

**Логистические основы  
организации и обслуживания  
производственных процессов**

**Лекция 4**

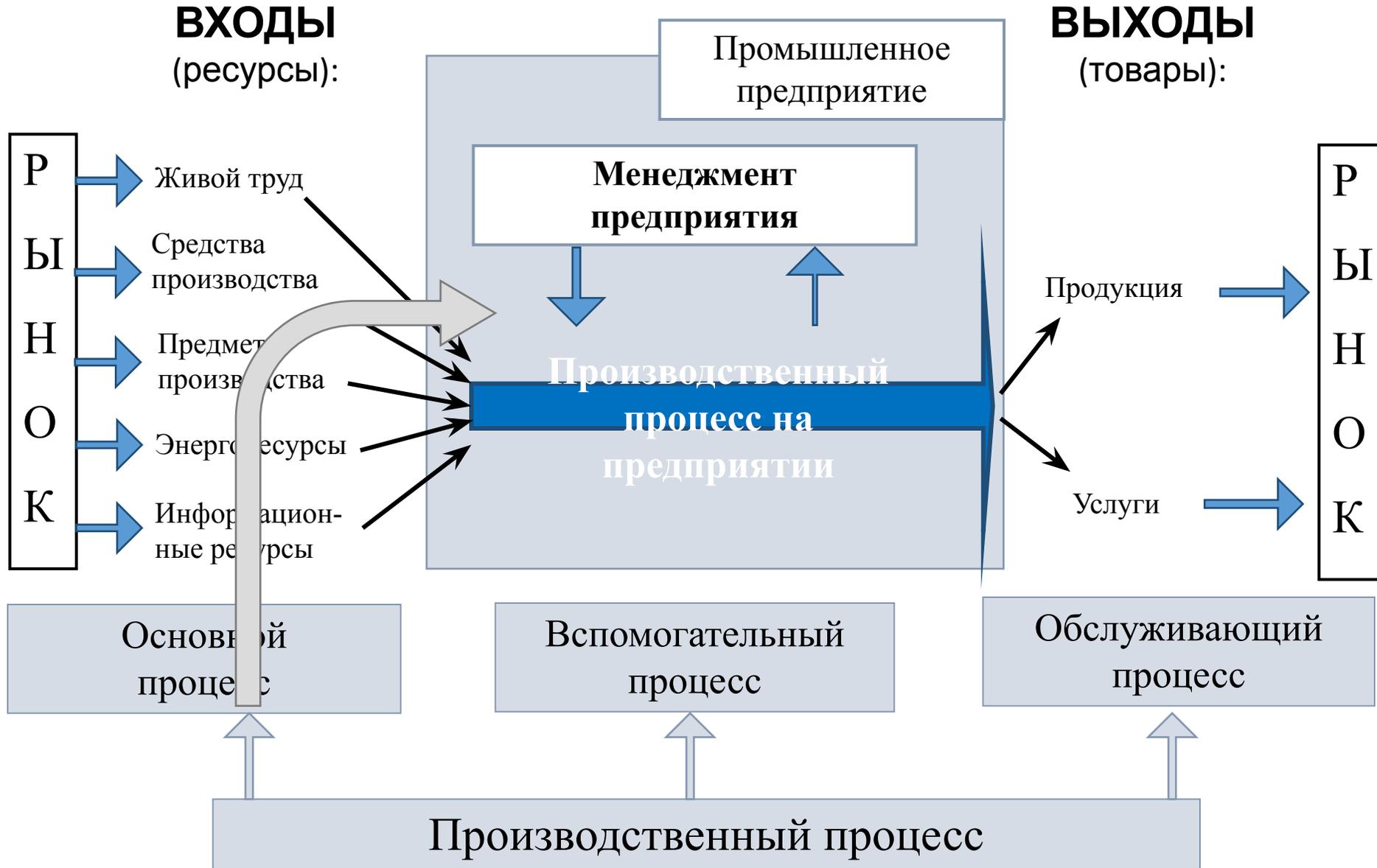
# Вопросы

1. Производственный процесс: понятие и содержание
2. Виды производственных процессов
3. Принципы организации производственного процесса.
4. Длительность и структура производственного цикла
5. Виды движения материальных ресурсов в производстве
6. Общая и производственная структура предприятия
7. Формы и методы организации производства
8. Организация поточного производства

# **Производственный процесс: понятие и содержание**

**Вопрос 1**

# Производственный процесс предприятия



## **Производственный процесс**

– это процесс воспроизводства материальных благ, осуществляемый на предприятии рабочей силой с использованием средств производства, энергетических и информационных ресурсов  
его цель – удовлетворение растущих материальных потребностей общества.

## **Производственный процесс**

определенным образом упорядоченный в пространстве и во времени комплекс трудовых и естественных процессов, направленных на изготовление продукции необходимого назначения, в определенном количестве и качестве, в заданные сроки

### Процесс труда

рабочий процесс, требующий приложения живого или/и овеществленного труда

#### Примеры:

- ▶ обработка детали на станке с загрузкой-выгрузкой рабочим;
- ▶ выполнение вычислений компьютером по программе, разработанной программистом.

### Естественный процесс

рабочий процесс, не требующий приложения ни живого, ни овеществленного труда

#### Примеры:

- ▶ естественное охлаждение отливок;
- ▶ старение заготовок в металлообработке.

# Структура производственного процесса предприятия

**Основной производственный процесс** – это совокупность процессов движения и преобразования **материальных потоков**, начиная с получения от поставщиков предметов производства (сырья, материалов, покупных изделий) и заканчивая выпуском готовой продукции; его цель – зарабатывание денег предприятием за счет удовлетворения материальных потребностей общества.

## Основной поток предметов производства

→ **дискретен** (в основных отраслях промышленности обрабатываются отдельные предметы производства – **ИЗДЕЛИЯ**; исключения: сервис, химия, нефтепереработка; частично: металлургия, пищевая и фармакологическая промышленность и т.п.)

→ **его преобразование также дискретно**, т.е. разбито на последовательность выполняемых этапов: частичных процессов, **ОПЕРАЦИЙ**, переходов и др.

→ **его преобразование** происходит на отдельных **дискретных** участках производственной площади – **РАБОЧИХ МЕСТАХ**

**Вспомогательный производственный процесс** также, как и основной, дискретен; в отличие от основного его цель – удовлетворение внутренних потребностей предприятия

**Обслуживающий производственный процесс** – обеспечивает движение материальных потоков в основном и вспомогательном процессах и их **хранение** при остановках

# Структура производственного процесса предприятия

Этапы (стадии) основного и вспомогательного процессов (в  
машиностроении)

**заготовительная**

получение заготовок из  
исходных материалов  
(посредством литья,  
прокатки, горячей  
штамповки и ковки,  
процессов раскроя и  
резки материалов)

**заготовки**

**обрабатывающа  
я**

получение деталей из  
заготовок посредст-  
вом их механической,  
термической, гальва-  
нической, физико-  
химической и др.  
видов обработки

**детали**

**сборочная**

получение из деталей  
сборочных единиц, из  
них – готового  
конечного изделия,  
посредством  
сборочных операций

**сборочные  
единицы,  
комплексы,  
комплекты**

**Результат (по стадиям) – ИЗДЕЛИЯ по ГОСТ 3.1109-82  
ЕСТД...**

# Изделие

**Предметы труда** определяются той продукцией, которая выпускается предприятием. Основной продукцией машиностроительных заводов являются различного рода **изделия**.

**Изделие** - любой предмет или набор предметов труда, подлежащих изготовлению на предприятии.

Различают следующие виды изделий:

- детали,
- сборочные единицы,
- комплексы
- комплекты.

# ГОСТ 3.1109-82 ЕСТД. Термины и определения основных понятий

Предметы труда

Изделия

Готовые изделия

**Материал** – исходный предмет труда, потребляемый при изготовлении изделия и входящий в его массу

**Заготовка** – предмет труда, из которого изменением формы, размеров, свойств поверхности и / или материала изготавливают деталь

**Деталь** – неразъемное изделие, изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций

**Сборочная единица** – изделие, составные части которого подлежат соединению на предприятии-изготовителе с помощью сборочных операций

**Комплекс** – два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе с помощью сборочных операций, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций

**Комплект** – то же, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных вспомогательных эксплуатационных функций

# Изделие



- **Деталь** – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.
- Деталь – это предмет, который не может быть разделен на части без разрушения его.
- Деталь может состоять из нескольких частей (предметов), приведенных в постоянное неделимое состояние каким-либо способом (например, сваркой).

# Изделие

- **Сборочная единица (узел)**—изделие, составные части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т. п.), например станок, редуктор и т. д.



Примеры : автомобиль, станок, редуктор, выключатель.

# Изделие



Автоматический сборочно-монтажный комплекс

- **Комплекс** включает в себя два и более изделий, не соединенных сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций, например цех-автомат, бурильная установка и др.
- В комплекс кроме изделий, выполняющих основные функции, входят детали, сборочные единицы, предназначенные для выполнения вспомогательных функций, например детали и сборочные единицы для монтажа комплекса на месте его эксплуатации и др.

# Изделие

- **Комплект** состоит из двух и более изделий, имеющих общее эксплуатационное значение вспомогательного характера, например комплект запасных частей и т. п.



Различают две стороны производственных процессов:  
**технологическую и трудовую.**

**Технологическая сторона** связана с превращением предметов труда в готовую продукцию (изменением размеров, формы, структуры, химического состава, расположением в пространстве и т. д.). Она находит свое выражение в заранее разрабатываемом комплексном **технологическом процессе.**

**Трудовая сторона** — это совокупность действий исполнителей по осуществлению комплексного технологического процесса. Обычно она называется трудовым процессом.

Оба процесса — технологический и трудовой неразрывно связаны, причем содержание и порядок действий исполнителей определяются **технологическим процессом.**

# Структура производственного процесса предприятия

## Производственный процесс

### Технологический процесс

– часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и /или определению состояния предмета труда.

### Технологические операции

– законченные части технологического процесса, выполняемые каждая на одном рабочем месте.

**Основные операции** непосредственно связаны с изменением формы, размеров, свойств, качества поверхностей и взаимного сочленения предметов труда,  
**вспомогательные** – с контролем состояния предметов труда.

### Технологические переходы

– законченные части технологической операции, выполняемые каждый одними и теми же техническими средствами при постоянных технологических режимах.

### Вспомогательные переходы

– законченные части технологической операции, состоящие из действий человека и /или оборудования, которые не сопровождаются изменением свойств предметов труда, но необходимы для выполнения технологических переходов.

# Технологический процесс

На базе одного и того же технологического процесса можно организовать ряд производственных процессов, имеющих различные организационно-экономические показатели.

**Производственный процесс** складывается из совокупности различных технологических процессов

## Производственный процесс



### Простой процесс

рабочий процесс, в котором предмет труда подвергается последовательному ряду связанных между собой операций, в результате чего получается готовый или частичный продукт



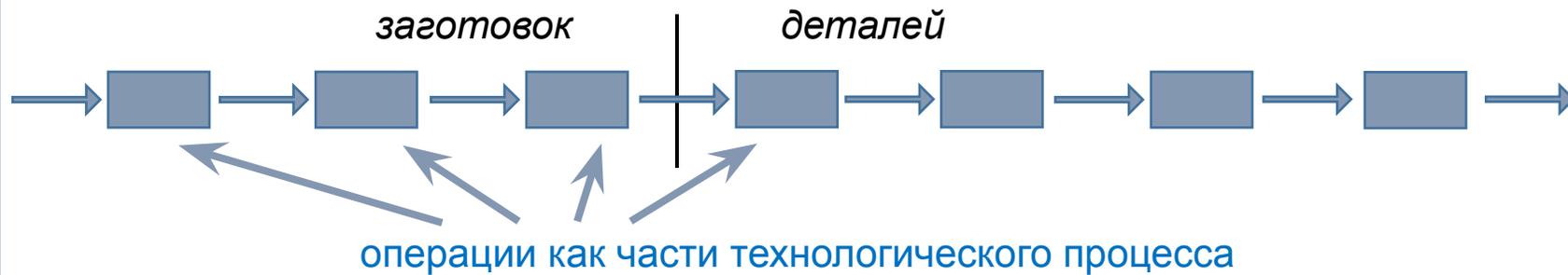
### Сложный процесс

рабочий процесс, в котором готовый (или частичный) продукт получается путем соединения нескольких частичных продуктов (полуфабрикатов); представляет собой совокупность взаимосвязанных простых процессов, как правило, выполняемых параллельно-последовательно

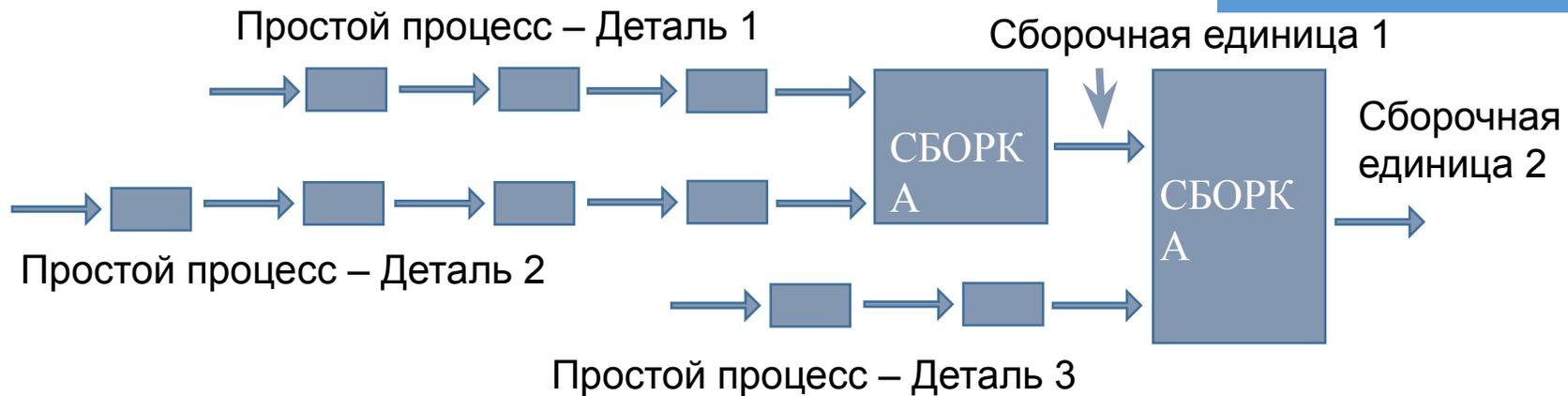
# Структура производственного процесса предприятия

Дискретный технологический процесс получения  
с помощью разных видов обработки:

**ПРОСТОЙ  
ПРОЦЕСС**



**СЛОЖНЫЙ  
ПРОЦЕСС**



# Структура производственного процесса предприятия



**рабочее место** – обособленная часть (основной структурообразующий элемент) производственной структуры предприятия; самый «мелкий» вид **рабочих центров**

**Рабочее место** – часть производственной площади, оснащенная всем необходимым для выполнения **одной технологической операции** одним рабочим или бригадой



На рабочем месте организуется их взаимодействие: целенаправленное движение предметов труда по рабочим позициям, на каждой из которых они подвергаются целенаправленному воздействию со стороны средств труда и живого труда

## **Сложность металлургических производственных процессов определяется следующими особенностями черной металлургии:**

- 1) массовым характером производства, вследствие чего производственные процессы осуществляются в крупных, высокопроизводительных агрегатах и устройствах;
- 2) сложным физико-химическим и термо-механическим характером металлургических процессов, использованием большого разнообразия исходных материалов;
- 3) многостадийностью технологии. Наличие нескольких основных переделов (доменного, сталеплавильного, прокатного и др.).

*Организация производственного процесса* — это сочетание и взаимодействие в пространстве и во времени элементарных процессов в соответствии с целью предприятия.

Организация этого процесса **в пространстве** находит отражение в построении производственной структуры предприятия и структуры трудового коллектива.

Организация производственного процесса **во времени** заключается в порядке и нормативах времени движения предметов труда, режимах работы оборудования, режимах труда и отдыха работников и т.п., что отражается в регламентах, правилах, инструкциях, графиках и других документах.

# **Виды производственных процессов**

**Вопрос 2**

# **Производственные процессы классифицируют по различным признакам**

- 1) по степени участия человека (процесс труда и естественные процессы)
- 2) по назначению и характеру изготовленной продукции (выполненных работ, оказанных услуг)
- 3) по формам взаимосвязи со смежными процессами
- 4) по степени изготовления готовой продукции
- 5) по степени непрерывности
- 6) по степени технической оснащённости
- 7) по характеру возможного наблюдения за ходом производства
- 8) по масштабам производства однородной продукции
- 9) по характеру используемого оборудования

# По назначению и характеру изготовленной продукции (выполненных работ, оказанных услуг)

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

**ОСНОВНЫЕ**  
(процессы изменения  
форм, размеров,  
физико-химических  
свойств продукции)

**Процессы:**

- обработки,
- штамповки,
- резки,
- сборки,
- окраски,
- сушки,
- монтажа

**ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ**  
(изготовление и ремонт  
средств, обеспечивающих  
бесперебойное протекание  
основных процессов)

**Процессы:**

- изготовление  
инструмента и  
технологической  
оснастки,
- ремонт,
- производство  
электроэнергии

**ОБСЛУЖИВАЮЩИЕ**  
(обслуживание  
основных  
и вспомогательных  
процессов)

**Процессы:**

- контроль качества  
продукции,
- контроль  
производственного  
процесса,
- транспортировка,
- складирование

# По формам взаимосвязи со смежными процессами

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

### АНАЛИТИЧЕСКИЕ

в результате первичной обработки (расчленения) комплексного сырья (нефть, руда, молоко и т. п.) получают различные продукты, которые поступают в различные процессы последующей обработки

### СИНТЕТИЧЕСКИЕ

осуществляющие соединение полуфабрикатов, поступивших из разных процессов, в единый продукт

### ПРЯМЫЕ

создающие из одного вида материала один вид полуфабрикатов или готового продукта

Преобладание того или иного вида процессов зависит от особенностей исходного сырья и готового продукта, т. е. от отраслевых особенностей производства. Аналитические процессы типичны для нефтеперерабатывающей и химической промышленности, синтетические – для машиностроения, прямые – для простых малопередельных процессов производства (например, кирпичное производство).

# По степени изготовления готовой продукции

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

### ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ

производственные процессы превращают сырье и материалы в необходимые заготовки, приближающиеся по форме и размерам к готовым изделиям.

К заготовительным можно отнести: в машиностроении - литейные и кузнечные процессы, в швейном производстве – раскройный и другие процессы

### ОБРАБАТЫВАЮЩИЕ

процессы, в ходе которых заготовки превращаются в готовые детали (механообрабатывающие, гальванические, швейные и др.)

### ВЫПУСКАЮЩИЕ

*(сборочные)* служат для изготовления готовой продукции, сборки узлов, машин (сборочные, инструментальные процессы, влажно-тепловая обработка и др.)

# Виды производственных процессов по степени непрерывности

- *непрерывные* процессы, в которых исходные материалы непрерывно перерабатываются на оборудовании, работающем без остановок. В таких процессах исходные материалы могут поступать в агрегат периодически, отдельными порциями. Также периодически может выдаваться готовая продукция. Примерами непрерывного процесса могут служить выплавка чугуна в доменной печи, прокатка металла на непрерывных станах.
- *полунепрерывные* - процессы, в которых производственные циклы по переработке предметов труда разделены между собой перерывами, а агрегаты непрерывно находятся в рабочем состоянии. Примером такого процесса является выплавка стали в сталеплавильных агрегатах — мартеновских печах, электропечах, конверторах.
- *прерывные (периодические)* - процессы, в которых производственные циклы разделены между собой перерывами и агрегат находится в рабочем состоянии периодически, с определенными интервалами. Примером прерывного процесса может служить прокатка слитков на обжимных станах.

Прерывные процессы в свою очередь подразделяются на циклические и нециклические.

- К *циклическим* относятся прерывные процессы, которые повторяются при изготовлении каждой единицы продукции. К *нециклическим* — процессы, которые не повторяются или повторяются в различной последовательности при изготовлении продукции.

# Виды производственных процессов по степени технической оснащённости

- К *ручным* относятся процессы, осуществляемые рабочими без применения каких-либо инструментов, например переноска грузов вручную, или с использованием простейших инструментов, например рытье котлована с помощью лопаты. Двигательной силой в таких процессах является мускульная сила рабочего. Ручные процессы направлены главным образом на изменение положения предметов труда или их формы.
- К *машинно-ручным* относятся процессы, выполняемые машинами или механизмами при непосредственном участии рабочих; при этом одновременно используются как энергия машины, так и усилия исполнителей, например прокатка металла на немеханизированных прокатных станах, когда заготовка подается в валки вручную; обработка деталей на станках при ручной подаче и установке заготовки и съеме готового изделия и т. д.
- К *машинным* относятся процессы, выполняемые механизмами. В таких процессах рабочий занят только управлением машинами, например прокатка металла на механизированных станах.
- К *автоматизированным* относятся процессы, осуществляемые без непосредственного воздействия человека на предметы и орудия труда. В таких процессах функции человека сводятся к контролю и наблюдению за работой оборудования, например прокатка металла на автоматизированном стане.
- *Автоматические* – процессы, осуществляемые машинами без участия работника по предварительно разработанной программе (с использованием робототехники).

## Виды производственных процессов по характеру возможного наблюдения за ходом производства

- К *закрытым* относятся физико-химические процессы, осуществляемые в таких агрегатах, где невозможно наблюдение за изменением предметов труда. В этих случаях о ходе процесса судят только по определенным косвенным признакам. Примером такого процесса является доменный. Косвенными признаками хода доменного процесса являются химический состав шлака, его температура или вязкость, химический состав и температура чугуна, состав и температура колошникового газа и т. д.
- К *полузакрытым* относятся процессы, в которых изменение предметов труда поддается лишь частичному наблюдению. Примером такого процесса может служить выплавка стали в мартеновских и электрических печах.
- К *открытым* относятся процессы, поддающиеся непосредственному наблюдению. Такие процессы не связаны с физико-химическими превращениями.

# Виды производственных процессов по масштабам производства однородной продукции

- *массовые* – при большом масштабе выпуска однородной продукции;
- *серийные* – при широкой номенклатуре постоянно повторяющихся видов продукции, когда за рабочими местами закрепляется несколько операций, выполняемых в определенной последовательности; часть работ может выполняться непрерывно, часть – в течение нескольких месяцев в году; состав процессов носит повторяющийся характер;
- *индивидуальные* – при постоянно меняющейся номенклатуре изделий, когда рабочие места загружаются различными операциями, выполняемыми без какого-либо определенного чередования; большая доля процессов носит уникальный характер, в этом случае процессы не повторяются.

# **Принципы организации производственного процесса**

**Вопрос 3**

Принцип специализации

Принцип пропорциональности

Принцип непрерывности

Принцип параллельности

Принцип прямоочности

Принцип поточности

Принцип равномерности

Принцип ритмичности

- **Специализация** предусматривает ограничение разнообразия производственных процессов путем их стандартизации, унификации технологических маршрутов и конструкций изделий

Специализация предполагает разделение производственного процесса на специализированные участки операции или элементы операций.

Уровень специализации можно выразить количеством разных деталей операций выполняемых на 1-ом рабочем месте за соответствующий период времени, чем меньше эта величина, тем степень специализации больше.

- *Пропорциональность* предполагает относительную сбалансированность пропускной способности всех последовательных производственных подразделений, выполняющих основные, вспомогательные и обслуживающие процессы. Нарушение данного принципа приводит к возникновению «узких мест» в производственном процессе или к неполной загрузке рабочих мест, участков и цехов.

- **Непрерывность** -необходимость полного устранения или сведения к минимальному всякого рода перерывов в ходе производства (межоперационные, внутри и межсменные перерывы).
- Примером может служить непрерывное поточное производство, при котором длительность отдельных операций так синхронизирована, что изделие передаётся на последующую операцию немедленно после завершения предыдущей.

*Принцип параллельности* осуществляется при параллельном (одновременном) выполнении отдельных частей производственного процесса; чем больше одновременно изготавливается деталей (узлов), тем при прочих равных условиях меньше длительность производственного цикла.

*Принцип прямоточности* выражается в кратчайшем пути прохождении изделия через все стадии и операции производственного процесса, начиная от запуска сырья и материалов в обработку и кончая выпуском готовой продукции; с учетом этого принципа расположение зданий на территории предприятия, а также размещение в них цехов должно обеспечивать поступательный и кратчайший поток материалов, полуфабрикатов и изделий.

• **Поточность** - выражается в систематическом повторении циклов по изготовлению единицы продукции. Такое производство называется поточным, а систематическое повторение циклов называется производственным потоком.

**Ритмичность** - означает выпуск продукции в каждый данный отрезок времени в объеме предусмотренном планом графиком.

Позволяет наиболее полно использовать производственную мощность.

Наивысшая ритмичность достигается в массовом поточном производстве.

Ритмичность оценивается с помощью:

$$K_{\text{ритм}} = 1 - \frac{\sum \Delta}{\sum V_{\text{пл}}}$$

где

$\sum \Delta$  - сумма всех отклонений в объеме выпущенной продукции от плана за данный период (независимо от знаков "+" или "-").

$\sum V_{\text{пл}}$  - суммарный выпуск продукции по плану за соответствующий период.

**Равномерность** - означает выпуск в одинаковые периоды времени одинаковый объем продукции.

Только при равномерном выпуске продукции можно достигнуть полного использования производственных мощностей, избежать сверхурочных работ, снизить брак и улучшить количественные и качественные показатели работы предприятия.

- ***Интегративность*** предполагает системную интеграцию всех процессов в организации за счет сквозного управления функциональными циклами снабжения, производства и сбыта. Достигается на основе использования горизонтальных оргструктур.
- ***Гибкость и адаптивность*** обеспечивают возможность мобильной перестройки всей производственной системы или ее части на выпуск другой продукции.

# **Длительность и структура производственного цикла**

**Вопрос 4**

Основой организации производственного процесса во времени является производственный цикл.



- Это время, в течение которого запускаемые в производство предметы труда превращаются в готовую продукцию.

Ритм (штучный)

интервал времени между моментами выпуска (или запуска) двух следующих один за другим предметов труда

Средний расчетный ритм выпуска (запуска) одной штуки  $r$  определяется путем деления эффективного фонда времени ( $F_э$ ) за плановый период на число штук ( $N_г$ ), подлежащих выпуску за тот же период в соответствии со спросом

$$r = \frac{F_э}{N_г}$$

Возможна работа с постоянным ритмом, когда спрос (производственная потребность)  $N_г$  не изменяется от одного планового периода к другому, и с переменным ритмом, когда спрос (производственная потребность) изменяется

Ритм партии

интервал времени между моментами выпуска (или запуска) двух следующих одна за другой партий предметов производства

Ритм выпуска (или запуска) партии предметов ( $R$ ) равен произведению размера партии ( $n$ ) на штучный ритм ( $r$ )

$$R = n \cdot r$$

При установленных размерах  $n$  или ритмах  $R$  партий для выполнения рабочего процесса над всем количеством предметов одного наименования, в которых имеется потребность за плановый период, потребуется время  $T_{pN}$

$$T_{pV} = T_{p0} + \left( \frac{N_{\epsilon}}{n} - 1 \right) \cdot R$$

где

$T_{p0}$  – длительность рабочего цикла одной партии предметов данного наименования;

$N_{\epsilon}/n$  – потребность в предметах данного наименования, выраженная в числе партий за период.

# Длительность производственного цикла

календарный период, в течение которого деталь, узел или изделие проходят все стадии производственного процесса, т.е. от момента начала первой операции до выпуска готовых деталей, узлов или изделий и их приёмки ОТК.



# Структура производственного цикла

**Время производства**  $T_{pr}$  состоит из продолжительности выполнения технологических операций  $T_{tex}$ , естественных процессов  $T_{ест}$ , вспомогательных операций – подготовительно-заключительных  $T_{п-з}$ , транспортных  $T_t$  и контрольных  $T_k$ .

К **естественным** относятся процессы сушки после окраски, затвердения

**Время перерывов**  $T_{пер}$  делится на перерывы в рабочее и нерабочее время, так называемые регламентированные перерывы.

*Перерывы в рабочее время* состоят из перерывов партионности  $T_{пар}$  и перерывов межоперационного  $T_{мо}$  и межцехового  $T_{мц}$  ожидания.

*Перерывы в нерабочее время* определяются режимом работы предприятия.

# Перерывы в рабочее время

*Перерывы партионности* связаны с обработкой предметов труда партиями. Предметы труда в партии обрабатываются не одновременно, а по одному или несколько штук. Каждое изделие ждёт своей очереди на обработку, после чего ждёт конца обработки всей партии. Например, если предметы труда обрабатываются партиями по 20 штук, то первое изделие обрабатывается, 19 ждут своей очереди на обработку. Затем, после окончания обработки, каждое изделие ожидает конца обработки всей партии.

*Перерывы ожидания* возникают в том случае, если поступившие на рабочее место предметы труда не могут обрабатываться из-за его занятости. Перерывы ожидания могут быть внутри- и межцеховые. **Перерывы ожидания** есть следствие неравенства продолжительности операций на смежных рабочих местах, появляющиеся в результате несогласованности времени окончания одной и начала другой операций, выполняемых на одном рабочем месте.

*Перерывы комплектования* появляются вследствие того, что детали, образующие одно изделие или комплект, имеют различную продолжительность обработки и поступают на сборку в разное время.

# Длительность простого производственного цикла

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{тех}} + T_{\text{п-з}} + T_{\text{т}} + T_{\text{к}} + T_{\text{ест}} + T_{\text{пер}}.$$

Время выполнения контрольных, транспортных работ может частично или полностью совпадать со временем перерывов. Время перекрытия отдельных элементов производственного цикла в его длительность не включается, поэтому продолжительность цикла обычно меньше суммы всех его составляющих.

# Операционный цикл

Норма времени  
на операцию ( $t_i$ )

длительность выполнения операции над одним предметом партии; представляет собой суммарное время выполнения переходов операции и прочих действий, связанных с обработкой одного предмета партии на рабочем месте; зависит от продолжительности и количества переходов, степени их перекрытия во времени (параллельности или одновременности выполнения), а также степени перекрытия основным временем прочих составляющих затрат времени в расчете на штуку.

Операционный  
цикл ( $T_o$ )

представляет собой суммарное время на обработку всех предметов партии на операции; зависит от штучного времени на выполнение операции, подготовительно-заключительного времени на партию и размера партии, числа параллельно используемых рабочих мест на операции, а также от порядка прохождения партии предметов через операцию (попереходный или пооперационный вид).

# Производственный и технологический ЦИКЛЫ

Технологический цикл ( $T_T$ )

представляет собой сумму операционных циклов в многооперационном технологическом процессе; зависит от длительности операционных циклов и количества операций в техпроцессе, а также от вида движения партий предметов по операциям техпроцесса (последовательный, параллельно-последовательный или параллельный вид).

Производственный цикл ( $T_{II}$ )

представляет собой сумму технологических циклов, времени естественных процессов и времени перерывов; обычно в производственный цикл включаются суммарные затраты времени на выполнение технологических операций – заготовительных, обрабатывающих, сборочных, транспортных, контрольных, складских; время естественных процессов - по факту их наличия; время перерывов – партионности, ожидания, режимных.

# Классификация затрат рабочего времени



## *Подготовительно-заключительное время*

— время на подготовку и завершение обработки партии продукции или смены (получение задания и знакомство с работой, изучение технической документации, установка специальных приспособлений и инструмента, наладка станка и установление режима обработки, сдача работы мастеру или контролеру).

# *Оперативное время*

— время непосредственного выполнения технологической операции.

Включает основное и вспомогательное время.

- *Основное* (технологическое) время — время, в течение которого реализуется технологическая цель работы (формообразование, изменение состояния, качества, свойств предмета труда). Может быть ручным, машинным, машинно-ручным.
- *Вспомогательное* время — время на действия, обеспечивающие выполнение основной работы (установка и съём детали, подвод-отвод инструмента, пуск и остановка станка, измерение детали). Может быть ручным, машинным и машинно-ручным.

# *Время обслуживания рабочего места*

— время на уход за рабочим местом на протяжении заданной работы и всей смены. Включает время технического и организационного обслуживания.

*Время технического обслуживания* — время на смену инструмента при износе или поломке, подналадку оборудования в процессе работы.

*Время организационного обслуживания* — время на раскладку и уборку инструмента вначале и конце смены, на смазку и чистку станка, уборку рабочего места в течение смены.

## *Время регламентированных перерывов*

— время перерывов, которые неизбежны при выполнении заданной работы.

Включает время организационно-технологических перерывов, перерывов на отдых и естественные надобности.

*Время организационно-технологических перерывов* — время перерывов, обусловленных ходом технологического процесса и недостаточной синхронизацией операций.

*Время перерывов на отдых и естественные надобности* — время перерывов на обед, производственную гимнастику, отдыхи личные надобности.

Все остальные перерывы считаются непроизводительными потерями и не нормируются. Не нормируются также затраты времени работы, перекрываемые основным временем (т. е. действиями, выполняемыми параллельно и не требующими дополнительного времени).

# Структура полной нормы времени на операцию



# Полная норма времени на операцию (штучно-калькуляционная норма) $t_{\text{шк}}$

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{ш}} + t_{\text{пз}} / n = (t_{\text{о}} + t_{\text{в}}^* + t_{\text{то}}^* + t_{\text{оо}}^* + t_{\text{техн}} + t_{\text{отд}}) + t_{\text{пз}} / n.$$

где  $t_{\text{ш}}$  — норма штучного времени;

$t_{\text{пз}}$  — норма подготовительно-заключительного времени на партию;

$n$  — размер партии, штук;

$t_{\text{о}}$  — основное время;

$t_{\text{в}}^*$  — вспомогательное время, не перекрываемое основным;

$t_{\text{то}}^*$  - время технического обслуживания, не перекрываемое основным;

$t_{\text{оо}}^*$  - время организационного обслуживания, не перекрываемое основным;

$t_{\text{техн}}$  - время организационно-технологических перерывов;

$t_{\text{отд}}$  - время перерывов на отдых и естественные надобности.

## ***Направления повышения эффективности производственного процесса:***

- сокращение длительности основных и вспомогательных технологических операций;
- сокращение длительности естественных процессов;
- сокращение длительности перерывов.

Длительность производственного цикла является важным показателем уровня организации производственного процесса и оказывает существенное влияние на экономику производства.

Сокращение длительности производственного цикла уменьшает потребность в оборотных средствах, занятых в незавершённом производстве, обеспечивает более полное использование оборудования, увеличивает производственную мощность участков, цехов и предприятия в целом.

## **Наиболее существенными резервами сокращения длительности производственного цикла являются:**

1 – использование наиболее эффективных технологических процессов;

2 – повышение уровня механизации и автоматизации технологических процессов;

3 – рационализация выполнения вспомогательных работ (транспортных, контрольных, подготовительно-заключительных и пр.).

# **Виды движения материальных ресурсов в производстве**

**Вопрос 5**

# СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ

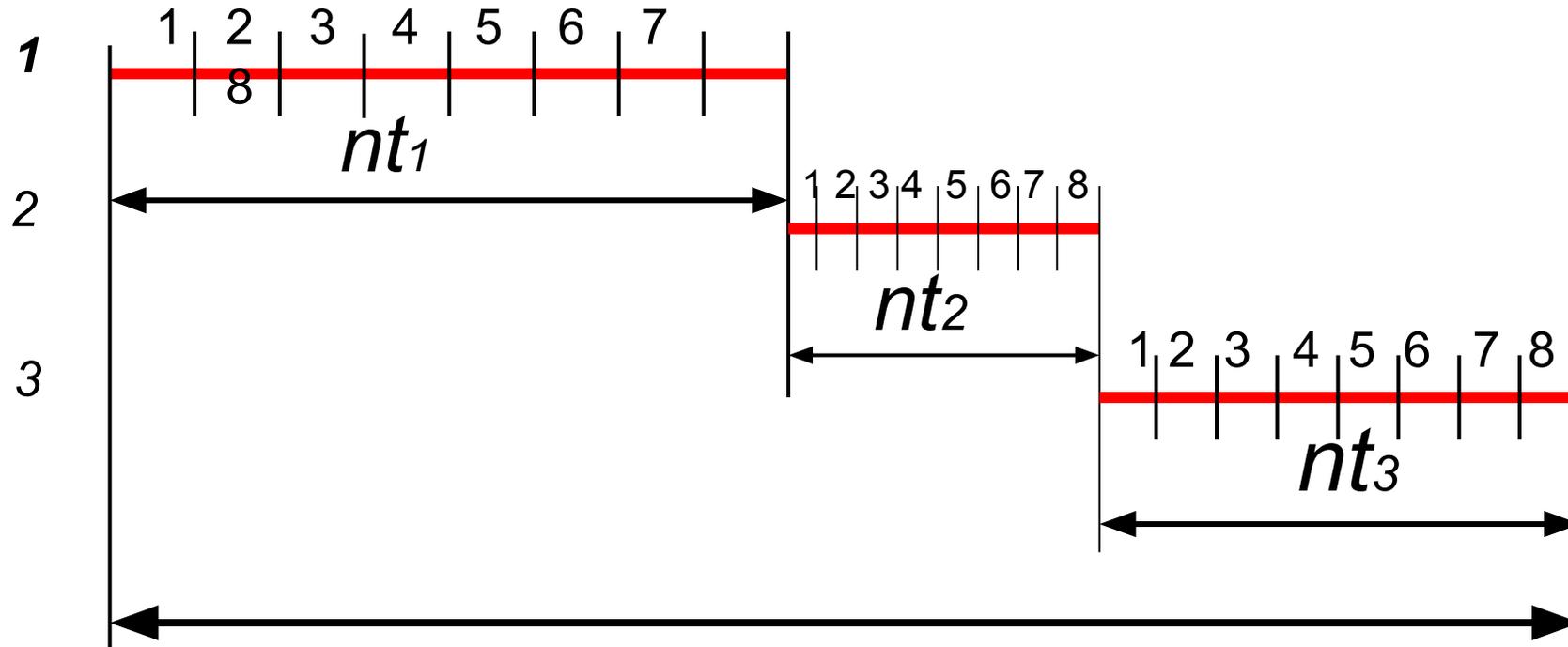
1 Последовательный

The diagram consists of a vertical red line on the left side. Three blue arrows point horizontally from this line to three rounded rectangular boxes stacked vertically. The top box is blue and contains the text '1 Последовательный'. The middle box is red and contains the text '2 Параллельный'. The bottom box is green and contains the text '3 Параллельно-последовательный'.

2 Параллельный

3 Параллельно-  
последовательный

При *последовательном* виде движения каждая последующая операция начинается только после окончания изготовления всей партии предметов труда на предыдущей операции



$$T_{m(n)} = n \sum_{i=1}^m t_i$$

где  $t_i$  — норма времени на  $i$ -ю операцию;

$m$  — количество операций;

$n$  — количество деталей в партии.

производственный цикл  $T_{ц(п)}$  последовательного  
вида движения в днях

$$T_{\ddot{o}(i)} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{csq} + \sum_{i=1}^m \frac{t_{m_i}}{csq} + \frac{(m+1)t_{\ddot{u}}}{sq} + \frac{t_{\ddot{a}}}{24}$$

где  $c$  — количество мест рабочих;

$s$  — количество смен;

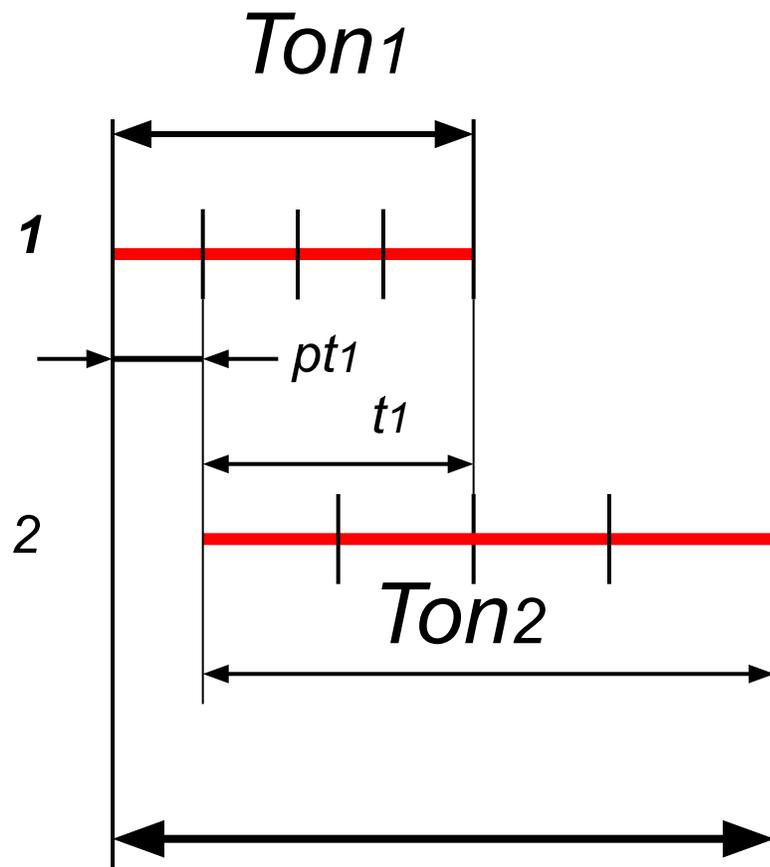
$q$  — продолжительность одной смены;

$t_{mo}$  — время межоперационного пролеживания;

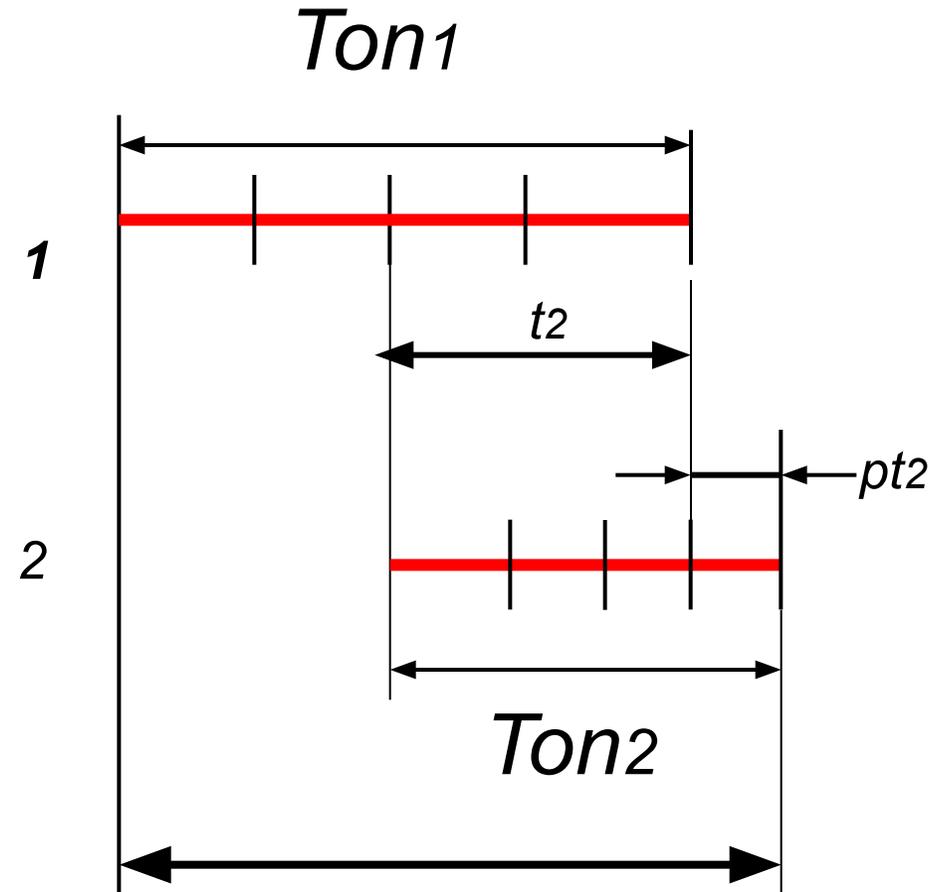
$t_e$  — время естественных процессов (в часах);

$t_{mi}$  — подготовительно-заключительное время.

Параллельно-последовательный способ заключается в разделении всей обрабатываемой партии на транспортные (передаточные) партии  $p$ .



а) последующая операция продолжительнее предыдущей



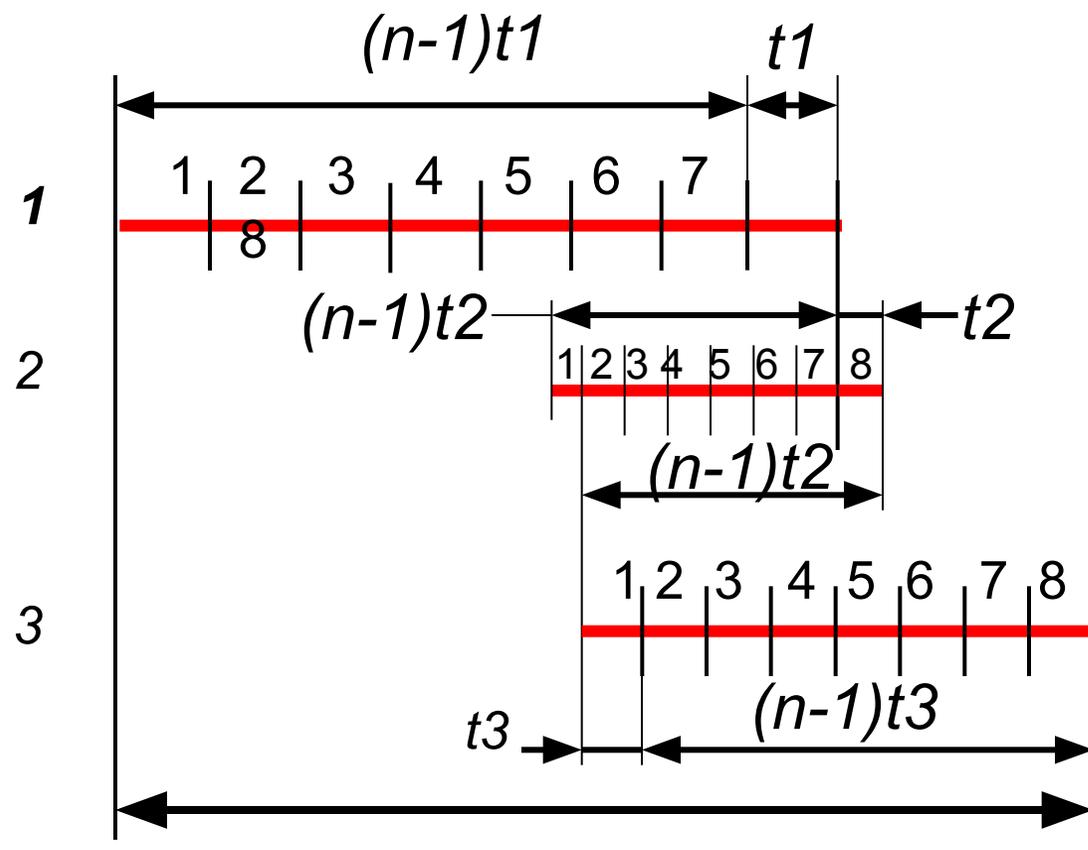
б) последующая операция менее продолжительнее, чем предыдущей

## **Правило согласования операций:**

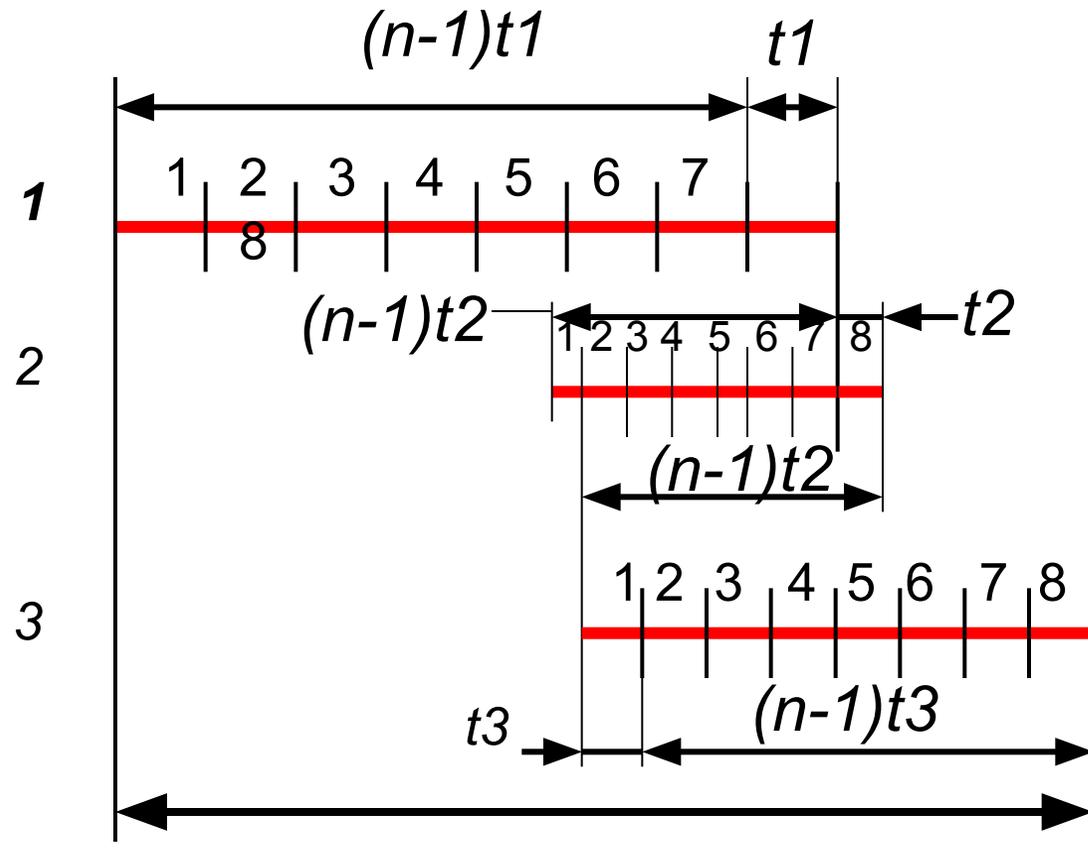
если  $t_i > t_{i+1}$ , то согласования проводят по конечной детали комплекта,

а если  $t_{i+1} > t_i$  — то по начальной.

# ПАРАЛЛЕЛЬНО-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ СПОСОБ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПАРИИ



# ПАРАЛЛЕЛЬНО-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ СПОСОБ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПАРИИ



Технологический цикл составит:

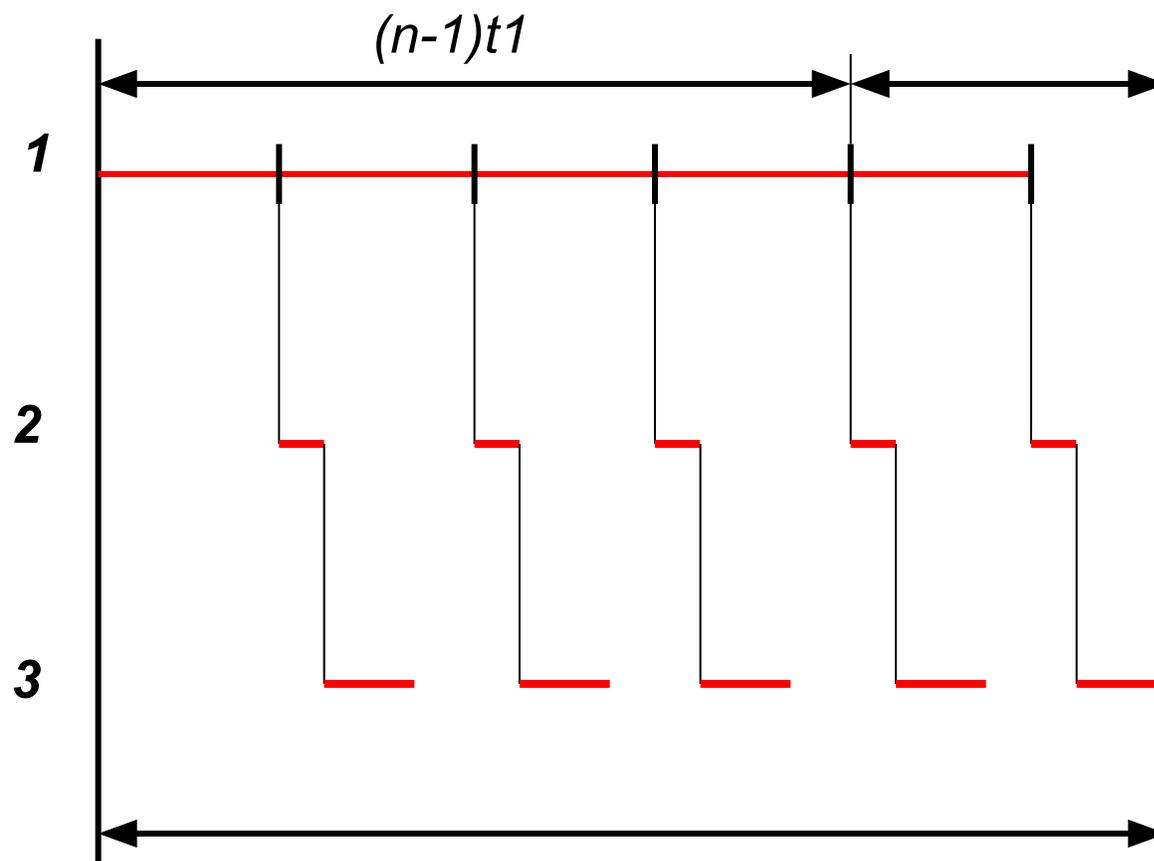
$$T_{T(\ddot{I}\ddot{I})} = n \sum_{i=1}^m t_i - (n-1) \sum_{i=1}^{m-1} t_{i\hat{e}\hat{i}\delta}$$

Производственный цикл составит

$$T_{\ddot{I}(\ddot{I}\ddot{I})} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{csq} - (n-p) \sum_{i=1}^{m-1} \frac{t_{i\hat{e}\hat{i}\delta}}{csq} + \sum_{i=1}^m \frac{t_{mi}}{csq} + \frac{(m+1)t_{\ddot{I}\ddot{I}}}{sq} + \frac{t_{\dot{a}}}{24}$$

где  $t_{i\text{кор}}$  — время короткой операции в парном сочетании.

# ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ СПОСОБ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПАРИИ



Технологический цикл движения составит

$$T_{T(ПР)} = (n - 1)t_{\text{эл}} + \sum_{i=1}^m t_i$$

Производственный цикл будет равен

$$T_{П(ПР)} = \frac{(n - p)t_{\text{эл}}}{csq} + p \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{csq} + \sum_{i=1}^m \frac{t_{mi}}{csq} + \frac{(m + 1)t_{MO}}{sq} + \frac{t_e}{24}$$

где  $t_{\text{эл}}$  — наибольшая длительность технологической операции детали,  $t_{\text{эл}} = \max t_i$ .

# **Общая и производственная структура предприятия**

**Вопрос 6**

**Структура** – упорядоченная совокупность взаимосвязанных элементов, находящихся между собой в устойчивых отношениях, обеспечивающих их функционирование и развитие объекта как единого целого.

**Общая структура предприятия** — это состав подразделений предприятия, их взаимосвязь в процессе выпуска продукции, управления предприятием и обслуживания работников, их количество и соотношение между ними по размеру занятых площадей, численности работников и пропускной способности.

Общая структура предприятия включает производственную структуру и социально-бытовую инфраструктуру, структуру управления.

*Социально-бытовая инфраструктура предприятия* – это детские сады, ясли, столовые, медицинские учреждения и другие подразделения, связанные с культурно-бытовым обслуживанием работников данного предприятия и членов их семей и находящиеся на его балансе.

# Производственная структура предприятия

**Производственная  
структура  
предприятия**

Это совокупность  
производственных единиц  
предприятия, входящих в  
его состав и формы связей  
между ними.

Это пространственная форма организации производственного процесса, которая включает:

- состав и размеры производственных подразделений предприятия,
- формы их взаимосвязей между собой,
- соотношение подразделений по мощности (пропускной способности оборудования), численности работников,
- размещение подразделений на территории предприятия.

Производственная структура предприятия определяет разделение труда между его производственными подразделениями, т.е. внутризаводскую специализацию и кооперирование производства

Элементы производственной структуры предприятия выделяются в разрезе нескольких уровней



для предприятия – цехи, хозяйства



для цеха – участки, отделения



для участка – рабочие места

Основным элементом производственной структуры предприятия (основным структурным подразделением) является цех, при бесцеховой структуре предприятия – производственный участок

Для осуществления основных, вспомогательных и обслуживающих производственных процессов на предприятии создаются соответственно **основные** и **вспомогательные цехи, обслуживающие хозяйства** производственного назначения

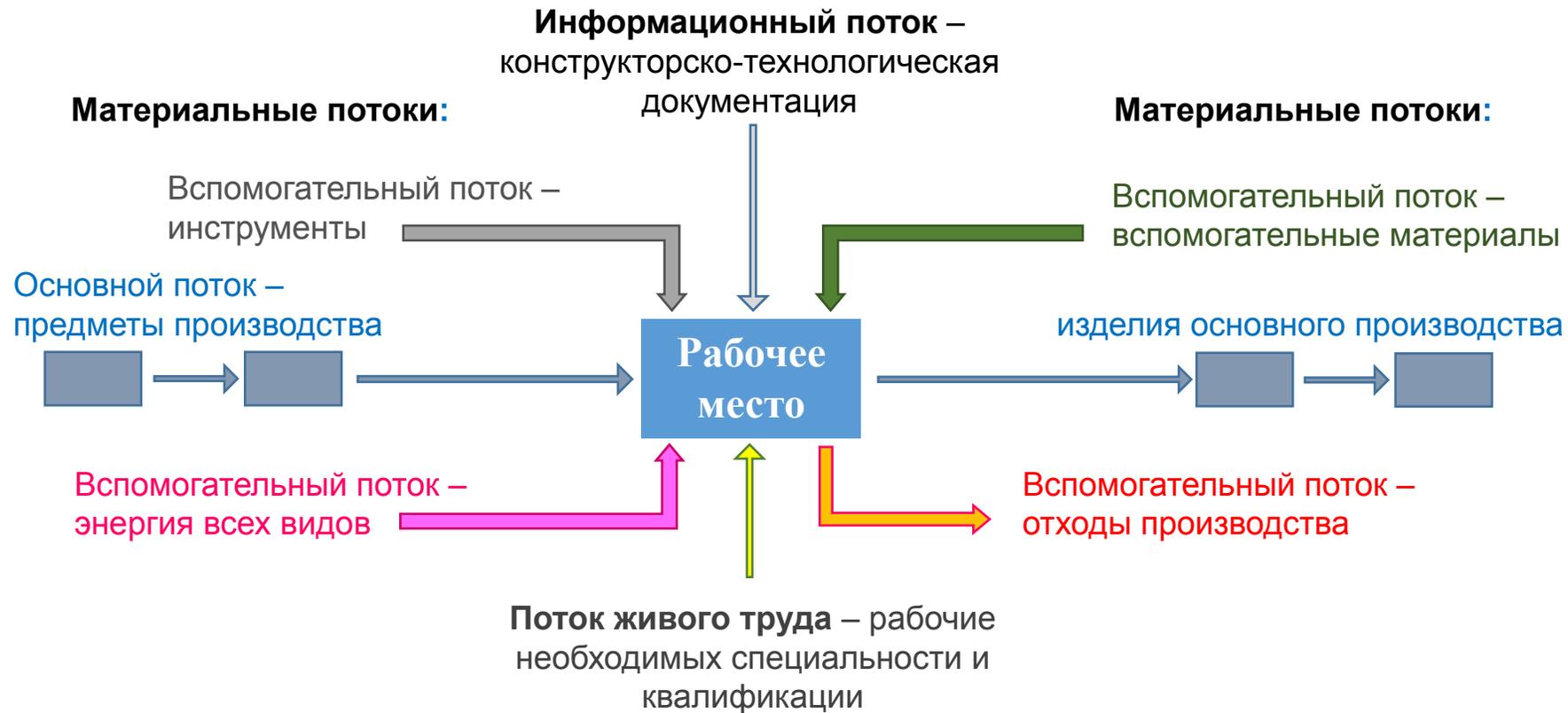
## Элементы производственной структуры:

**Рабочее место** – часть производственной площади, на которой один или несколько рабочих с помощью технологических средств выполняют часть процесса изготовления продукции или обслуживания производства.

**Производственный участок** – совокупность рабочих мест, сгруппированных по определенному признаку, и выполняющих часть общего производственного процесса.

**Цех** – обособленное административное подразделение, наделенное оперативной самостоятельностью в решении задач организационного, экономического, технологического и административного характера.

# Организация взаимодействия всех ресурсов (потоков ресурсов) на рабочем месте



На рабочем месте, где осуществляется рабочий процесс, пересекаются и взаимодействуют все материальные потоки (основной и вспомогательные), а также потоки информации и живого труда

# Рабочее место

По сложности

По  
закрепленности

В зависимости от  
особенностей  
выполняемых работ

- Простое  
- Комплексное

- Стационарное  
- Подвижное

- Специализированные  
- Универсальные

# Виды цехов

По характеру деятельности выделяют следующие цеха:

- **основные цеха** - выполняют определённую стадию производственного процесса по превращению основного сырья или полуфабрикатов в основную продукцию предприятия.

В машиностроении основными цехами могут быть заготовительные, обрабатывающие и сборочные.

На металлургическом заводе с полным циклом основными цехами являются: доменный, сталеплавильные (с мартеновскими печами, электропечами, конвертерами), прокатные цехи с обжимными и заготовочными станами, с чистовыми прокатными станами (рельсобалочные, сортопрокатные, листопрокатные и колесопроекатные).

# Виды цехов

По характеру деятельности выделяют следующие цеха:

- **вспомогательные цеха** – изготавливают продукцию, потребляемую, как правило, внутри завода и этим способствуют выпуску основной продукции, создавая условия для нормальной работы основных цехов (ремонтные, инструментальные, энергетические).
- В машиностроении к ним относятся инструментальный, нестандартного оборудования, модельный, ремонтный, энергетический.

# Виды цехов

- **обслуживающие цеха и хозяйства** организуются для обслуживания основных и вспомогательных цехов, выполняют операции по транспортировке и хранению материально-технических ресурсов и готовой продукции.
- **побочные цеха** - изготавливают продукцию из отходов основного производства или их утилизируют, изготавливают тару для упаковки продукции, печатают инструкции по её использованию. Из шлаков доменных и сталеплавильных цехов изготавливают цемент, шлаковый кирпич (шлаковые блоки), шлаковую вату, из отходов прокатных цехов – предметы широкого потребления (различные металлические изделия и др.).

# Виды цехов

- **подсобные цехи** изготавливают тару для упаковки продукции, выполняют упаковку, погрузку, отправку продукции потребителю
- **экспериментальные (исследовательские) цеха**, занимающиеся подготовкой и испытанием новых изделий, разработкой новых технологий

# Состав производственных подразделений предприятия

Подразделение	Назначение
<b>1. Основные цехи</b>	<b>Производство основной продукции</b>
<b>1.1. Заготовительные цехи</b>	<b>Получение заготовок различного вида</b>
Литейные: – серого чугуна; – ковкого чугуна; – стального литья; – цветного литья.	Получение отливок
Кузнечные: – кузнечно-прессовые; – кузнечно-штамповочные.	Получение поковок, штамповок
Раскря, резки и правки металла (заготовительные)	Получение заготовок из проката
Металлоконструкций	Получение сварных заготовок
<b>1.2. Обрабатывающие цехи</b>	<b>Выполнение обработки различного вида</b>
Механические	Механическая обработка
Холодной штамповки	Холодная штамповка
Термические	Термическая обработка
Металлопокрытий: – гальванические; – покрасочные.	Нанесение защитных и декоративных покрытий

# Состав производственных подразделений предприятия

Подразделение	Назначение
<b>1.3. Сборочные цехи</b>	<b>Выполнение сборочных работ различного вида</b>
Сборочные: – частичной сборки; – общей сборки.	Сборка отдельных сборочных единиц и общая сборка
Сборочно-сварочные	Выполнение сборочно-сварочных работ
Монтажные	Выполнение монтажных работ
Испытательные	Проведение испытательных работ
Окраски готовых машин	Окраска готовых машин
Комплектации и упаковки	Комплектация и упаковка готовой к отправке продукции
<b>2. Вспомогательные цехи</b>	<b>Производство вспомогательной продукции</b>
Инструментальные	Изготовление, ремонт и восстановление технологической оснастки
Модельные	Изготовление и ремонт моделей для литейных цехов
Тарные	Изготовление и ремонт тары для упаковки готовых изделий, возвратной и многократно используемой тары внепроизводственного и внутрипроизводственного обращения
Опытные	Изготовление опытных образцов новых изделий или отдельных агрегатов, их моделей или макетов
Электродные	Изготовление электродов для электродуговой сварки металлов

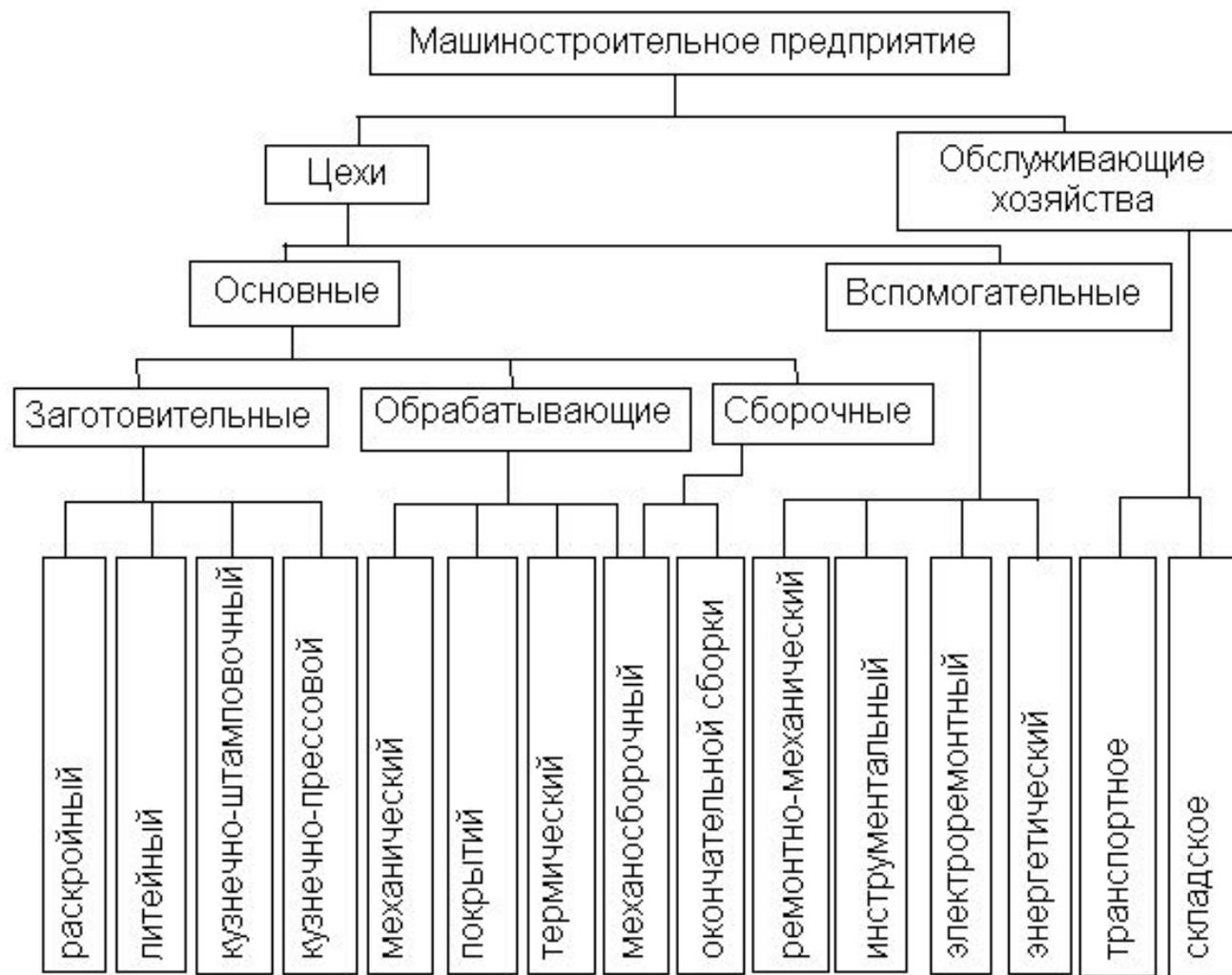
## Состав производственных подразделений предприятия

Подразделение	Назначение
<u>Ремонтные:</u>	<u>Проведение ремонтных работ различного вида</u>
– ремонтно-механические	Ремонт оборудования и изготовление запасных и сменных частей для него, модернизация действующего оборудования и изготовление нестандартного оборудования, в т.ч. средств механизации и автоматизации производства
– электроремонтные	Ремонт электрооборудования всех цехов завода, изготовление запасных и сменных частей
– ремонтно-строительные	Ремонт зданий и сооружений завода
<u>Энергетические:</u>	<u>Получение энергоносителей различного вида</u>
– компрессорные	Получение сжатого воздуха для пневматических приспособлений и инструментов, пескоструйных аппаратов и пульверизаторов, обдувки форм и деталей
– кислородные	Получение кислорода для газовой резки и сварки металлов
– ацетиленовые	Получение ацетилена для газовой резки и сварки металлов
– газогенераторные станции	Получение из твердого топлива газа, сжигаемого в производственных печах (кузнечных, термических и т.д.)
– котельные	Получение пара для технологических целей (обогрева сушильных камер, подогрева воды в моечных машинах), для отопления зданий и подогрева воздуха в вентиляционных устройствах

## Состав производственных подразделений предприятия

Подразделение	Назначение
<b>3. Обслуживающие хозяйства</b>	<b>Оказание услуг производственного характера</b>
Складское	Служит для хранения, учета, комплектации и выдачи материальных ценностей
Энергетическое	Объединяет устройства, предназначенные для трансформации и распределения электроэнергии, питания производства паром, сжатым воздухом, газом, жидким топливом
Транспортное	Предназначено для перевозки грузов, поступающих на завод и отправляемых с завода, для перевозки грузов внутри завода между цехами и складами, а также для выполнения погрузочно-разгрузочных работ
Санитарно-техническое	Объединяет водопроводные, канализационные, вентиляционные, отопительные системы и сети. Служит для создания необходимых производственных и санитарных условий в цехах
Центральная заводская лаборатория	Выполняет контрольные испытания материалов, полуфабрикатов и готовой продукции, контролирует качество технологических процессов, проводит научно-исследовательские работы и внедряет результаты их в производство

# Производственная структура машиностроительного предприятия с полным технологическим циклом

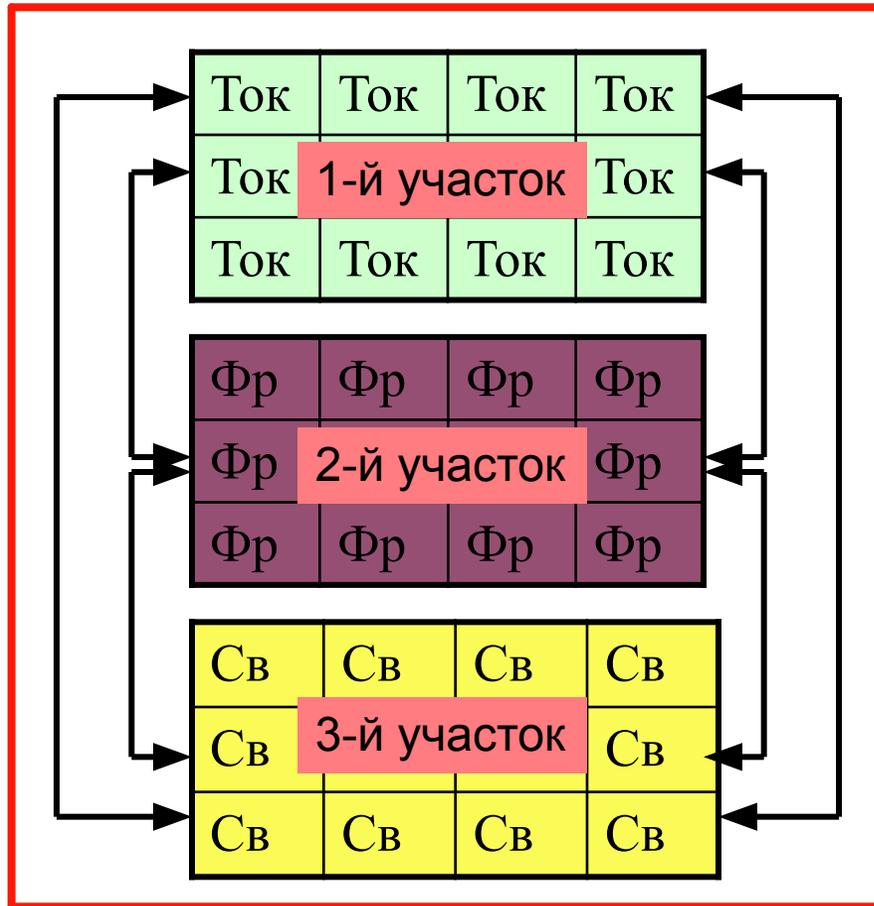


# Типы производственной структуры

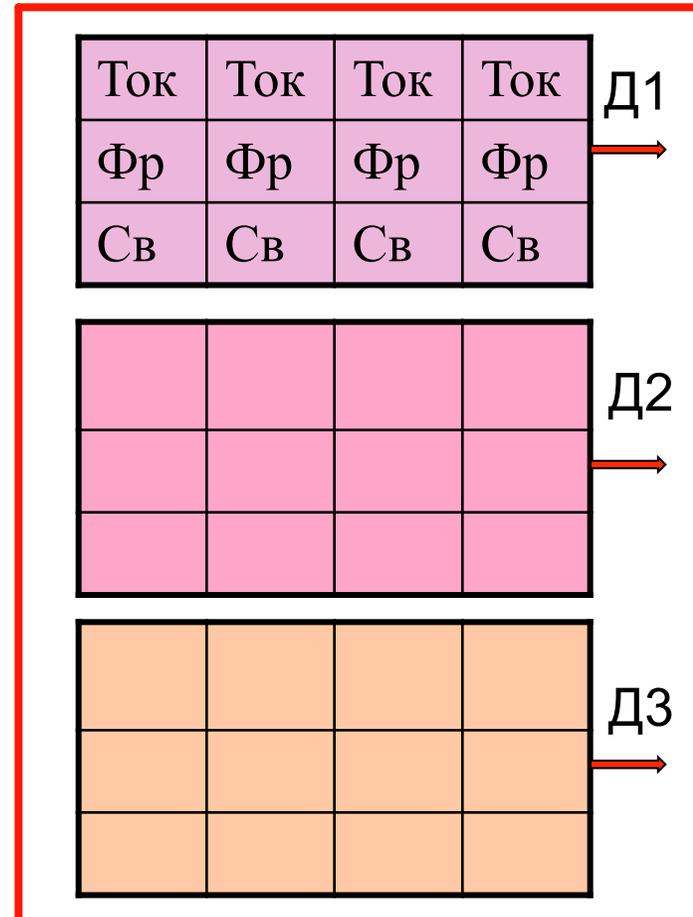
Различают три модели построения производственной структуры предприятия:

- технологическую;
- предметную;
- смешанную.

(а) технологическая специализация



(б) предметная специализация



# Технологическая производственная структура

Цеха и производственные участки создаются по принципу технологической однородности (выполняют комплекс однородных технологических операций по изготовлению или обработке самых различных деталей для всей продукции завода) (доменные сталеплавильные, прокатные, кузнечные, литейные, заготовительные).

Технологическая специализация не способствует внутризаводскому кооперированию, относительно увеличивает длительность производственного цикла и затраты на транспортировку.

## **Преимущества:**

- Позволяет маневрировать расстановкой людей;
- Возможность высокой загрузки оборудования
- Облегчает перестройку производства на другую номенклатуру производства.

## **Недостатки:**

- Руководство цеха несет ответственность только за определенную часть производственного процесса, не отвечая за качество изделия в целом;
- Усложнение производственных взаимосвязей цехов;
- Ограниченная возможность применения специальных станков;
- Необходимость частой переналадки оборудования

## Предметная структура

Цеха или участки заняты изготовлением какого – либо определённого изделия или группы однородных изделий (например, рессорный цех на вагоностроительном заводе, цех двигателей на автомобильном заводе).

В этом случае в одном цехе осуществляются несколько **разнородных** технологических процессов, сосредотачивается оборудование разных типов для выполнения основных операций по изготовлению продукции. Это позволяет концентрировать производство детали или изделия в рамках цеха (участка), что создает предпосылки для организации прямого производства, упрощает планирование и учет, сокращает производственный цикл.

*Преимущества:*

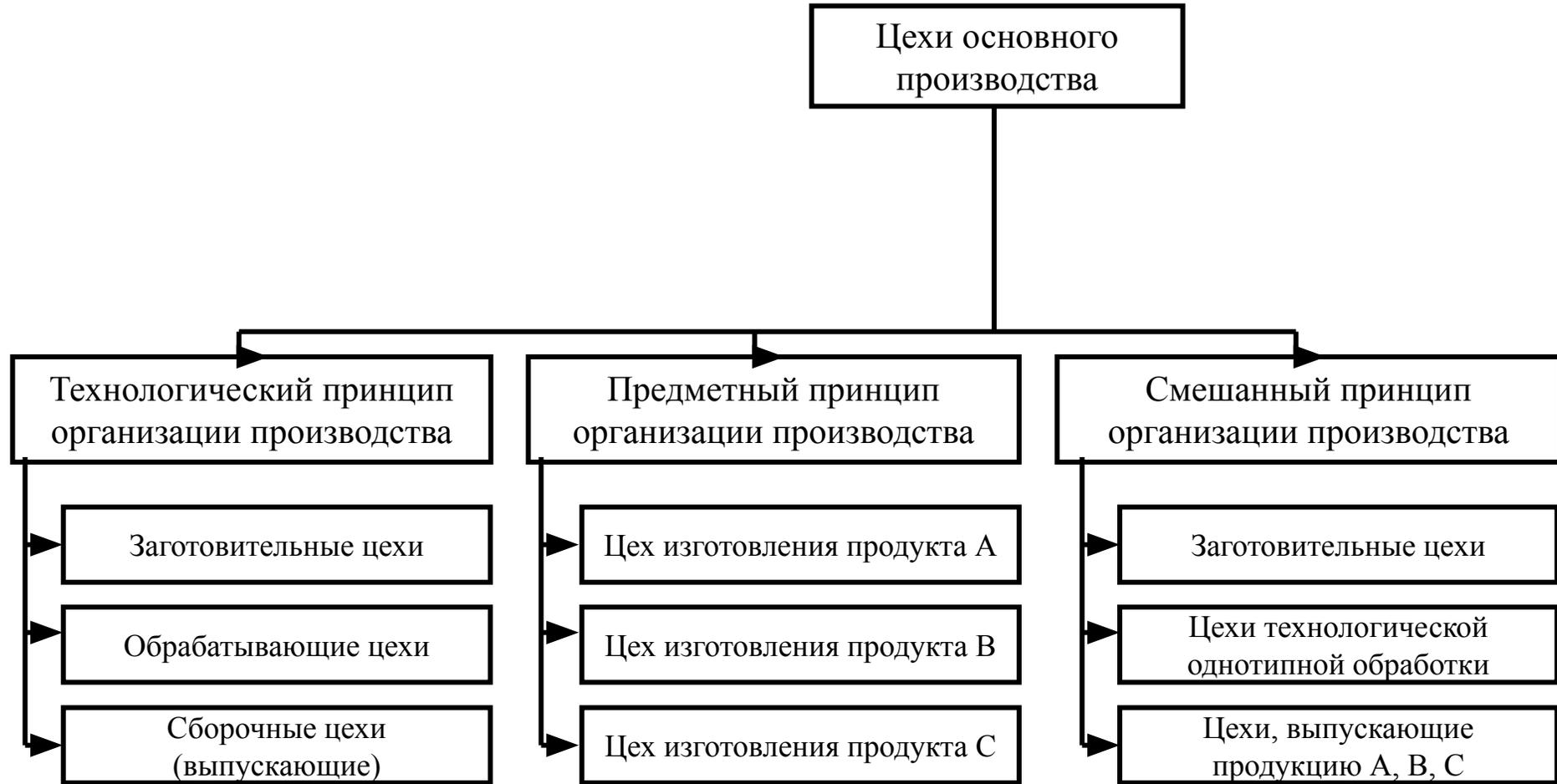
- Упрощает и ограничивает формы производственной взаимосвязи между цехами;
- Снижает путь движения деталей;
- Удешевляет межцеховой и цеховой транспорт;
- Возможна комплексная механизация и автоматизация производственных процессов;
- Применяется высокопроизводительное оборудование, что ведёт к снижению себестоимости продукции.

## Смешанная, предметно-технологическая структура

Производственная структура при которой часть цехов специализирована по предметному, а остальная - по технологическому признаку (заготовительные цеха и участки (литейные, кузнечно-пресовые) организуются по технологическому признаку, а обрабатывающие (механосборочный, деревообрабатывающий) и выпускающие (цехи сборки изделий) - по предметному).

### *Преимущества:*

- Снижение объёмов внутрицеховых перевозок;
- Снижение длительности производственного цикла;
- Улучшение условий труда;
- Высокий уровень загрузки оборудования.
- В конечном счете — рост производительности труда и снижение себестоимости продукции.



К **факторам**, определяющим производственную структуру предприятия, относятся:

- уровень разделения труда;
- уровень специализации и кооперирования производства;
- степень конкуренции;
- уровень развития техники, технологии и организации производства;
- характер производимой продукции, номенклатура, ассортимент и объем выпуска, трудоемкость изготовления продукции;
- степень вовлеченности в процессы глобализации производства и международное разделение труда.

# **Для производственной структуры металлургического завода характерны свои специфические особенности**

1. Огромный объем производства, в процессе которого транспортируется и перерабатывается большое количество сырья, различных материалов, сменного оборудования, огнеупоров, полуфабрикатов и отходов.
2. Большие территории, занимаемые металлургическими предприятиями.
3. Современные металлургические заводы имеют в своем составе основные агрегаты с большой единичной мощностью, требующие для размещения на территории завода удобной площадки плотного грунта и глубокого залегания грунтовых вод.
4. Основные агрегаты имеют тесную производственную, технологическую и энергетическую связь, потребляют большое количество различных видов энергии (воды, газа, кислорода, электроэнергии). Перебой в подаче их не только нарушают ход процесса в целом, но и могут привести к аварии.

# Принципы рационального построения производственной структуры

Производственная структура предприятия должна обеспечивать рациональную организацию производственного процесса во времени и пространстве

Для этого при принятии решений о размещении производственных подразделений на территории предприятия необходимо соблюдать определенные правила и принципы. Основными из них являются следующие:

1

## **Расположение цехов по ходу производственного процесса**

Для обеспечения принципа прямоочности основные цехи должны размещаться на территории предприятия по ходу производственного процесса, определяя постоянное направление основных грузопотоков: заготовительные цехи – обрабатывающие цехи – сборочные цехи

2

### **Расположение складов у входа/выхода предприятия**

Склады сырья и основных материалов должны размещаться на входе предприятия (со стороны подъездных путей для ввоза грузов) вблизи заготовительных цехов, склады готовой продукции – вблизи сборочных цехов на выходе предприятия (со стороны подъездных путей для вывоза грузов)

3

### **Расположение вспомогательных цехов ближе к потребителям**

Вспомогательные цехи должны размещаться как можно ближе к основным цехам, потребляющим их продукцию, не нарушая при этом основные грузопотоки: инструментальные, ремонтно-механический и электроремонтный цехи нужно располагать вблизи основных цехов, имеющих наибольшее количество технологического оборудования

4

#### **Размещение производственных объектов с учетом рациональности перевозок**

Основные и вспомогательные цехи, склады и иные объекты производственной инфраструктуры предприятия должны размещаться так, чтобы обеспечить наикратчайший путь движения материалов и наименьший пробег транспортных средств в ходе производственного процесса, без обратных и встречных движений, излишних пересечений, без организации мало загруженных маршрутов (магистралей)

5

#### **Размещение производственных объектов с учетом внешних факторов (природных, общественных, техногенных)**

Основные и вспомогательные цехи, обслуживающие хозяйства предприятия должны размещаться с учетом розы ветров, возможностей естественного освещения и проветривания, с соблюдением установленных архитектурно-строительных, санитарно-технических, противопожарных и иных норм, предусмотренных для предприятий данного профиля

6

### **Блочное строение элементов производственной структуры**

Отдельные подразделения, однородные по технологическому процессу или тесно взаимосвязанные по ходу производственного процесса, должны по возможности объединяться в блоки (группы) с размещением в одном корпусе: блокировка цехов в группы литейную, кузнечную, деревообрабатывающую, механосборочную

7

### **Выделение зон однородных элементов производственной структуры**

Объекты, однородные по характеру производства, режиму, экологическим, пожарным, санитарно-гигиеническим и иным условиям, должны по возможности территориально сближаться с размещением в определенной зоне: зоне горячих цехов, обрабатывающих, вспомогательных, деревообрабатывающих, энергетических цехов (станций), общезаводских служб и учреждений

8

### **Обеспечение возможности наращивания и модифицирования производственной структуры**

Объекты на территории предприятия и его подразделений должны размещаться так, чтобы обеспечить возможность их дальнейшего расширения и реконструкции с минимальными затратами времени и ресурсов, без нарушения основной идеи генерального плана и по возможности без сноса ранее построенных объектов

9

### **Максимальное использование объема и площади (земельного участка, зданий, помещений)**

Объекты на территории предприятия и его подразделений должны размещаться так, чтобы обеспечить максимальное использование объема и площади имеющихся земельных участков, зданий, помещений; для этого необходимо: плотное размещение и блокирование зданий, повышение их этажности, упрощение конфигурации зданий и земельного участка, рациональное использование площади и пространства под проезды (проходы), применение подвесных, подземных, многоярусных транспортных магистралей и развязок, мест хранения и грузопереработки

# **Формы и методы организации производства**

**Вопрос 7**

## **Метод организации производства –**

это способ осуществления производственного процесса, представляющий собой совокупность средств и приемов его реализации и характеризуется рядом признаков, главным из которых является взаимосвязь последовательности выполнения операций технологического процесса с порядком размещения оборудования и степенью непрерывности производственного процесса.

# 1. Непоточный метод (единичный) организации производства:



- все рабочие места размещаются по однотипным группам оборудования без определенной связи с последовательностью выполнения операций;
- на рабочих местах обрабатываются разные по конструкции и технологии изготовления предметы труда, т.к. их выпуск исчисляется единицами;
- технологическое оборудование в основном универсальное, но для обработки особо сложных по конструкции изделий может применяться автоматизированное оборудование;
- предметы труда перемещаются в процессе изготовления сложными маршрутами, возникают большие перерывы в обработке из-за ожидания их на промежуточных складах и в подразделениях отделов тех.контроля.

## 2. Поточный метод организации производства:



- разделение производственного процесса на отдельные операции и длительное их закрепление за определенным рабочим местом;
- специализация каждого рабочего места на выполнение определенной операции с постоянным закреплением одного или ограниченного количества технологически сходных предметов труда;
- согласованность и ритмичное выполнение всех операций на основе единичного расчетного такта (ритма) поточной линии;
- размещение рабочих мест в строгом соответствии с последовательностью технологического процесса;
- передача обработанных изделий с операции на операцию с минимальным перерывом и при помощи специальных транспортных средств.

### 3. Автоматизированный метод организации производства



- *Автоматизация производства* – это процесс, при котором все или преобладающая часть операций, требующих физических усилий рабочего передаются машинам и осуществляются без его непосредственного участия, а за рабочим остаются функции контроля, ремонта, наладки, надзора...

# Формы организации производства

1. Концентрация производства
2. Специализация производства
3. Кооперирование производства
4. Комбинирование производства

**Концентрация производства – сосредоточение на крупных предприятиях производства одного или нескольких видов продукции**

**Формы концентрации:**

- концентрация специализированного производства
- концентрация комбинированных производств
- увеличение размеров универсальных предприятий

**Виды концентрации:**

- **агрегатная**
- **технологическая**
- **заводская**
- **организационная**

Концентрация связана с определением оптимального размера предприятия, который зависит от двух факторов:

- эффект от масштаба;
- суммарные приведенные затраты (на изготовление продукции и ее доставку потребителю)

Оптимальный размер должен обеспечивать:

- выполнение договоров и обязательств по производству продукции;
- в установленные сроки
- с минимальными приведенными затратами на производство и реализацию

**2. Специализация производства** – форма организации производства, заключающаяся в закреплении за отраслями, объединениями, предприятиями, а внутри них за отдельными подразделениями (цехами, бригадами, участками) на основе разделения труда выпуска ограниченной номенклатуры однородной продукции, сходной по технологическим процессам, однородности сырья, профессиональному составу работающих

### ***Виды специализации:***

- Международная специализация;
- Внутригосударственная специализация (отраслевая, региональная);
- Специализация внутри предприятий.

### ***Формы специализации:***

- предметная
- поддетальная
- технологическая
- функциональная

### ***Уровни специализации:***

- горизонтальный уровень (поддетальная)
- вертикальный уровень (остальные формы)

**3. Кооперирование производства** — форма длительных производственных связей между отраслями, предприятиями и их подразделениями, участвующими в совместном изготовлении определенной продукции

***Виды кооперирования:***

- предметное;
- поддетальное;
- технологическое;
- функциональное.

# ФОРМЫ КООПЕРИРОВАНИЯ:

## *Территориальный признак:*

- Внутрирайонное
- Межрайонное

## *Отраслевой признак:*

- Внутриотраслевое
- Межотраслевое

## *Длительность связей:*

- Постоянное
- Временное

## *Причина кооперационных связей:*

- Производственное
- Партнерское
- Организационное

# Показатели кооперирования

- число предприятий, поставляющих полуфабрикаты и комплектующие изделия данному предприятию;
- коэффициент кооперирования – отношение стоимости заготовок, полуфабрикатов и комплектующих изделий, получаемых со стороны, к общим затратам предприятия на изготовление товарной продукции (по полной себестоимости);
- средний радиус кооперирования;
- соотношение межрайонных и внутрирайонных, внутриотраслевых и межотраслевых кооперационных связей.

- 4. Комбинирование** – технологическое сочетание взаимосвязанных разнородных производств одной или нескольких отраслей промышленности в рамках одного предприятия – комбината
- объединением разнородных производств;
  - пропорциональностью развития производственных подразделений;
  - наличием единого технико-производственного комплекса;
  - продукты одного технологического процесс часто служат сырьем или полуфабрикатом для других процессов.

# Принципы – виды комбинирования

- последовательная переработка сырья вплоть до получения готовой продукции - *вертикальный вид*;
- комплексная переработка сырья, основанная на извлечении из сырья всех полезных компонентов - *горизонтальный вид*;
- использование отходов производства для выработки других побочных видов продукции - *смешанный вид*.

# **Организация поточного производства**

**Вопрос 8**

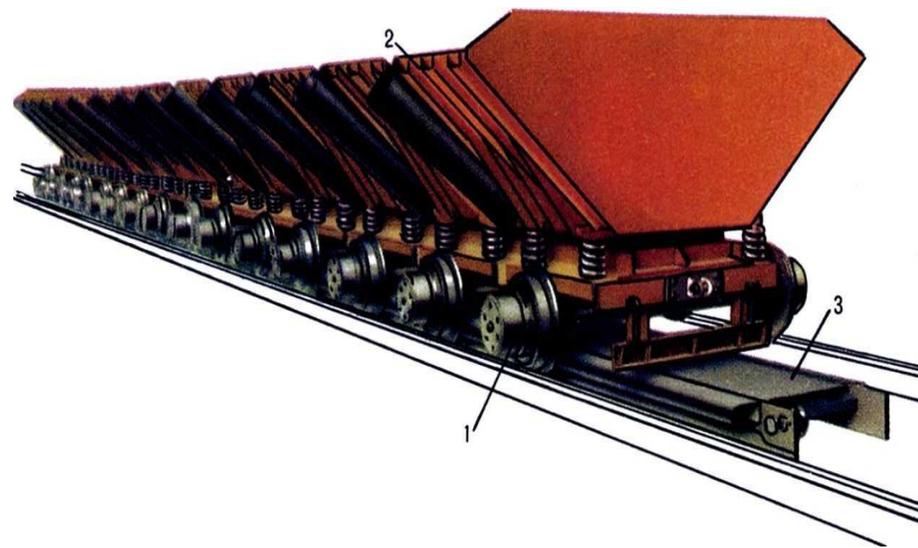
## Понятие поточного производства

**ПОТОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО** – форма организации производства, основанная на ритмичной повторяемости согласованных во времени технологических операций, выполняемых на специализированных рабочих местах, расположенных по ходу технологического процесса изготовления одного или нескольких типов изделий

**ПОТОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО** в максимальной степени соответствует всем принципам рациональной организации производственных процессов:

- непрерывности
- прямоточности
- пропорциональности
- ритмичности
- параллельности и пр.

**ПОТОЧНАЯ ЛИНИЯ** – обособленная совокупность функционально взаимосвязанных рабочих мест, оснащенных всем необходимым для выполнения операций и расположенных строго по ходу технологического процесса изготовления одного или нескольких типов изделий



# Поточный метод организации производства

Поточный метод организации производства *характеризуется:*

- небольшой номенклатурой выпускаемых изделий (1—2);
- расположением рабочих мест по ходу технологического процесса;
- специализацией каждого рабочего места на выполнении одной из операций;
- передачей предметов труда с операции на операцию поштучно или мелкими партиями сразу же после окончания обработки;
- ритмичностью выпуска, синхронностью операций;
- детальной проработкой организации технического обслуживания рабочих мест.

*Область применения*

при изготовлении изделий одного наименования, или конструктивного ряда изделий.  
(массовое производство)

# Классификация поточного производства

Признак	Вид поточной линии
по степени специализации (номенклатуре)	<ul style="list-style-type: none"><li>■ однопредметные</li><li>■ многопредметные<ul style="list-style-type: none"><li>- постояннопоточные</li><li>- переменнопоточные</li></ul></li></ul>
по степени непрерывности	<ul style="list-style-type: none"><li>■ непрерывные (синхронные)</li><li>■ прерывные (ассинхронные)</li></ul>
по характеру поддержания ритма выполнения операций	<ul style="list-style-type: none"><li>■ с регламентированным (принудительным) ритмом</li><li>■ со свободным ритмом</li></ul>
по видам применяемых транспортных средств	<ul style="list-style-type: none"><li>■ транспортные средства непрерывного действия (конвейеры);</li><li>■ транспортные средства циклического действия;</li><li>■ беспроводные транспортные средства (скаты, рольганги).</li></ul>

## Классификация поточных линий

<p><b>Непрерывные поточные линии</b> все операции выполняются непрерывно, без межоперационных пролёживаний; параллельный вид движения изделий по операциям; регламентированное (принудительное) движение с использованием конвейеров различных видов</p>	<p><b>Прерывные поточные линии</b> прерывность изготовления изделий; требуется формирование заделов на рабочих местах; параллельно-последовательный вид движения изделий по операциям; свободный ритм движения, используются транспортеры, рольганги, скаты</p>
<p>↓</p>	<p>↓</p>
<p><b>Однопредметные линии</b> специализированы на производстве изделий одного вида; переналадки невозможны или очень сложны</p>	<p><b>Многопредметные линии (переменно-поточные)</b> изготавливаются изделия нескольких типов, сходные по конструкции или технологии изготовления; допускают переналадки</p>

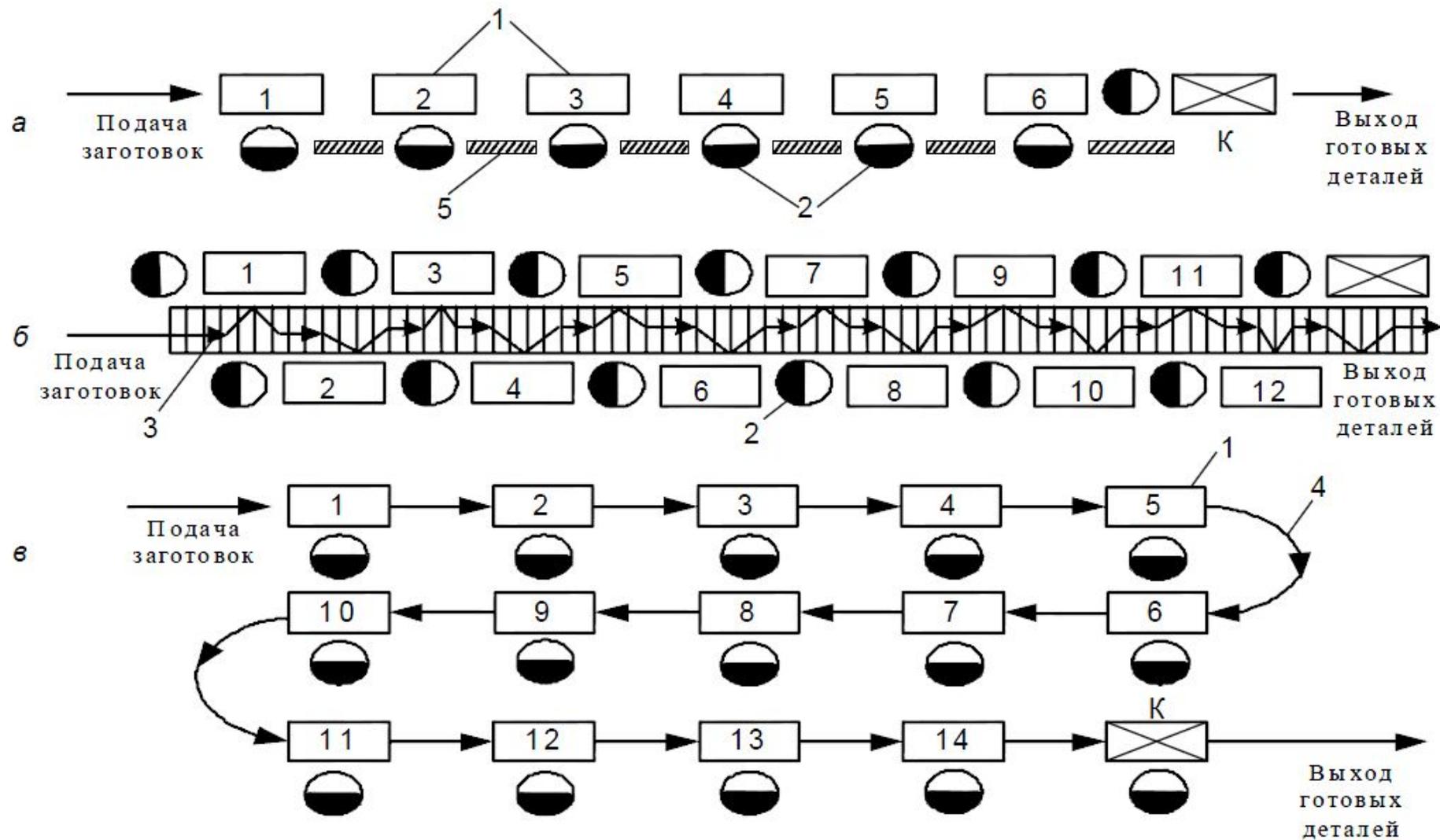
# Организация однопредметных непрерывных поточных линий (ОНПЛ)

- Тип производства – **массовый**, длительное время предмет производства не меняется. Вид движения деталей по операциям – **параллельный**.
- Задачи: **синхронизация** (выравнивание длительности) **операций** на линии, **выбор типа и организация работы конвейера**.

## Конвейеры с принудительным движением

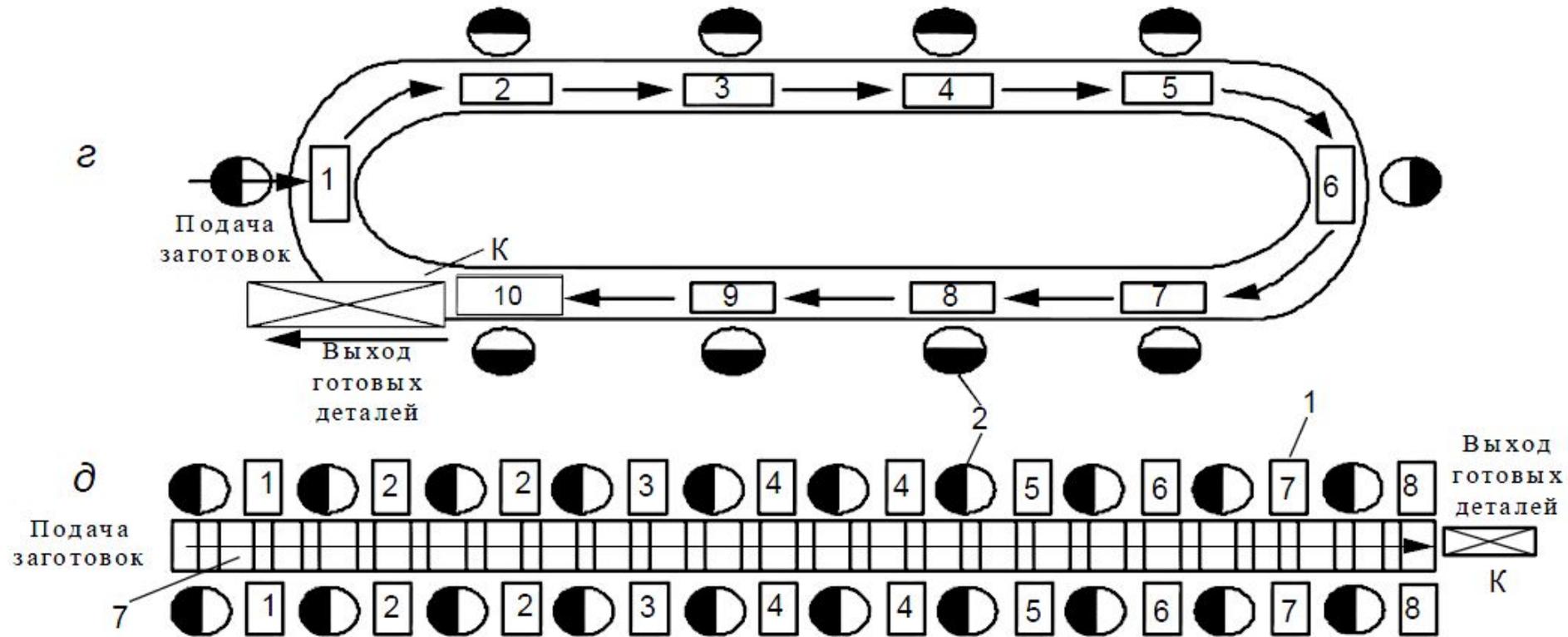


# Схемы компоновки и планировки поточных линий



а, б – ПЛ со свободным движением, используются скаты и рольганг, ритм задает бригадир; в – схема конвейерной ОНПЛ типа «змейка», здесь: 1 – оборудование; 2 – рабочий; 3 – рольганг; 4 – конвейер; 5 - скат

# Схемы компоновки и планировки поточных линий



а – ПЛ, оснащенная рабочим непрерывным конвейером замкнутого типа;  
б – ПЛ, оснащенная распределительным конвейером,  
здесь: 1 – оборудование (указаны номера выполняемых операций);  
2 – рабочий; К – скат, 7 – конвейер

## Ритмичность работы поточной линии; синхронизация операций на ОНПЛ

**РИТМ (такт)** – главная характеристика всех видов поточных линий.

**РИТМ (такт)** – промежуток времени между запуском на линию или выпуском с линии двух, следующих одна за другой, единиц или партий изделий.

Ритм  $r_l$  рассчитывается, исходя из эффективного (или номинального) фонда времени работы ПЛ –  $F_{эф}$ , планируемого выпуска продукции ПЛ за тот же период –  $N_{в.пр}$  и количества изделий в передаточной партии –  $p_{тр}$ :

$$r_l = p_{тр} \cdot \frac{F_{эф}}{N_{в.пр}}.$$

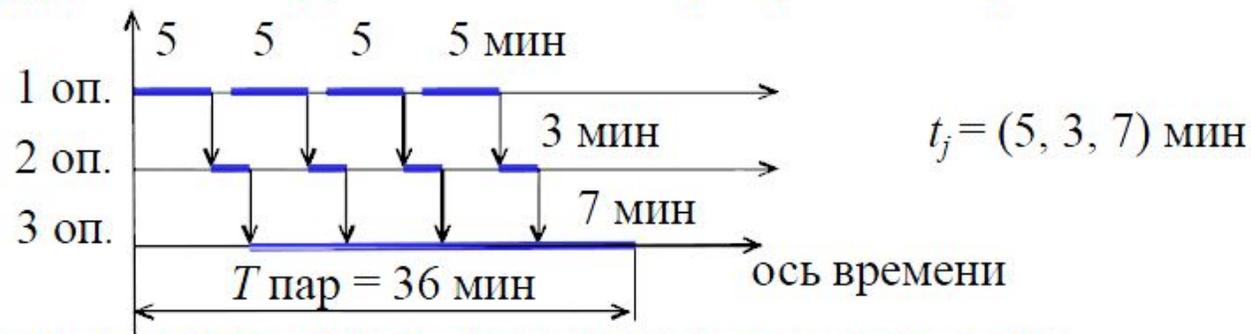
**Синхронизация** – выравнивание длительностей  $t_j$  выполняемых на линии операций с учетом количества рабочих мест на них  $q_j$

Условие синхронизации операций с ритмом линии записывается следующим образом:

$$r_l - \frac{t_j}{q_j} = 0, \text{ для всех операций } j \text{ на линии}$$

# Синхронизация операций на ОНПЛ

## Вид движения деталей по операциям - параллельный



Характерные положительные и отрицательные признаки вида:

+ непрерывное без пролеживания движение каждой детали по рабочим местам независимо от других деталей – *max* непрерывность процесса, *min* длительность цикла;

– поштучная передача деталей – необходимо применение единого транспортного средства - конвейера;

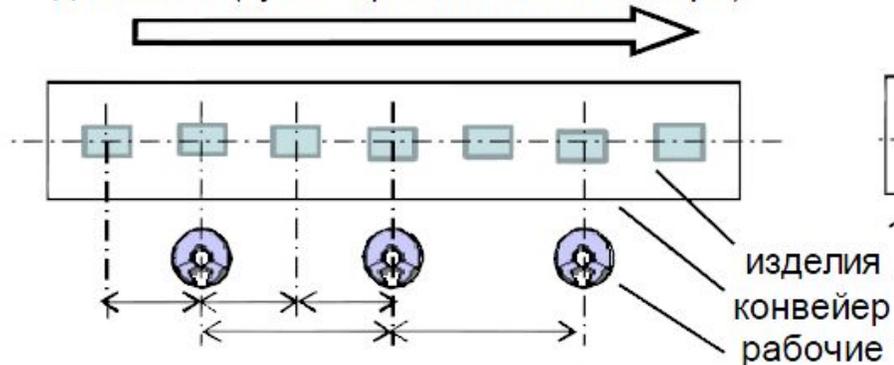
+ занятость обработкой одной партии одновременно (параллельно) во времени всех операций – *max* параллельности, *min* длительность цикла;

– перерывы на всех рабочих местах, кроме одного, где выполняется самая длительная операция – необходимо выравнивание длительностей операций – синхронизация.

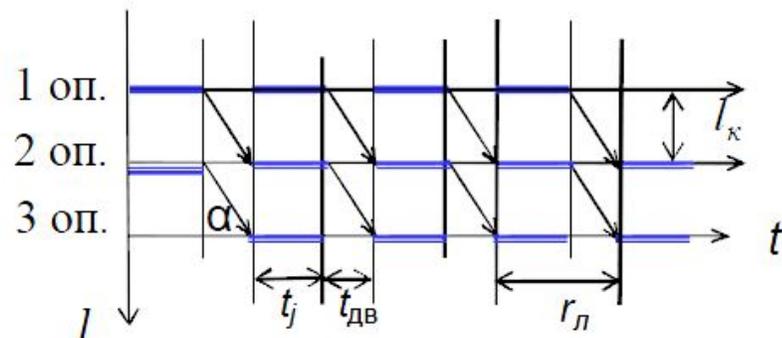


# Формы организации работы ОНПЛ с рабочим пульсирующим конвейером

движение (пульсации на шаг конвейера)



шаг рабочих мест = шаг конвейера, либо больше его в целое число раз



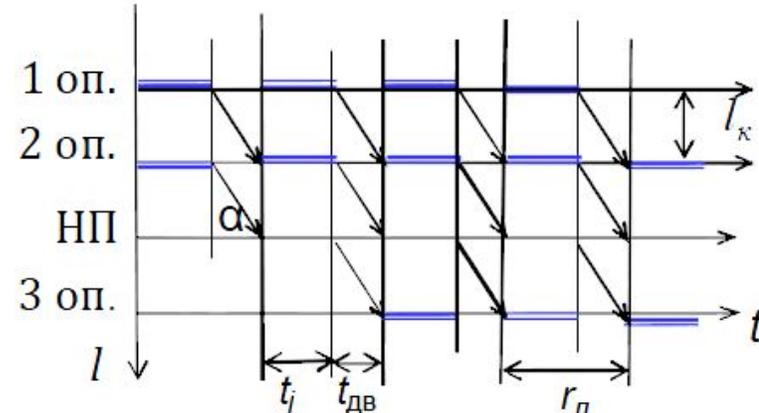
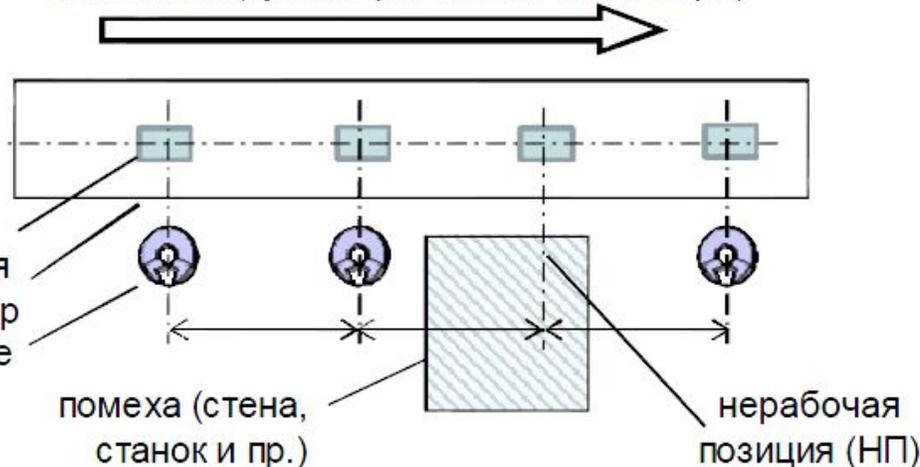
время операции ( $t_j$ ) + время движения ( $t_{дв}$ ) = ритм линии ( $r_n$ )

$$t_j = (4, 4, 4) \text{ мин} \quad r_n = 6 \text{ мин}$$

$$t_{дв} = \frac{\text{шаг конвейера}}{\text{скорость пульсации}} = 2 \text{ мин}$$

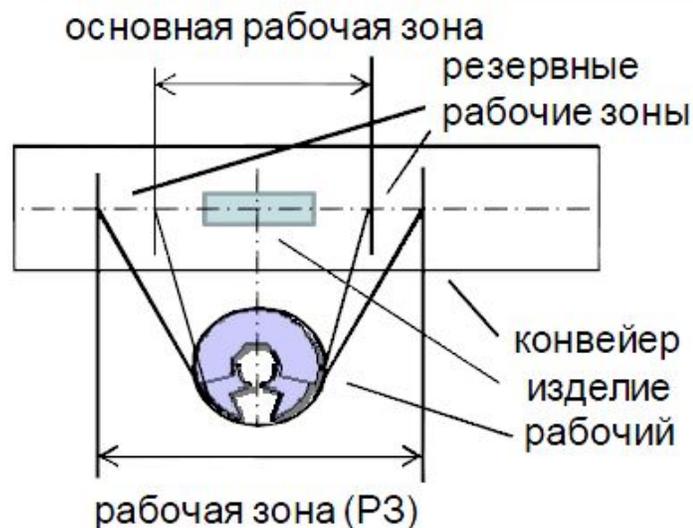
скорость пульсации = угол наклона ( $\text{tg } \alpha$ )

движение (пульсации на шаг конвейера)



Такая ситуация удлиняет ленту конвейера, но позволяет размещать в зоне конвейера станки, склады, проезды и пр. Тот же результат - при двустороннем размещении рабочих мест.

## Формы организации работы ОНПЛ с рабочим непрерывным конвейером



При организации на ОНПЛ конвейера с непрерывным движением на конвейере образуются рабочие зоны в которых рабочие выполняет свои операции, двигая только руки вслед за изделием, либо двигаясь за ним вдоль конвейера.

### Положение рабочего – сидя (стоя) у конвейера

Рабочая зона включает основную и резервную части, ввиду того, что время операции – случайная величина: как правило, работа выполняется в основной зоне, при отклонении времени – подключается и резервная зона.

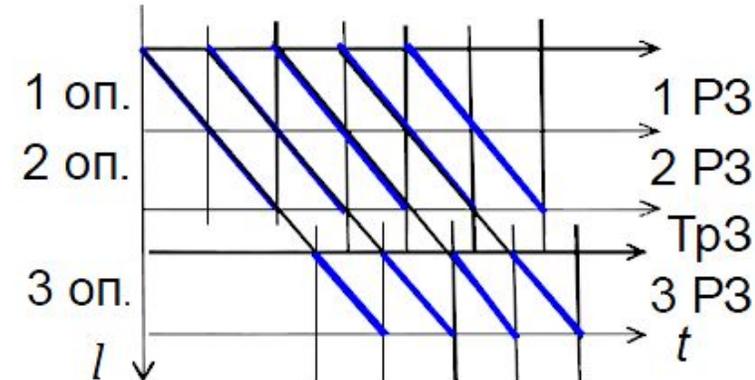
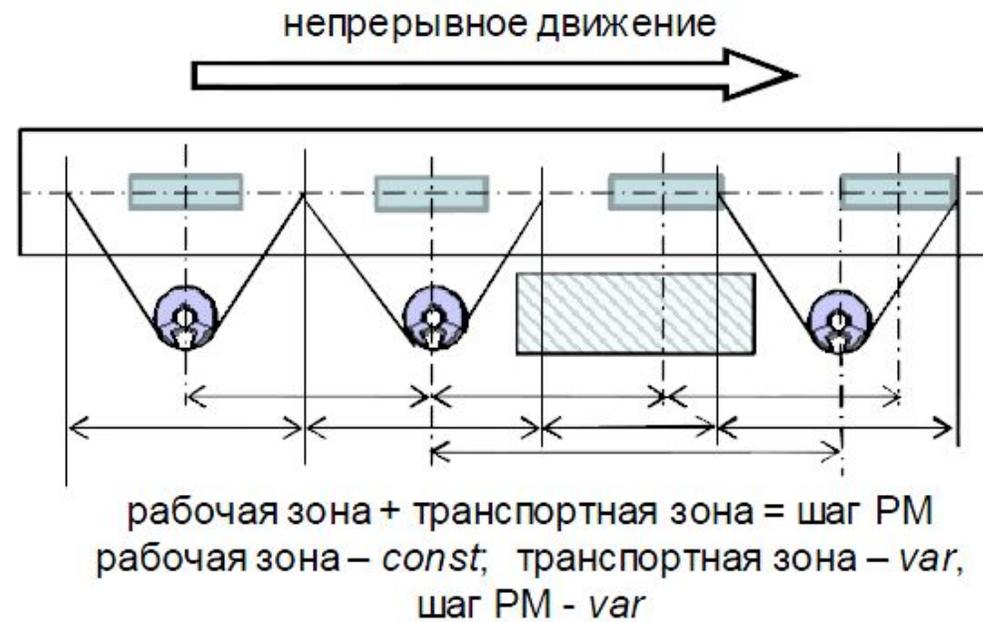
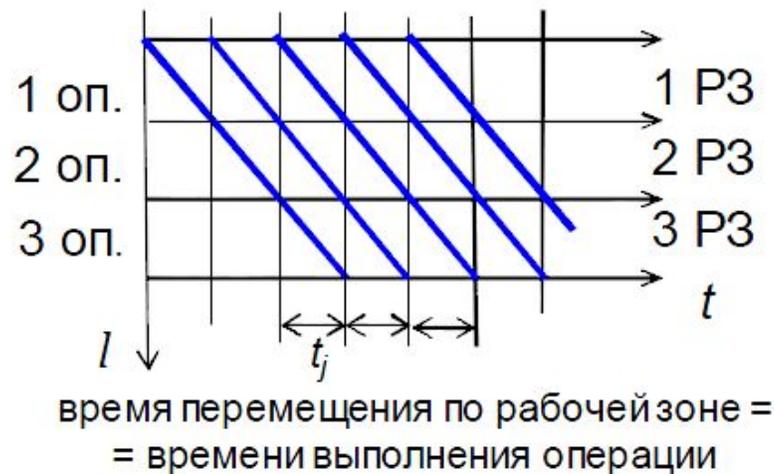
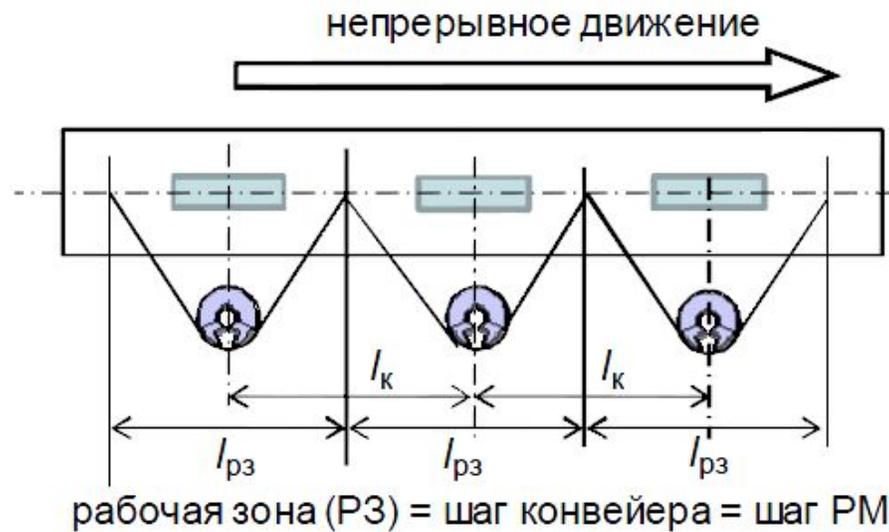
Размер рабочей зоны вдоль оси конвейера ( $l_{pz}$ ) определяется антропометрическими характеристиками: для мужчин – до 80 см, для женщин – до 60 см. Время выполнения операции синхронизировано с ритмом линии ( $r_l$ ), тогда скорость конвейера равна:

$$V_k = \frac{l_{pz}}{r_l}$$

Шаг конвейера ( $l_k$ ) = размеру рабочей зоны, тогда:

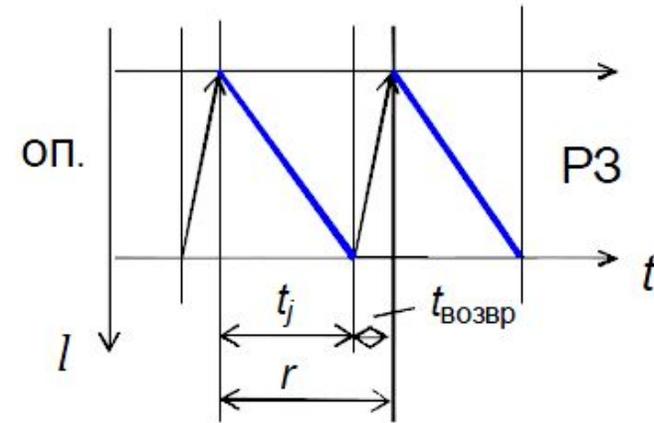
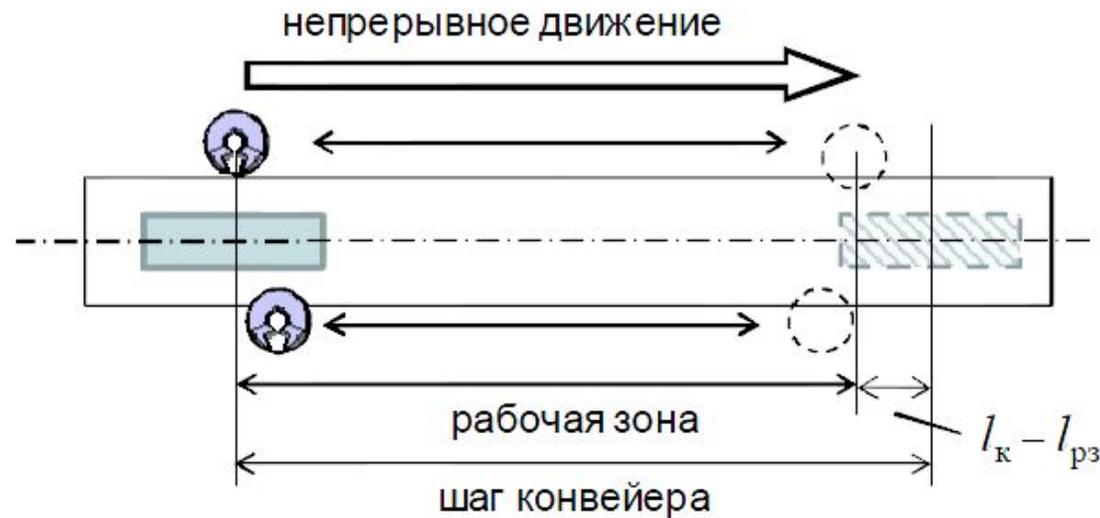
$$V_k = \frac{l_{pz}}{r_l} = \frac{l_k}{r_l}$$

# Формы организации работы ОНПЛ с рабочим непрерывным конвейером



Это удлиняет ленту конвейера, но позволяет размещать в зоне конвейера станки, склады, проезды и пр. То же - при двустороннем размещении рабочих мест.

# Формы организации работы ОНПЛ с рабочим непрерывным конвейером

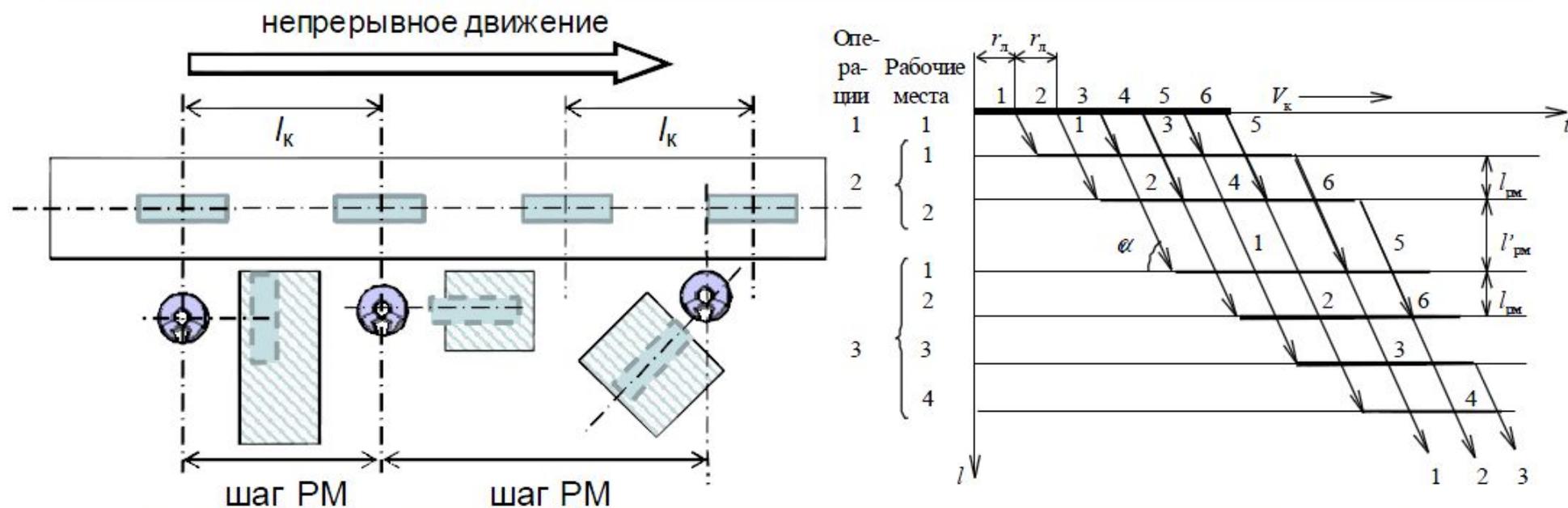


**Рабочий (бригада) двигается вслед за изделием вдоль конвейера по своей рабочей зоне, а затем возвращается обратно**

время перемещения по рабочей зоне =  
 = времени выполнения операции  
 время операции ( $t_j$ ) + время возврата ( $t_{\text{возвр}}$ ) =  
 = ритм линии ( $r_l$ )  
 время возврата =  $\frac{\text{рабочая зона}}{\text{скорость возврата}}$

Размер рабочей зоны не ограничен; шаг конвейера больше длины рабочей зоны на расстояние, которое пройдет конвейер за время возврата рабочих:  
 $l_k - l_{pz} = V_k \frac{l_{pz}}{V_{\text{возвр}}}$

# Формы организации работы ОНПЛ с непрерывным распределительным конвейером



**Работа выполняется вне ленты конвейера с использованием оборудования, спец. столов и установок**

Время операции включает время установки-снятия предмета с ленты.

Время операции равно или кратно ритму; одна операция может выполняться на нескольких РМ ( $q_j$ ):  $q_j = \frac{t_j}{r_j}, j = 1 \dots n$

Рабочая зона отсутствует; шаг рабочих мест – var,

## Условия организации прерывных поточных линий (ОППЛ)

Тип производства – **массовый**, длительное время предмет производства не меняется.

Вид движения деталей по операциям – **параллельно-последовательный**.

Условие создания: **невозможность синхронизации** (выравнивания длительности) **операций** на линии, как это было на ОНПЛ.

Особенность организации: между операциями **создаются оборотные заделы** (запасы), согласующие работу смежных операций на линии.

**Задача: расчет организационных параметров работы линии и управление межоперационными оборотными заделами**



# Организация работы прерывных поточных линий (ОПЛ)

Отсутствие синхронизации

возникновение перерывов на рабочих местах после окончания работы с каждым предметом производства:  $t_{перj} = r_{л} - t_j/q_j > 0, j=1,2,\dots,K_{оп}$ .

концентрация перерывов при изготовлении некоторого числа изделий для рационального использования рабочего времени;  
 $n_{об}$  – количество изделий, на котором происходит концентрация;  
умножим обе части равенства на  $n_{об}$ :

$$t_{перj} n_{об} = r_{л} n_{об} - t_j n_{об}/q_j, j=1,2,\dots,K_{оп}.$$

$T_{перj}$  – общее время концентрированного перерыва на операции

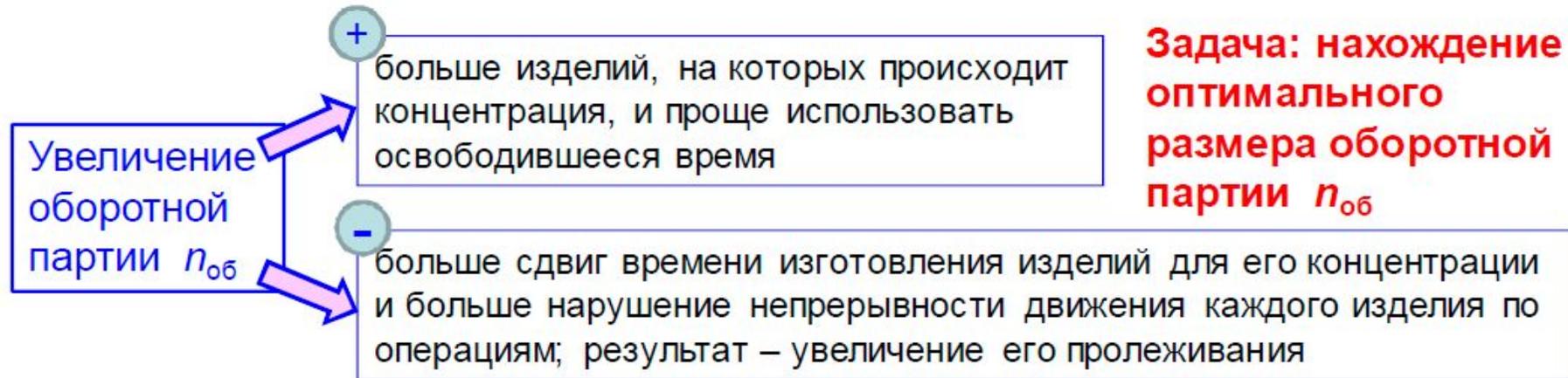
$T_j$  – общее время концентрированной работы на операции

$r_{л} n_{об} = R_{об}$  – ритм оборотной партии или период оборота линии

$$T_j + T_{перj} = R_{об}, j=1,2,\dots,K_{оп}.$$

**Период оборота линии** ( $R_{об}$ ) – интервал времени, по истечении которого линия полностью повторяет свое состояние, а на каждой ее операции изготавливается одинаковое количество изделий, называемое **оборотной партией** –  $n_{об}$ .

## Организация работы прерывных поточных линий (ОППЛ)



Рассмотрим работу пары смежных операций на ОППЛ

**межоперационный оборотный задел** образуется из пролеживающих между операциями заготовок, полуфабрикатов и сборочных единиц

**эпюра задела** – график его изменения, построенный на интервале, равном периоду оборота линии; эпюры строятся независимыми для каждой пары смежных операций линии

**величина оборотного задела** пропорциональна разнице производительностей и/или сдвигу начал работы смежных операций линии, а также размеру оборотной партии.

## Методы построения эпюр и расчета величин оборотных заделов на ОППЛ

- эпюра представляет собой кусочно-линейную непрерывную функцию;
- величина оборотного задела изменяется от нуля до некоторого максимального значения; это *максимальный задел*  $H_{об}^{max}$ ;
- оборотный задел в начале периода оборота равен заделу в конце периода; это *переходящий задел*  $H_{об}^{пер}$ .

**Для заданной пары смежных операций  $j$  и  $j+1$  период оборота линии разбивается на интервалы, в пределах которых состояния операций неизменны.**

1. Для каждого интервала анализируется изменение задела:
  - а) *задел будет увеличиваться*, если пополняющая задел операция более производительна, чем берущая из задела, с учетом числа работающих в этом интервале рабочих мест;
  - б) *задел будет уменьшаться*, если пополняющая операция менее производительна;
  - в) *задел будет неизменен*, если обе операции в паре равнопроизводительны (в том числе – обе не работают).

2. Линейные функции на всех интервалах связываются в единую эпюру.

3. Для каждого интервала рассчитывается изменение величины задела по формуле  $\Delta H_{jj+1f} = T_f \left( \frac{q_{jf}}{t_j} - \frac{q_{j+1f}}{t_{j+1}} \right)$ , где  $T_f$  – продолжительность  $f$ -го интервала;  $q_{jf}$ ,  $q_{j+1f}$  – количество рабочих мест на  $j$ -й и  $(j+1)$ -й операциях, работающих на  $f$ -м интервале.

4. Начиная с нулевой точки, цепным методом рассчитываются величины задела во всех переломных точках эпюры (на границах интервалов) с использованием полученных ранее значений  $\Delta H_{jj+1f}$ .

Задел - это заготовки, полуфабрикаты, сборочные единицы, находящиеся на разных стадиях производственного процесса и предназначенные для бесперебойной работы поточной линии.

- Заделы, находящиеся на производственном участке, называют линейными заделами.

Линейные заделы:

- а) технологические;
- б) транспортные;
- в) оборотные;
- г) страховые.

- Технологический задел - число деталей постоянно находящихся в обработке на рабочих местах на всех операциях поточной линии.
- Транспортный задел - детали, постоянно находящиеся в процессе перемещения между рабочими местами (т.е. на транспортных средствах).
- Страховой задел (резервный) - предназначен для устранения возможных перебоев или неполадок на линии.
- Оборотный (межоперационный) задел - может возникать только между смежными операциями, имеющими разные длительности обработки.

Данный задел определяется на основе графика работы поточной линии.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**