



# Принципы совмещения и критерии оптимизации ХТП

Лекция 3

**Оборудование биотехнологических предприятий**

Лесина Ю.А.

Томск, 2015

# План

1. Критерии оптимизации
2. Анализ возможности совмещения производств
3. Основные этапы синтеза гибкого или совмещенного производства

# Этапы синтеза ТС фармацевтических производств

1. определение ассортимента выпускаемых продуктов (основной и дополнительный ассортимент);
2. формирование структуры системы (число ТС равно количеству групп выпускаемых продуктов по признакам близости числа и видов технологических стадий, общности используемого сырья),
3. определение числа аппаратурных стадий, типа и конструкции основных аппаратов каждой стадии (базовый продукт: наибольшее число технологических стадий, наибольшее количество стадий, которые невозможно реализовать в емкостных аппаратах периодического действия, максимальный объем выпуска);

# Этапы синтеза ТС фармацевтических производств

1. определение числа и основных размеров аппаратов стадий системы, позволяющих выпустить продукты выбранного ассортимента в плановых количествах за отведенное время с минимальными затратами (оценка степени подобия аппарата технологической стадии).

## 2. Критерии оптимизации

- **Критерий времени (ч) - R1:**

$$Tg \rightarrow \min.$$

- **Критерий прибыли (руб) - R2.**

$$ПР = (C_i - CC_i) \times PR_i,$$

где  $C_i$  — цена  $i$ -го продукта, руб;

$CC_i$  — себестоимость единицы продукции, руб/кг;

$PR_i$  — производительность по продукту  $i$ , кг.

- **Критерий переналадок (количество, часы, рубли) - R3.**

$$T_{cl} = NPRS_{ik} \times t_{csl_{ik}} \rightarrow \min,$$

где  $NPRS_{ik}$  — число переходов с продукта  $i$  на продукт  $k$ ;  $t_{csl_{ik}}$  — время чистки и переналадки оборудования при переходе с  $i$  на  $k$ , ч.

- **Критерий нагрузки на оборудование (коэффициент использования оборудования) - R4.**

$$K_e = f(t_{csl}, REM) \rightarrow \min,$$

- где  $t_{csl}$  — простои оборудования с учетом чистки и переналадки, ч;  $REM$  — затраты на ремонт оборудования, руб.

# 2. Критерии оптимизации

- **Критерий адаптивности производства (например, изменение спроса, чрезвычайные производственные ситуации и т.д.) - R5.**

$$PN = \sum pni \times DPR i,$$

где  $pni$  — штраф за кг не выпущенного продукта, руб;  
 $DPR i$  — отклонение от производительности, кг.

- **Критерий, характеризующий расходы на подготовку исходного сырья (рубли) - R6.  $\rightarrow$**

$$Fs = f(KZi, TPZi) \rightarrow \min,$$

где  $TPZi$  — затраты на транспортировку сырья для производства продукта  $i$ , руб.

- **Корреляция между продуктами (один продукт — полупродукт для получения другого) - R7.**

$$W(p) \rightarrow \text{opt},$$

- где  $p$  — последовательность выпуска продуктов.

# 1. Анализ возможности совмещения производств

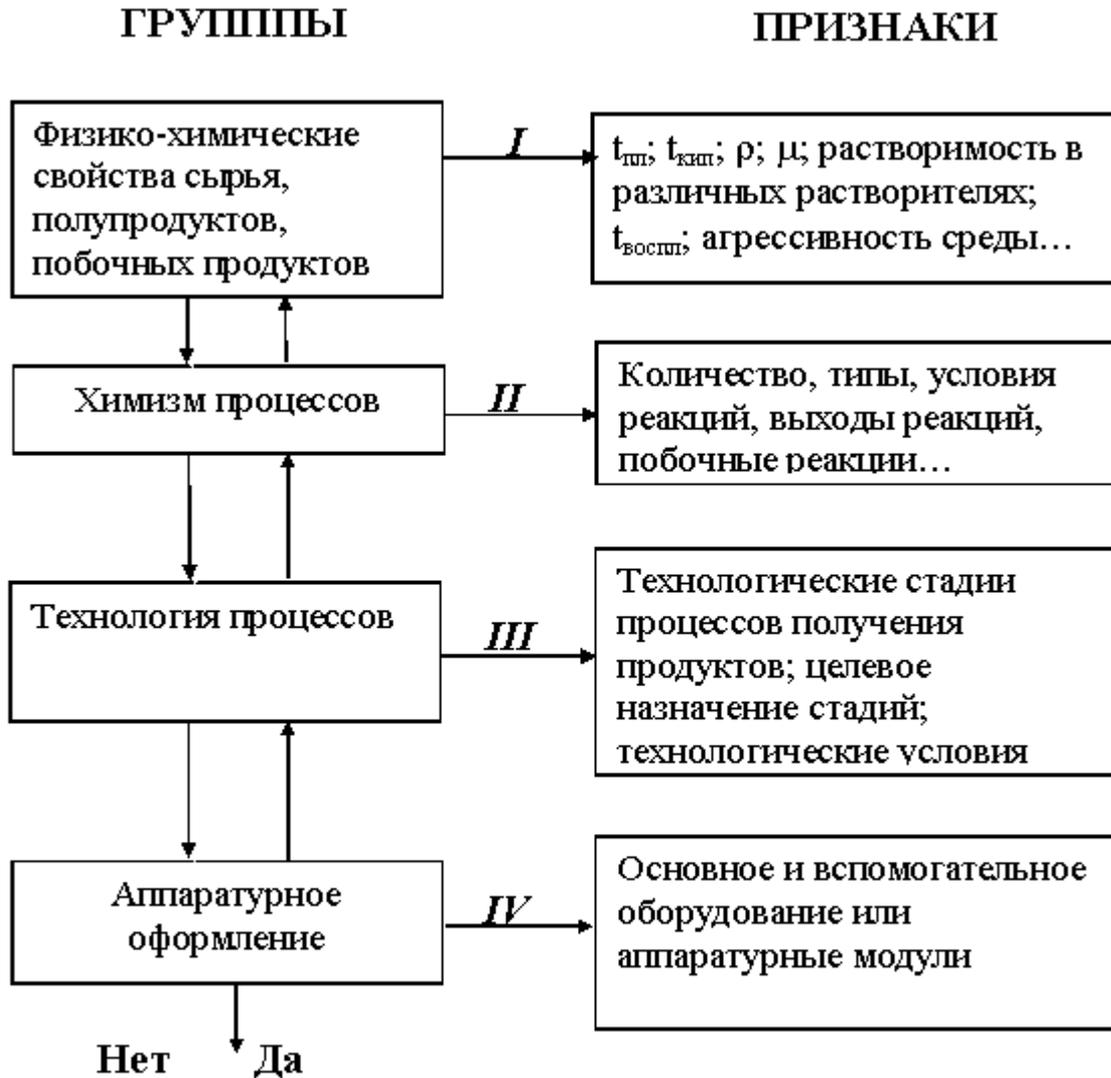


Рис 2. Иерархическая структура совмещения ХТП



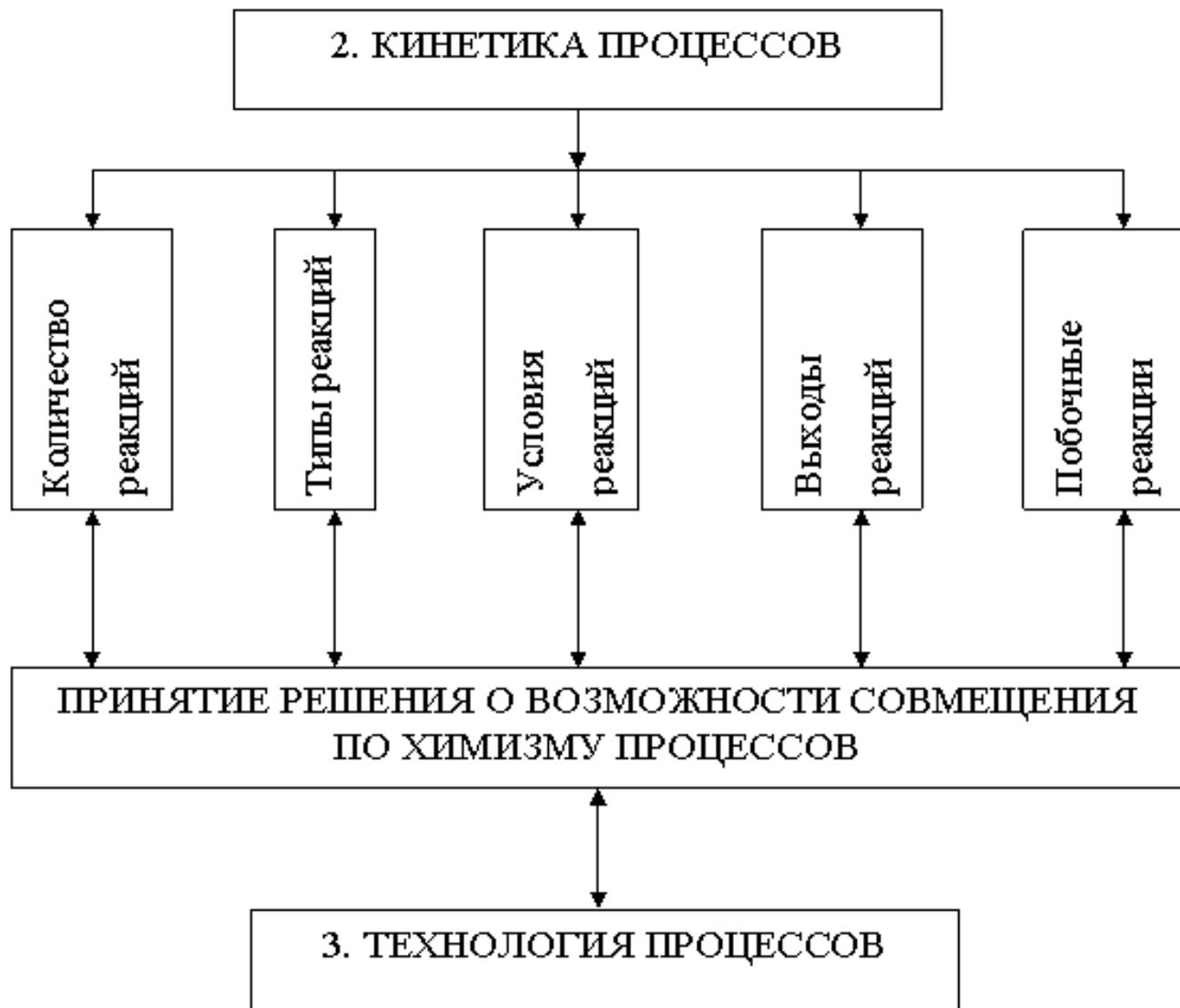


Рис. 4. Анализ совмещения по кинетике технологических процессов

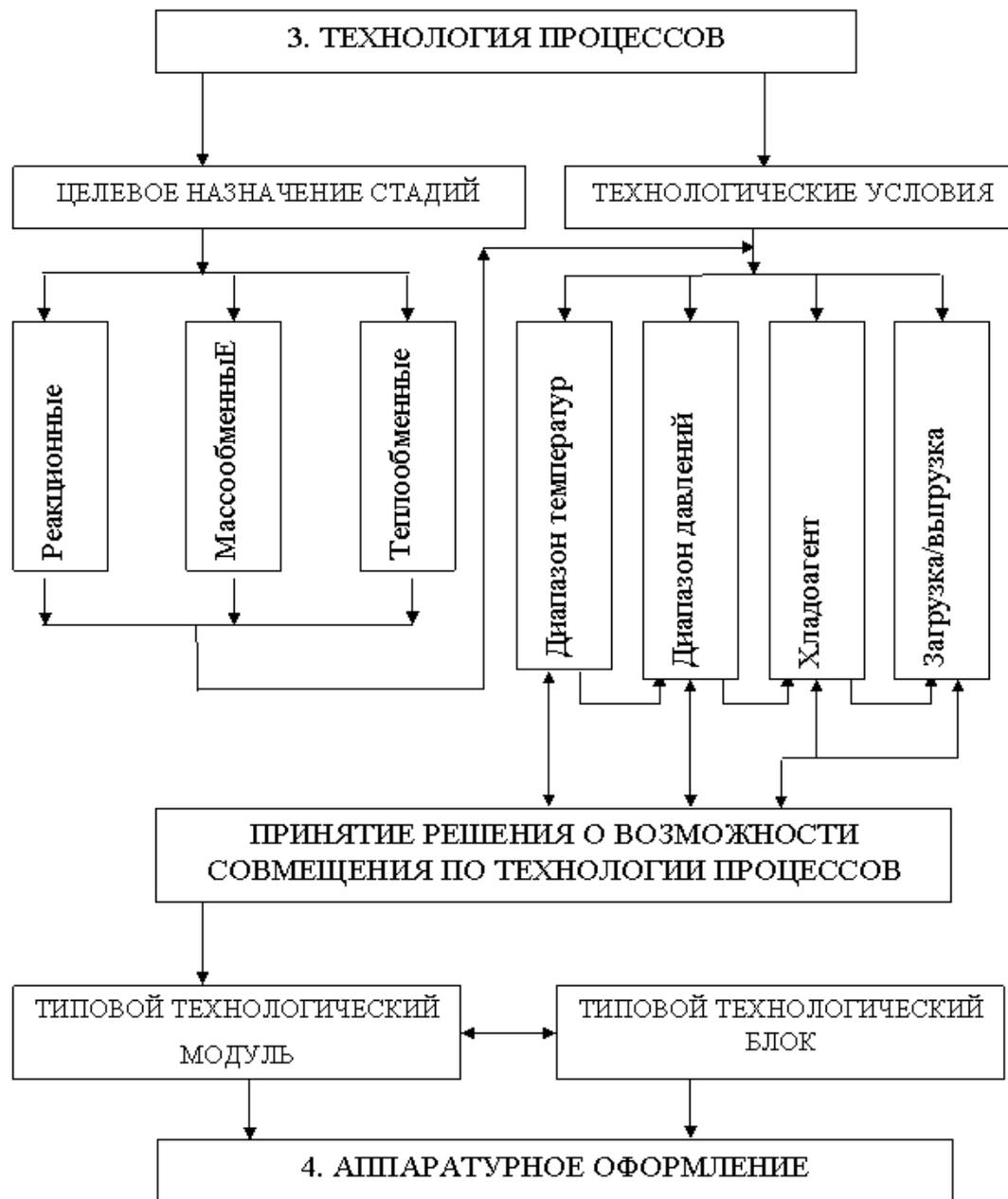
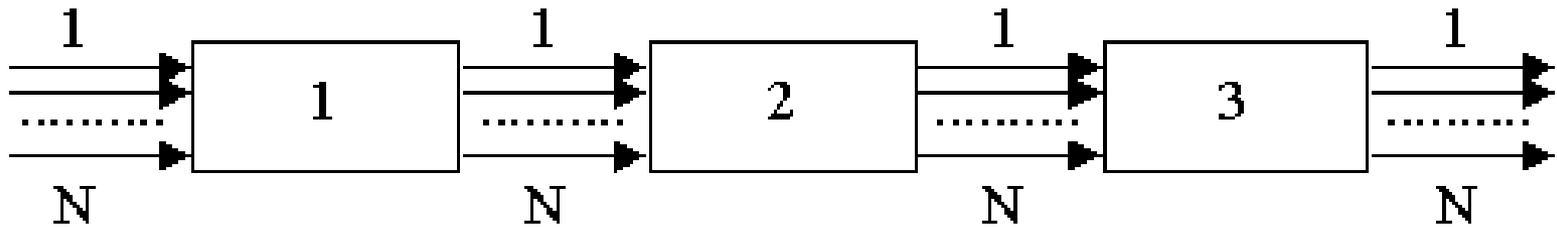


Рис.5 Анализ совмещения по технологии процессов

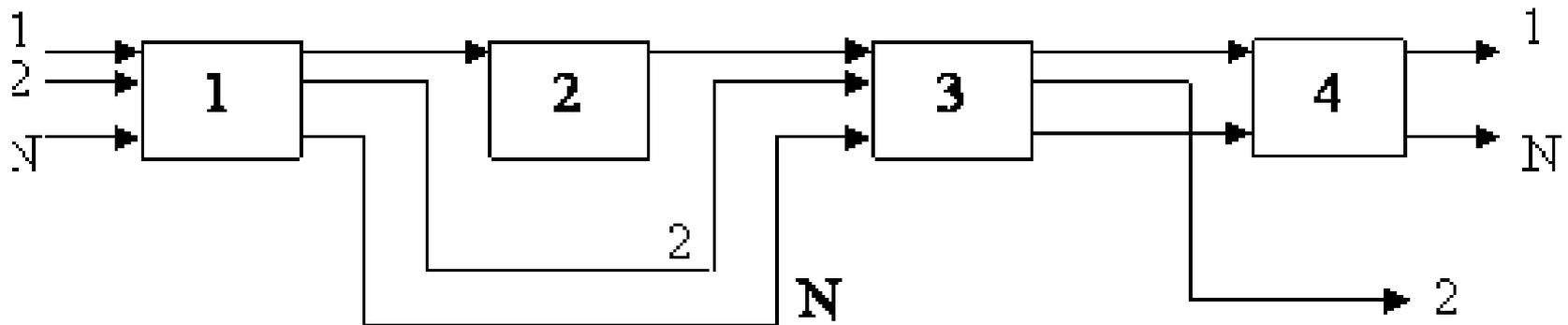


Рис. 6. Анализ совместимости аппаратного оформления процессов

- Полностью совмещенная ХТС



- Частично совмещенная ХТС

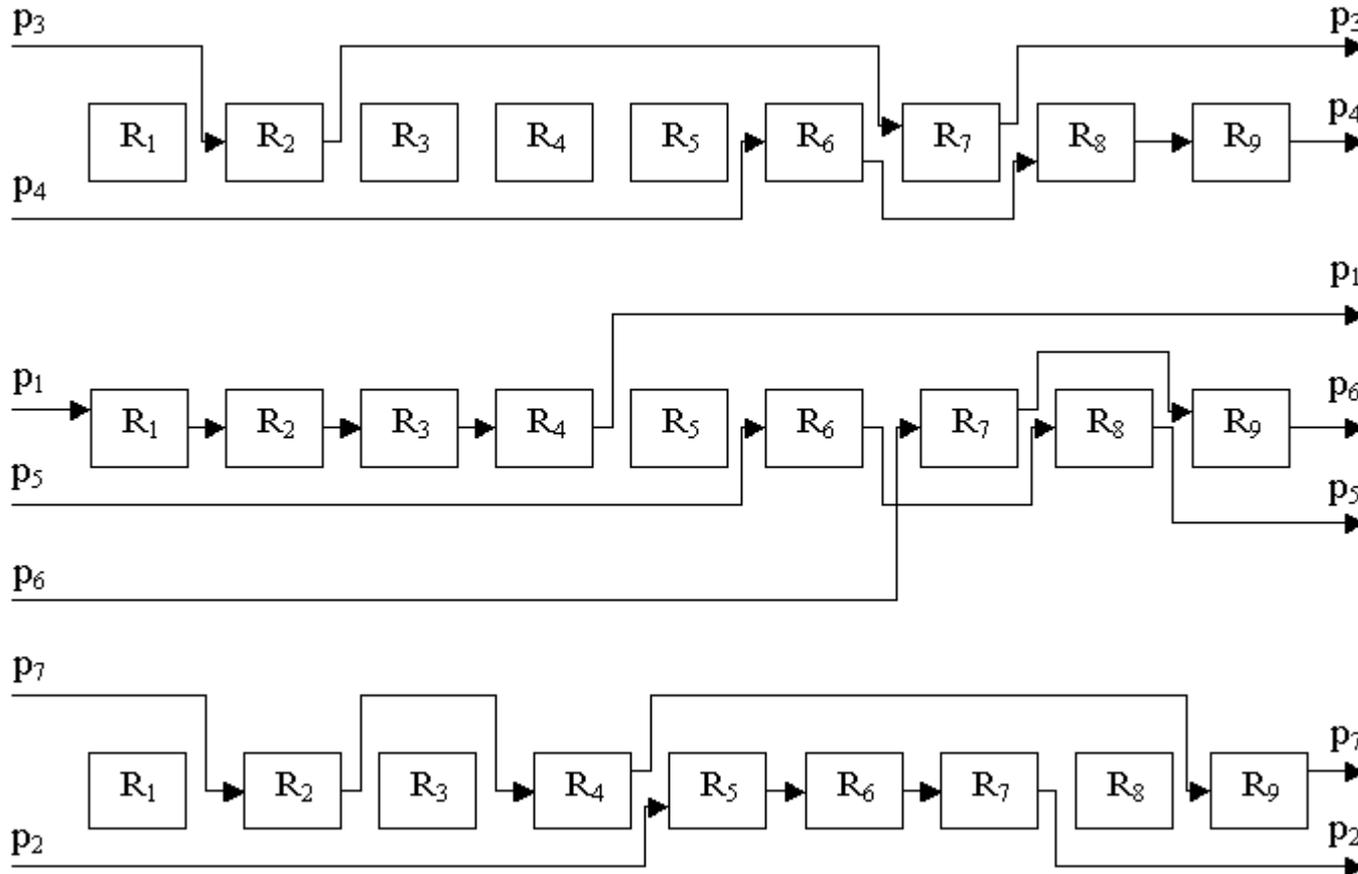


### 3. Основные этапы синтеза гибкого или совмещенного производства

1. Задан ассортимент и производительность схемы по продуктам ( $Q$ ) и плановый срок выпуска ( $T_{пл}$ ).
2. Проводим анализ совмещения, исходя из технологических регламентов:
  - если технологическое оборудование для продуктов по типу совпадает (полное совмещение), то совмещенная схема строится по аппаратурному оформлению любого продукта;
  - если оборудование для продуктов различается, то гибкая или совмещенная схема формируется на основе регламента продукта с большим числом аппаратов, к которым добавляются недостающие типы аппаратов для других продуктов.

# 3. Основные этапы синтеза гибкого или совмещенного производства

В результате имеем структурную схему гибкого (совмещенного) производства и маршруты выпуска продуктов.



# 3. Основные этапы синтеза гибкого или совмещенного производства

3. Рассчитываем расходные коэффициенты (материальные индексы).
4. Определяем длительности технологических циклов работы стадий и строим диаграмму Гантта:
  - оцениваем простои оборудования;
  - формируем ограничения на время выпуска.
5. Выбираем ряды нормализованного оборудования для всех стадий.

# 3. Основные этапы синтеза гибкого или совмещенного производства

6. Оцениваем величину размера партий продуктов:

- по размерам типовых нормализованных аппаратов в стандартном ряду для каждой стадии и выбираем значение из общего диапазона изменения, найденного для всех стадий. Например, максимальный диапазон;
- оцениваем величину размера партии каждого продукта ассортимента по плановому сроку выпуска продукции.

7. Для выбранного способа выпуска продукции проверяем выполнение ограничения на плановый срок выпуска:

$$T_{\text{г}} = \sum_{i=1}^n T_i \leq T_{\text{пл}}$$

- если  $T_{\text{г}} > T_{\text{пл}}$ , то вариант структуры недопустим. Необходимо для уменьшения времени выпуска продукции либо увеличить размер партии продуктов либо установить параллельные аппараты на лимитирующих стадиях;
- если  $T_{\text{г}} \leq T_{\text{пл}}$ , то получаем допустимый вариант структуры, для которого выполняем расчет размеров аппаратов.

8. Намечаем стратегию поиска оптимальной схемы производства (структура и размеры) по выбранному критерию оптимальности.

9. Выполняем оценку альтернативных вариантов схемы и выбираем наилучший.