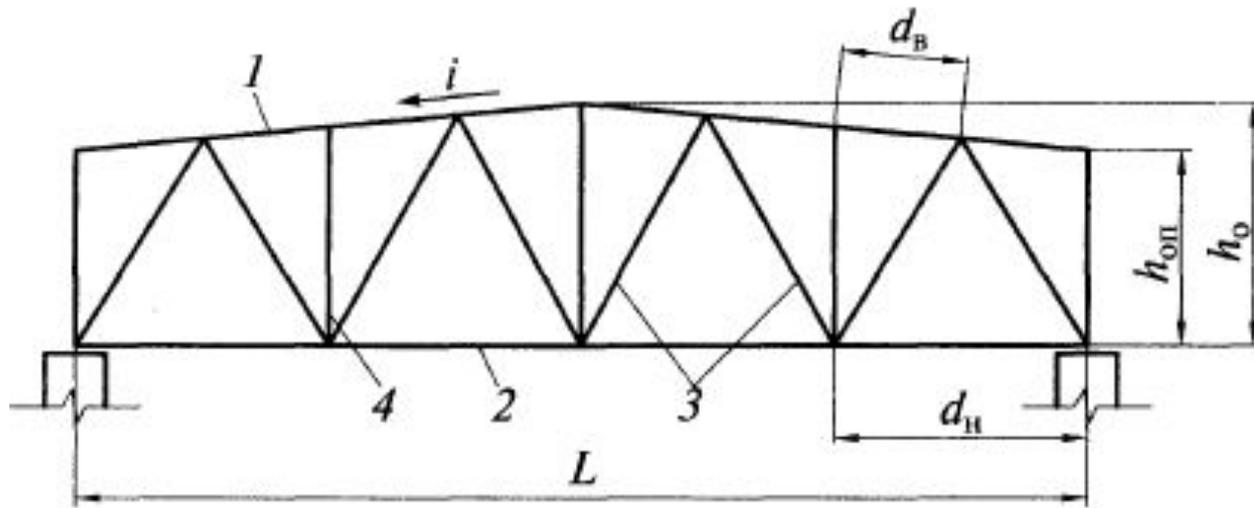
Ферма

Плоская

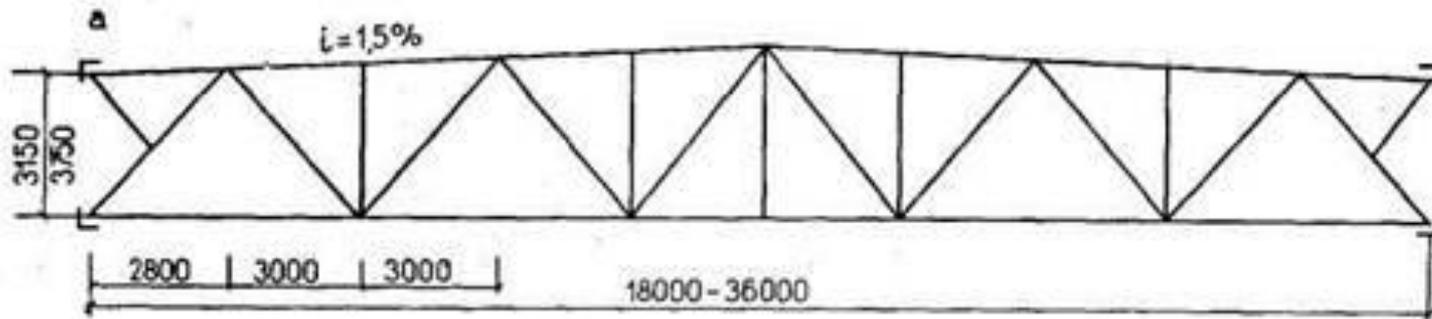
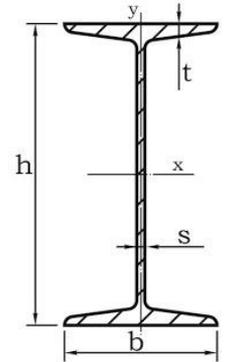
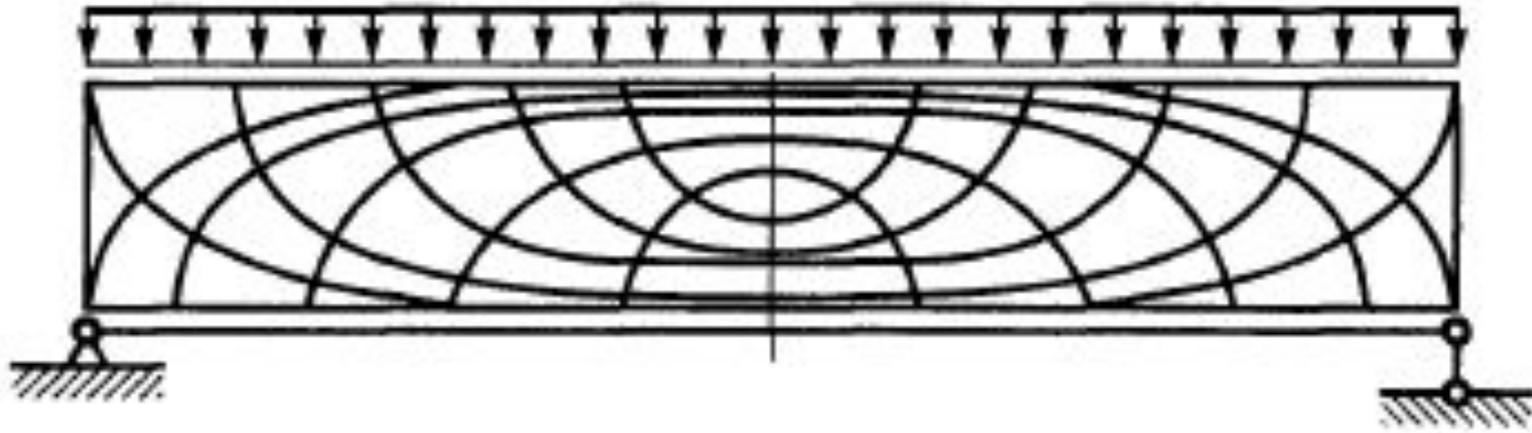
Пространственная



Элементы фермы



Работа элементов фермы



Области применения

Покрытия и перекрытия общественных и промышленных зданий

Мосты

Высотные инженерные сооружения
линии электропередач, башни, мачты

Высотные здания

Специальные сооружения: эстакады,
грузоподъемные краны и т.д.

Классификация ферм

Система ферм (статическая схема)

Очертание поясов

Система решетки

Величина усилий

Легкие (до 3000
кН)

Тяжелые (более
3000 кН)

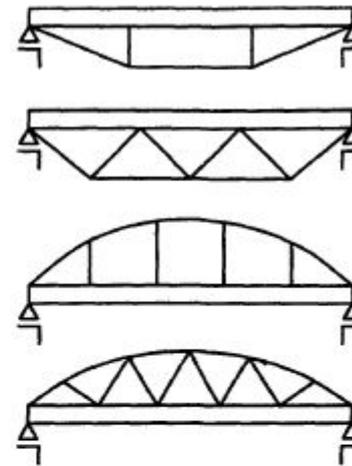
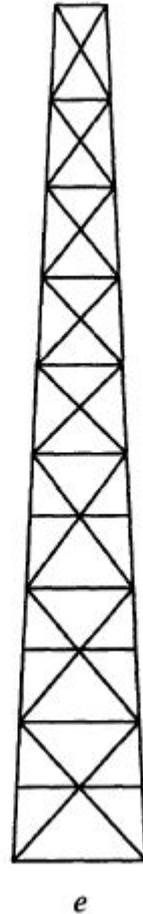
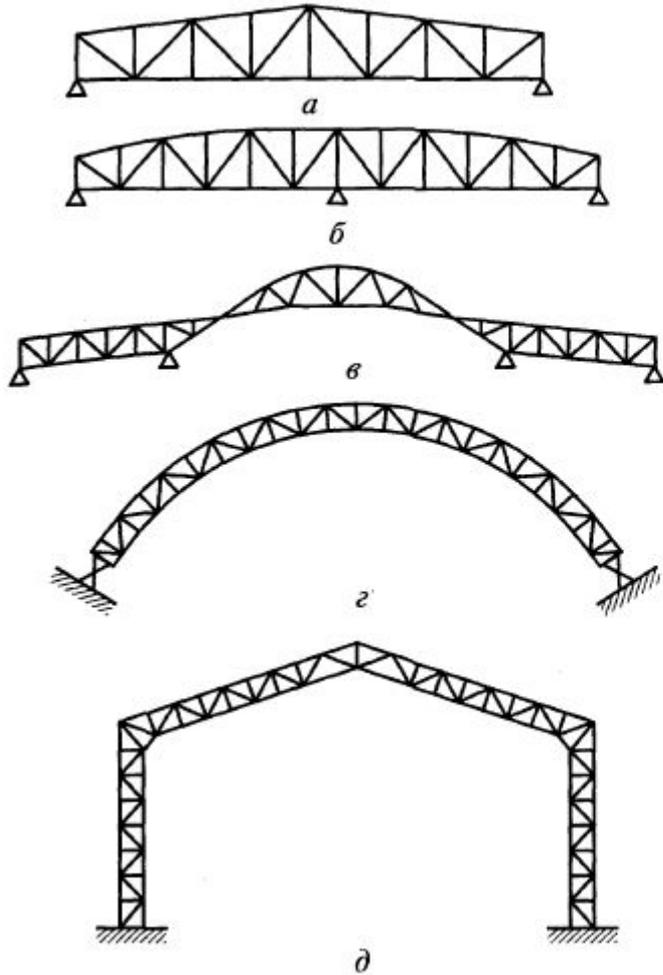
Способ соединения элементов в узлах

Сварные

Болтовые

Клепаные

Система ферм



Балочная^ж

(разрезная;
неразрезная)

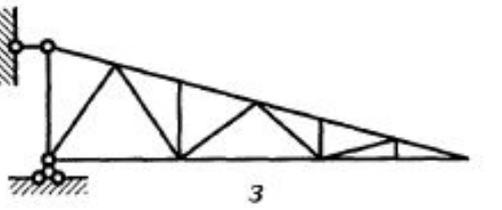
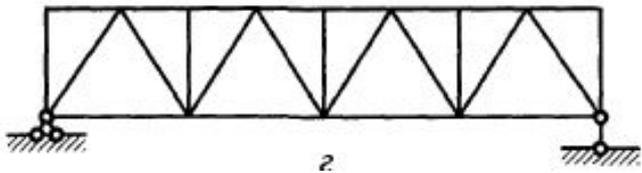
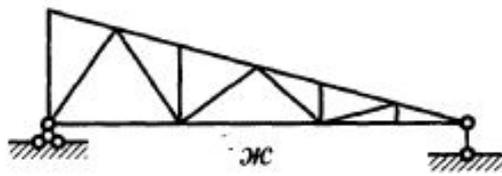
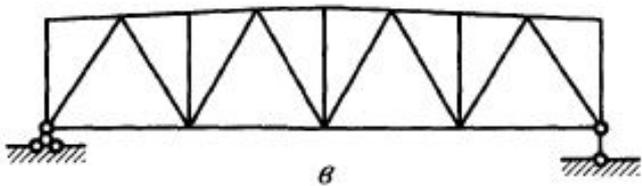
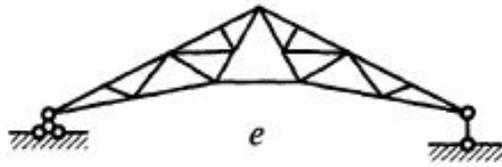
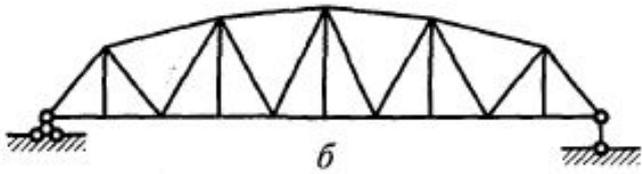
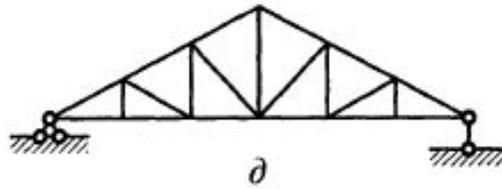
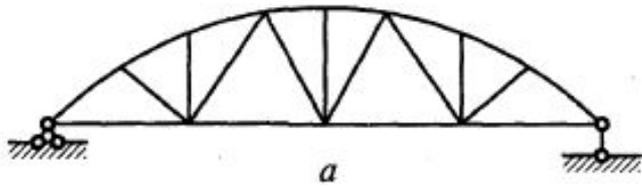
Консольная

Арочная

Рамная

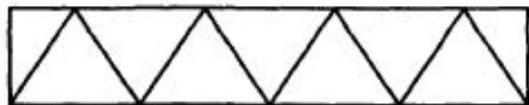
Комбинированная

Очертание поясов

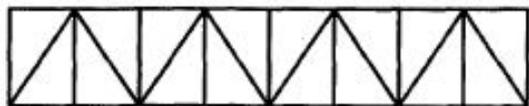


Сегментное
Полигональное
Трапецеидальное
С параллельными
поясами
Треугольное

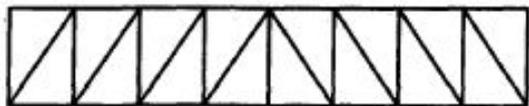
Система решетки



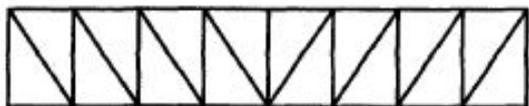
a



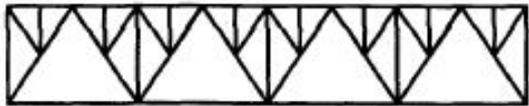
б



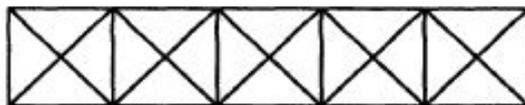
в



г



д



е



ж



з



и

Треугольная

Треугольная со стойками

Раскосная с восходящим раскосом

Раскосная с нисходящим раскосом

Шпренгельная

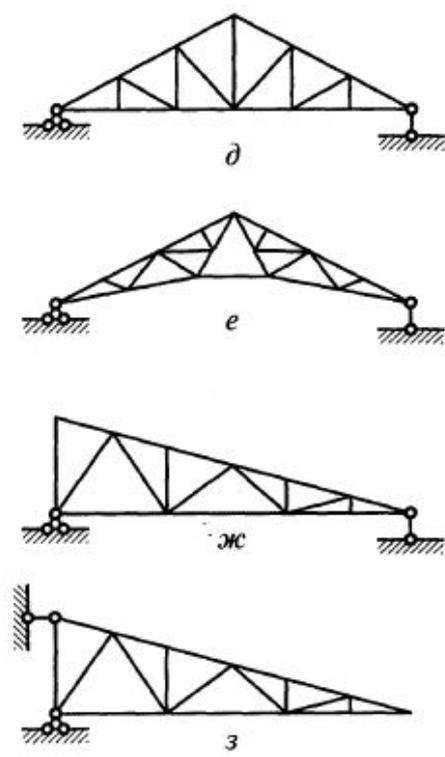
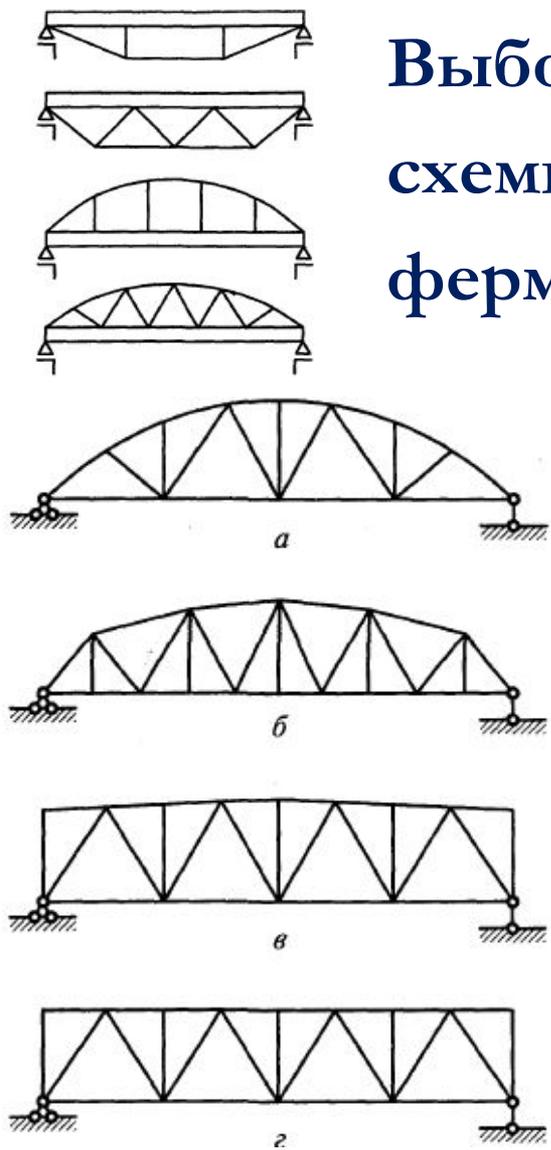
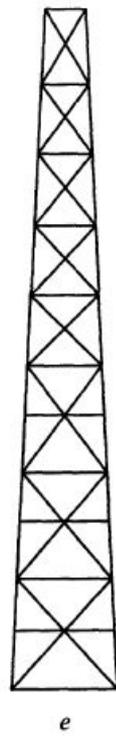
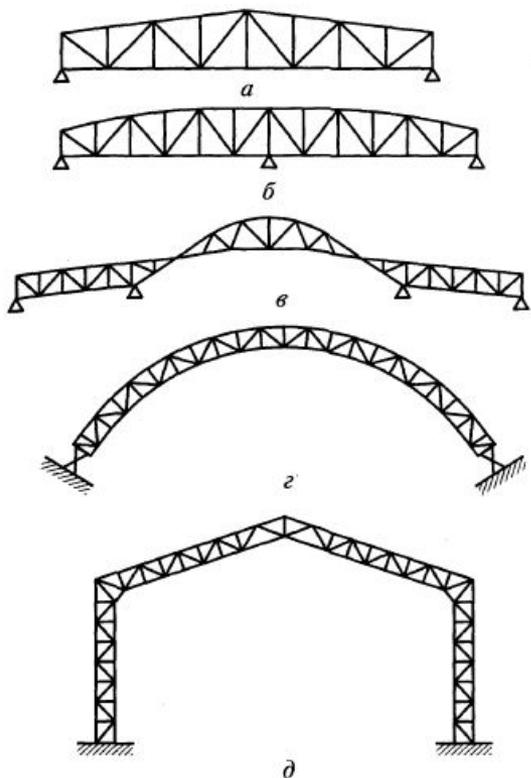
Крестовая

Перекрестная

Ромбическая

Полураскосная

Компоновка конструкций ферм



Выбор статической
схемы и очертания
фермы

Определение генеральных размеров

Треугольные фермы

Уклоны $25-45^{\circ}$
 $H=(1/4...1/2)L$

С параллельными поясами

Оптимальная высота
 $(1/4...1/5)L$
На практике
 $(1/7...1/12)L$

Трапецеидальное очертание

В пролете $(1/7...1/12)L$
На опоре $(1/15...1/10)L$

$$f \leq [f]$$

Прозной габарит 3,85 м

Размеры панели и система решетки

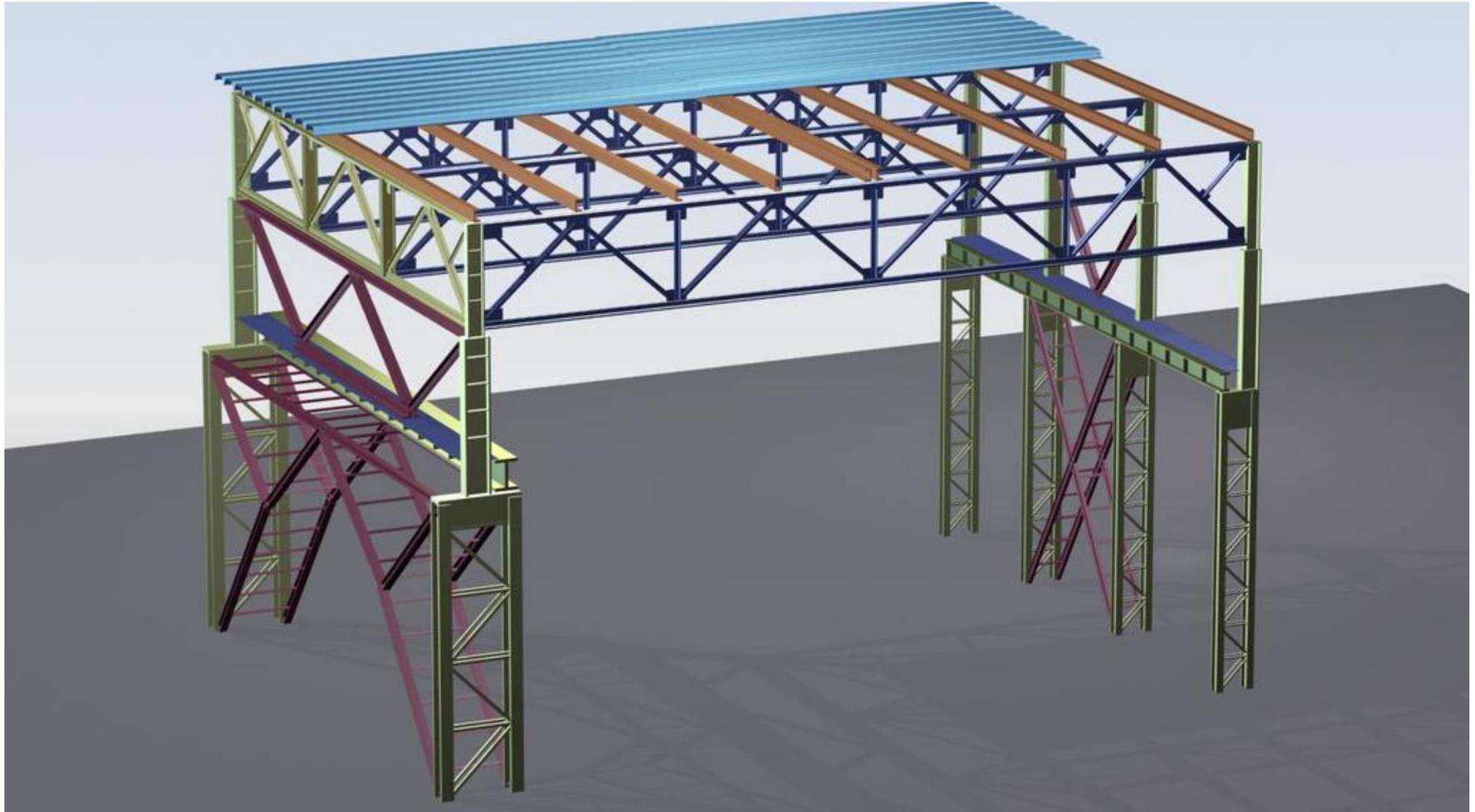
Соответствие расстоянию между элементами, передающими нагрузку на ферму и оптимальный угол наклона раскосов

Треугольная решетка
 45°

Раскосная решетка
 35°

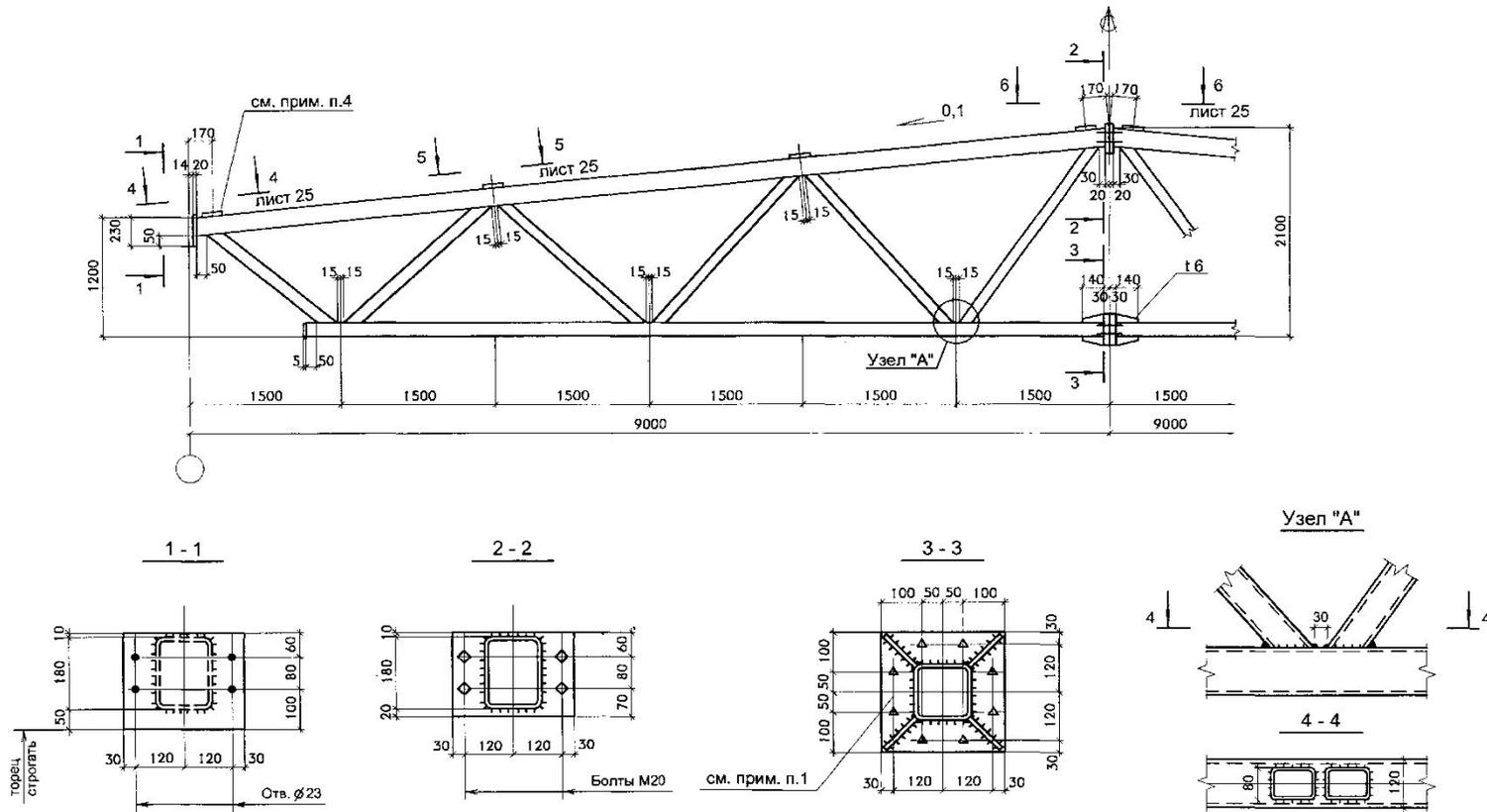


Размеры панели и система решетки



Унификация и типизация

37



1. Все высокопрочные болты М24.
2. Сортамент ферм на листе 18.
3. Сварные швы назначать по усилиям.
4. Пластина только для ферм, опирающихся на колонны среднего ряда.

ИЗМ 1(30М) 09.04 124

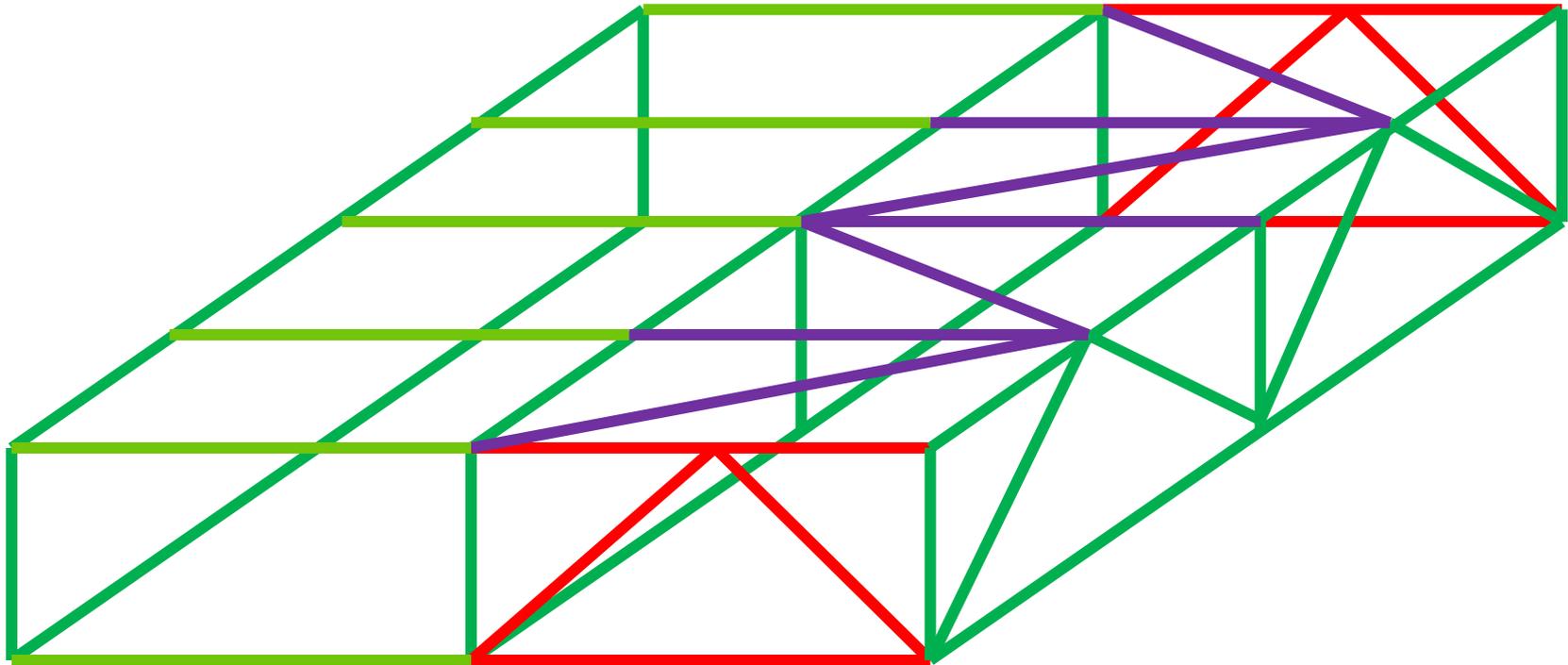
Нач. отд.	Кузьменко	
Н. контр.	Макутов	
Гл. инж. пр.	Кузьменко	
Рук. гр.	Калиновский	
Проверил	Калиновский	
Исполнил	Басин	

1.460.3-23.98.1-24KM

Стропильная ферма
L=18,0 м

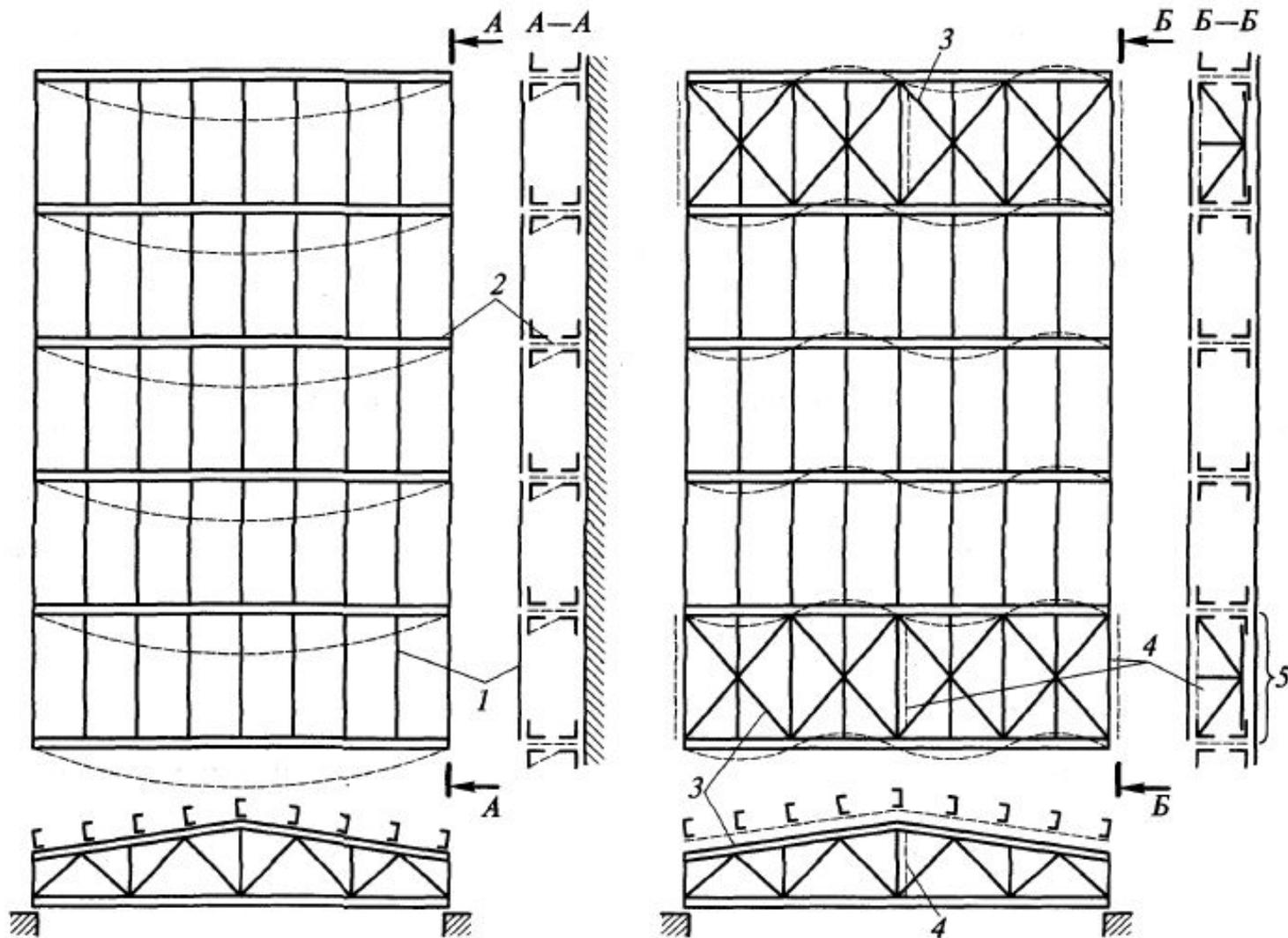
Стадия	Лист	Листов
Р		1
ОАО ПИ Ленпроектсталь- конструкция		

Обеспечение общей устойчивости ферм

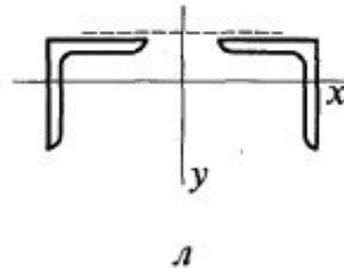
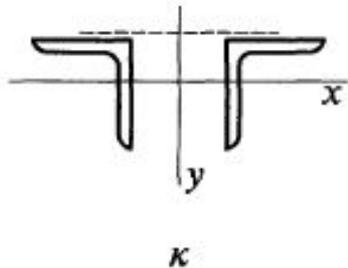
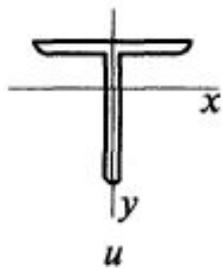
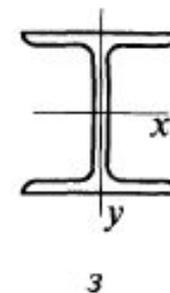
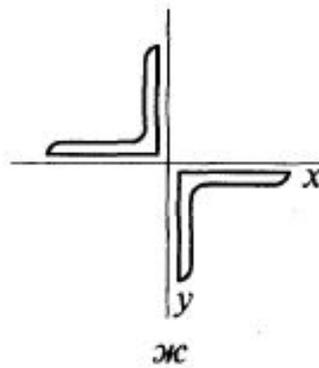
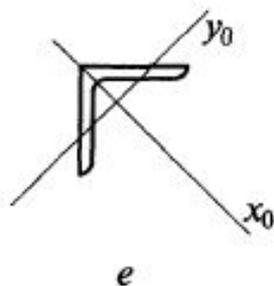
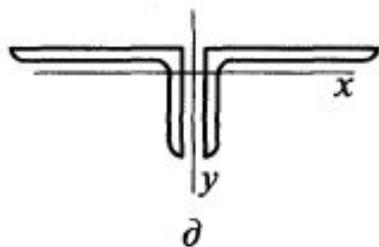
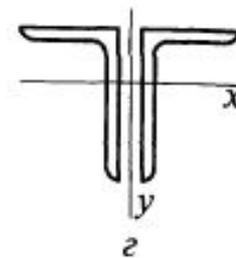
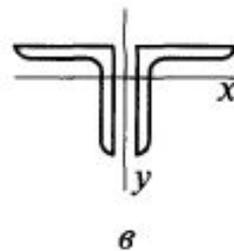
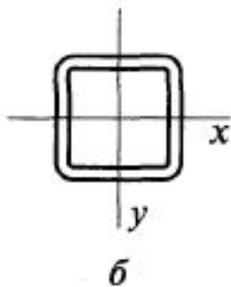
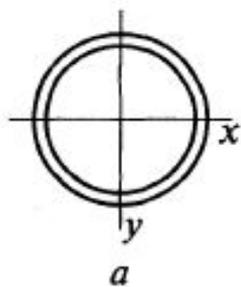


Устраивают систему связей

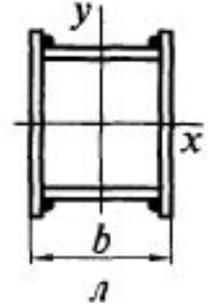
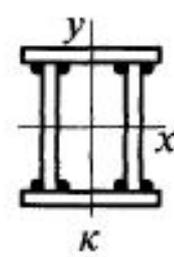
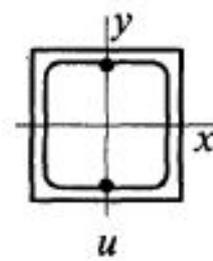
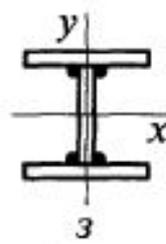
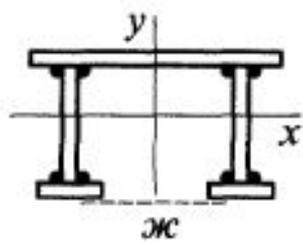
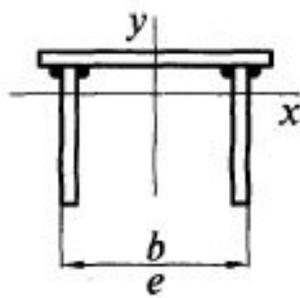
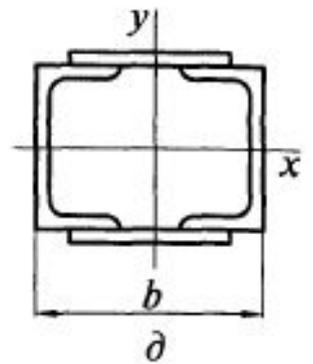
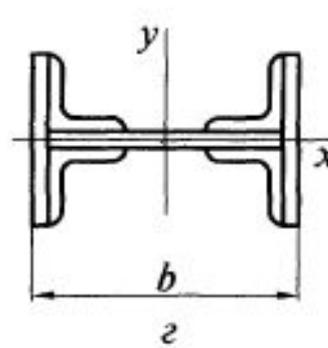
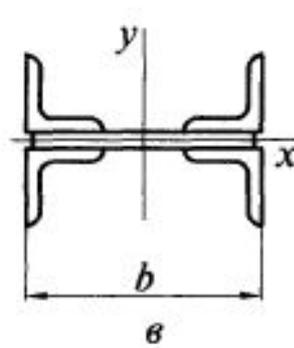
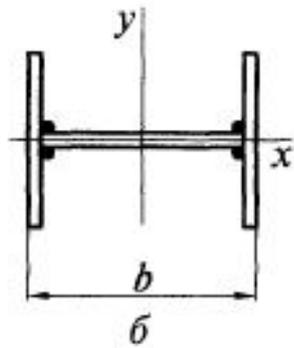
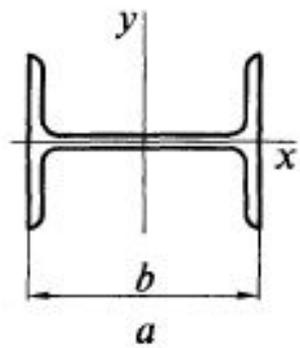
Обеспечение общей устойчивости ферм



Типы сечений легких ферм



Типы сечений тяжелых ферм



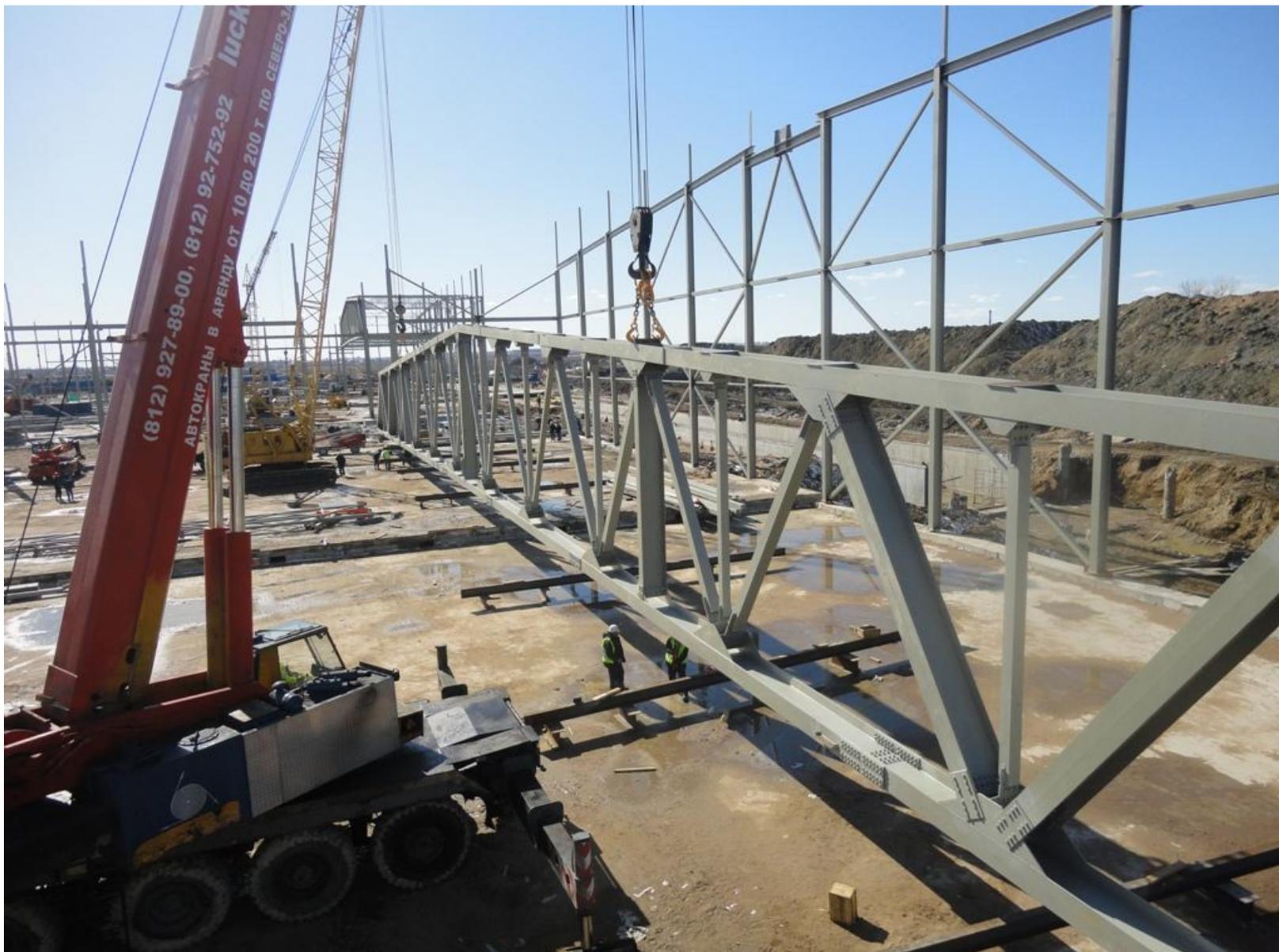
Типы сечений тяжелых ферм



Типы сечений тяжелых ферм



Типы сечений тяжелых ферм



Узлы ферм



***Действительная работа
и основы расчета
элементов ферм***

Действительная работа ферм

Основным допущением при расчете легких ферм является идеализация узловых соединений (идеальные шарниры)

В связи с действительной жесткостью узлов в элементах фермы возникают дополнительные напряжения

Эти напряжения допускается не учитывать при отношении высоты сечения элемента к его длине (h/l) не более $1/10...1/15$

В противном случае необходимо учитывать дополнительные напряжения, которые могут быть определены приближенными методами или с помощью ЭВМ

Алгоритм расчета фермы

Компоновка и выбор статической схемы

Выбор расчетной схемы и определение нагрузок

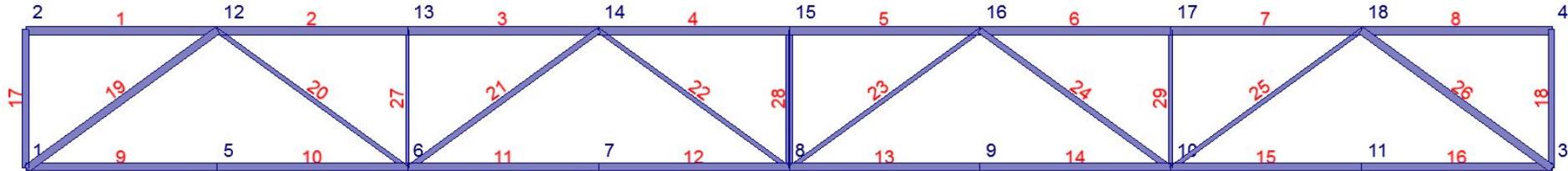
**Унификация и типизация (легкие фермы 5-7
калибров профилей)**

**Статический расчет и определение действующих
усилий, а также перемещений**

Подбор сечений элементов фермы

Расчет и конструирование узлов фермы

Подбор сечений сжатых элементов



$$\frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1$$

$\lambda = 60 \dots 80$ для поясов

$\lambda = 100 \dots 120$ для решетки

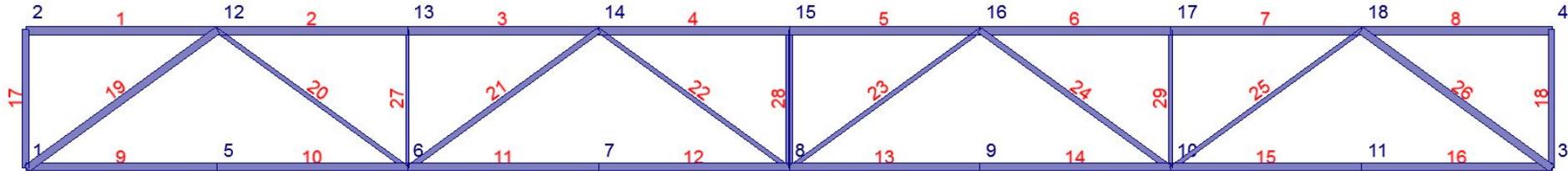
$$l_{ef} = \mu \cdot l, \text{ табл. 24 СП}$$

$$i_{tr} = l_{ef} / \lambda$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{R_y / E}$$

Табл. Д.1 $\rightarrow \varphi = f(\text{тип сеч.}; \bar{\lambda})$

Подбор сечений растянутых элементов



$$\frac{N}{A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1 \rightarrow A_{tr}$$

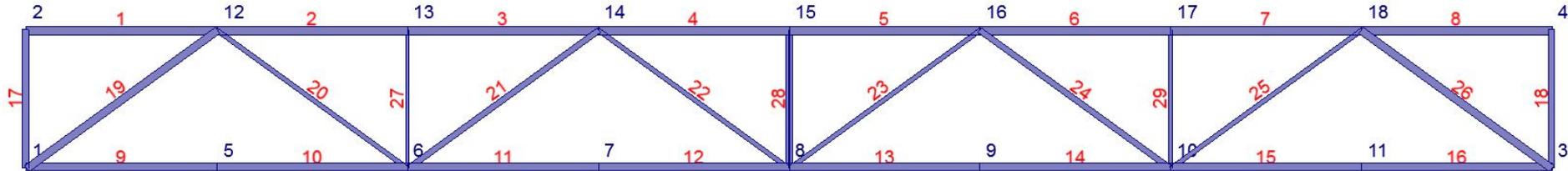
Предельная гибкость элементов

$$\lambda \leq [\lambda]$$

$$[\lambda] \rightarrow \text{табл. 32, 33}$$

$$i_{tr} = \frac{L_{ef}}{[\lambda]}$$

Таблица для подбора сечений легких ферм



Элемент	Расчетное усилие, кН	Сечение	Площадь сечения A , см^2	Расчетные длины l_x/l_y , см	Радиусы инерции, i_x/i_y , см	Гибкости λ_x/λ_y	Предельная гибкость $[\lambda]$	φ	γ_c	Проверка несущей способности
Верхний пояс	-535	160×100×9 —	45,8	258/ 516	2,85/ 7,75	90,5/ 66,6	124	0,546	0,95	$21,4 < R_y \gamma_c = 22,8 \text{ кН/см}^2$
Раскос	+535	┘┘ 90×7	24,5	—	—	—	400	—	0,95	$21,7 < R_y \gamma_c = 22,8 \text{ кН/см}^2$

Окончательно сечения принимают после расчета и конструирования узлов с учетом конструктивных требований