



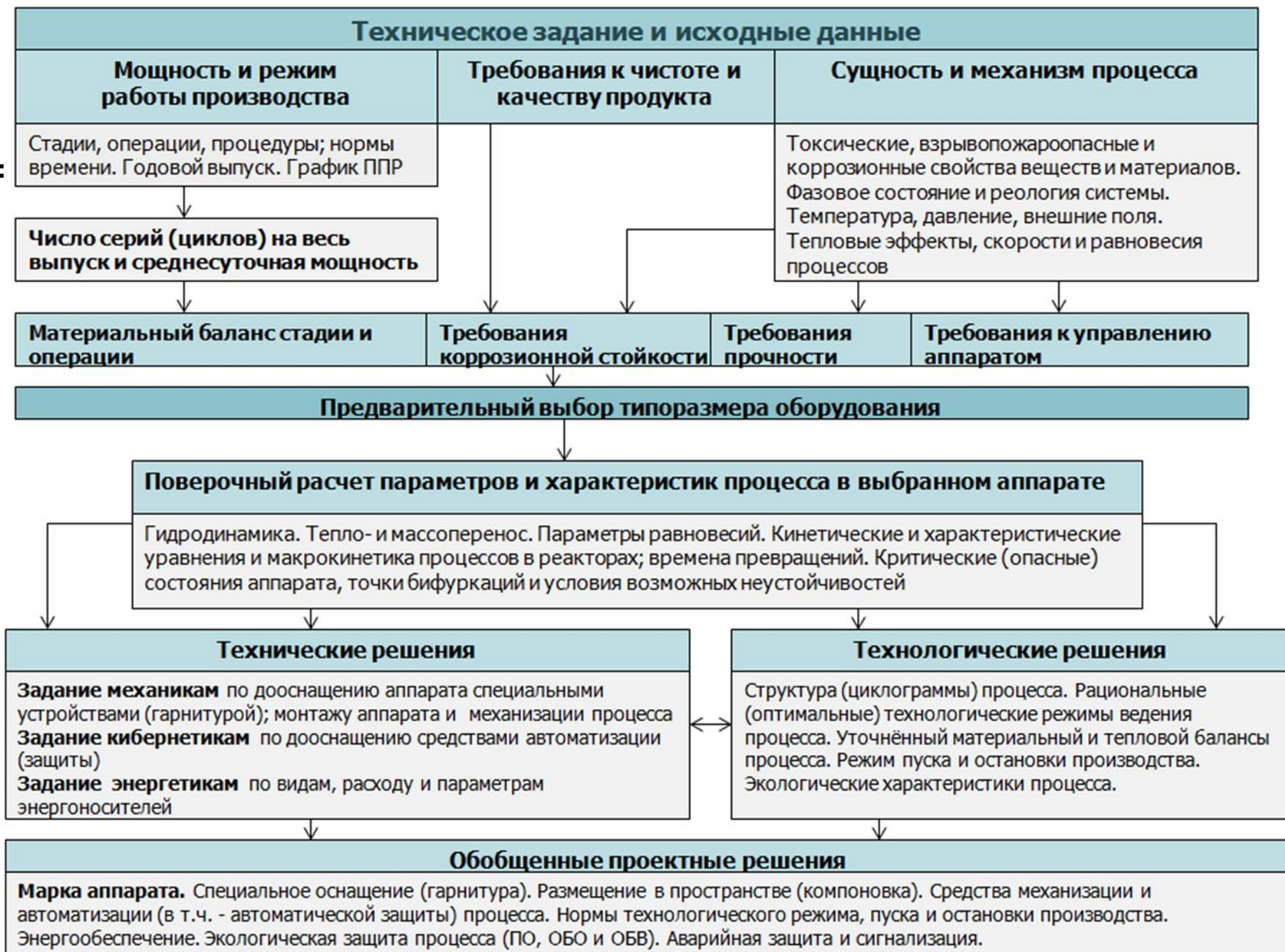
# Синтез общей структуры биотехнологической схемы производства

## Лекция 2

**Оборудование биотехнологических предприятий**

Лесина Ю.А.

Томск, 2015



# Факторы, определяющие выбор схемы синтеза:

## 1

- число стадий синтеза и их длительность;
- выходы и селективность по стадиям;
- патентная чистота метода синтеза;
- технологичность процесса;
- сравнительное качество продуктов, получаемых по различным методам и их стабильность при хранении; экологические характеристики процесса (токсичность, взрыво- и пожароопасность используемых веществ, состав сточных вод и выбросов в атмосферу);
- доступность и стоимость всех видов сырья;
- вопросы механизации и автоматизации процесса;
- ориентировочная оценка возможного аппаратурного оформления процесса, износа (коррозии) аппаратуры в предполагаемых условиях эксплуатации;
- учет возможностей предполагаемого места реализации в промышленном масштабе разрабатываемого синтеза.

# Технологический регламент








(ОСТ 64–02–003–2002. "Производство  
медицинской промышленности.

Технологические регламенты производства.  
Содержание, порядок разработки, согласования  
и утверждения»)

- комплексный документ, устанавливающий методы производства, технологические нормативы, технические средства, условия и порядок проведения технологического процесса, а также безопасность ведения работ и достижение оптимальных технико-экономических показателей конкретного производства.



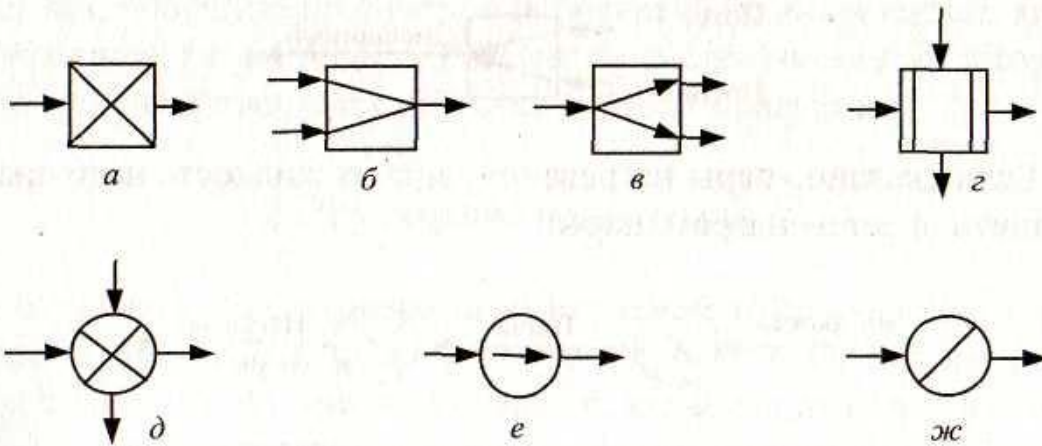
# Условные обозначения на технологических схемах

технологический процесс (операция)		отходы твердые	
получаемый на стадии промежуточный продукт или готовая продукция		отходы жидкие	
сырье, используемое в процессе		промежуточный продукт, загружаемый в технологический процесс	
отходы газообразные (выбросы в атмосферу)		технологический, химический и микробиологический контроль	КТ, КХ, КМ

# Условные обозначения стадий (индексы):

- «ВР» — стадии вспомогательных работ;
- «ТП» — стадии основного технологического процесса;
- «ПО» — стадии переработки используемых отходов;
- «ОБО» — стадии обезвреживания отходов;
- «ОБВ» — стадии обезвреживания технологических и вентиляционных выбросов в атмосферу;
- «УМО» — стадии упаковки, маркировки, отгрузки готового продукта.

Операторная схема:  
элементы – технологические операторы,  
объединенные в систему материальными связями.



Технологические операторы:

Основные:

*а* - биохимического превращения;  
*б* - смешения; *в* - разделения;  
*г* — межфазного массообмена;

Вспомогательные:

*д* — нагрева или охлаждения;  
*е* — сжатия или расширения;  
*ж* — изменения агрегатного  
состояния вещества

- схема дает наглядное представление о физико-биохимической сущности технологических процессов, используемых системой для последовательного превращения сырья в готовый продукт.



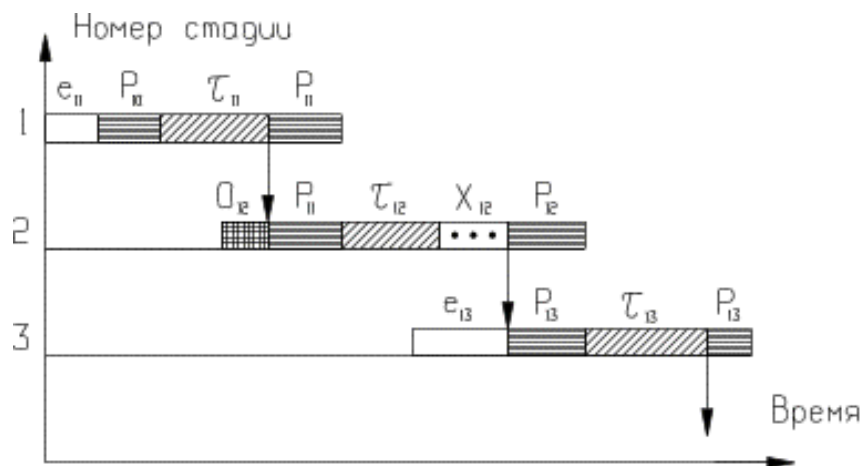
# Структурная схема






- Составляется на основе операторной, при этом операторы заменяются конкретными аппаратами, наиболее соответствующими требованиям той технологической операции, для которой предназначен аппарат (реактор, смеситель, теплообменник и т.п.)
- Горизонтальные линии схемы изображают материальные связи, вертикальные – энергетические. Используют для составления аппаратурной схемы и составления тепловых балансов.

# График гармонизации работы оборудования

- **Цель составления:** выбор и определение рационального варианта загрузки и простоев аппаратуры.
- **Требования к составлению:** соблюдение поточности процесса, ритмичности, минимального количества простоев оборудования.

# Технологический цикл аппарата – упорядоченная последовательность технологических и организационных мероприятий, имеющих конечную продолжительность



-  -  $e_{ij}$ , время подготовки аппарата
-   $P_{ij}$ , время передачи партии продукта
-   $\tau_{ij}$ , время физико-химических превращений
-   $O_{ij}$ , время промывки аппарата после предыдущего продукта
-   $\chi_{ij}$ , время ожидания

Продолжительность  
технологического цикла равна  
сумме длительностей операций:

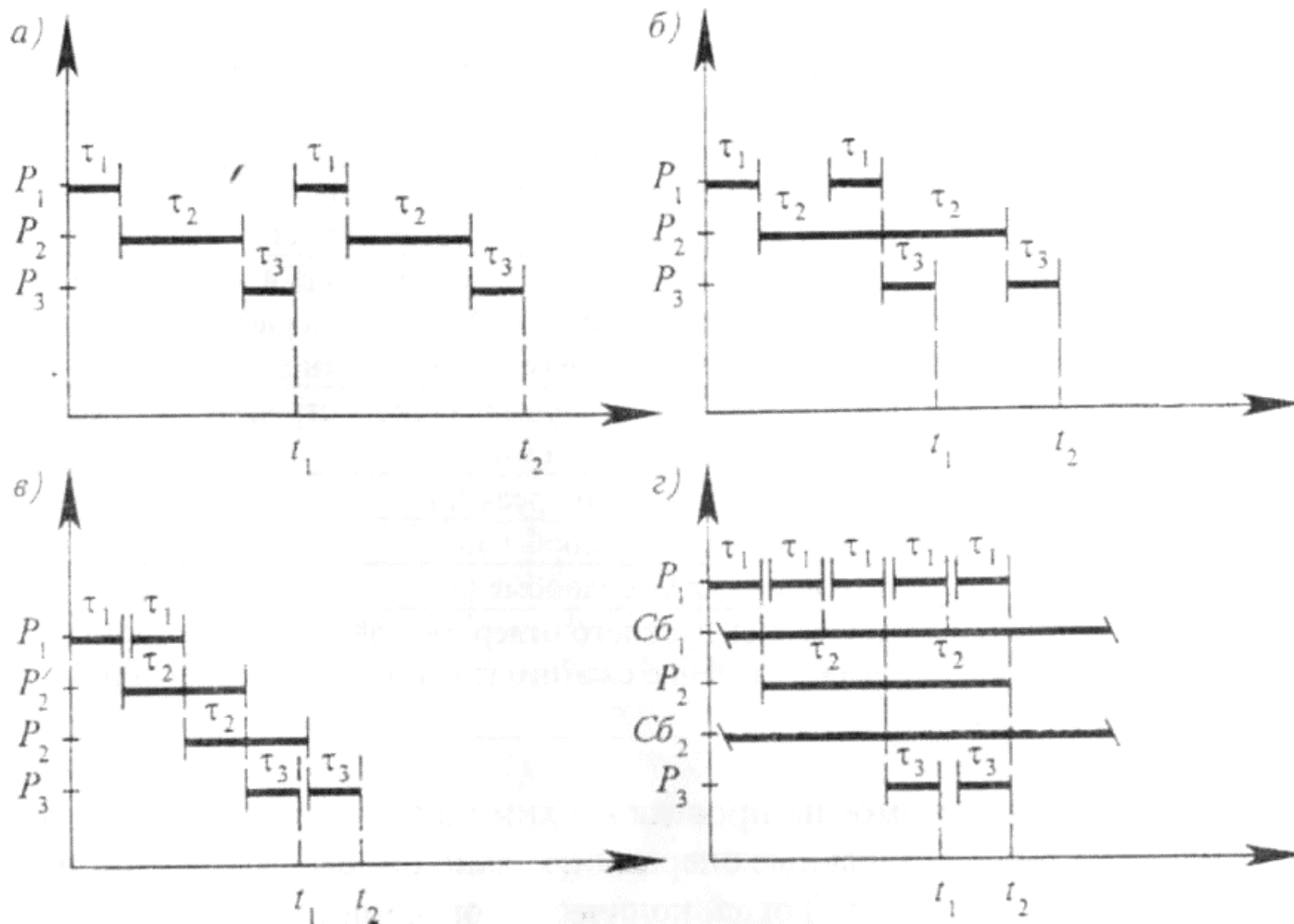
$$t_{ij} = o_{ij} + e_{ij} + p_{i(j-1)} + \tau_{ij} + p_{ij} + \chi_{ij}$$



**Процесс функционирования аппаратов периодического действия  
изображается в виде графиков Гантта**

# График Гантта

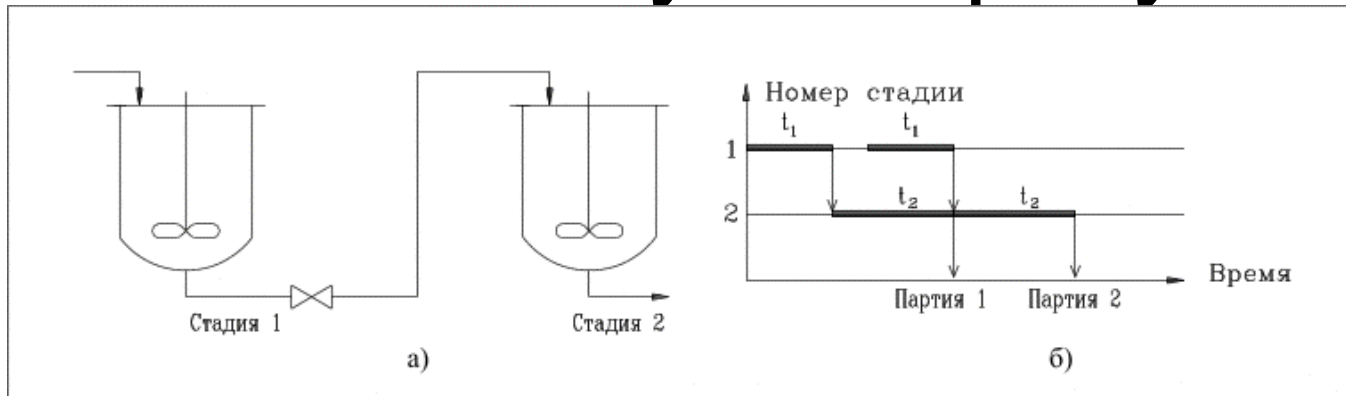
- на графиках отображаются **только основные аппараты**;
- если передача из одного аппарата в другой пренебрежительно мала по сравнению со временем работы аппарата, то на графике процесс передачи не отображается. В противном случае передача масс из аппарата в аппарат учитывается на графике.



**Временной график функционирования химико-технологической системы периодического действия:**

- а – без перекрывания технологических циклов;
- б – в оптимальном временном режиме;
- в – с параллельно соединенными аппаратами;
- г – с промежуточными емкостями

# Согласование работы оборудования по наиболее занятому аппарату

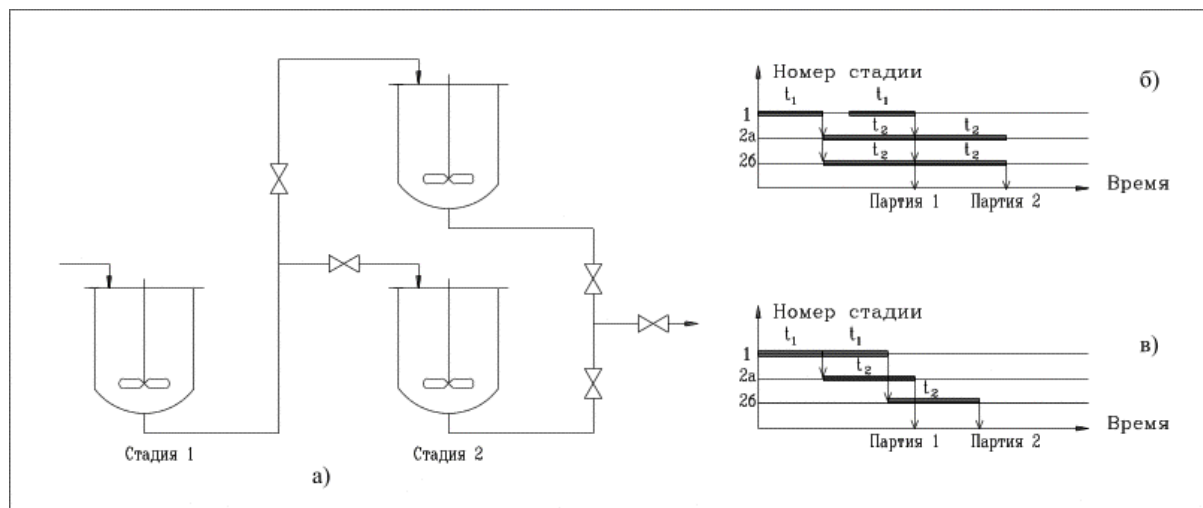


- необходимо выбрать реактор, имеющий наиболее продолжительный период работы,
- определить для него количество операций в сутки  $\beta$ , и принять эту величину постоянной для всего оборудования (и основного, и вспомогательного):

$$\beta = \frac{24}{\tau} = const$$

- Стадия, для которой  $\tau = t_{\Sigma}$  называется **лимитирующей по времени**.
- Такой вариант оптимален в том случае, если время работы реакторов различается незначительно.

# Согласование работы оборудования по наименее занятому аппарату



$$\alpha = \beta_1 \cdot n_1 = const; n_2 = \frac{\alpha}{\beta_2}; n_3 = \frac{\alpha}{\beta_3},$$

$$где \beta_3 = \frac{24}{\tau_3}; \beta_2 = \frac{24}{\tau_2}.$$

# 3.

## Аппаратурная схема производства

Аппаратурная схема является графическим отображением технологического процесса и представляет собой **условное изображение машин и аппаратов**, расположенных в строгой последовательности по ходу технологического процесса, и соединенных между собой соответствующими **линиями связи** (трубопроводами, транспортными средствами и т.п.).



# Алгоритм разработки аппаратурной схемы

- **Принципиальная** (*предварительный* выбор основного и вспомогательного оборудования как объектов для последующего расчета, оснащение схемы материальными и энергоресурсами, средствами автоматизации и управления).
- **Комплекс технохимических расчетов** (количество сырья и отходов, тип и основные параметры аппаратов, их количество, расход всех видов энергии).
- **Доработка** (уточнение) аппаратурной схемы с учетом расчетных данных.

# Основные требования к составлению аппаратурной схемы

- Расположение единиц оборудования на схеме должно соответствовать **последовательности** технологического процесса независимо от размещения оборудования в производственных помещениях;
- На схеме отображается **уровень** размещения оборудования;
- Все **позиции оборудования** нумеруются по ходу технологического процесса. В спецификации оборудования и пояснительной записке эта нумерация должна строго соблюдаться.
- На схеме должна быть приведена работоспособная конструкция установки, обеспечивающая **оптимальный ход технологического процесса и его безопасность**;

# Основные требования к составлению аппаратурной схемы

- На схеме отображаются **материальные линии**, связывающие оборудование в единую систему;
- На линиях трубопроводов (материальных, энергетических в соответствии с требованиями ЕСТД отображается **трубопроводная арматура**, необходимая для ручной или автоматической регулировки потоков и безопасной транспортировки жидкостей и газов (вентили, краны, клапаны, смотровые фонари, огнепреградители и т.п.);
- **Общезаводское и общецеховое оборудование** (общецеховые хранилища сырья, сборники общецеховых отходов, установки по переработке и регенерации растворителей и утилизации отходов производства) на чертеже **не приводятся**, но условными обозначениями или словами указывается откуда поступают и куда направляются вещества, отходы и т.п. производства;

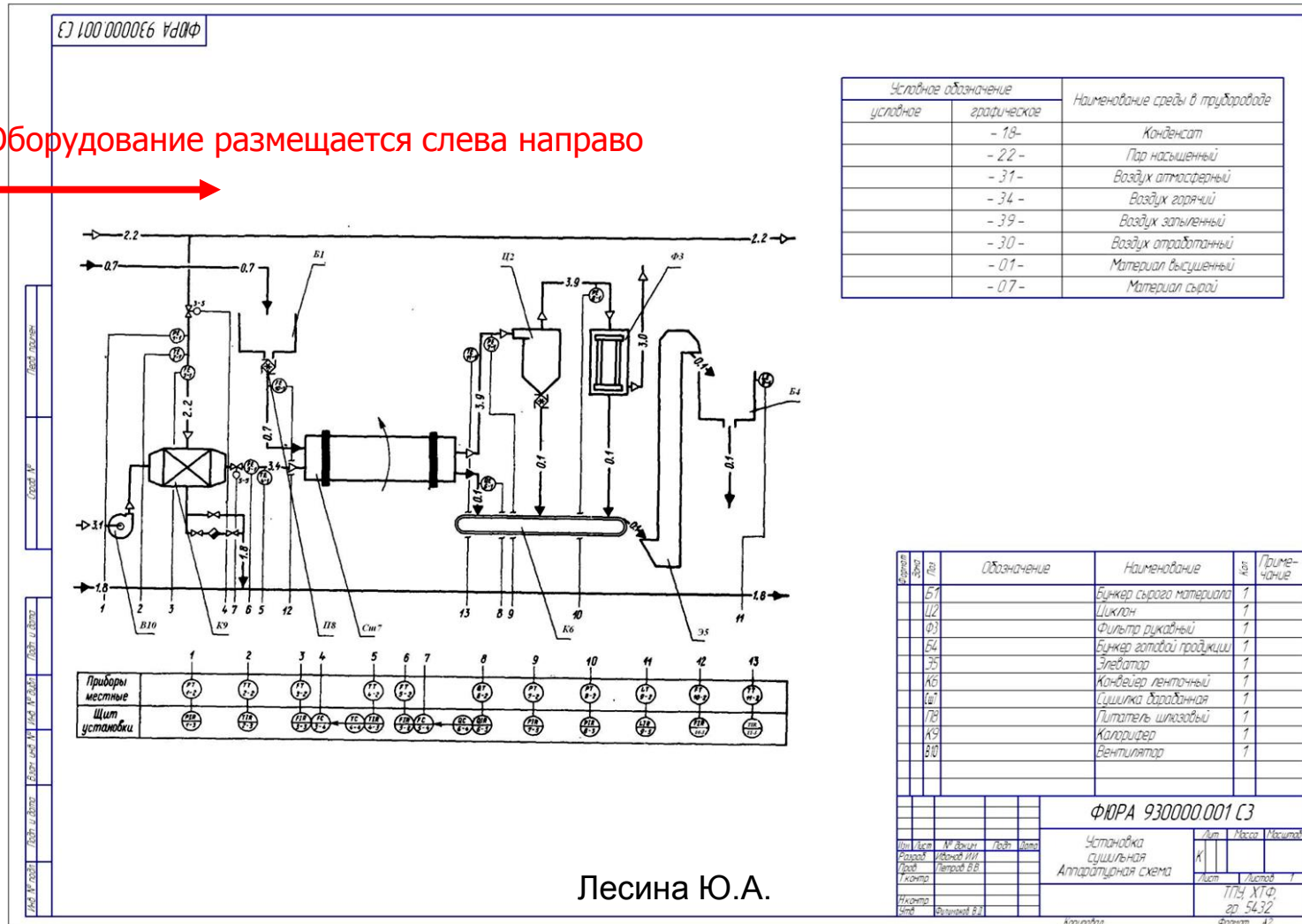
# Основные требования к составлению аппаратурной схемы

- На чертеже **не приводятся** схемы энергообеспечения установок и **трубопроводы с общезаводскими энергоносителями** (вода, пар, сжатый воздух, хладагенты и т.п.), но условными обозначениями указывается обеспеченность аппаратов энергоносителями, места их ввода и вывода;
- Если в производстве имеется несколько идентичных технологических линий (параллельных ниток) или несколько однотипных аппаратов (установок), выполняющих один и тот же вид работы, то на чертеже отображается лишь одна технологическая линия или аппарат, а их количество указывается в спецификации к чертежу;
- При выборе аппаратуры следует максимально использовать **стандартные установки, реакторы**, их оснастку и лишь в случае необходимости включать в схему уникальное нестандартное оборудование.

# Изображение и обозначения элементов и устройств

## 3.1.

Оборудование размещается слева направо



Аппаратурная схема должна содержать:

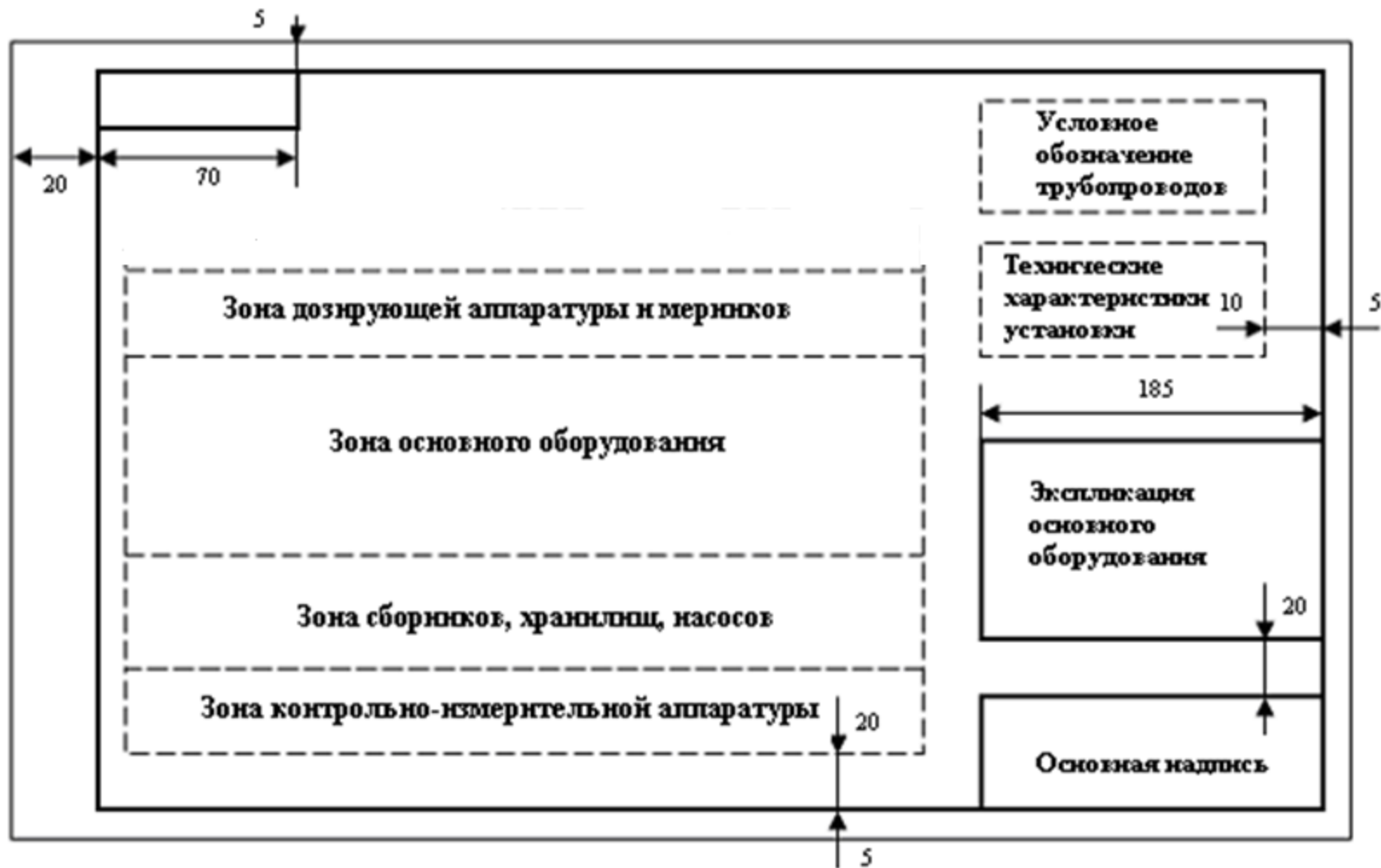
- условные и буквенно-цифровые изображения основного и вспомогательного оборудования (хранилища-сборники, мерники, аварийные емкости, насосы и т.д.), основных и вспомогательных трубопроводов и трубопроводной арматуры, обеспечивающих технологический процесс;
- приборы, средства автоматизации и управления, изображаемые условными обозначениями, а также линии связи между ними;
- технические характеристики установки;
- экспликацию оборудования и таблицу с условными обозначениями трубопроводов;
- основную надпись.

# Масштаб

- Чертеж аппаратурно-технологической схемы выполняется с **примерным соблюдением масштаба 1:50**. При очень малых габаритах аппаратуры (например, пилотная установка) допустим примерный масштаб 1:25.
- Допускается изображать элементы и устройства на схеме **без масштаба**, но с соблюдением соотношения габаритов.

# Рекомендуемое зонирование аппаратурной схемы

3.2.





# Изображение и обозначения элементов и устройств

Элементам и устройствам, показанным на схеме, присваивают:

1. **буквенное обозначение** (реактор – Р; компрессор – К; вентилятор – В; насос – Н; мерник – М)
2. **номер**, соответствующий порядку упоминания в тексте описания технологического процесса (М1, Р3).

Буквенное обозначение аппаратов, машин и механизмов проставляется непосредственно **на их изображении**, а при малом масштабе – в непосредственной близости от изображения (**на полках линий-выносок, проводимых от изображения**); для арматуры – рядом с её изображением.

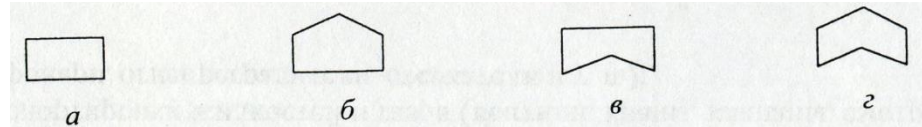
3.2.

Линии связи  
и их  
обозначения  
**ГОСТ 2.784-96 ЕСКД**

Передачу материальных потоков из одного аппарата в другой изображают в виде **ЛИНИЙ СВЯЗИ**

# Изображение и обозначения элементов и устройств на аппаратурной схеме

- В фармацевтической промышленности рекомендовано использование «флажкового» метода изображения технологического оборудования (в зависимости от основных условий работы)


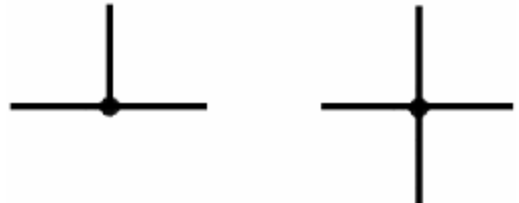
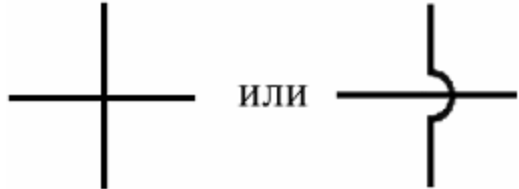
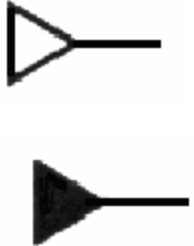


а) при атмосферном давлении; б) повышенном; в) пониженном; г) повышенном и пониженном

- Все элементы и устройства изображаются в виде **условных графических обозначений**, установленных ОСТ 64-043-87 – для технологического оборудования химико-фармацевтической промышленности и стандартами ЕСКД

**К технологическим трубопроводам** относятся трубопроводы в пределах промышленных предприятий, по которым транспортируется сырье, полуфабрикаты и готовые продукты, пар, вода, топливо, реагенты и другие вещества, обеспечивающие ведение технологического процесса и эксплуатацию оборудования, а также межзаводские трубопроводы, находящиеся на балансе предприятия.

Они непосредственно предназначены для транспортирования газообразных, парообразных и жидких сред в диапазоне от **остаточного давления (вакуум) 0,001 МПа** до условного давления 320 МПа и рабочих температур от -196 до 700 град. .

Наименование	Обозначение
<p>1. Трубопровод</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- линии всасывания, напора, слива</li> <li>- линии управления, дренажа, выпуска воздуха, отвода конденсата</li> </ul>	
<p>2 Соединение трубопроводов</p>	
<p>3 Пересечение трубопроводов без соединения</p>	 <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>
<p>4 Вид среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- газообразные среды</li> <li>- жидкие среды</li> </ul>	

5 Трубопровод гибкий,  
шланг

6 Соединение трубопроводов  
разъемное:

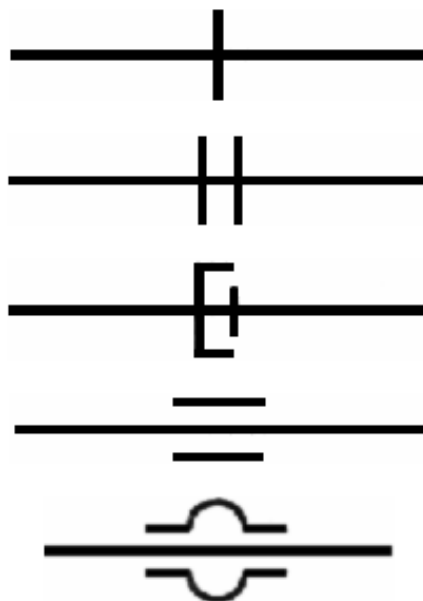
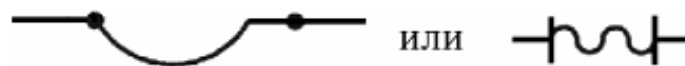
- общее обозначение

- фланцевое

- шпунтовое резьбовое

- муфтовое резьбовое

- муфтовое эластичное

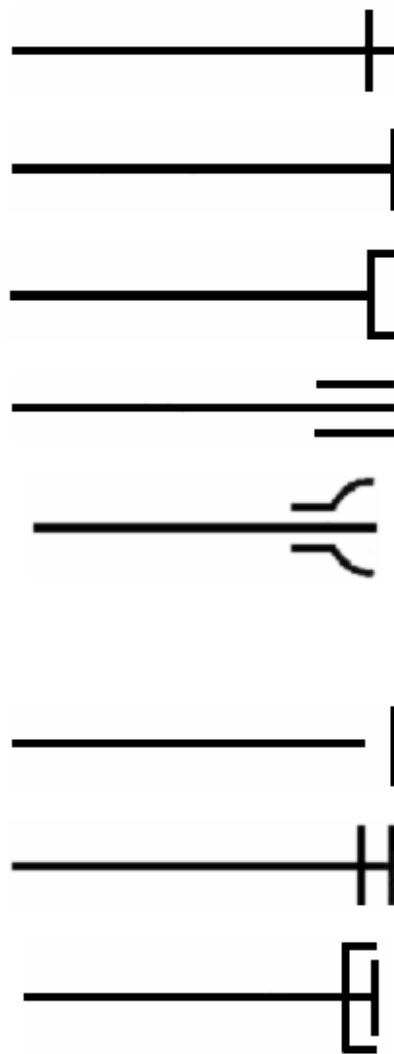


7. Конец трубопровода под  
разъемное соединение:

- общее обозначение
- фланцевое
- шпунтовое резьбовое
- муфтовое резьбовое
- муфтовое эластичное

8. Конец трубопровода с  
заглушкой (пробкой):

- общее обозначение
- фланцевый
- резьбовой



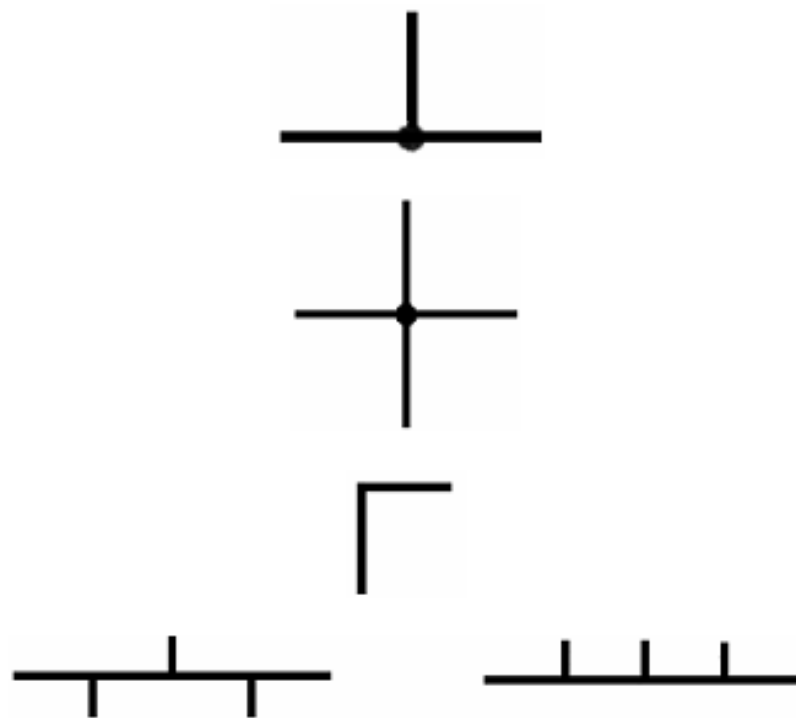
9 Детали соединений  
трубопроводов \*:

- тройник

- крестовина

- отвод (колесо)

- разветвитель, коллектор,  
гребенка





# ЛИНИИ СВЯЗИ

Направление материального потока обозначают **стрелками**.

Стрелки указываются на каждом трубопроводе

- в начале и в конце любого трубопровода, проведённого на схеме, в том числе и магистрального
- у места отвода трубопровода от магистрального
- у места отвода от машины или аппарата.

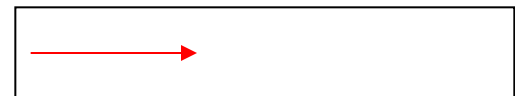
Стрелки указывают и **вид среды**:

светлые (незаштрихованные) – газообразные среды,  
тёмные (заштрихованные) – жидкие среды.

# Основные требования к

## 3.2. обозначению линий связи:

- Изображают в виде горизонтальных и вертикальных отрезков с наименьшим количеством изломов и пересечений;
- Не допускается пересекать изображения аппаратов и др.оборудования линиями трубопроводов;
- Расстояние между смежными параллельными линиями должны быть не менее 5 мм;
- Допускается обрывать линии связи. Обрывы заканчивают стрелками, у которых указывают место подключения. Например, *На сушку*



# Основные требования к

## 3.2. обозначению линий связи:

- Для отличия на схеме линий связи (трубопроводов) различного назначения применяют цифровые обозначения, проставляемые в их разрыве. Число проставленных цифровых обозначений на линиях трубопроводов должно быть минимальным, но обеспечивающим понимание чертежа и удобство пользования им. При значительной длине линий связи цифровые обозначения (номера) проставляют через каждые 250-300 мм.
- В соответствии с ГОСТ 14202-69 для обозначения транспортируемой среды установлено 10 укрупнённых групп веществ

# Основные требования к

## 3.2. обозначению линий связи:

- **На линиях материальных потоков указывают размещение основной арматуры, определяющей направление движения потоков (вентили, краны), а также контрольно-измерительные приборы, систему автоматизации. Арматуру и приборы изображают на схемах стандартными условными обозначениями.**

# Обозначения трубопроводной арматуры

<i>Вентиль запорный</i>	
<i>Вентиль, клапан регулирующий</i>	
<i>Клапан обратный</i>	 <p><i>Движение рабочей среды через клапан должно быть направлено от белого треугольника к черному</i></p>
<i>Клапан предохранительный</i>	
<i>Клапан дроссельный</i>	
<i>Задвижка</i>	
<i>Кран</i>	