

*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.

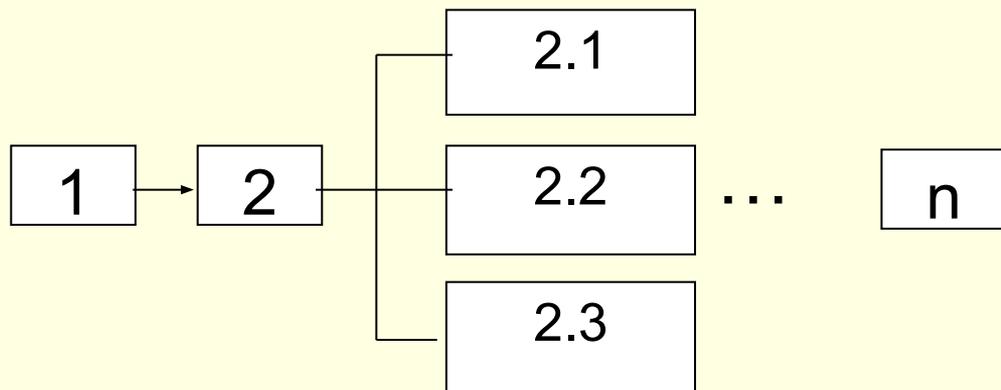
Поточно-технологические линии производственных процессов:

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

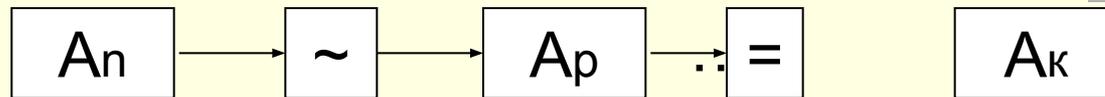
однопоточные



многопоточные



Обобщенная структурно-технологическая модель многопоточной ПТЛ



A_n – начальная накопительная ёмкость (ёмкости);

\sim – 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



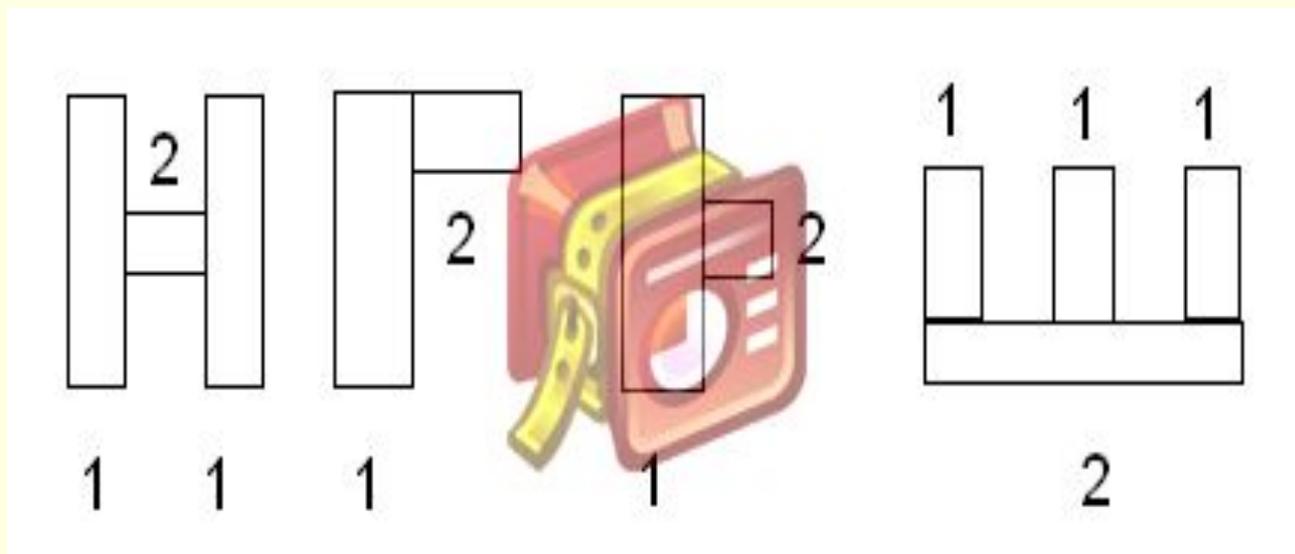
Матрица технологических процессов животноводческой фермы

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.

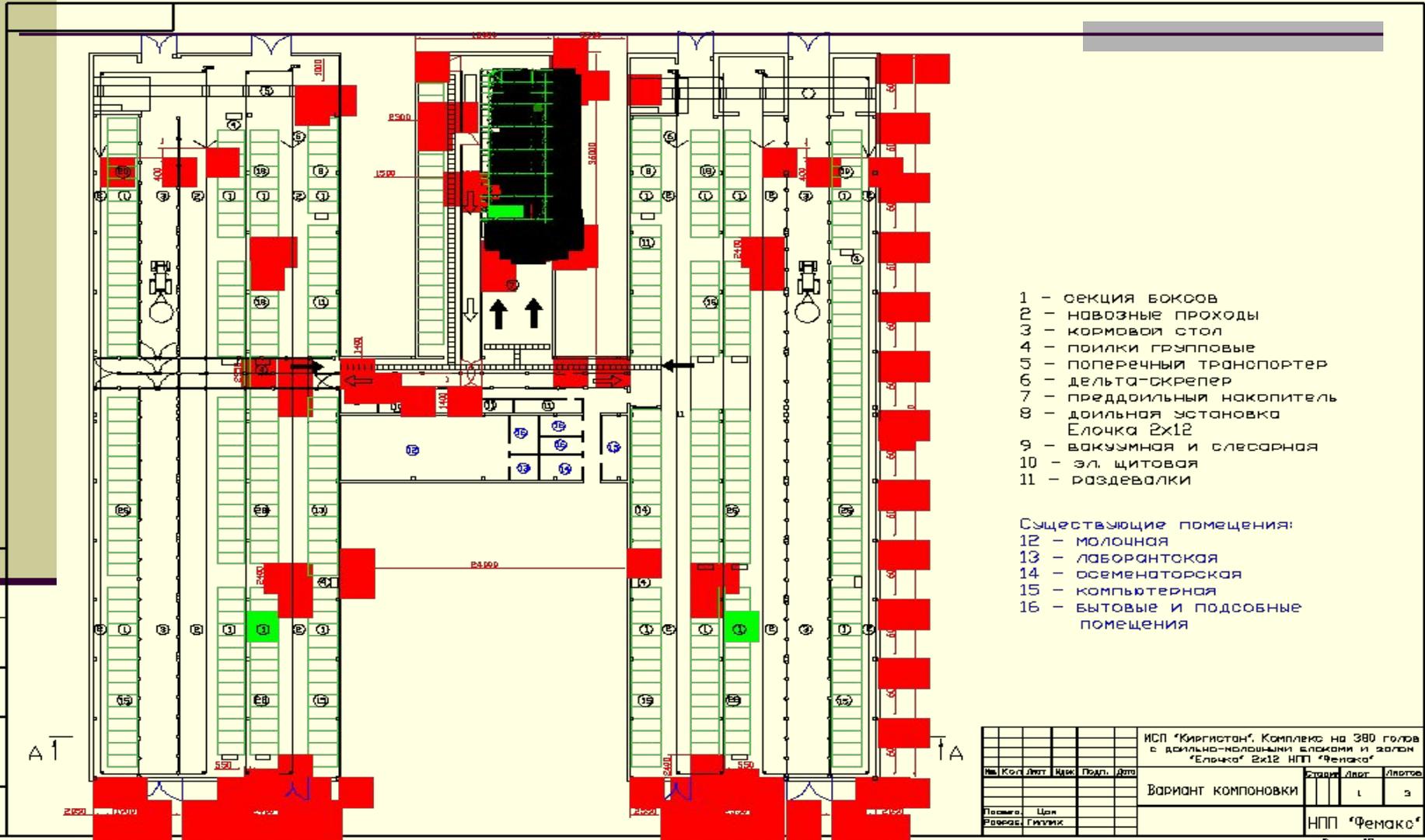
Проектирование планов фермы

Компоновка технологических модулей

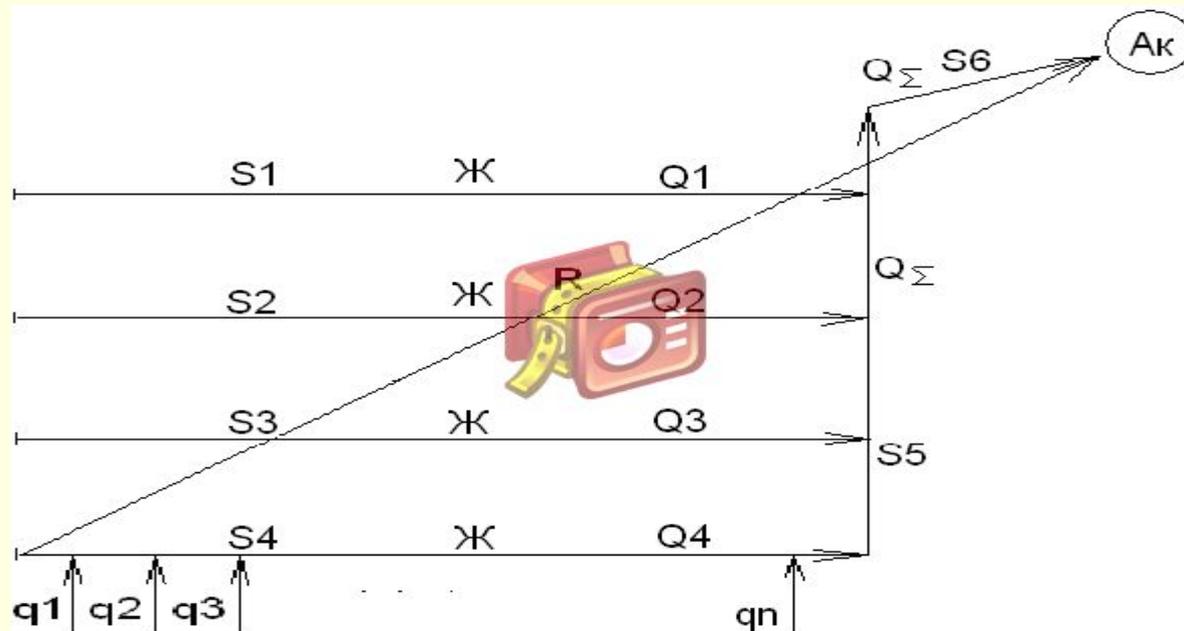


1 – коровники, 2 – доильно-молочные блоки.

План компоновки коровника «Н» типа



Векторная схема интенсивности материальных потоков (линия навозоудаления)



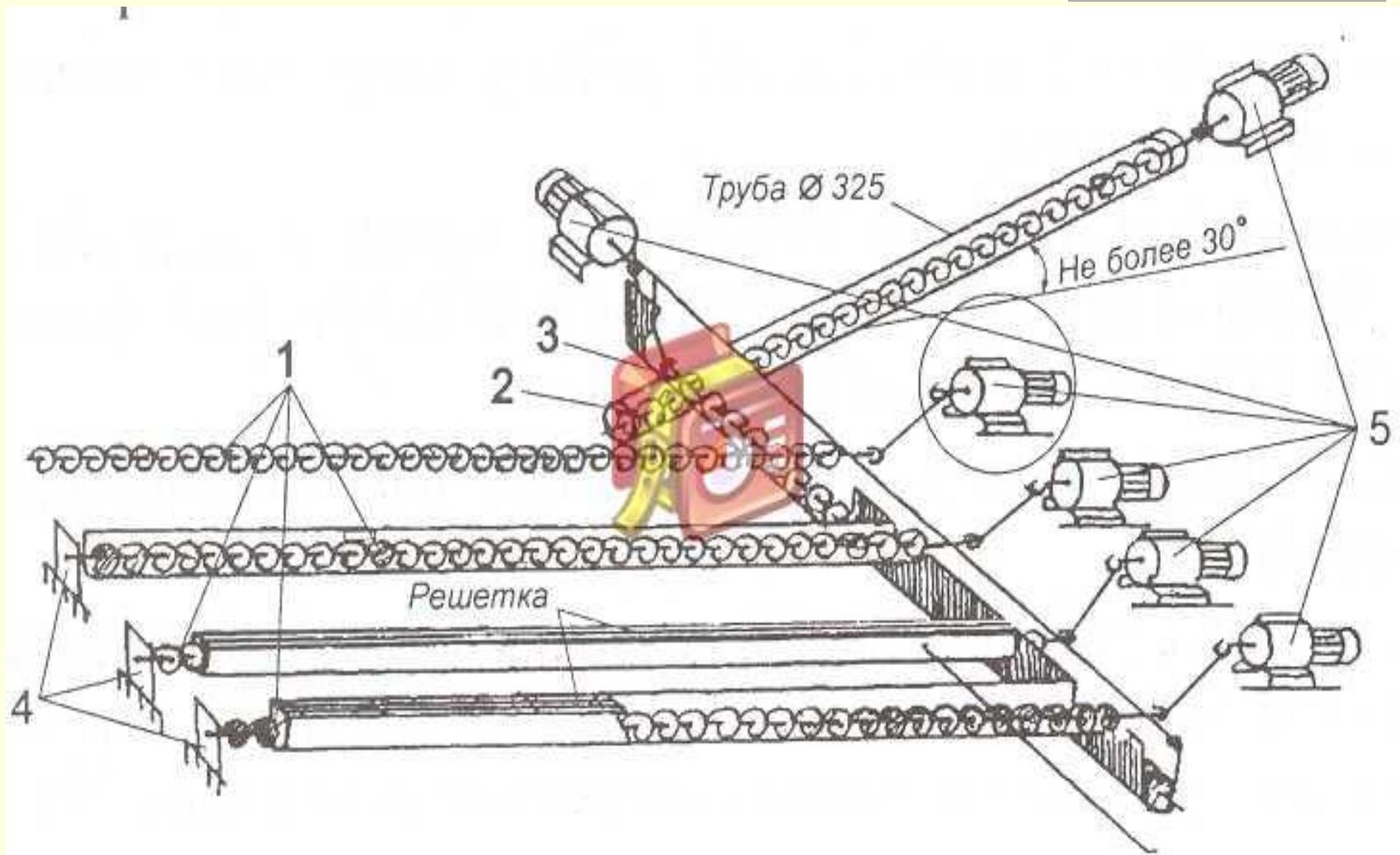
S1, S2, S3, S4 – пути продольных потоков; S5 – путь поперечного потока (суммирующий);

S5 – путь к хранилищу, R – результирующий вектор. q1, q2, q3 – выход навоза от коровы в сутки;

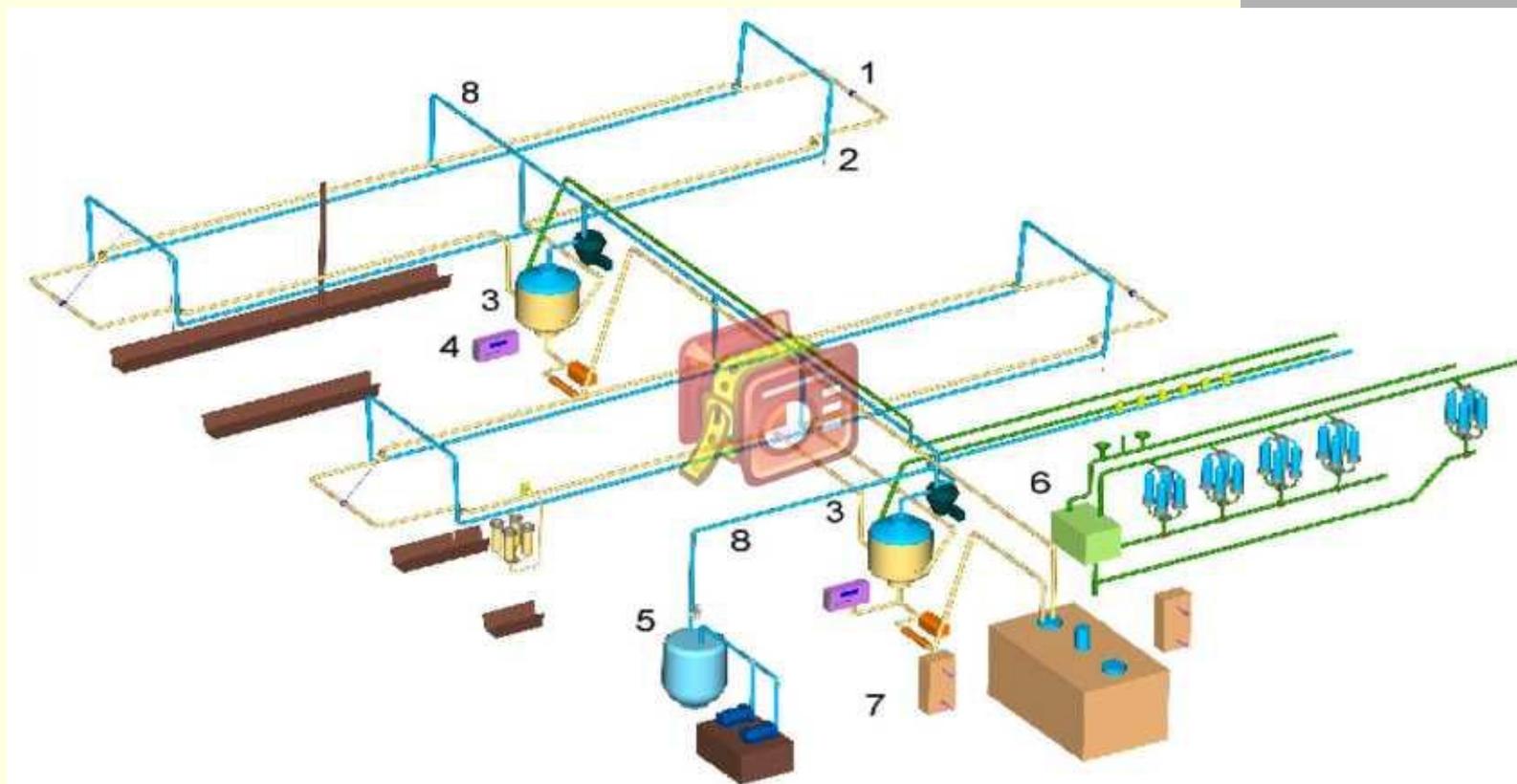
Q_{Σ} – интенсивность материального потока (общая производительность установки), R – результирующий вектор;

Q1 – Q4 – интенсивность материальных потоков поперечных веток.

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



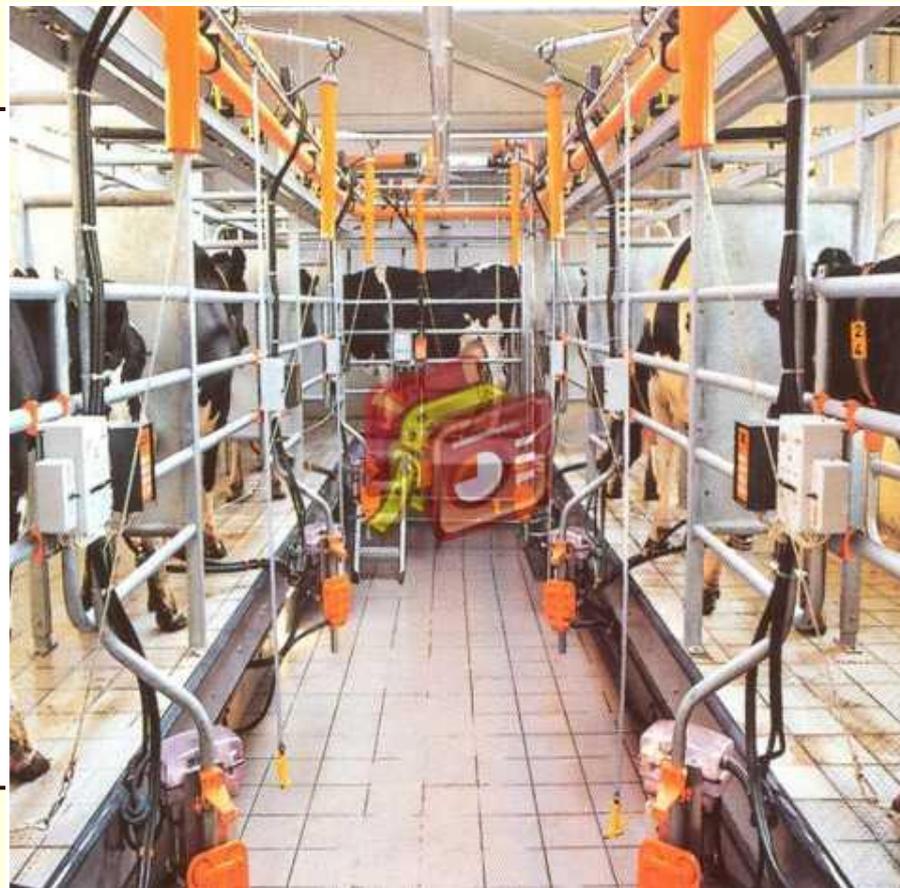
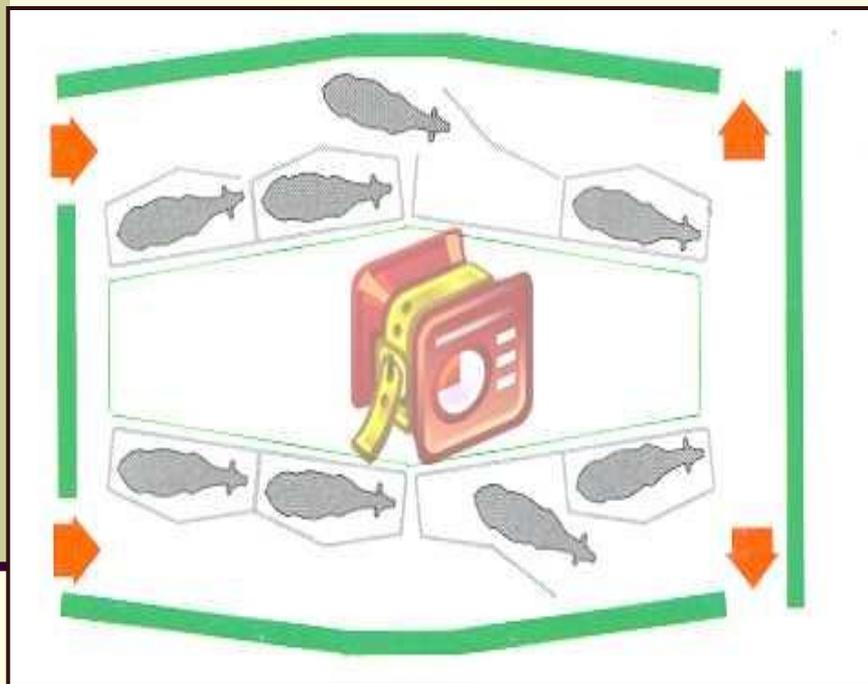
Проектирование ПТЛ доения и первичной обработки молока



Этапы проектирования:

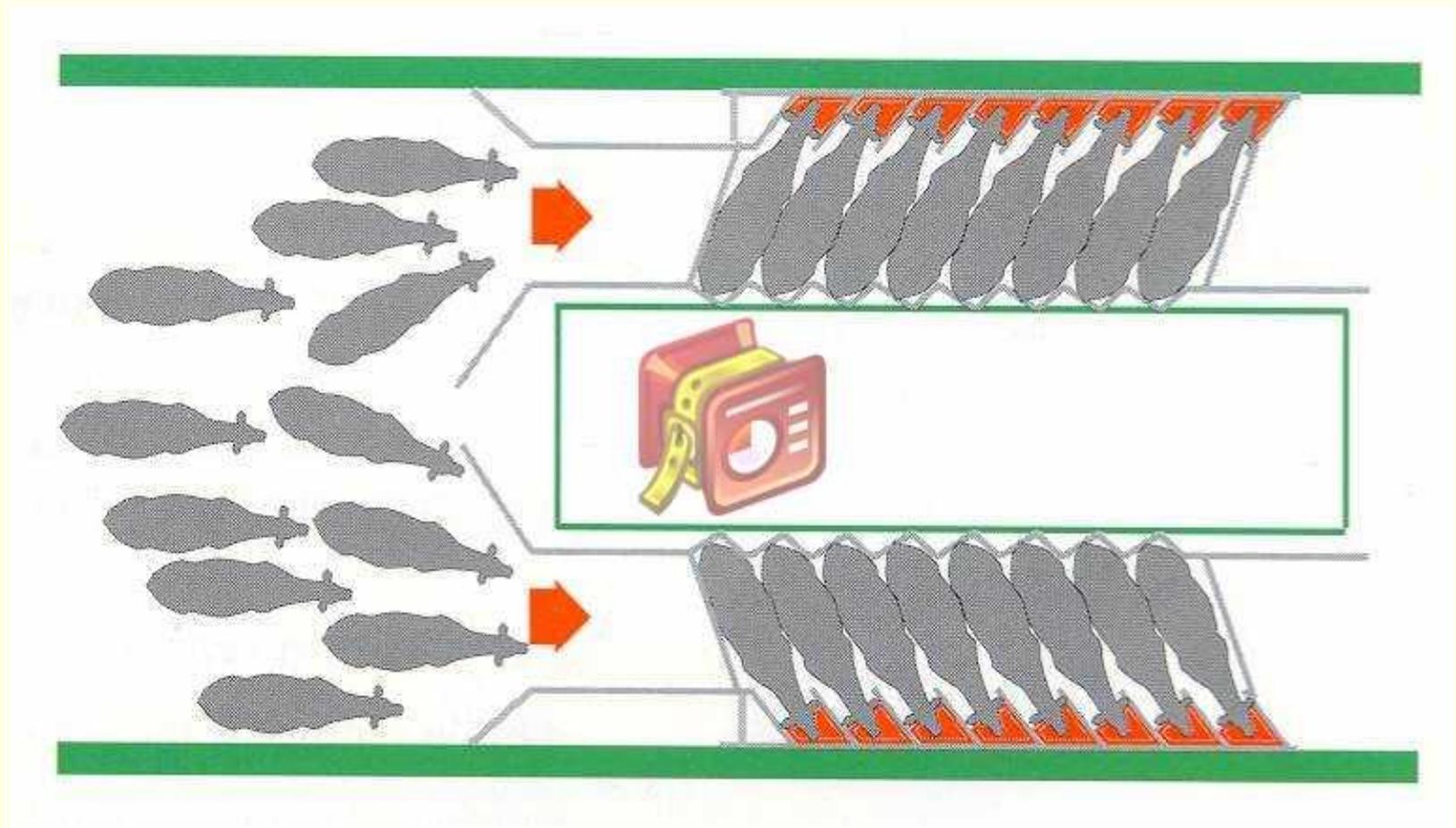
- выбор схемы молокопровода, доильной установки (одинарная, петлевая, комб.);
- расчет диаметра молокопровода и числа доильных аппаратов в соответствии со стандартом ISO 57.07;
- выбор схемы и конкретной установки.

Типы станков унифицированных доильных установок (беспривязное содержание)

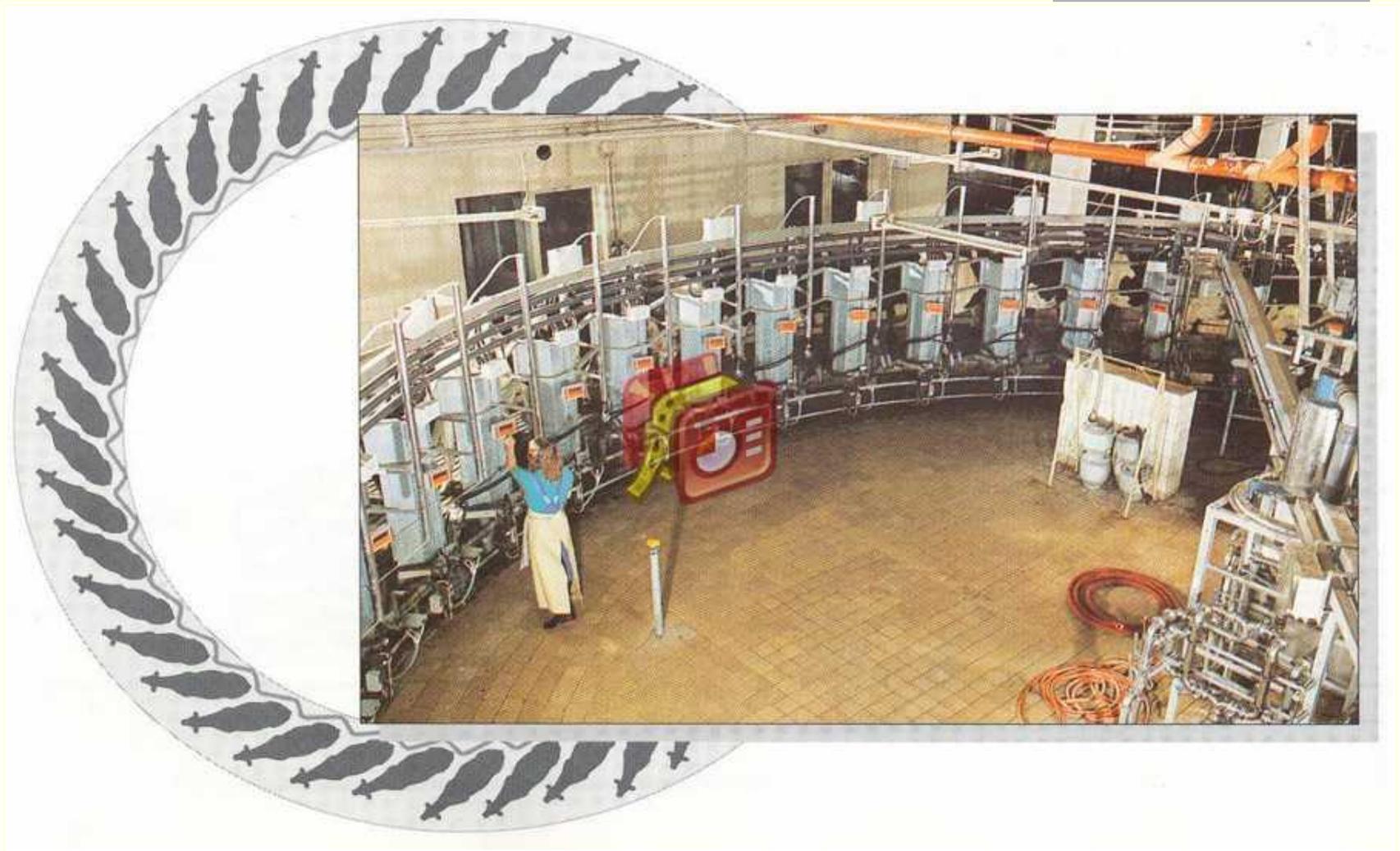


«Тамдем» (2 × 2 ... 2 × 10)

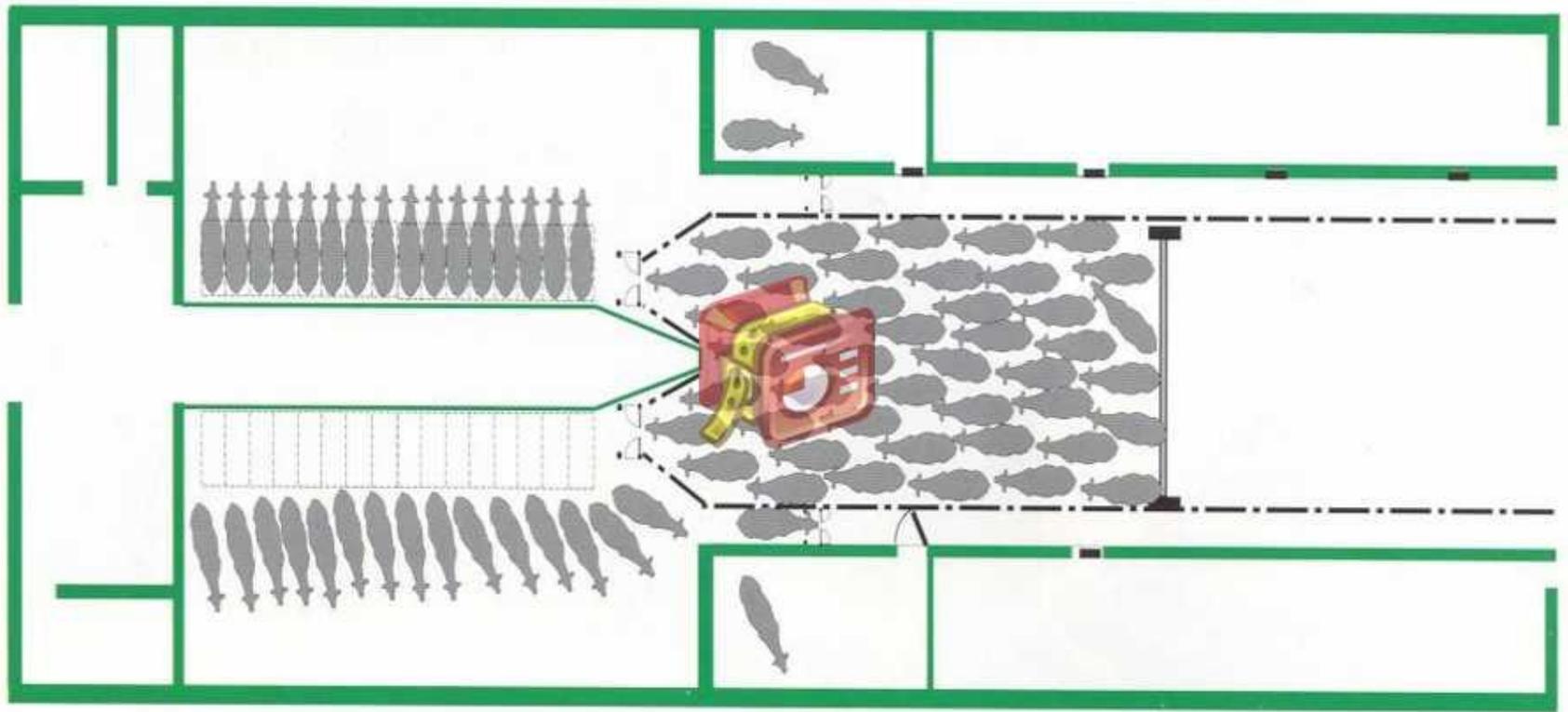
«Елочка» (2 × 2 ... 2 × 12)



«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 см³) и т.д.

База данных по комплектующим



Вакуумные установки (водокольцевые 60, 120, 180 м³/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



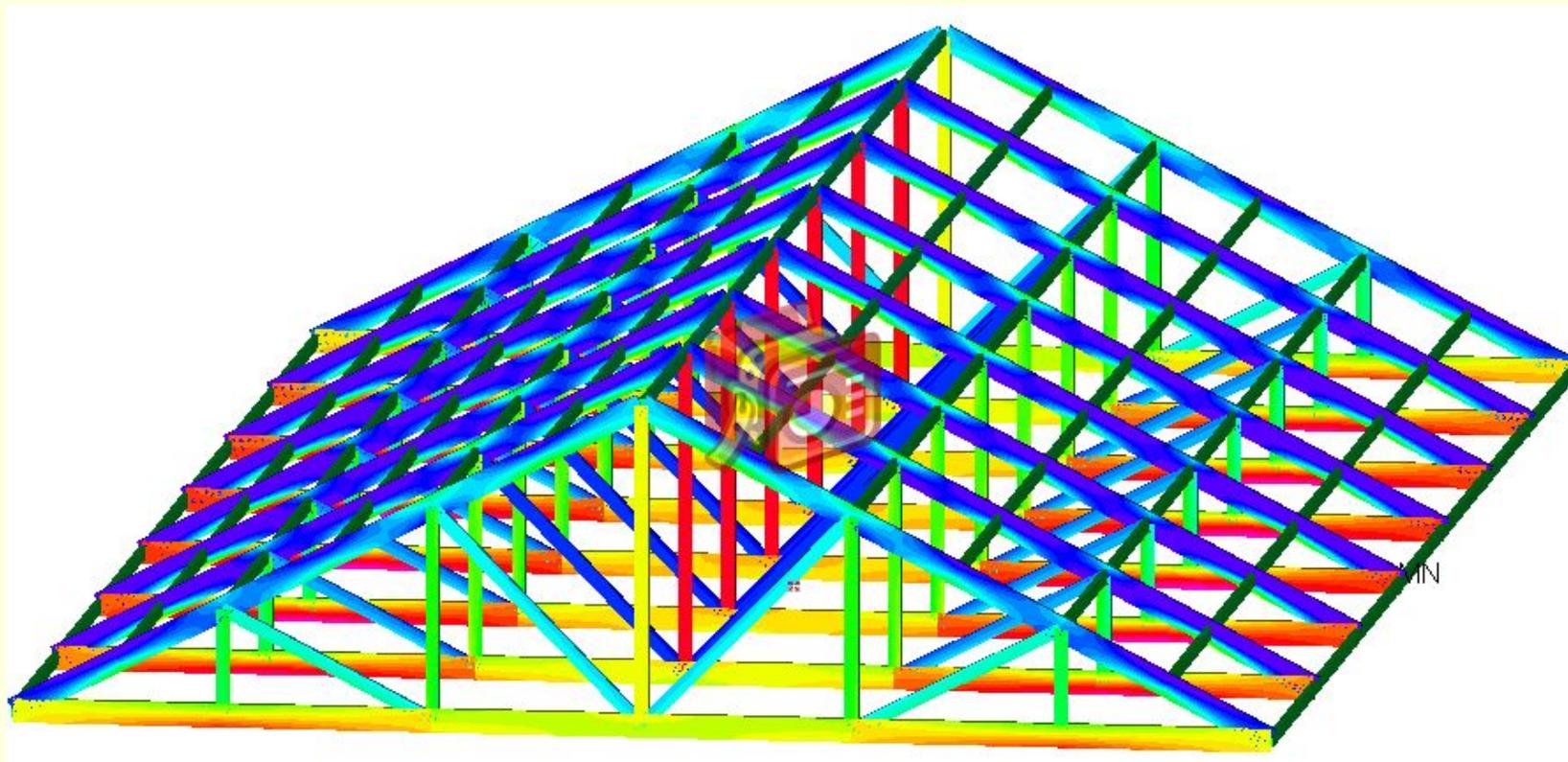
Расчетная модель конструкции коровника

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



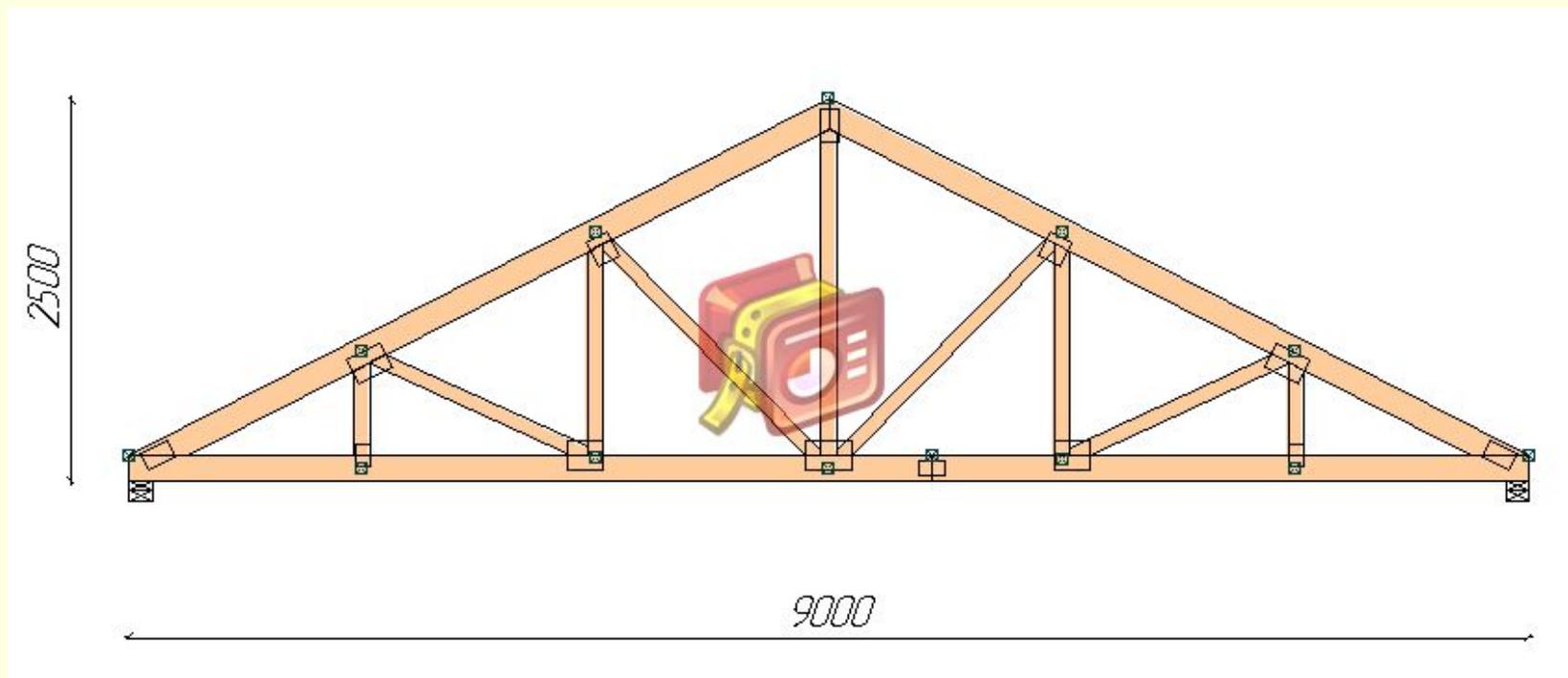
1. Материал перекрытий – дерево;
2. Габаритные размеры;
3. Нагрузки (снеговая, ветровая и др.

Результат расчета прочности конструкции



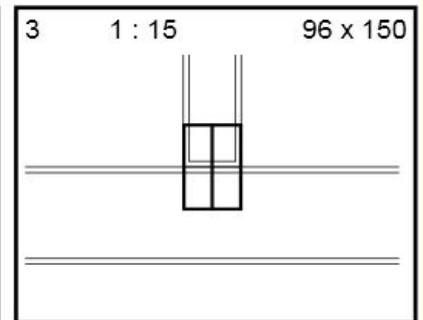
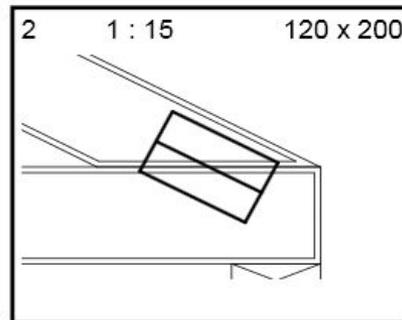
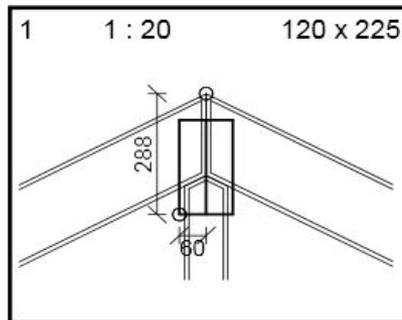
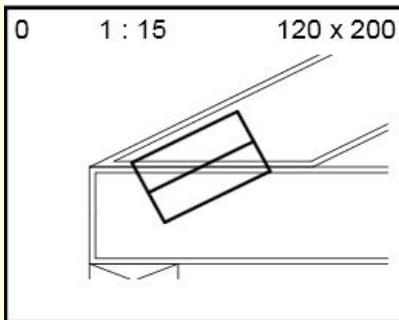
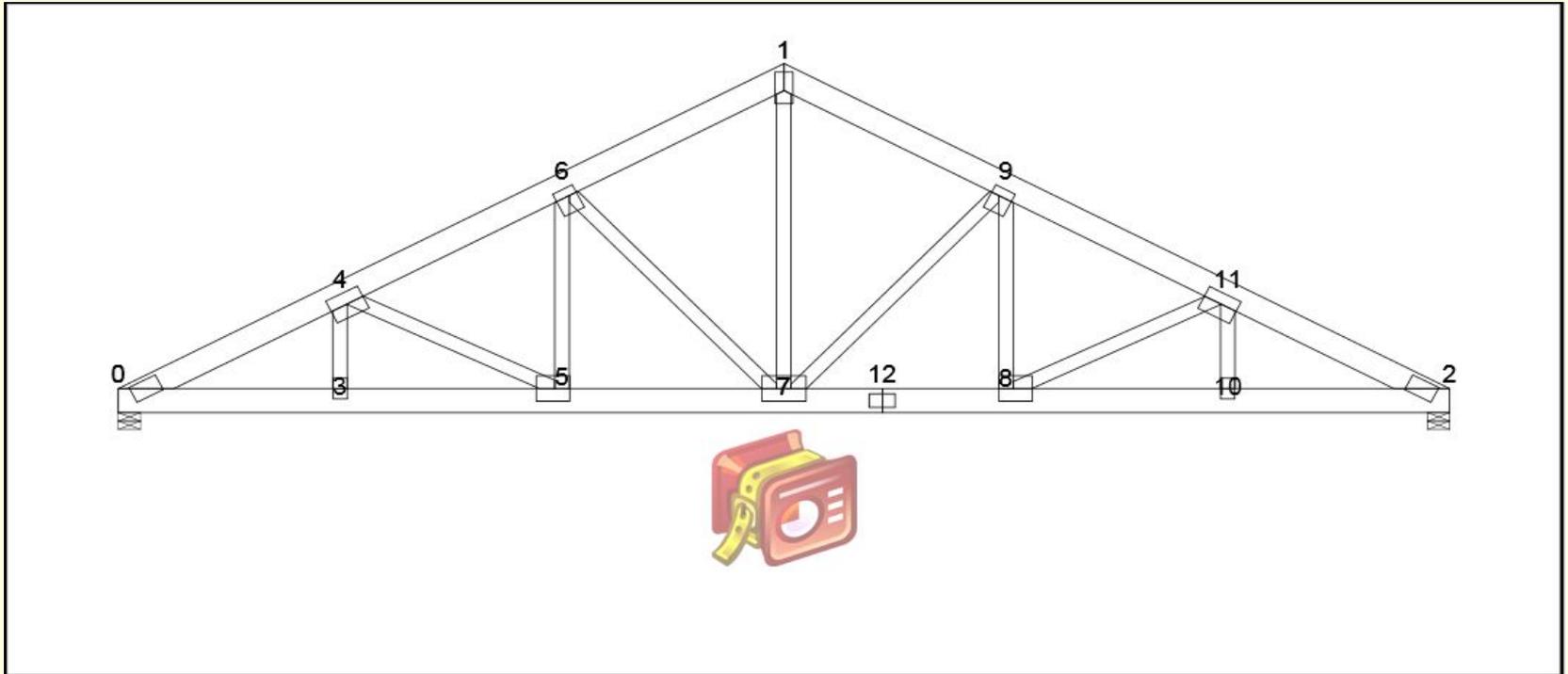
Распределение напряжений в элементах конструкции

Соединение узлов элементов фермы



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

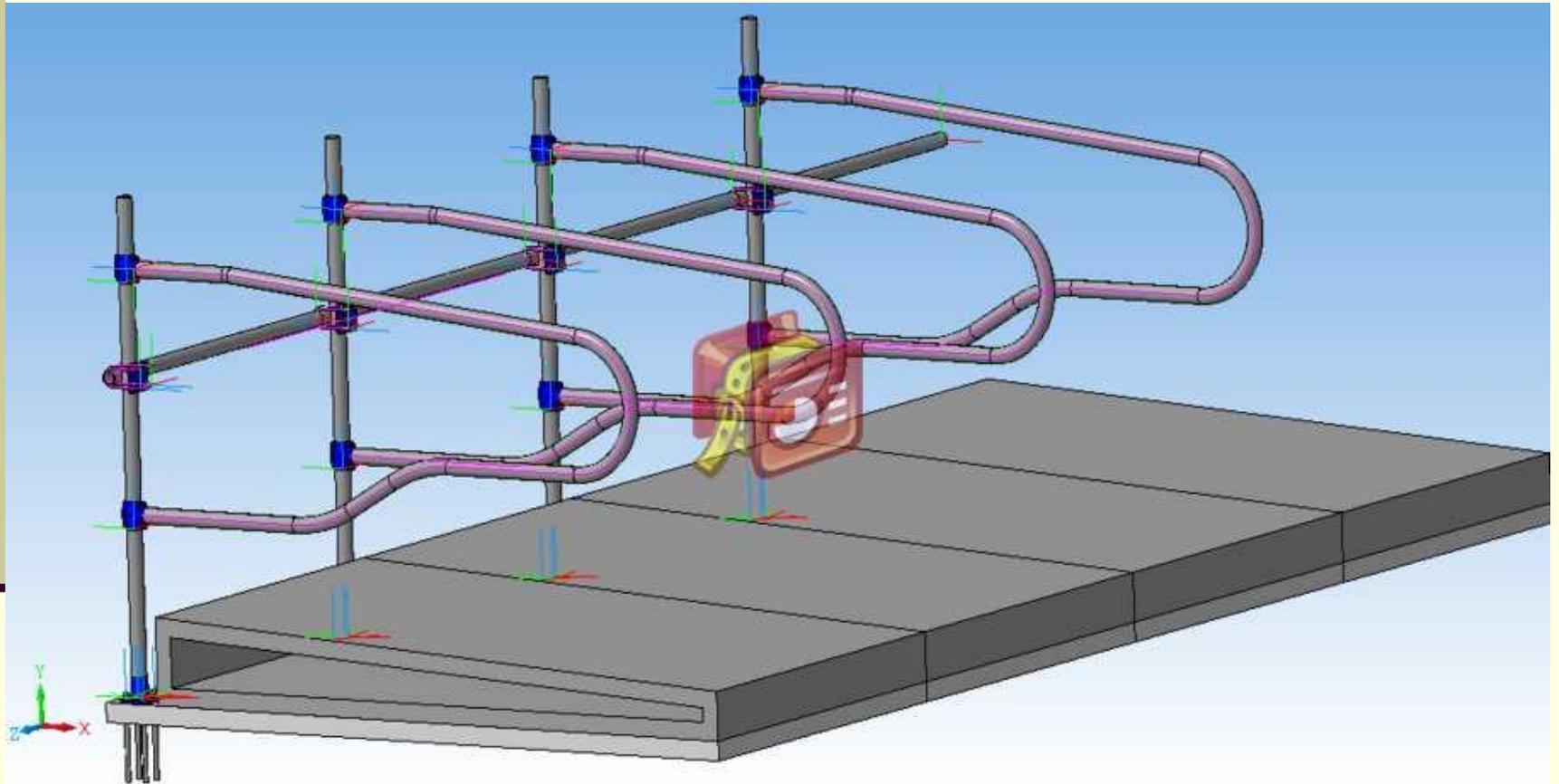
Схема монтажа пластин



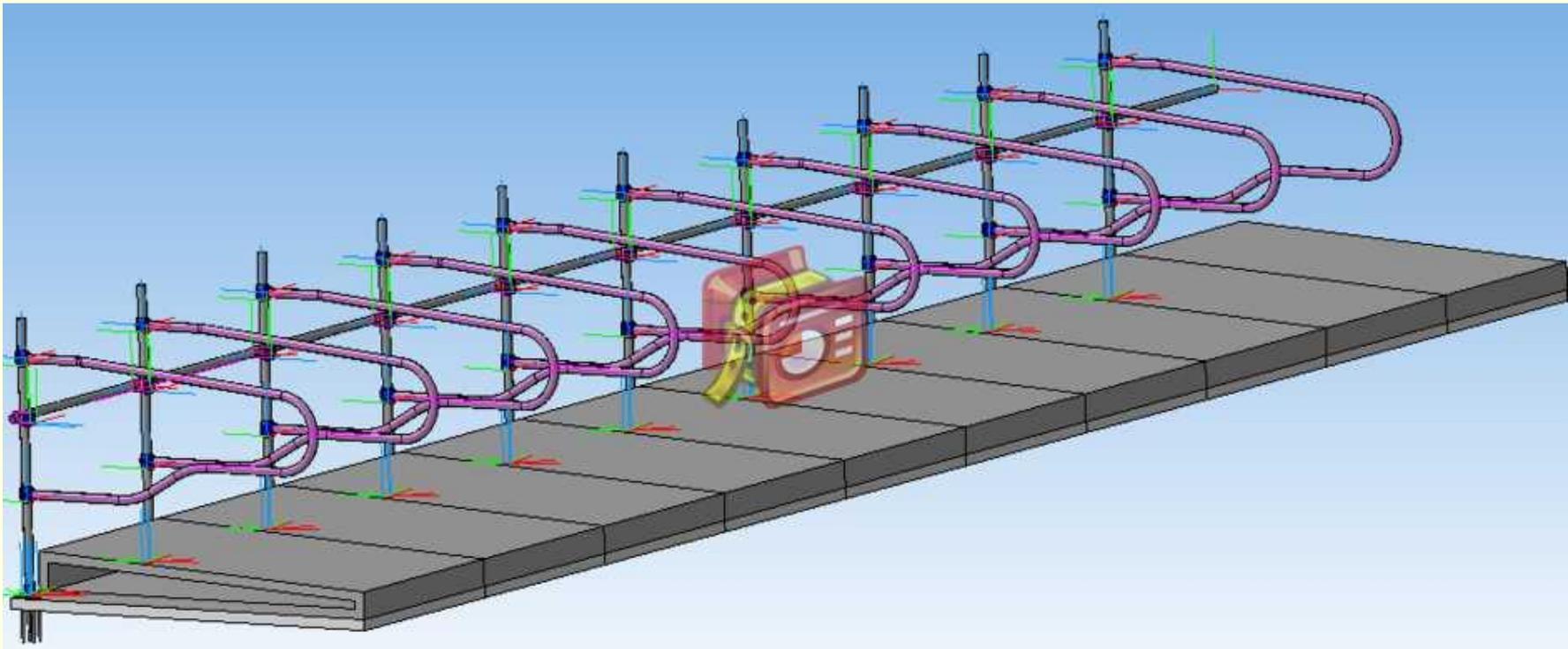
Схемы распила брусьев для изготовления фермы.

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

