

*Структурно-технологическое  
моделирование процессов и  
функциональных систем в молочном  
животноводстве*

М.Н. Ерохин, В.В. Кирсанов,  
Ю.А. Цой, С.П. Казанцев

# Объект технологического проектирования:

- - новое строительство (под ключ);
- - реконструкция существующих ферм;
- - модернизация ферм

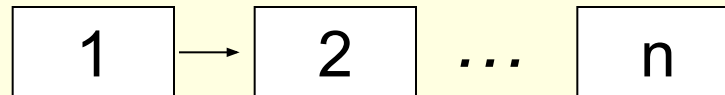


- **Методология:** многофункциональный анализ и синтез, векторно-матричное моделирование, конечно-элементный анализ, блочно-модульное моделирование.
- **Объекты:** объёмно-планировочные решения генеральных планов, планы-разрезы основных производственных помещений (коровники, свинарники, птичники); технологическое оборудование ферм; складские помещения.

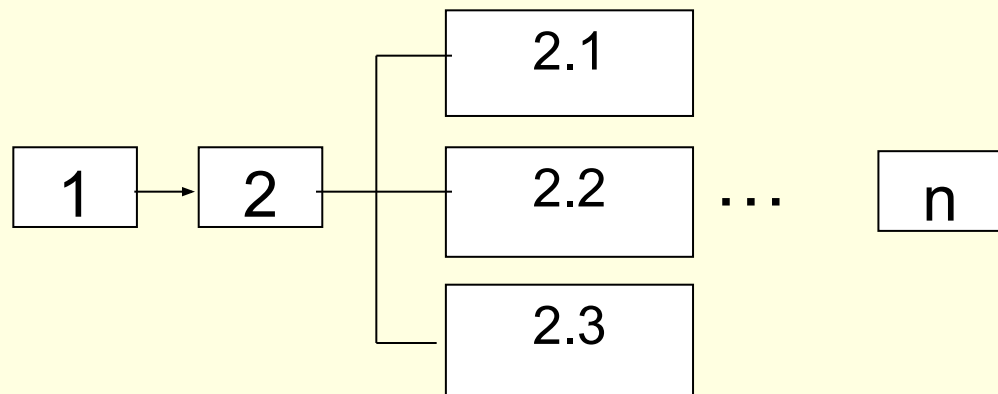
# Поточно-технологические линии производственных процессов:

- - водоснабжение и автопоение;
- - приготовление и раздача кормов;
- - доение и первичная обработка молока;
- - система обеспечения микроклимата;
- - удаление и утилизация навоза.

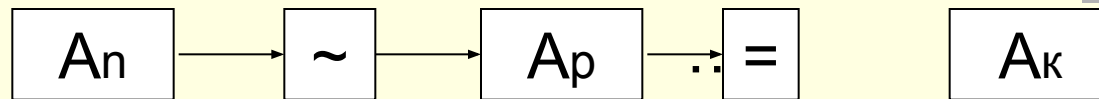
однопоточные



многопоточные



# Обобщенная структурно-технологическая модель многопоточной ПТЛ



$A_n$  – начальная накопительная ёмкость (ёмкости);

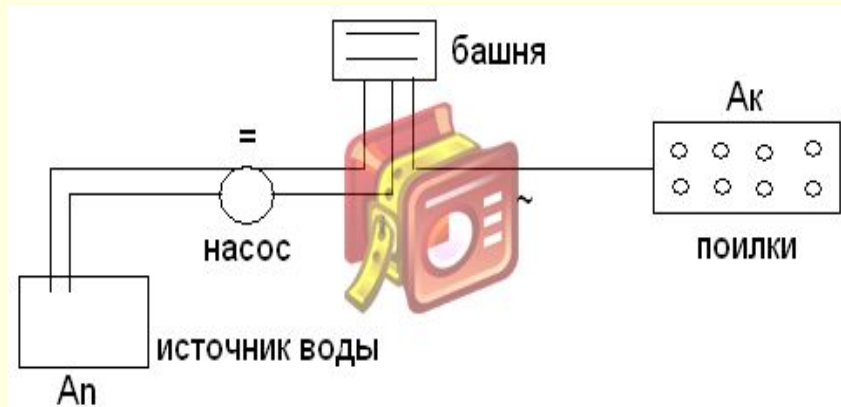
~ – звено (звенья) случайность потока (кормов, навоза, молока и т.д.);

$A_p$  – аккумуляционно-регулирующая ёмкость;

= – звено постоянства потока (тепловой, гидравлический потоки);

$A_k$  – конечная накопительная ёмкость (ёмкости)

## Пример ПТЛ - линия водоснабжения



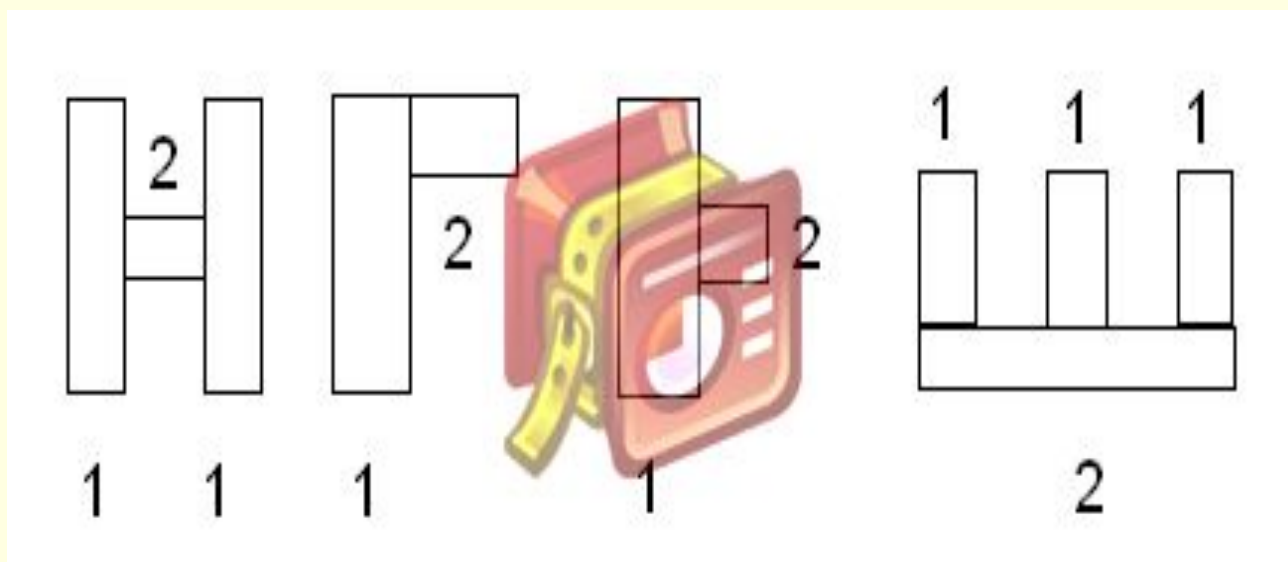
# Матрица технологических процессов животноводческой фермы

$M_1$	$M_2$	$M_3$	...	$M_i$	$M_n$
$A_{N1}$	$A_{N2}$	$A_{N3}$	...	$A_{Ni}$	$A_{Nn}$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	...	.	.
.	.	.	.	.	.
$\tilde{1}$	$\tilde{2}$	$\tilde{3}$	...	$\tilde{i}$	$\tilde{n}$
$A_{P1}$	$A_{P2}$	$A_{P3}$	...	$A_{Pi}$	$A_{Pn}$
$\bar{1}$	$\bar{1}$	$\bar{1}$	...	$\bar{1}$	$\bar{1}$
$A_{K1}$	$A_{K2}$	$A_{K3}$	...	$A_{Ki}$	$A_{Kn}$

$M_1 \dots M_n$  - модули кормоприготовления, водоснабжения, уборки и утилизации навоза и т.д.

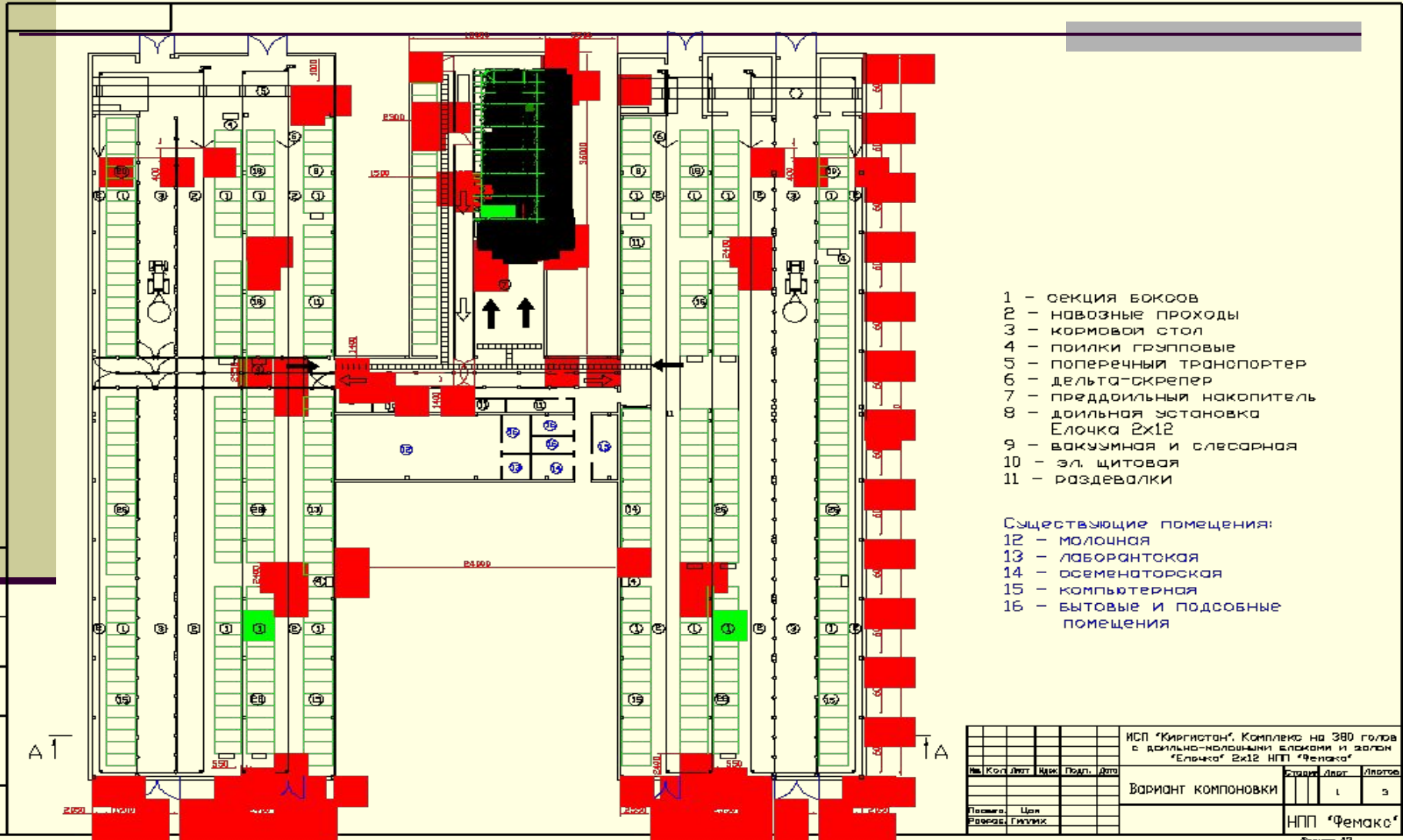
# Проектирование планов фермы

## Компоновка технологических модулей



1 – коровники, 2 – доильно-молочные блоки.

# План компоновки коровника «Н» типа

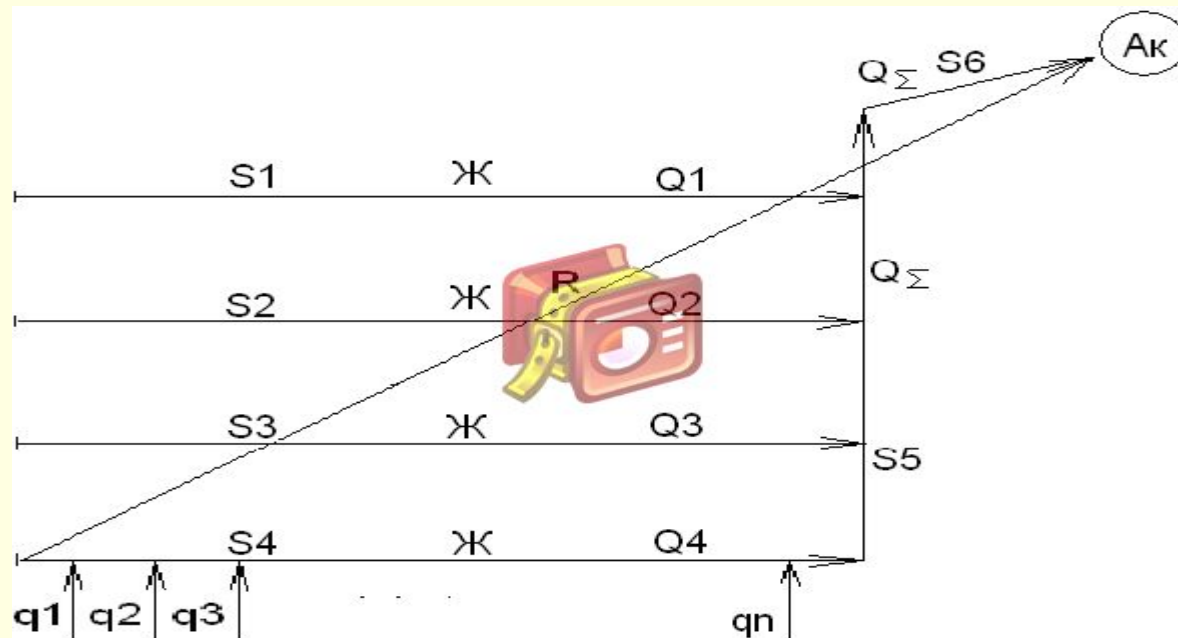


- 1 - секция боков
- 2 - навозные проходы
- 3 - кормовой стол
- 4 - поилки групповые
- 5 - поперечный транспортер
- 6 - дельта-скрепер
- 7 - преддоильный накопитель
- 8 - доильная установка Елочка 2x12
- 9 - вакуумная и слесарная
- 10 - эл. щитовая
- 11 - раздевалки

- Существующие помещения:
- 12 - молочная
  - 13 - лабораторская
  - 14 - осеменаторская
  - 15 - компьютерная
  - 16 - бытовые и подсобные помещения

						ИСП "Киргистан", Комплекс на 380 голов с доильно-молочными блоками и залом "Елочка" 2x12 НПП "Фемакс"					
№	Код	Лит	Цикл	Полд.	Дат	Старый	Длит	Алгорит	Литов		
Вариант компоновки								1	3		
Паспорт	Цеп										
Равес	Глутик										
						НПП "Фемакс"					

# Векторная схема интенсивности материальных потоков (линия навозоудаления)



$S_1, S_2, S_3, S_4$  – пути продольных потоков;  $S_5$  – путь поперечного потока (суммирующий);

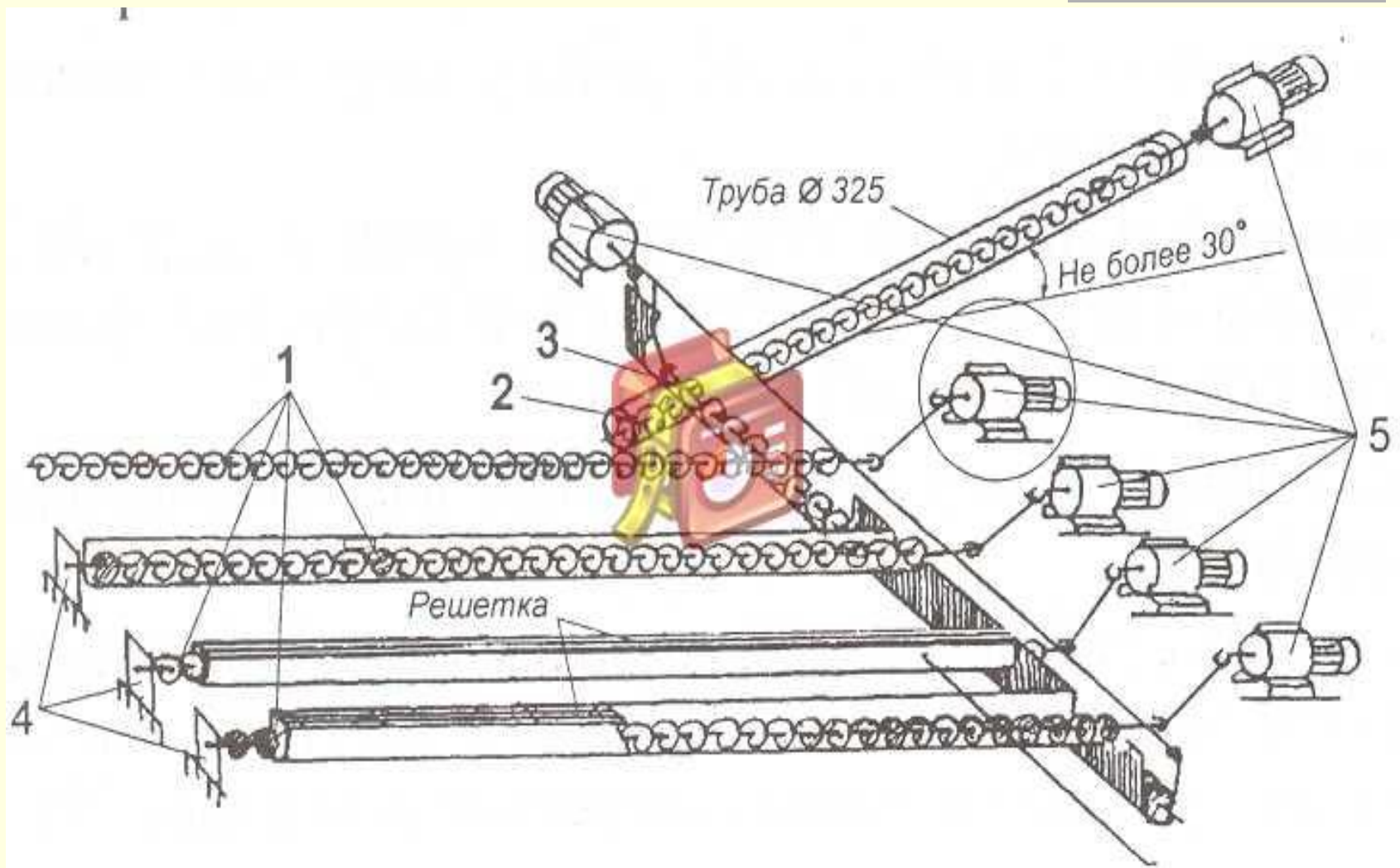
$S_5$  – путь к хранилищу,  $R$  – результирующий вектор.  $q_1, q_2, q_3$  – выход навоза от коровы в сутки;

$Q_\Sigma$  – интенсивность материального потока (общая производительность установки),  $R$  – результирующий вектор;

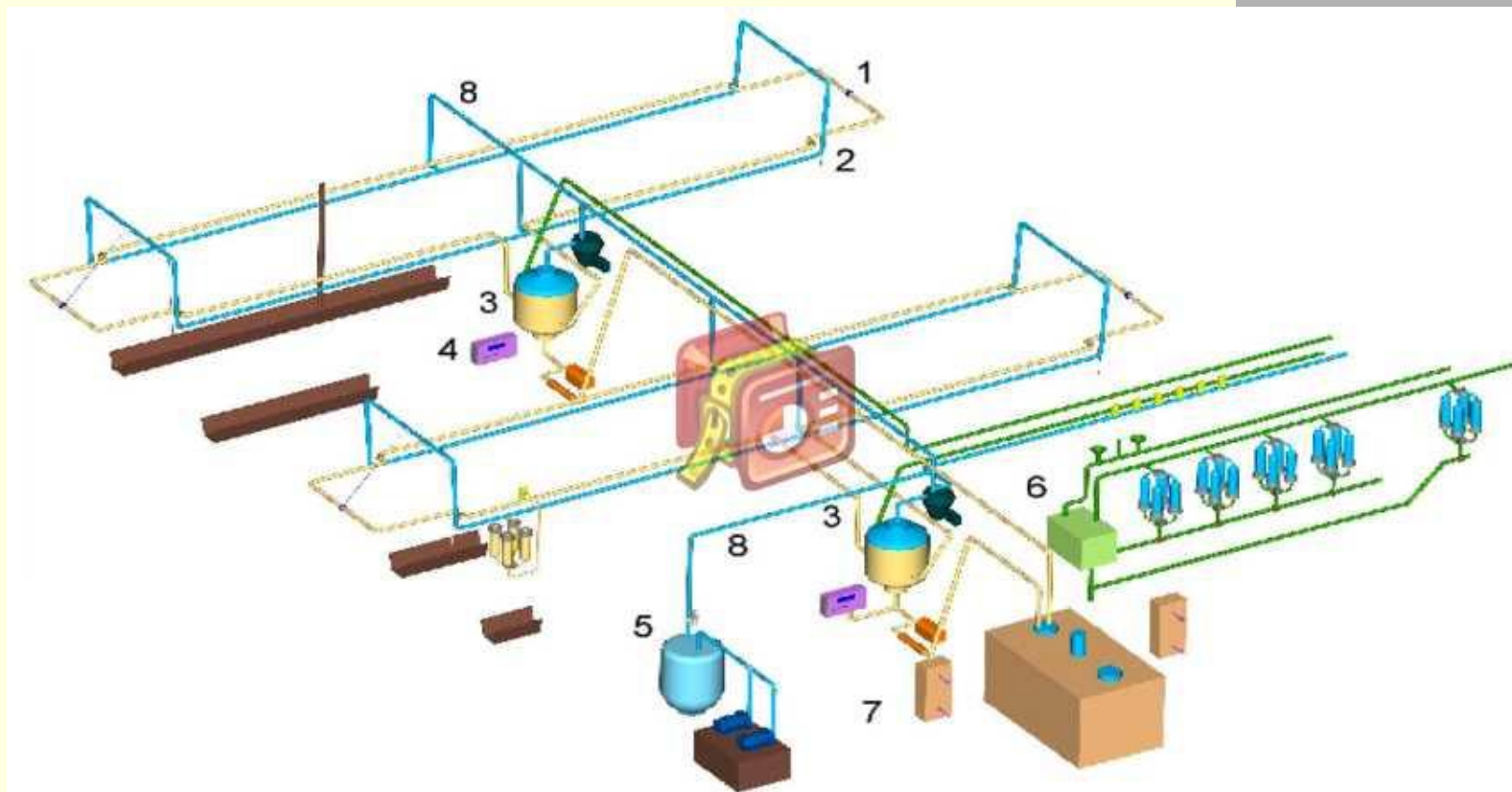
$Q_1 - Q_4$  – интенсивность материальных потоков поперечных веток.



# Схема шнековой системы удаления навоза КШО-200 (схема ГНУ ВНИИМЖ).



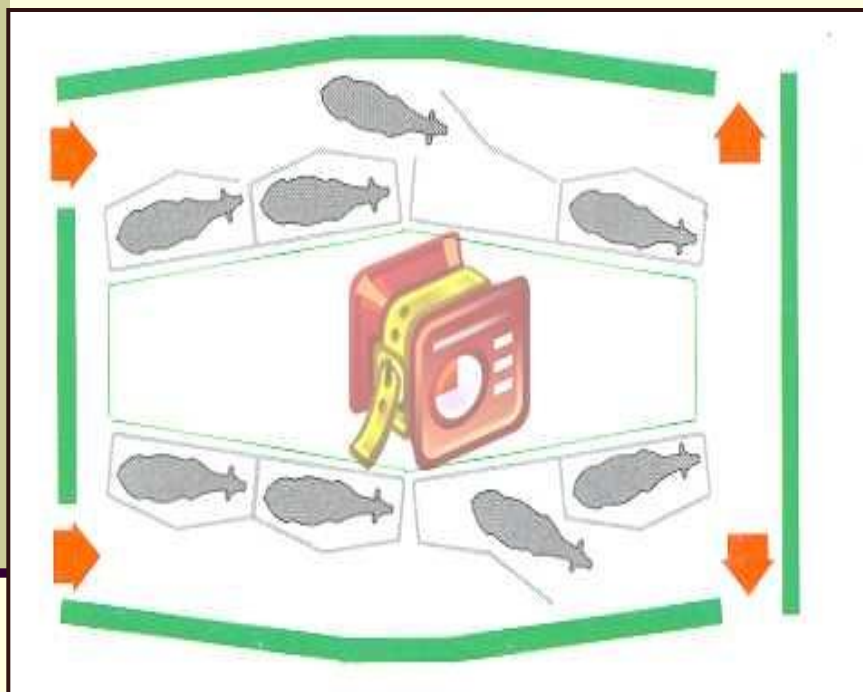
# Проектирование ПТЛ доения и первичной обработки молока



## **Этапы проектирования:**

- выбор схемы молокопровода, доильной установки (одинарная, петлевая, комб.);
- расчет диаметра молокопровода и числа доильных аппаратов в соответствии со стандартом ISO 57.07;
- выбор схемы и конкретной установки.

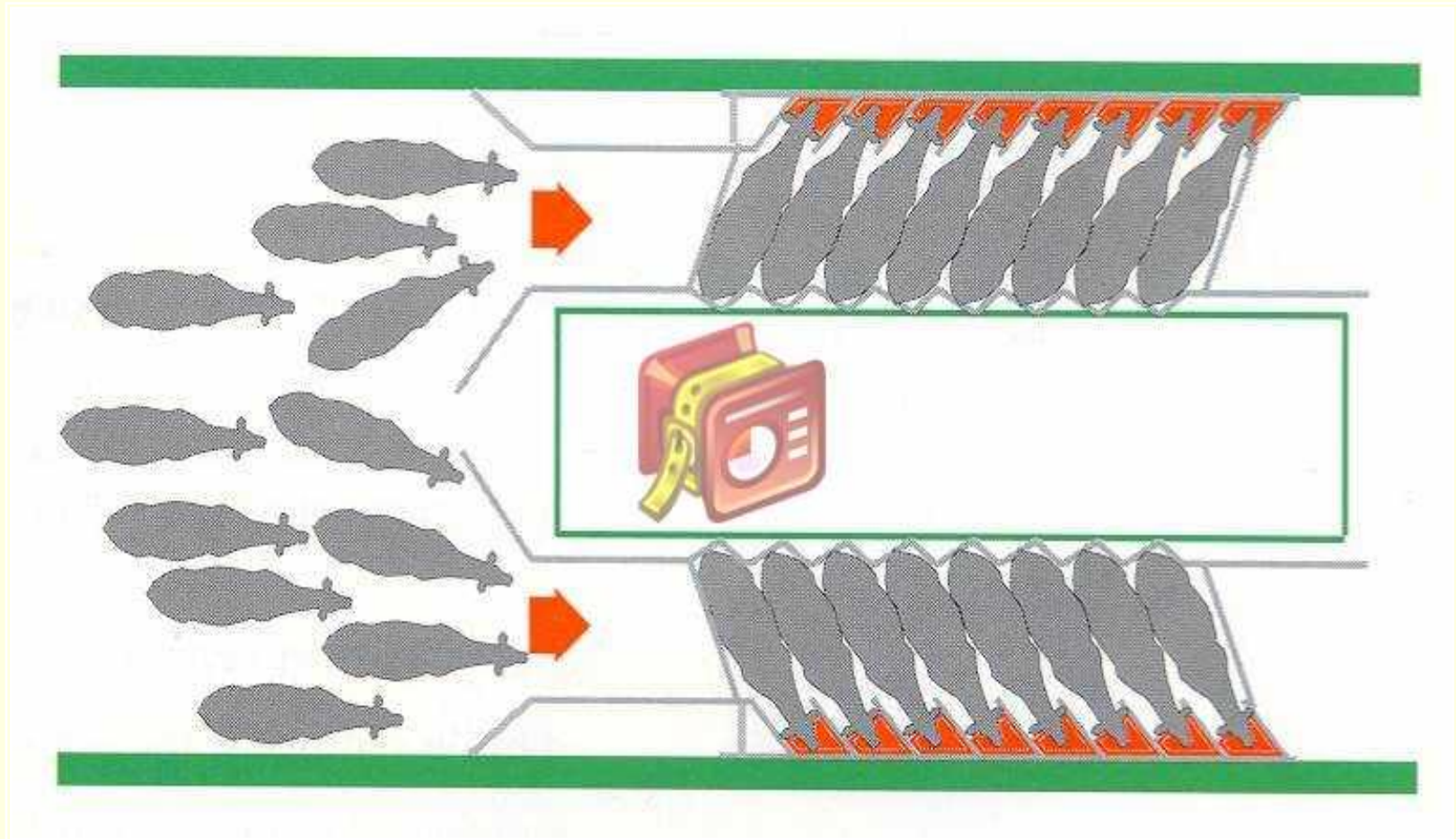
# Типы станков унифицированных доильных установок (беспривязное содержание)



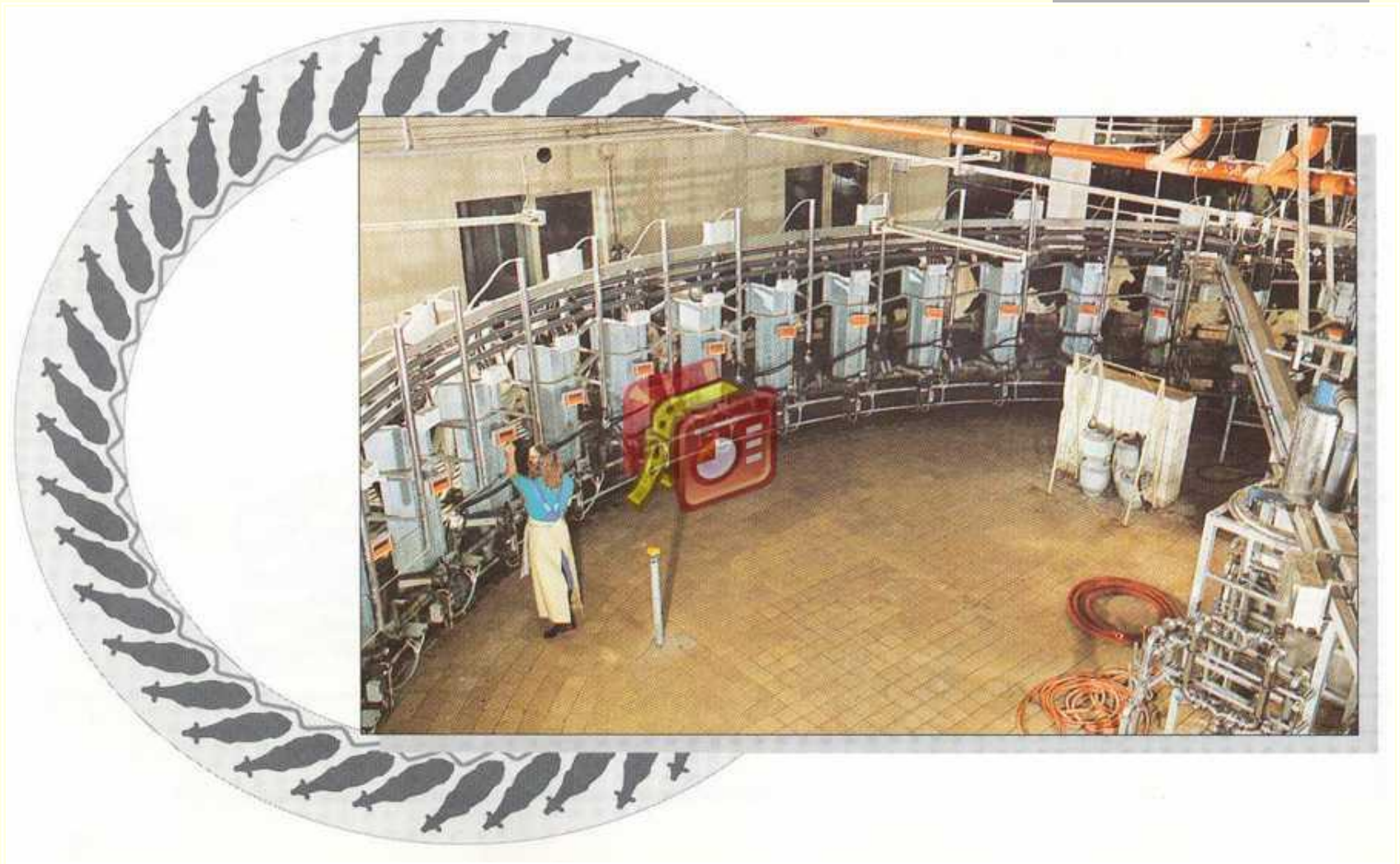
«Тамдем» (2 × 2 ... 2 × 10)



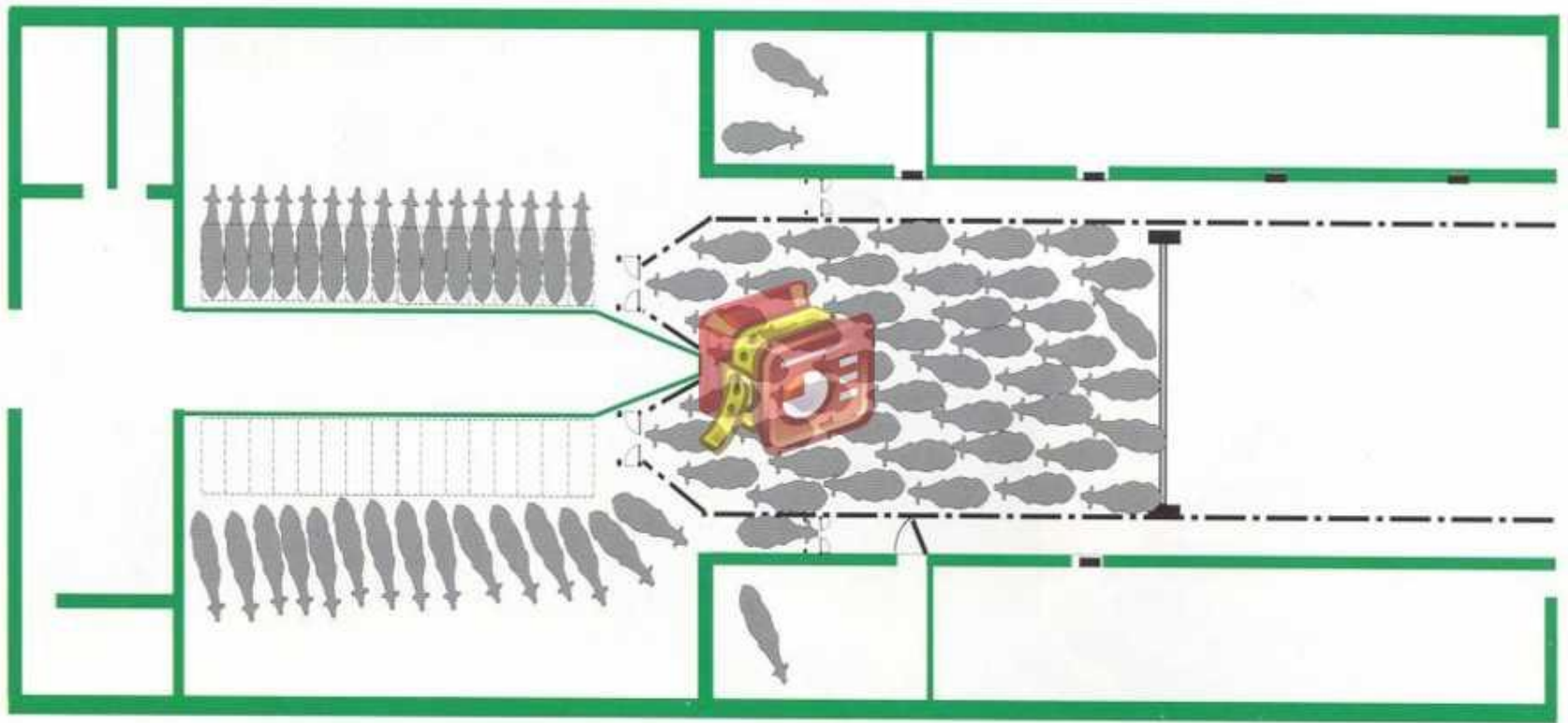
# «Елочка» (2 × 2 ... 2 × 12)



# «Карусель» (16, 24, 40)



# «Параллель» (2 × 4 ... 2 × 22)



## Расчёт и выбор рационального комплекта технологического оборудования (на примере доильных установок).

$X_1$	$X_2$	$X_3$	...	$X_i$	$X_n$
$X_{11}$	$X_{21}$	$X_{31}$	...	$X_{i1}$	$X_{n1}$
$X_{12}$	$X_{22}$	$X_{32}$	...	$X_{i2}$	$X_{n2}$
$X_{12}$	$X_{22}$	$X_{32}$	...	$X_{i2}$	$X_{n2}$
...	...	...	...	...	...
$X_{1i}$	$X_{2i}$	$X_{3i}$	...	$X_{ii}$	$X_{ni}$
$X_{1m}$	$X_{2m}$	$X_{3m}$	...	$X_{im}$	$X_{nm}$

где,  $X_1 \dots X_{1m}$  – доильный аппарат и его комплектующие;

$X_2 \dots X_{2m}$  – молокопровод и его комплектующие;

$X_3 \dots X_{3m}$  – станочное оборудование («елочка», «тандем», «параллель»);

$X_n$  – вакуумная установка и её комплектующие.

## База данных по комплектующим

---



Доильный аппарат (синхронный, попарный, с управляемыми режимами, коллектор 150, 300, 450 см<sup>3</sup>) и т.д.



## База данных по комплектующим



Вакуумные установки (водокольцевые 60, 120, 180 м<sup>3</sup>/ч)

# База данных по комплектующим



Молокопроводы (стекло, нержавеющая сталь Ø 40, 45, 50 мм)

Автомат промывки (ручной, полуавтоматический)



# База данных по комплектующим



Счетчик для группового учёта  
(от 50 до 100 голов).



Индивидуальные счётчики молока

# Общий алгоритм проектирования молочной фермы

## *1. Выбор типа проектирования:*

- новая;
- реконструкция;
- модернизация.

## *2. Техническое задание на проектирование:*

- N – число дойных коров;
- тип содержания – привязное, беспривязное (боксовое, на глубокой подстилке);
- средняя продуктивность животных – 4000, 5000, 6000, 7000, 8000 л на корову в год.

## *3. Разработка генеральных и ситуационных планов фермы*

## *4. Расчёт основных производственных процессов, подбор и размещение оборудования в технологических модулях (коровниках, телятниках, РСО, доильно-молочных блоках)*

## *5. Разработка ситуационных планов фермы*

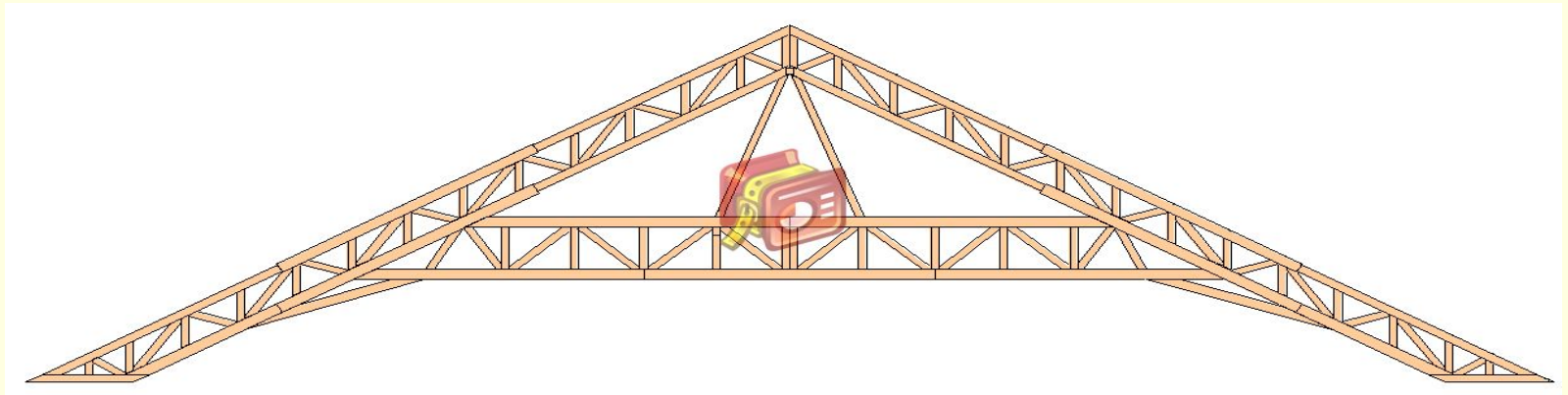
## *6. Разработка экономико-математической модели в вариантном исполнении*

## *7. Подготовка коммерческого предложения Заказчику.*

*Моделирование технологических процессов и функциональных систем с использованием программных продуктов CAD/CAM/CAE*

---

**Проектирование строительных конструкций в APM Civil Engineering**



# Расчетная модель конструкции коровника

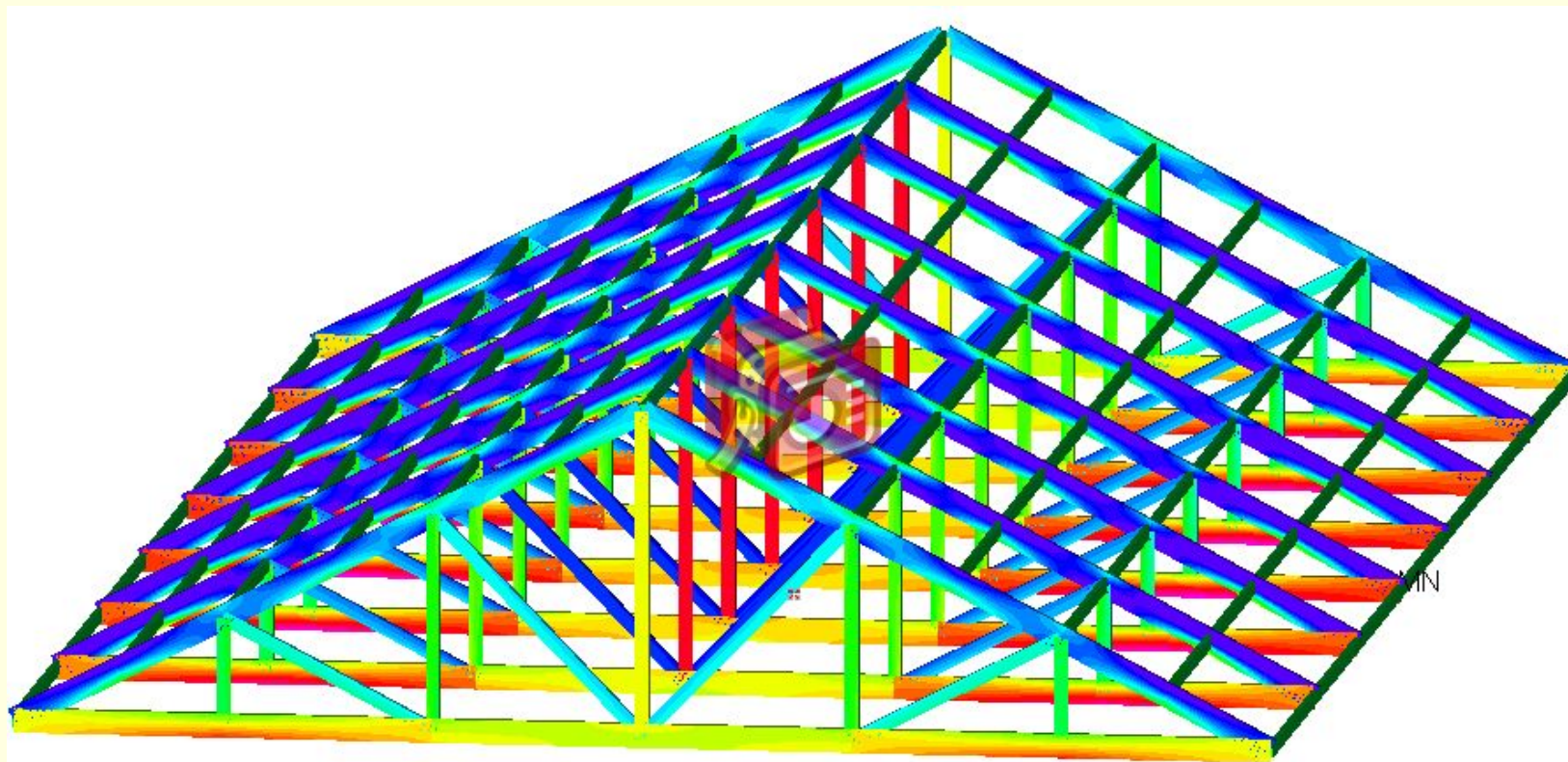
Проверка прочности и устойчивости  
деревянных элементов по  
нормам СТО 36554501-002-2006



1. Материал перекрытий – дерево;
2. Габаритные размеры;
3. Нагрузки (снеговая, ветровая и др.

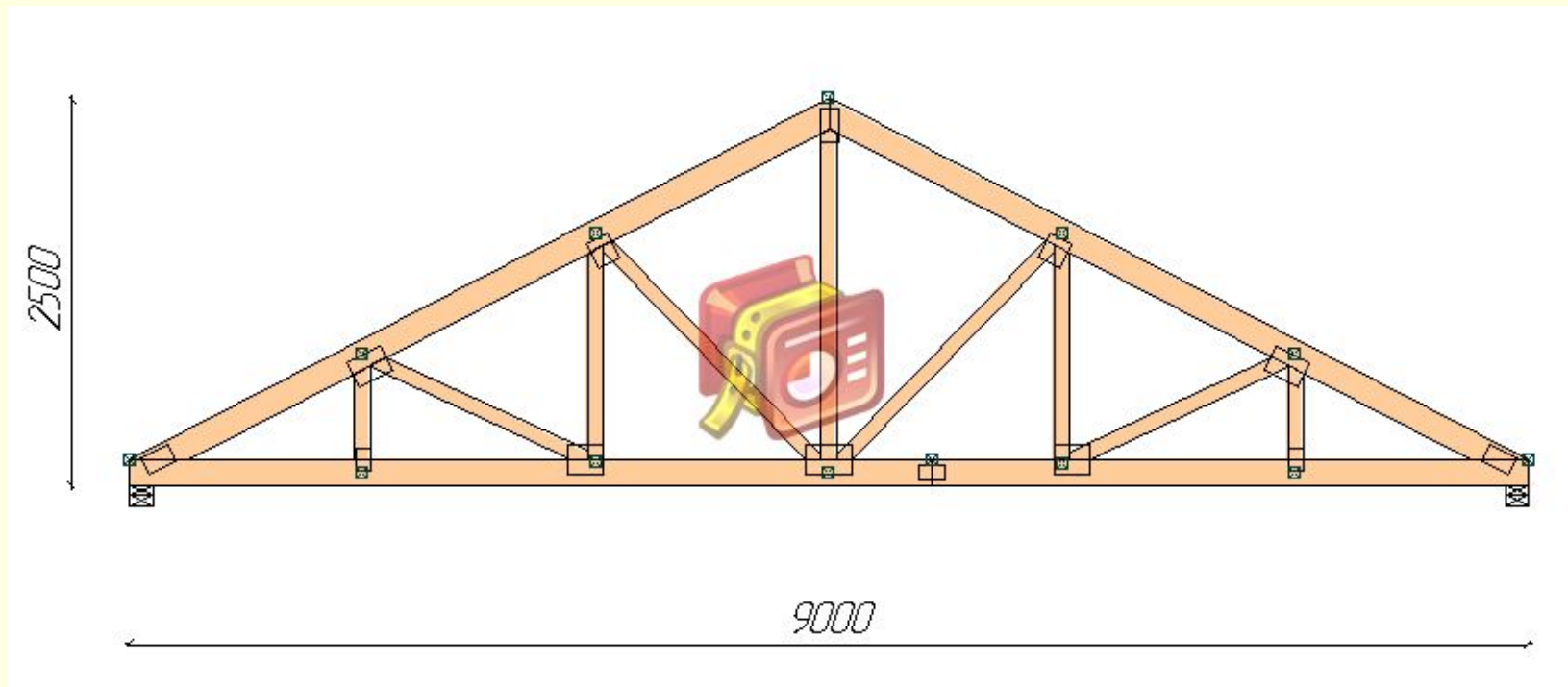


# Результат расчета прочности конструкции



Распределение напряжений в элементах конструкции

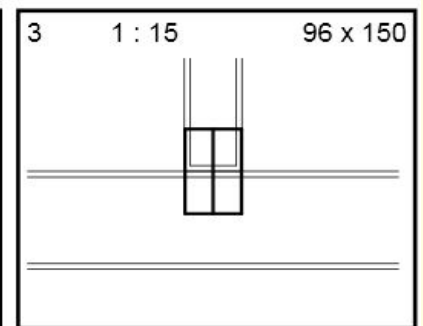
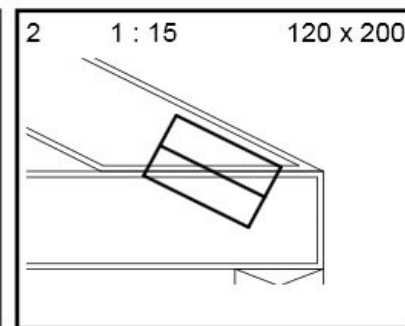
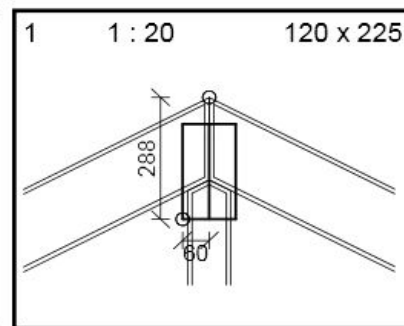
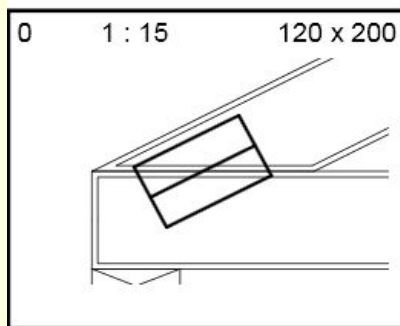
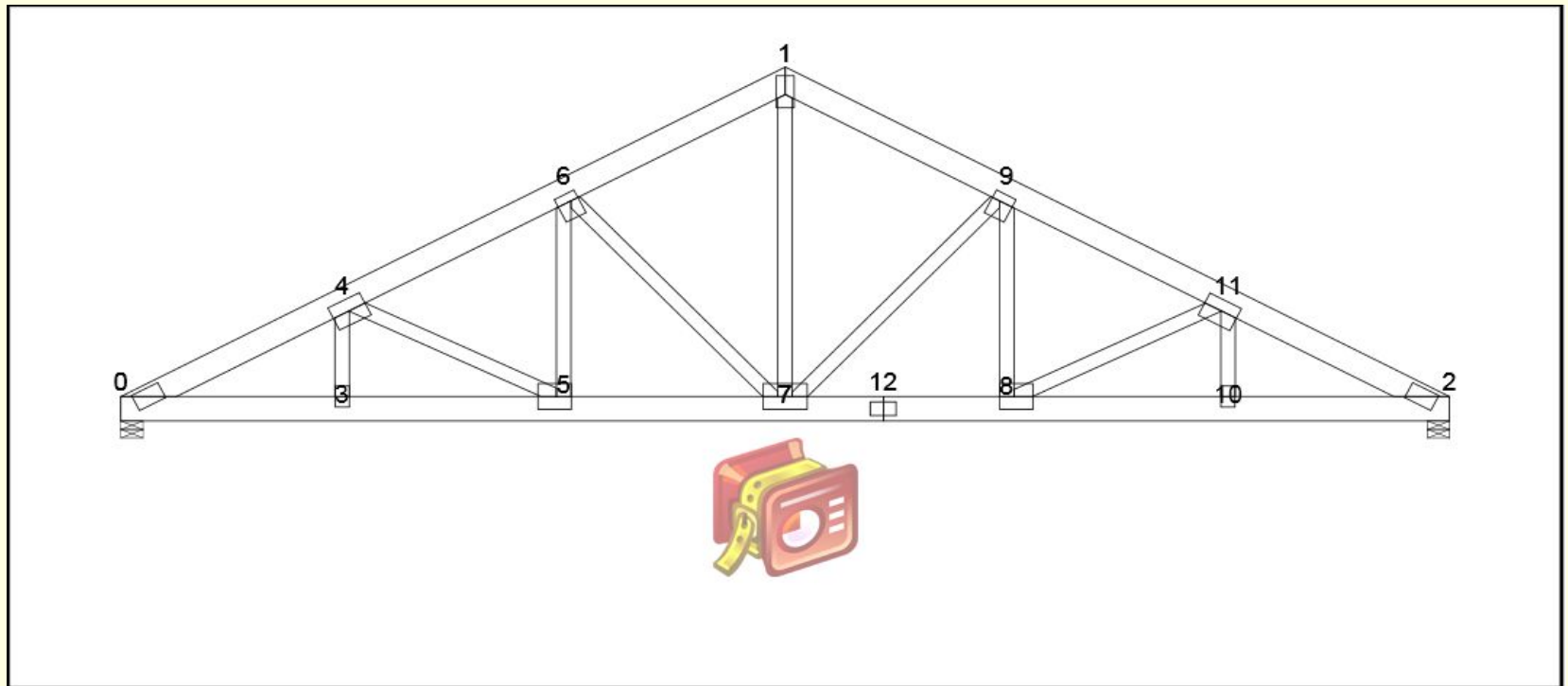
# Соединение узлов элементов фермы



**Автоматический подбор металлических зубчатых пластин и нагелей по нормам СТО 36554501-002-2006**



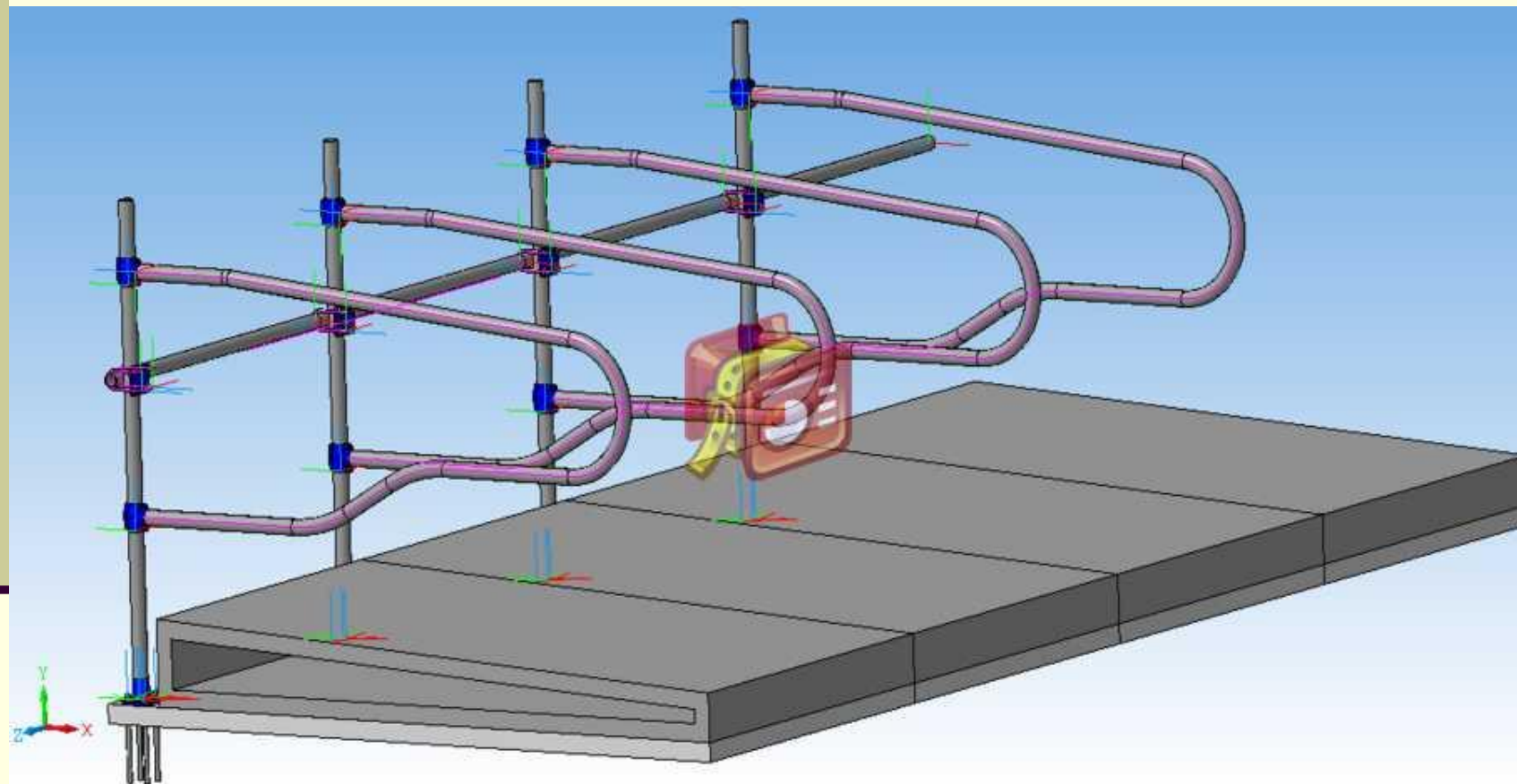
# Схема монтажа пластин



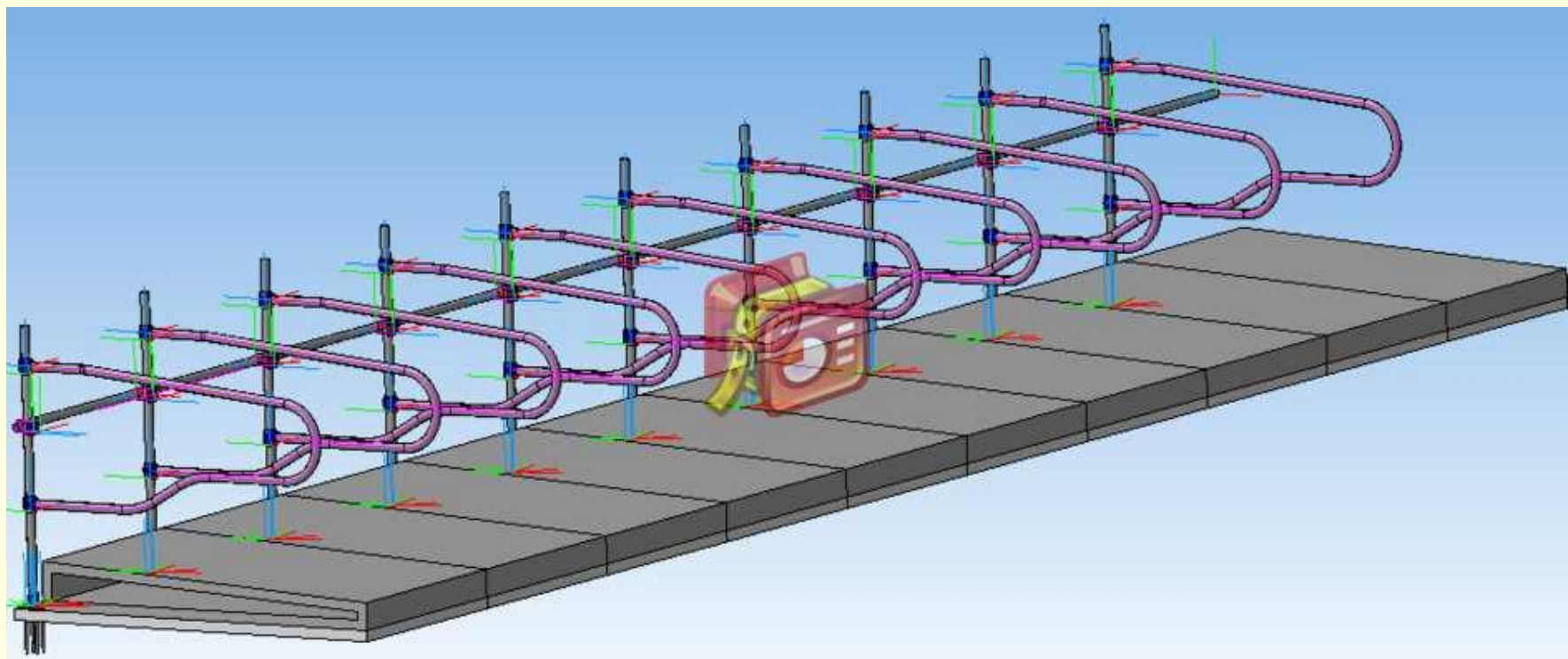
# Схемы распила брусьев для изготовления фермы.

APM Graph		17.04.2007 - 19:42	
Брус: 0 - 1	153 deg 27 deg		117 deg 63 deg
Брус: 2 - 1	117 deg 63 deg		153 deg 27 deg
Брус: 3 - 4	90 deg 90 deg		63 deg 117 deg
Брус: 5 - 6	90 deg 90 deg		63 deg 117 deg
Брус: 4 - 5	52 deg 65 deg		65 deg 25 deg

# Проектирование боксов в Компас 3D



# Проектирование боксов в Компас 3D



# Проектирование соединений в Компас 3D

