

# Производственный менеджмент

---

Тема 4. Производственный  
процесс и его организация в  
пространстве и времени

# Тема 4. Производственный процесс и его организация в пространстве и времени

---

- Понятие и классификация производственных процессов
  - Принципы организации производственных процессов
  - Формы организации производственных процессов
  - Типы организации производственных процессов
  - Методы организации промышленного производства
  - Организация поточного производства
  - Классификация поточных линий и условия их организации
  - Параметры поточных линий и методика их расчета
  - Производственный цикл, его структура и пути сокращения
  - Расчет длительности производственного цикла
-

# Понятие и классификация производственных процессов

---

**Производственный процесс** представляет собой совокупность целенаправленных действий персонала предприятия по превращению сырья и материалов в готовую продукцию

**Производственный процесс** — это совокупность взаимосвязанных основных, вспомогательных, обслуживающих и естественных процессов, направленных на изготовление определенной продукции

**Производственный процесс** представляет собой определенным образом упорядоченный в пространстве и во времени комплекс трудовых и естественных процессов, направленных на изготовление товара заданного качества, количества, ассортимента и в установленные сроки

---

# Понятие и классификация производственных процессов

---

**Основные компоненты производственного процесса,** которые определяют характер производства:

- профессионально подготовленный персонал
  - средства труда (машины, оборудование, здания, сооружения и т.д.)
  - предметы труда (сырье, материалы, полуфабрикаты)
  - энергия (электрическая, тепловая, механическая, световая, мышечная)
  - информация (научно-техническая, коммерческая, оперативно-производственная, правовая, социально-политическая)
-

# Понятие и классификация производственных процессов

---

- **Рабочее место** - часть производственной площади, оснащенной необходимым оборудованием и инструментами, при помощи которых рабочий или группа рабочих выполняет отдельные операции по изготовлению продукции или обслуживанию производственного процесса.
  - **Операция** - часть технологического процесса, выполняемая непрерывно без переналадки оборудования над одним или несколькими предметами труда на одном рабочем месте (станке, стенде, агрегате и т.д.) одним или несколькими рабочими или вовсе без их участия при помощи определенных орудий труда.
  - Совокупность основных последовательно выполняемых над данным предметом труда технологических действий (операций) называется **технологическим процессом**, в который включаются также естественные процессы (старение и остывание отливок и заготовок, сушка и др.).
  - **Фаза** — комплекс работ, выполнение которых характеризует завершение определенной части технологического процесса и связано с переходом предмета труда из одного качественного состояния в другое.
-

# Классификация производственных процессов

---

**1. По своему значению и роли в производстве** выделяют:

**Основные** - производственные процессы, в ходе которых осуществляется изготовление основной продукции, выпускаемой предприятием.

**Вспомогательные** - процессы, обеспечивающие бесперебойное протекание основных процессов (ремонт оборудования, изготовление оснастки, выработка пара, сжатого воздуха и т.д.).

**Обслуживающие** - такие, в ходе реализации которых выполняются услуги, необходимые для нормального функционирования как основных, так и вспомогательных процессов (процессы транспортировки, складирования, комплектования деталей, уборки помещений и др.)

**2. По характеру воздействия на предмет труда:**

**Технологические** - в ходе которых происходит изменение предмета труда под воздействием живого труда;

**Естественные** - когда меняется физическое состояние предмета труда под влиянием сил природы (они представляют собой перерыв в процессе труда).

**3. По формам взаимосвязи со смежными процессами различают:**

**Аналитические** - когда 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.

---

# Классификация производственных процессов

---

**4. По степени непрерывности** различают:

Непрерывные;

Дискретные (прерывные).

**5. По характеру используемого оборудования** выделяют:

**Аппаратурные (замкнутые) процессы**, когда технологический процесс осуществляется в специальных агрегатах (аппаратах, ваннах, печах), а функция рабочего заключается в управлении и обслуживании их;

**Открытые (локальные) процессы**, когда рабочий осуществляет обработку предметов труда с помощью набора инструментов и механизмов.

**6. По уровню механизации** принято выделять:

**Ручные процессы** - выполняемые без применения машин, механизмов и механизированного инструмента;

**Частично механизированные (машинно-ручные)** - выполняемые с помощью машин и механизмов при обязательном участии рабочего, например обработка детали на универсальном токарном станке;

**Полностью механизированные (машинные)** - осуществляемые на машинах, станках и механизмах при ограниченном участии рабочего;

**Автоматизированные** - осуществляемые на машинах-автоматах, где рабочий ведет контроль и управление ходом производства; комплексно автоматизированные, в которых наряду с автоматическим производством осуществляется автоматическое оперативное управление.

**7. По масштабам производства однородной продукции** различают процессы:

**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;

**Единичные (индивидуальные)** – при постоянно меняющейся номенклатуре изделий, когда рабочие места загружаются различными операциями, выполняемыми без какого-либо определенного чередования; большая доля процессов носит уникальный характер. Процессы не повторяются.

---

# Принципы организации производственных процессов

---

1. **Принцип пропорциональности.** Обеспечение пропорциональной производительности (пропускной способности) в единицу времени всех производственных подразделений предприятия (цехов, участков) и отдельных рабочих мест.
  2. **Принцип дифференциации.** Разделение производственного процесса изготовления одноименных изделий между отдельными подразделениями предприятия (например, создание производственных участков или цехов по технологическому или предметному признаку)
  3. **Принцип комбинирования.** Объединение всех или части разнохарактерных процессов по изготовлению определенного вида изделия в пределах одного участка, цеха, производства
  4. **Принцип концентрации.** Сосредоточение выполнения определенных производственных операций по изготовлению технологически однородной продукции или выполнению функционально однородных работ на отдельных участках, рабочих местах, в цехах и производствах предприятия
  5. **Принцип специализации.** Формы разделения труда на предприятии, в цехе. Закрепление за каждым подразделением предприятия ограниченной номенклатуры работ, операций, деталей или изделий
  6. **Принцип универсализации.** Противоположен принципу специализации. Каждое рабочее место или производственное подразделение занято изготовлением изделий и деталей широкого ассортимента или выполнением различных производственных операций
-

# Принципы организации производственных процессов

---

7. **Принцип стандартизации.** Разработка, установление и применение однообразных условий, обеспечивающих наилучшее протекание производственного процесса
  8. **Принцип параллельности.** Одновременное выполнение технологического процесса на всех или некоторых его операциях. Реализация принципа существенно сокращает производственный цикл изготовления изделия
  9. **Принцип прямоочности.** Требование прямолинейного движения предметов труда по ходу технологического процесса, то есть по кратчайшему пути прохождения изделием всех фаз производственного процесса без возвратов в его движении
  10. **Принцип непрерывности.** Сведение к минимуму всех перерывов в процессе производства конкретного изделия
  11. **Принцип ритмичности.** Выпуск в равные промежутки времени равного количества изделий
  12. **Принцип автоматичности.** Максимально возможное и экономически целесообразное освобождение рабочего от затрат ручного труда на основе применения автоматического оборудования.
  13. **Принцип соответствия форм производственного процесса его технико-экономическому содержанию** - формирование производственной структуры предприятия с учетом особенности производства и условий его протекания, дающую наилучшие экономические показатели.
-

# Формы организации производственных процессов

---

**Форма организации производства** представляет собой определенное сочетание во времени и в пространстве элементов производственного процесса при соответствующем уровне его интеграции, выраженное системой устойчивых связей.

Совокупность основных форм организации производства формируются на основе сочетания различных временных и пространственных структурных построений.

Временная структура организации производства определяется составом элементов производственного процесса и порядком их взаимодействия во времени. По виду временной структуры различают формы организации с **последовательной, параллельной и параллельно-последовательной** передачей предметов труда в производстве.

Пространственная структура организации производства определяется количеством технологического оборудования, сосредоточенного на рабочей площадке (числом рабочих мест), и расположением его относительно направления движения предметов труда в окружающем пространстве. В зависимости от количества технологического оборудования (рабочих мест) различают **однозвенную** производственную систему и соответствующую ей структуру обособленного рабочего места и **многозвенную** систему с цеховой, линейной или ячеистой структурой

---

# Формы организации производственных процессов

---

Форма организации производства с **последовательной** передачей предметов труда представляет собой такое сочетание элементов производственного процесса, при котором обеспечивается движение обрабатываемых изделий по всем производственным участкам партиями произвольной величины. Предметы труда на каждую последующую операцию передаются лишь после окончания обработки всей партии на предшествующей операции. Данная форма является наиболее гибкой по отношению к изменениям, возникающим в производственной программе, позволяет достаточно полно использовать оборудование, что дает возможность снизить затраты на его приобретение. Недостаток такой формы организации производства заключается в относительно большой длительности производственного цикла, так как каждая деталь перед выполнением последующей операции пролеживает в ожидании обработки всей партии.

Форма организации производства с **параллельной** передачей предметов труда основана на таком сочетании элементов производственного процесса, которое позволяет запускать, обрабатывать и передавать предметы труда с операции на операцию поштучно и без ожидания. Такая организация производственного процесса приводит к уменьшению количества деталей, находящихся в обработке, сокращению потребностей в площадях, необходимых для складирования и проходов. Ее недостаток - в возможных простоях оборудования (рабочих мест) вследствие различий в длительности операций.

Форма организации производства с **параллельно-последовательной передачей** предметов труда является промежуточной между последовательной и параллельной формами и частично устраняет присущие им недостатки. Изделия с операции на операцию передаются транспортными партиями. При этом обеспечивается непрерывность использования оборудования и рабочей силы, возможно частично параллельное прохождение партии деталей по операциям технологического процесса.

---

# Формы организации производственных процессов

---

**Цеховая структура** характеризуется созданием участков, на которых оборудование (рабочие места) расположено параллельно потоку заготовок, что предполагает их специализацию по признаку технологической однородности. В этом случае партия деталей, поступающая на участок, направляется на одно из свободных рабочих мест, где проходит необходимый цикл обработки, после чего передается на другой участок (в цех). Существует рядная и кольцевая цеховая пространственная структура.

На участке с **линейной пространственной структурой** оборудование (рабочие места) располагается по ходу технологического процесса и партия деталей, обрабатываемая на участке, передается с одного рабочего места на другое последовательно. Существует рядная и кольцевая линейная пространственная структура.

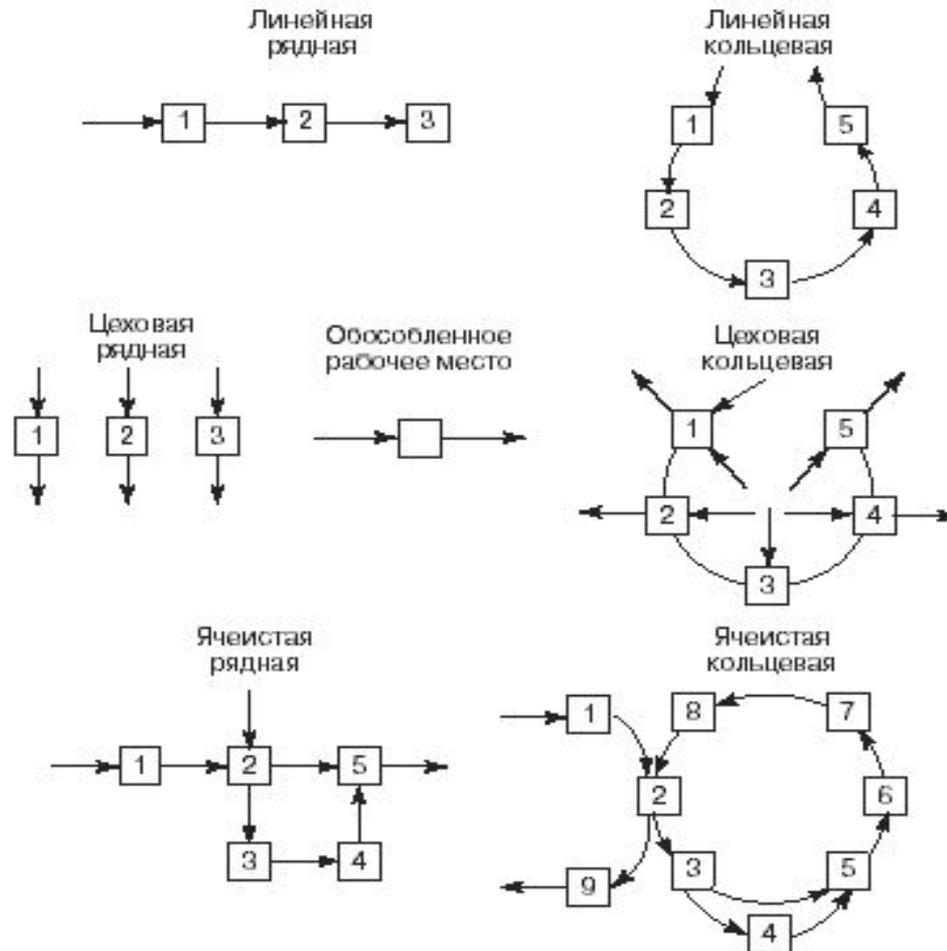
**Ячеистая структура** организации производства объединяет признаки линейной и цеховой. Существует рядная и кольцевая ячеистая пространственная структура.

Комбинация пространственной и временной структур производственного процесса при определенном уровне интеграции частичных процессов обуславливает **различные формы организации производства**: технологическую, предметную, прямоточную, точечную, интегрированную.

---

# Варианты пространственной структуры производственного процесса

---



# Формы организации производственных процессов

---

## Форма организации производства

- **технологическая форма** организации производственного процесса характеризуется цеховой структурой с последовательной передачей предметов труда. Такая форма организации широко распространена на машиностроительных заводах, поскольку обеспечивает максимальную загрузку оборудования в условиях мелкосерийного производства и приспособлена к частым изменениям в технологическом процессе. В то же время применение технологической формы организации производственного процесса имеет ряд отрицательных последствий. Большое количество деталей и их многократное перемещение в процессе обработки приводят к росту объема незавершенного производства и увеличению числа пунктов промежуточного складирования. Значительную часть производственного цикла составляют потери времени, обусловленные сложной межучастковой связью.
  - **предметная форма** организации производства имеет ячеистую структуру с параллельно-последовательной (последовательной) передачей предметов труда в производстве. На предметном участке устанавливается, как правило, все оборудование, необходимое для обработки группы деталей с начала и до конца технологического процесса. Если технологический цикл обработки замыкается в пределах участка, он называется предметно-замкнутым. Предметное построение участков обеспечивает прямоточность и уменьшает длительность производственного цикла изготовления деталей. В сравнении с технологической формой предметная позволяет снизить общие расходы на транспортировку деталей, потребность в производственных площадях на единицу продукции. Вместе с тем данная форма организации производства имеет и недостатки. Главный из них в том, что при определении состава оборудования, устанавливаемого на участке, на первый план выдвигается необходимость проведения определенных видов обработки деталей, что не всегда обеспечивает полную загрузку оборудования.
-

# Формы организации производственных процессов

---

## Форма организации производства

- **прямоточная форма** организации производства характеризуется линейной структурой с поштучной передачей предметов труда. Такая форма обеспечивает реализацию ряда принципов организации: специализации, прямоточности, непрерывности, параллельности. Ее применение приводит к сокращению длительности производственного цикла, более эффективному использованию рабочей силы за счет большей специализации труда, уменьшению объема незавершенного производства
  - **точечная форма** организации производства характеризуется выполнением работы полностью на одном рабочем месте. Изделие производится там, где находится его основная часть. Примером служит сборка изделия с перемещением рабочего вокруг него. Организация точечного производства имеет ряд достоинств: обеспечивается возможность частых изменений конструкции изделий и последовательности обработки, изготовления изделий разнообразной номенклатуры в количестве, определяемом потребностями производства; снижаются затраты, связанные с изменением расположения оборудования, повышается гибкость производства
  - **интегрированная форма** организации производства предполагает объединение основных и вспомогательных операций в единый интегрированный производственный процесс с ячеистой или линейной структурой при последовательной, параллельной или параллельно-последовательной передаче предметов труда в производстве. В отличие от существующей практики раздельного проектирования процессов складирования, транспортировки, управления, обработки на участках с интегрированной формой организации требуется увязать эти частичные процессы в единый производственный процесс. Это достигается путем объединения всех рабочих мест с помощью автоматического транспортно-складского комплекса, который представляет собой совокупность взаимосвязанных, автоматических и складских устройств, средств вычислительной техники, предназначенных для организации хранения и перемещения предметов труда между отдельными рабочими местами
-

# Формы организации производственных процессов

Вид пространственной структуры организации производства / Вид временной структуры организации производства	При неинтегрированном производственном процессе				При интегрированном производственном процессе	
	Цеховая	Ячейчатая	Линейная	Обособленное рабочее место	Ячейчатая	Линейная
Без дальнейшей передачи предметов труда  Последовательная  Параллельно-последовательная  Параллельная	Технологическая	Предметная	Поточная	Точечная	Интегрированная  Предметная	Интегрированная  Линейная

# Формы организации производственных процессов

---

В зависимости от способности к переналадке на выпуск новых изделий перечисленные выше формы организации условно можно разделить:

1. **Жесткие формы** организации производства (непереналаживаемые) - предполагают обработку деталей одного наименования. Изменение в номенклатуре выпускаемой продукции и переход на выпуск конструктивно новой серии изделий вызывает необходимость перепланировки участка, замены оборудования, оснастки. К числу жестких форм организации производственного процесса относится поточная линия.
  2. **Гибкие формы** (переналаживаемые) позволяют обеспечить переход на выпуск новых изделий без изменения состава компонентов производственного процесса при незначительных затратах времени и труда
-

# Формы организации производственных процессов

---

Под влиянием научно-технического прогресса в технике и в технологии машиностроения происходят существенные изменения, обусловленные механизацией и автоматизацией производственных процессов. Одной из таких форм, получившей применение при внедрении средств гибкой автоматизации в производственный процесс, является **блочно-модульная форма** организации производства.

Создание производства блочно-модульной формы осуществляется путем концентрации на участке всего комплекса оборудования, необходимого для непрерывного производства ограниченной номенклатуры изделий, и объединение группы рабочих на выпуске конечной продукции при передаче им части функций по планированию производства на участке.

Экономической основой создания таких производств являются коллективные формы организации труда. Работа в этом случае строится на принципах самоуправления и коллективной ответственности за результаты труда.

---

# Типы организации производственных процессов

---

**Тип производства** определяется комплексной характеристикой технических, организационных и экономических особенностей производства, обусловленных широтой номенклатуры, регулярностью, стабильностью и объемом выпуска продукции

По степени специализации, величине и постоянству номенклатуры изготавливаемых на них изделий все рабочие места делятся на следующие группы:

- 1) рабочие места массового производства, специализированные на выполнение одной непрерывной повторяющейся операции;
- 2) рабочие места серийного производства, на которых выполняется несколько различных операций, повторяющихся через определенные промежутки времени;
- 3) рабочие места единичного производства, на которых выполняется большое число различных операций, повторяющихся через неопределенные промежутки времени или вовсе не повторяющихся

Массовый тип организации производства  
Серийный тип организации производства  
Единичный тип организации производства

---

# Типы организации производственных процессов

Фактор	Производство		
	единичное	серийное	массовое
Номенклатура	Неограниченная	Ограничена сериями	Одно или несколько изделий
Повторяемость выпуска	Не повторяется	Периодически повторяется	Постоянно повторяется
Применяемое оборудование	Универсальное	Универсальное, частично специальное	В основном специальное
Расположение оборудования	Групповое	Групповое и цепное	Цепное
Разработка технологического процесса	Укрупненный метод (на изделие, узел)	Поддетальная	Поддетальная, пооперационная
Закрепление деталей и операций за станками	Специально не закреплены	Определенные детали и операции закреплены за станками	На каждом станке выполняется одна операция
Квалификация рабочих	Высокая	Средняя	Невысокая
Взаимозаменяемость	Неполная	Полная	Полная
Себестоимость единицы продукции	Высокая	Средняя	Низкая
Степень реализации основных принципов организации производства	Низкая степень непрерывности процессов	Средняя степень поточности производства	Высокая степень непрерывности и прямоточное течение производства

# Методы организации производственных процессов

---

**Методы организации производства** представляют собой совокупность приемов и правил рационального сочетания основных элементов производственного процесса в пространстве и во времени на стадиях функционирования, проектирования и организации производства

- **поточный метод** организации производства – метод организации производства, основанная на ритмичной повторяемости времени выполнения основных и вспомогательных операций на специализированных рабочих местах, расположенных по ходу протекания технологического процесса. Применяется при условии тщательной отработки конструкции и технологического процесса, четкой организации обслуживания рабочих мест поточной линии, снабжения их материалами, комплектующими деталями с целью предотвращения незапланированных простоев в течение рабочей смены - массовое или крупносерийное производство

- **партионный метод** организации производства - представляет собой построение производственного процесса при изготовлении партии изделий. Применяется при условии обширной номенклатуры изделий, каждое из которых выпускается в небольшом количестве - предприятия серийного и на отдельных участках массового производства.

- **индивидуальный метод** организации производства характерен для заводов и цехов, изготавливающих различные изделия в ограниченных количествах, как правило, без повторения их выпуска в дальнейшем либо с повторением через большой промежуток времени, когда конструкция изделия значительно изменится.

---

# Организация поточного производства

---

Поточный метод организации производства имеет следующие характерные черты:

1. Сокращение номенклатуры выпускаемой продукции до минимума (1-2 единицы);
  2. Расчленение производственного процесса на операции;
  3. Специализация рабочих мест на выполнении определенных операций, как правило одной;
  4. Параллельное выполнение операций на всех рабочих местах в потоке;
  5. Расположение оборудования по ходу технологического процесса.
  6. Высокий уровень непрерывности производственного процесса на основе обеспечения равенства или кратности продолжительности исполнения операций потока такту потока;
  7. Наличие специального межоперационного транспорта для передачи предметов труда от операции к операции.
-

# Организация поточного производства

---

**Поточная линия** (структурная единица поточного производства) представляет собой совокупность рабочих мест, расположенных по ходу технологического процесса, предназначенных для выполнения закрепленных за ними технологических операций и связанных между собой специальными видами межоперационных транспортных средств.

---

# Транспортные средства периодического действия

- краны, электрокары, тельферы;
- бесприводные средства транспортировки: рольганги, склизы, скаты;
- приводные средства непрерывного транспорта: ленточные, пластинчатые, цепные и другие транспортеры;
- роботизированные транспортные средства, например, промышленные роботы или роботизированные погрузчики.



# Классификация поточных линий и условия их организации

Принципы классификации	Виды поточных линий	
1. Степень специализации производства	Однопредметные	Многopредметные - постоянно-поточные - переменнo-поточные
2. Уровень синхронизации операций производственного процесса	Полностью синхронизированные, непрерывно-поточные линии	Частично синхронизированные, прерывно-поточные, прямоточные линии.
3. Способ поддержания ритма	С регламентированным ритмом	Со свободным ритмом
4. Способ перемещения предметов труда	Предметы труда движутся	Предметы труда неподвижны
5. Способ транспортировки предметов труда	Конвейер	Транспортер
6. Характер движения транспортного устройства	Непрерывный	Периодического действия
7. Роль транспортных устройств в производственном процессе	Рабочий конвейер	Распределительный конвейер
8. Уровень механизации и автоматизации труда	Автоматизированные	Немеханизированные, механизированно-ручные
9. По степени производственной взаимозависимости операций	Жестко связанные операции	Гибко связанные операции

# Характеристики поточной организации производства

---

**Задел** - это производственный запас материалов, заготовок или составных частей изделия для обеспечения бесперебойного протекания производственных процессов на поточных линиях.

Различают следующие виды заделов:

- технологический;
- транспортный;
- резервный (страховой);
- оборотный межоперационный.

**Синхронизация** – это процесс выравнивания длительности операции технологического процесса согласно такту поточной линии. Время выполнения операции должно быть равно такту линии или кратно ему.

Методы синхронизации:

- дифференциация операций;
  - концентрация операций;
  - установка дополнительного оборудования;
  - интенсификация работы оборудования (увеличение режимов обработки);
  - применение прогрессивного инструмента и оснастки;
  - улучшение организации обслуживания рабочих мест и т.д.
-

# Характеристики поточной организации производства

---

Высшей формой поточного производства является **автоматизированное производство**, где сочетаются основные признаки поточного производства с его автоматизацией. В автоматизированном производстве работа оборудования, агрегатов, аппаратов, установок происходит автоматически по заданной программе, а рабочий осуществляет контроль за их работой, устраняет отклонения от заданного процесса, производит наладку автоматизированного оборудования. Различают частичную и комплексную автоматизацию.

При **частичной автоматизации** рабочий полностью освобождается от работ, связанных с выполнением технологических процессов. В транспортных, контрольных операциях при обслуживании оборудования, в процессе установки полностью или частично сокращается ручной труд.

В условиях **комплексно-автоматизированного производства** технологический процесс изготовления продукции, управление этим процессом, транспортировка изделий, контрольные операции, удаление отходов производства выполняются без участия человека, но обслуживание оборудования ручное.

Основным элементом автоматизированного производства являются **автоматические поточные линии (АПЛ)**.

---

# Характеристики поточной организации производства

---

**Автоматическая поточная линия** - комплекс автоматического оборудования, расположенного в технологической последовательности выполнения операций, связанный автоматической транспортной системой и системой автоматического управления и обеспечивающий автоматическое превращение исходных материалов (заготовок) в готовое изделие (для данной автолинии). При работе на АПЛ рабочий выполняет функции наладки и контроля работы оборудования, а также функцию и загрузки линии заготовками.

Основные признаки АПЛ:

- автоматическое выполнение технологических операций (без участия человека);
- автоматическое перемещение изделия между отдельными агрегатами линии.

**Автоматические комплексы** с замкнутым циклом производства изделия - ряд связанных между собой автоматическими транспортными и погрузо-разгрузочными устройствами автоматических линий.

**Автоматизированные участки** (цехи) включают в себя автоматические поточные линии, автономные автоматические комплексы, автоматические транспортные системы, автоматические складские системы, автоматические системы контроля качества, автоматические системы управления и т.д.

---

# Характеристики поточной организации производства

---

## **Недостатки** поточной организации производства:

1. Большие масштабы производства, что не всегда соответствует потребностям рынка
2. Использование конвейерных транспортировочных линий увеличивает транспортный задел (незавершенное производство) и затрудняет передачу информации о качестве продукции на другие рабочие места и участки.
3. Монотонность труда на поточных линиях, снижает материальную заинтересованность рабочих и способствует увеличению текучести кадров.

## **Мероприятия по совершенствованию:**

1. Организация работы при переменных в течение дня такте и скорости поточной линии;
  2. Перевод рабочих в течение смены с одной операции на другую;
  3. Применение многооперационных машин, требующих регулярного переключения внимания рабочих на разные процессы;
  4. Меры материального стимулирования;
  5. Внедрение агрегатно-групповых методов организации производственного процесса, поточных линий со свободным ритмом;
  6. Внедрение полуавтоматических и автоматических поточных линий;
  7. Применение роботов и автоматических манипуляторов для выполнения монотонных операций.
-

# Характеристики поточной организации производства

---

Создание гибкой производственной системы, в которой происходит интеграция:

- всего разнообразия изготавливаемых деталей в группы обработки;
  - оборудования;
  - материальных потоков (заготовок, деталей, изделий, приспособлений, оснастки, основных и вспомогательных материалов);
  - процессов создания и производства изделий от идеи до готовой продукции (происходит слияние воедино основных, вспомогательных и обслуживающих процессов производства);
  - обслуживания за счет слияния всех обслуживающих процессов в единую систему;
  - управления на основе системы ЭВМ, банков данных, пакетов прикладных программ, САПР, АСУ;
  - потоков информации для принятия решения по всем подразделениям системы о наличии и применении материалов, заготовок, изделий, а также средств отображения информации;
  - персонала за счет слияния профессий (конструктор-технолог-программист - организатор).
-

# Параметры поточных линий и методика их расчета

---

**1. Такт поточной линии ( $r$ )** — интервал времени между последовательным выпуском двух деталей или изделий, мин:

$$r = (T_{\text{см}} - t) / N,$$

где  $T_{\text{см}}$  — продолжительность смены (час, мин);

$t$  — регламентированные потери времени (час, мин);

$N$  — производственная программа в смену (шт.). Если длительность операции равна или меньше времени такта, то число рабочих мест и единиц оборудования равно количеству операций. Если длительность операции больше времени такта, то необходимо несколько рабочих мест для синхронизации.

**2. Количество рабочих мест на каждой операции ( $P_M$ )** определяется путем деления штучного времени ( $t_{\text{шт}}$ ) на время такта ( $r$ ):

$$P_M = t_{\text{шт}} / r \text{ или } P_M = (t_{\text{шт}} / r) * k_{\text{зап}}, \text{ где } k_{\text{зап}} - \text{коэффициент запуска детали на операцию.}$$

**3. Ритм поточной линии ( $R$ )** - время, обратное такту и характеризует количество изделий, выпускаемых в единицу времени, шт/мин:

$$R = 1 / r$$

**4. Общая длина поточной линии** зависит от шага и количества рабочих мест, м:

$$L = l * q,$$

где  $l$  — шаг конвейера, или расстояние между центрами двух рабочих мест;

$q$  — число рабочих мест.

**5. Скорость движения поточной линии ( $v$ )** зависит от шага и такта поточной линии, м/мин:

$$v = l / r,$$

# Производственный цикл, его структура и пути сокращения

---

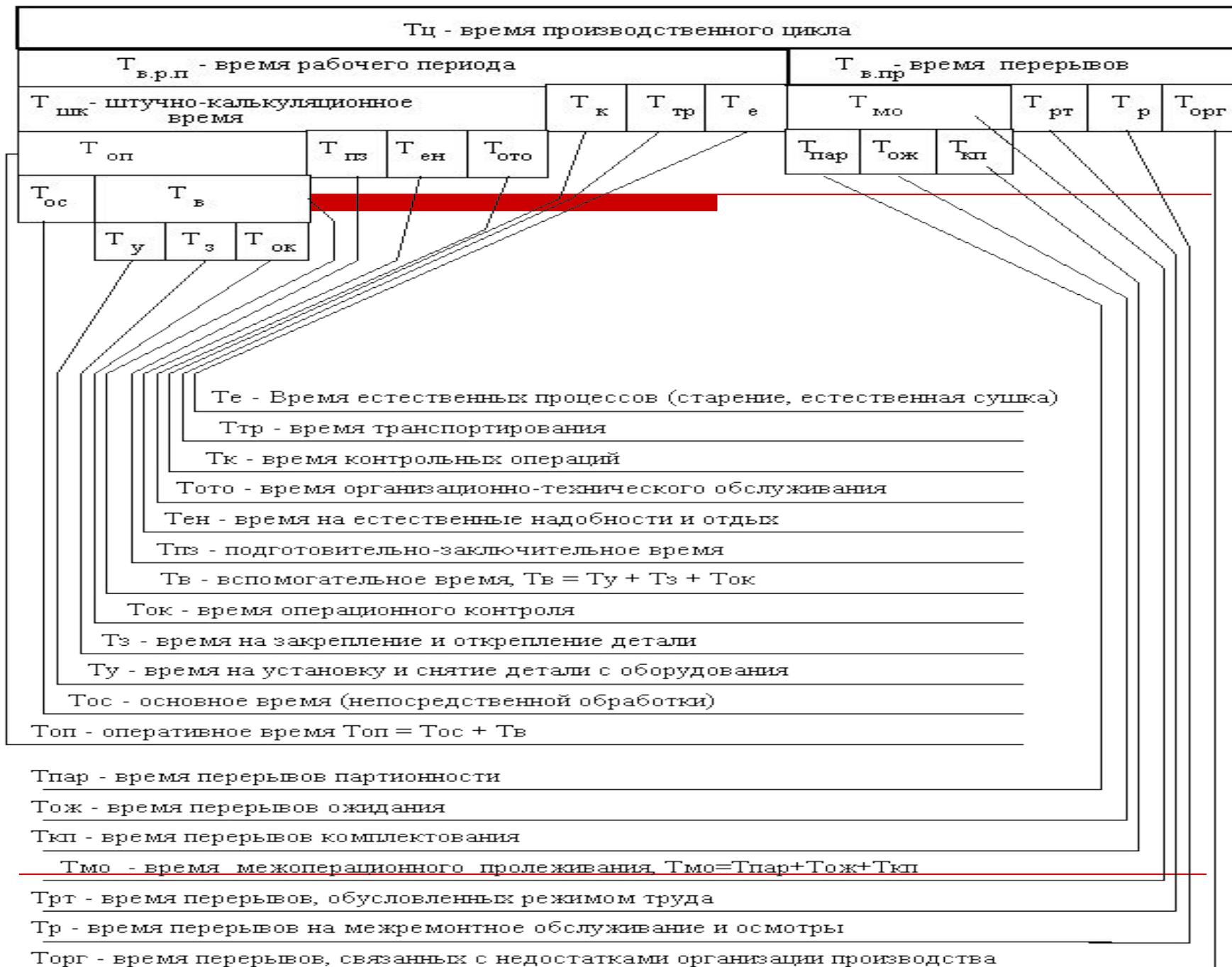
**Производственным циклом** называется промежуток времени от момента запуска в производство изделия до момента полного его изготовления, комплектации, приемки и сдачи на склад.

**Производственный цикл** - это календарный период времени, в течение которого материал, заготовка или другой обрабатываемый предмет проходит все операции производственного процесса или определенной его части и превращается в готовую продукцию (или в готовую ее часть).

**Производственный цикл** выражается в календарных днях или (при малой трудоемкости изделия) в часах.

---

# Структура производственного цикла



# Расчет длительности производственного цикла

---

$$T_{ц} = T_{врп} + T_{впр},$$

где  $T_{врп}$  - время рабочего процесса;

$T_{впр}$  - время перерывов.

Во время рабочего периода выполняются технологические операции

$$T_{врп} = T_{шк} + T_{к} + T_{тр} + T_{е},$$

где  $T_{шк}$  - штучно-калькуляционное время;

$T_{к}$  - время контрольных операций;

$T_{тр}$  - время транспортирования предметов труда;

$T_{е}$  - время естественных процессов (старения, релаксации, естественной сушки, отстоя взвесей в жидкостях и т.п.).

Сумму времен штучного, контрольных операций, транспортирования называют операционным временем ( $T_{опр}$ ):

$$T_{опр} = T_{шк} + T_{к} + T_{тр}.$$

В операционный цикл  $T_{к}$  и  $T_{тр}$  включены условно, так как в организационном отношении они не отличаются от технологических операций, штучно-калькуляционное время рассчитывается по формуле

$$T_{шк} = T_{оп} + T_{пз} + T_{ен} + T_{ото},$$

где  $T_{оп}$  - оперативное время;

$T_{пз}$  - подготовительно-заключительное время при обработке новой партии деталей;

$T_{ен}$  - время на отдых и естественные надобности рабочих;

$T_{ото}$  - время организационного и технического обслуживания (получение и сдача инструмента, уборка рабочего места, смазка оборудования и т.п.).

---

# Расчет длительности производственного цикла

---

Оперативное время ( $T_{оп}$ ) в свою очередь состоит из основного ( $T_{ос}$ ) и вспомогательного времени ( $T_{в}$ ):

$$T_{оп} = T_{ос} + T_{в},$$

Основное время - это непосредственное время обработки или выполнения работы.

Вспомогательное время:

$$T_{в} = T_{у} + T_{з} + T_{ок},$$

где  $T_{у}$  - время установки и снятия детали (сборочной единицы) с оборудования;

$T_{з}$  - время закрепления и открепления детали в приспособлении;

$T_{ок}$  - время операционного контроля рабочего (с остановкой оборудования) в ходе операции.

---

# Расчет длительности производственного цикла

---

Время перерывов ( $T_{впр}$ ) обусловлено режимом труда ( $T_{рт}$ ), межоперационным пролеживанием детали ( $T_{мо}$ ), временем перерывов на межремонтное обслуживание и осмотры оборудования ( $T_r$ ) и временем перерывов, связанных с недостатками организации производства ( $T_{орг}$ ):

$$T_{впр} = T_{мо} + T_{рт} + T_r + T_{орг}.$$

Время межоперационного пролеживания ( $T_{мо}$ ) определяется временем перерывов партионности ( $T_{пар}$ ), перерывов ожидания ( $T_{ож}$ ) и перерывов комплектования ( $T_{кп}$ ):

$$T_{мо} = T_{пар} + T_{ож} + T_{кп}.$$

Перерывы партионности ( $T_{пар}$ ) возникают при изготовлении изделий партиями и обусловлены пролеживанием обработанных деталей до готовности всех деталей в партии на технологической операции.

Перерывы ожидания ( $T_{ож}$ ) вызваны несогласованной длительностью смежных операций технологического процесса.

Перерывы комплектования ( $T_{кп}$ ) возникают при переходе от одной фазы производственного процесса к другой.

Таким образом, в общем виде производственный цикл выражается формулой

$$T_{ц} = T_{опр} + T_e + T_{мо} + T_{рт} + T_r + T_{орг}.$$

---

# Расчет длительности производственного цикла

---

При расчете производственного цикла необходимо учитывать перекрытие некоторых элементов времени либо технологическим временем, либо временем межоперационного пролеживания.

Время транспортировки предметов труда ( $T_{тр}$ ) и время выборочного контроля качества ( $T_{к}$ ) являются перекрываемыми элементами.

Исходя из сказанного, производственный цикл можно выразить формулой:

$$T_{ц} = (T_{шк} + T_{мо}) * k_{пер} * k_{ор} + T_e,$$

где  $k_{пер}$  - коэффициент перевода рабочих дней в календарные (отношение числа календарных дней  $D_k$  к числу рабочих дней в году  $D_p$ ,  $k_{пер} = D_k / D_p$ );

$k_{ор}$  - коэффициент, учитывающий перерывы на межремонтное обслуживание оборудования и организационные неполадки (обычно 1,15 - 1,2).

---

---

Спасибо за внимание