

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Экономика и логистика»

**Электронный учебно-методический
комплекс по учебной дисциплине**

«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛОГИСТИКА»

для специальности

1-27 02 01 Транспортная логистика (по направлениям),

направления специальности

1–27 02 01-01 Транспортная логистика

(автомобильный транспорт)

Минск ◊ БНТУ ◊ 2021

Составители: Стефанович Н.В., Осипова Ю.А.

Диск содержит данные об учебно-методическом комплексе по дисциплине «**Производственная логистика**», который предназначен для студентов дневной и заочной формы получения высшего образования, а также преподавателей БНТУ кафедры «Экономика и логистика». Может использоваться для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов.

Требования к системе: IBM PC-совместимый компьютер стандартной конфигурации, дисковод CD-ROM, программное обеспечение для работы с файлами форматов PDF, PPSX, XLXS.

Открытие ЭУМК производится посредством запуска файла UMK_PROIZVODSTVENNAYA_LOGISTIKA.pdf.

Белорусский национальный технический университет
пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь
Тел. 8(017)331-50-49

E-mail: StefanovichNV@bntu.by, osipovaja@bntu.by.

<http://www.bntu.by>

Регистрационный № _____

© БНТУ, 2021
© **Стефанович Н.В.**,
Осипова Ю.А. 2021,
Компьютерный дизайн, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	4
Тема 1. Социально-экономическая сущность производственной логистики	4
Тема 2. Характеристика типов организации производства	8
Тема 3. Производственный процесс и его организация в пространстве и времени	14
Тема 4. Формы организации производства	18
Тема 5. Производственная структура и ее элементы	22
Тема 6. Методы организации производства	26
Тема 7. Общая характеристика поточного производства	30
Тема 8. Производственный цикл и его структура	41
Тема 9. Производственная мощность предприятия	53
Тема 10. Производственные резервы	65
Тема 11. Координация производственного процесса	70
Тема 12. Концепции управления производством	75
Тема 13. Зарубежные производственно-логистические концепции	81
Тема 14. Западный опыт оперативного планирования и управления производством	89
Тема 15. Западный опыт оперативного планирования и управления производством	92
ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	97
1. Социально-экономическая сущность производственной логистики	97
2. Производственный процесс и его организация в пространстве и времени	99
3. Общая характеристика поточного производства	101
4. Производственная мощность предприятия	104
КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ	108
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	110

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Тема 1. Социально-экономическая сущность производственной логистики

Логистика охватывает всю сферу и спектр деятельности предприятия, но на всех стадиях развития производства она с помощью совокупности различных видов деятельности, способов и средств стремится сократить затраты и выпустить продукцию, заданного количества и качества в установленные сроки и в установленном месте.

Логистика, проникая во все сферы деятельности предприятия, охватывает процесс планирования, реализации, контроля затрат, перемещения и хранения материалов, полуфабрикатов и готовой продукции, а также, связанной с ними информации о поставке товаров от места производства до места потребления.

Многие предприятия, которые перешли на организацию производства по принципам логистики стали рациональнее организовывать весь производственный цикл. Благодаря этой концепции стали рациональнее использовать кредиты на покупку материальных ресурсов, рациональнее осуществлять закупку сырья и материалов, выбирать поставщиков, организовывать процесс производства продукции, рациональнее стали осуществлять процесс распределения готовой продукции, а также связанные с этим информационные процессы, сопровождающие все стадии организации производства.

Благодаря соблюдению всех этих условий, предприятия, перешедшие на систему организации производства по принципам логистики стабильно обеспечивают конкурентоспособность фирмы. Это своевременное завоевание новых рынков сырья, материалов и товаров, удобная доставка продукции, ее упаковка, если необходимо, то инструкции по использованию продукции, предоставление гарантии.

В связи с быстрыми изменениями рыночных условий предприятия, перешедшие на логистическую организацию имеют преимущественную возможность адаптации системы к условиям окружающей среды.

Одним из центральных звеньев системы логистики можно назвать производственную логистику. Ведь благодаря производству осуществляется закупка сырья и материалов, а в последующем и распределение готовой продукции.

Сущностью логистики производственных процессов является упорядочивание движения материальных потоков на стадии производства продукции.

Главным объектом внимания при этом остается оптимизация движения материального потока на стадии производства. Материальный поток на своем пути от первичного источника сырья до конечного потребителя проходит ряд производственных звеньев. Управление материальным потоком на этом этапе имеет свою специфику и носит название производственной логистики. Производственная логистика рассматривает процессы, происходящие в сфере материального производства, т.е. производства материальных благ и производства материальных услуг (работ, увеличивающих стоимость ранее созданных благ).

Производственный процесс представляет собой совокупность трудовых и естественных процессов, направленных на изготовление товаров, заданного качества, ассортимента и в установленные сроки.

Задачи производственной логистики касаются управления материальными потоками внутри предприятий, создающих материальные блага или оказывающие такие материальные услуги, как хранение, фасовка, развеска, укладка и другие.

Главная задача производственной логистики – это обеспечение производства продукции необходимого качества в установленные сроки и обеспечение бесперебойного движения предметов труда при непрерывной занятости рабочих мест.

Объектом логистики являются потоковые и материальные процессы (материальный поток, материальные услуги).

Характерная черта объектов изучения в производственной логистике их территориальная компактность. В литературе их иногда называют “островными объектами логистики”.

Логистические системы, рассматриваемые производственной логистикой, носят название внутрипроизводственных логистических систем (ВЛС). К ним можно отнести промышленные предприятия, оптовые предприятия, имеющие складские сооружения, узловую грузовую станцию, узловой морской порт и другие.

ВЛС можно рассмотреть на микро- и макроуровне.

На макроуровне ВЛС выступают в качестве элементов макрологистических систем. Они задают ритм работы этих систем, являются источником материальных потоков. Возможность адаптации макрологистических систем к изменениям окружающей среды в существенной степени определяется способностью входящих в них ВЛС быстро менять качественный и количественный состав выходного материального потока, ассортимент и количество выпускаемой продукции.

Качественная гибкость ВЛС может обеспечиваться за счет наличия универсального обслуживающего персонала и гибкого производства.

На микроуровне ВЛС представляют собой ряд подсистем, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство. Эти подсистемы – закупка, склады, запасы, обслуживающие производства, транспорт, информация, сбыт и кадры, обеспечивают вхождение материального потока в систему, прохождение внутри нее и выход из системы. В соответствии с концепцией логистики построение ВЛС должно обеспечить возможность постоянного согласования и взаимной корректировки планов и действий снабженческих, производственных и сбытовых звеньев внутри предприятия.

Логистическая концепция организации производства включает в себя следующие основные положения:

- отказ от избыточных запасов и завышенного времени на выполнение вспомогательных и транспортно-складских операций, от изготовления серий деталей, на которые нет заказов покупателей,
- устранение простоев оборудования и нерациональных внутривозовских перевозок,
- обязательное устранение брака.

Логистическая организация позволяет снизить себестоимость в условиях конкуренции путем ориентации предприятия на рынок покупателя, т.е. приоритет получает цель максимальной загрузки оборудования.

При этом основными задачами логистики в производстве являются:

- обеспечение производства сырьем, материалами, деталями по минимальным ценам;
- расчет времени поставки и величины партии таким образом, чтобы из-за сбоя поставок не остановилось производство;
- снижение издержек на хранение готового продукта и сырья;
- четкая организация логистических процессов на производстве позволяющая сократить издержки и время производственного цикла, понизить уровень запасов сырья и готовой продукции, обеспечить высокий уровень обслуживания покупателей, увеличить прибыль и ускорить возврат инвестиций.

Актуальность рассмотрения производственной логистики как отдельной функциональной подсистемы состоит в том, что в последние годы отмечена тенденция к сокращению сферы массового и крупносерийного производства. Расширяется применение универсального оборудования, гибких переналаживаемых производственных систем. Производители получают все больше заказов на производство небольших партий и даже единичных изделий. При этом со стороны покупателей все чаще выдвигается требование удовлетворить потребность за минимально короткий срок (сутки, час) с высокой степенью гарантий. Другим аспектом актуальности производственной логистики является организация производства в рамках кооперации по выпуску сложных изделий.

Производство является одной из основных сфер логистики, занимающей центральное место в компании.

Управление материальными и информационными потоками на пути от склада материальных ресурсов до склада готовой продукции называется производственной логистикой.

Слово «производство» применяется в разных смысловых качествах, таких, как: 1) общественный процесс создания материальных благ; 2) самостоятельная организация; 3) производственная единица в составе крупной организации или акционерного общества; 4) производственный процесс на предприятии, который включает основные, вспомогательные и обслуживающие процессы.

В первом случае производство выступает как самостоятельная экономическая категория, используемая для характеристики различных общественно-экономических формаций, во втором, третьем и четвертом случаях понятие "производство", как правило, применяется на уровне организации в целом или

ее части и отождествляется с производственной системой, в которой люди находятся в определенных производственных отношениях и, используя орудия труда и предметы труда, создают необходимые обществу продукты производственного и личного потребления. Во втором и третьем случаях основное внимание в организации уделяется субъекту управления и реализуется структурный подход к организации управления, а в четвертом случае при рассмотрении организации главное внимание уделяется процессному подходу ко всем элементам и частям производственного процесса или бизнес-процессам.

В последнем случае логистика нацелена на рационализацию потоковых процессов, а производственный процесс выступает как объект рационализации.

Производственную логистику определяют наукой (теорией, методологией) о системной рационализации управления процессами развития производственных систем (например, рабочего места, участка, цеха, производства как набора цехов для выпуска конкретной продукции или оказания конкретных услуг, организации) с целью повышения их организованности (эффективности) посредством синхронизации, оптимизации и интеграции потоков в производственных системах. Это наука о рационализации процессов управления организацией путем выявления и устранения внутрисистемных и межсистемных конфликтов, преобразуемых во взаимовыгодные компромиссы корпоративного сотрудничества, используемые для повышения конкурентоспособности организации.

В организационном отношении часть логистической системы, к которой относится управление производственными потоковыми процессами, образует производственную логистическую подсистему, которая является интегрированной совокупностью элементов в общей структуре действующей логистической системы.

Производственные логистические подсистемы генерируют материальные потоки и задают ритм работы других подсистем. Они определяют потенциальные возможности адаптации логистических систем к изменениям окружающей среды. Кроме того, производственные логистические подсистемы обуславливают способность смежных подсистем настраиваться в соответствии с текущими целевыми установками. Гибкость производственных логистических подсистем обеспечивается за счет гибкости производства и профессионализма обслуживающего персонала. Функционирование логистических подсистем основного производства должно обеспечивать возможность постоянного согласования и взаимной корректировки производственных программ, планов и взаимодействий всех подразделений логистической системы.

Особый статус процесса производства по отношению к другим видам производственно-хозяйственной деятельности предопределяет специфику производственной логистики как единственной сферы, в которой материальный поток выражается в трех материальных формах. На этапе входа в подсистему - в виде сырья, материалов, комплектующих, на стадии выхода из подсистемы производственной логистики в подсистему распределительной логистики - в виде готовой продукции. При этом в течение самого процесса производства - в виде полуфабрикатов.

В некоторых случаях сменяемость форм материального потока происходит в двух-трех производственных операциях за короткий промежуток времени.



Логистика производства – регулирование производственного процесса в пространстве и во времени, а именно планирование материальных потоков и управление ими, организация внутрипроизводственной транспортировки, буферизации (складирования) и поддержания запасов (заделов) сырья, материалов и незавершенного производства производственных процессов на стадиях заготовки, обработки и сборки готовой продукции.

Объект изучения дисциплины «Производственная логистика» - производственный процесс, его рациональная организация и управление.

Предмет изучения производственной логистики – принципы и методы организации, планирования и управления материальным и сопутствующими потоками в производстве.

Тема 2. Характеристика типов организации производства

Производство – это деятельность, направленная на преобразование ресурсов или факторов производства для получения необходимых экономическим субъектам товаров и услуг.

- Производство – деятельность, направленная на преобразование одних благ в другие.
- Преобразование:
 - ✓ изменение физической формы
 - ✓ изменение химического состава
 - ✓ перемещение во времени
 - ✓ перемещение в пространстве





Под типом производства понимается совокупность признаков, определяющих организационно-техническую характеристику производственного процесса, осуществляемого на одном или многих рабочих местах в масштабе участка, цеха, предприятия. Тип производства во многом предопределяет формы специализации и методы организации производственных процессов.

В основу классификации типов производства положены следующие факторы: широта номенклатуры, объем выпуска, степень постоянства номенклатуры, характер загрузки рабочих мест и их специализация.

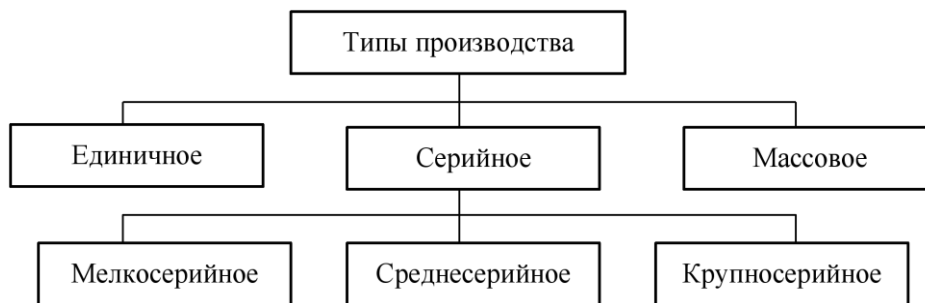
Номенклатура продукции представляет собой число наименований изделий, закрепленных за производственной системой, и характеризует ее специализацию. Чем шире номенклатура, тем менее специализирована система, и, наоборот, чем, она уже, тем выше степень специализации. Широкая номенклатура выпускаемой продукции обуславливает большое разнообразие технологических процессов и операций, оборудования, инструментов, оснастки и профессий рабочих.

Объем выпуска изделий - это количество изделий определенного вида, изготавливаемых производственной системой в течение определенного периода времени. Объем выпуска и трудоемкость изделия каждого вида оказывают решающее влияние на характер специализации этой системы.

Степень постоянства номенклатуры - это повторяемость изготовления изделия данного вида в последовательные периоды времени. Если в один плановый период времени изделие данного вида выпускается, а в другие - не выпускается, то степень постоянства отсутствует. Регулярное повторение выпуска изделий данного вида является одной из предпосылок обеспечения ритмичности производства. В свою очередь, регулярность зависит от объема выпуска изделий, поскольку большой объем выпуска может быть равномерно распределен на последовательные плановые периоды.

Характер загрузки рабочих мест означает закрепление за рабочими местами определенных операций технологического процесса. Если за рабочим местом закреплено минимальное количество операций, то это узкая специализация, а если за рабочим местом закреплено большое количество операций (если станок универсальный), то это означает широкую специализацию.

В зависимости от указанных выше факторов различают три типа производственных процессов или три типа производства: единичное, серийное и массовое.



Основными показателями для определения типа производства могут служить коэффициенты специализации рабочих мест, серийности и массовости.

Коэффициент специализации рабочих мест:

$$K_{сп} = m_{д.о.} / C_{пр},$$

где $m_{д.о.}$ - количество деталей-операций по технологическому процессу, выполняемому в данном подразделении (на участке, в цехе); $C_{пр}$ - число рабочих мест (оборудования) в данном подразделении.

Коэффициент серийности рассчитывается по формуле:



$$K_{сер} = r / t_{шт},$$

где r - такт выпуска изделий, мин/шт.; $t_{шт}$ - среднее штучное время по операциям технологического процесса, мин.

Входящие в формулу показатели определяются по формулам:

$$r = F_{эф} / N_з$$

$$t_{шт} = \sum t_{штi} / m,$$

где $F_{эф}$ - эффективный фонд времени рабочего места; $N_з$ - объем запуска деталей за единицу времени; $t_{штi}$ - штучное время на i -ой операции технологического процесса, мин; m - число операций.

Коэффициент массовости определяется по формуле:

$$K_M = \sum t_{штi} / (m * r)$$

Каждому типу производства соответствуют: величина указанных коэффициентов, вид используемого оборудования, технология и формы организации производства, виды движений предметов труда, производственная структура предприятия (цеха, участка) и другие особенности.



Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой изделий и выпуском малых объемов одинаковых изделий, повторное изготовление которых, как правило, не предусматривается. Это делает невозможным по-

стоянное закрепление операций за отдельными рабочими местами, коэффициент специализации $K_{\text{сп}} > 40$. Специализация таких рабочих мест обусловлена только их технологической характеристикой и размерами обрабатываемых изделий. При этом производстве применяют универсальное оборудование и в основном последовательный вид движения партий деталей по операциям технологического процесса. Заводы имеют сложную производственную структуру, а цехи специализированы по технологическому принципу.

Серийное производство специализируется на изготовлении ограниченной номенклатуры изделий сравнительно небольшими объемами и повторяющимися через определенное время партиями (сериями). В зависимости от числа закрепляемых за каждым рабочим местом операций, регулярности повторения партий изделий и их размера различают три подтипа (вида) серийного производства: мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное.

Мелкосерийное производство тяготеет к единичному: изделия выпускаются малыми сериями широкой номенклатуры, повторяемость изделий в программе завода либо отсутствует, либо нерегулярна, а размеры серий неустойчивы; предприятие все время осваивает новые изделия и прекращает выпуск ранее освоенных. За рабочими местами закреплена широкая номенклатура операций, $K_{\text{сп}} = 20 \div 40$ операций. Оборудование, виды движений, формы специализации и производственная структура те же, что и при единичном производстве.

Для среднесерийного производства характерно, что выпуск изделий производится довольно крупными сериями ограниченной номенклатуры; серии повторяются с известной регулярностью по периоду запуска и числу изделий в партии; годовая номенклатура все же шире, чем номенклатура выпуска в каждом месяце. За рабочими местами закреплена более узкая номенклатура операций, $K_{\text{сп}} = 10 \div 20$ операций. Оборудование универсальное и специальное, вид движения предметов труда - параллельно-последовательный. Заводы имеют развитую производственную структуру, заготовительные цехи специализируются по технологическому принципу, а в механосборочных цехах создаются предметно-замкнутые участки.

Крупносерийное производство тяготеет к массовому. Изделия производятся крупными сериями, ограниченной номенклатуры, а основные или важнейшие выпускаются постоянно и непрерывно. Рабочие места имеют более узкую специализацию, $K_{\text{сп}} = 2 \div 10$ операций. Оборудование преимущественно специальное, виды движений предметов труда - параллельно-последовательный и параллельный. Заводы имеют простую производственную структуру, обрабатывающие и сборочные цехи специализированы по предметному принципу, а заготовительные - по технологическому. Исходя из типа производства устанавливается тип предприятия и его подразделений. На каждом предприятии могут существовать различные типы производства. Поэтому тип предприятия или его подразделения определяется по преобладающему на нем типу конечного производства.

Выбор стратегии управления процессом зависит от типа процесса.

Тип производства – это классификационная категория производства, выделяемая по технико-экономическим принципам постоянства и широты номенклатуры, а также регулярности и объема выпуска продукции.

	Массовый тип производства	Серийный тип производства	Единичный тип производства
Постоянство номенклатуры	Постоянная	Постоянная или переменная	Переменная
Широта номенклатуры	Узкая	Широкая или узкая	Широкая
Регулярность выпуска	Непрерывная	Повторяющаяся	Повторяющиеся или не повторяющиеся
Объем выпуска	Крупный	Партии малого объема	Малый (единичный)

Таблица 1 – Характеристика типов организации производства

Фактор	Единичное	Серийное	Массовое
Номенклатура	Неограниченная	Ограничена сериями	Одно или несколько изделий
Повторяемость выпуска	Не повторяется	Периодически повторяется	Постоянно повторяется
Применяемое оборудование	Универсальное	Универсально, частично специальное	В основном специальное
Расположение оборудования	Групповое	Групповое и цепное	Цепное
Разработка технологического процесса	Укрупненный метод (на изделие, узел)	Поддетальная	Поддетальная, пооперационная
Форма организации производственного процесса	Технологическая	Предметная, групповая, гибкая предметная	Прямолинейная
Передача предмета труда с операции на операцию	Последовательное	Параллельно-последовательное	Параллельное
Закрепление деталей и операция 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 точности производств	Высокая степень непрерывности и поточности производства

Тип производства оказывает решающее влияние на особенности его организации, управления и оперативно-производственного планирования, а также на технико-экономические показатели.



Организация структуры производственных факторов в зависимости от потребностей и технологических особенностей производства формирует виды производства.

Все виды производства разделяют на простые и сложные. Среди простых видов выделяют:

- Линейное. Это вид производственного процесса, при котором все этапы создания блага выстроены в одну линию в порядке, необходимом для производства продукции.
- Расходящееся. Производственные этапы выстраиваются по принципу дерева.
- Сходящееся. Является обратным по принципу организации расходящемуся.
- Смешанное. Представляет собой смешение элементов всех вышеперечисленных видов производства.

Производственная сфера или сфера материального производства - производство, напрямую связанное с созданием материальных благ, удовлетворяющих определённые потребности человека и общества.

В марксистской экономической литературе в производственную сферу включаются промышленность, сельское хозяйство, строительство, общественное питание, транспорт и связь, торговля (как продолжение процесса производства в сфере обращения).

Транспорт, связь и торговля целиком включаются в производственную сферу условно, поскольку затруднительно отделить ту часть этих отраслей, в которых создаётся новая стоимость (например, при транспортировке грузов, являющейся частью производственного процесса) от непроизводственной части (например, пассажирских перевозок).

Однако понятие и состав производственной сферы не являются раз и навсегда твёрдо установленными и неизменными. С развитием общественного разделения труда и техники, с усложнением социально-экономической структуры общества появляются новые отрасли, изменяется экономическое значение ряда старых отраслей, и рамки производственной сферы расширяются.

Непроизводственная сфера — совокупность отраслей народного хозяйства, удовлетворяющих разнообразные, кроме производства материальных благ, потребности людей и общества в целом. Эти потребности сводятся к организации и осуществлению обмена, распределения и потребления материальных благ, к производству духовных благ и всестороннему развитию личности, включая охрану и укрепление здоровья людей. В непроизводственную сферу входят также такие отрасли, как просвещение, здравоохранение, называемые услугами, потребляемые непосредственно в процессе их производства. Эти отрасли носят название сферы услуг.

Тема 3. Производственный процесс и его организация в пространстве и времени

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.

Основные компоненты производственного процесса, которые определяют характер производства:

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

Технологические процессы часто делят на фазы:

- заготовительную;
- обрабатывающую;
- сборочную.

Соотношение фаз технологического процесса во многом определяет организационную структуру производства, себестоимость и качество продукции.

- **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.

Основной технологический процесс состоит из технологических единиц

Технологическая единица	Характеристики
Операция	Место, используемые ресурсы, время и результат
Технология	Последовательность операций
Технологический процесс	Совокупность взаимосвязанных технологий

Классификация производственных процессов

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

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.

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.

Принципы организации производственных процессов



Дифферен-
циация

Разделение процесса изготовления изделия на отдельные технологические операции



Специали-
зация

Закрепление за каждым подразделением предприятия ограниченной номенклатуры работ, операций, деталей или изделий.



**Комбини-
рование**

Объединение разнохарактерных процессов по изготовлению определенного вида изделия в пределах одного участка, цеха



**Универсали-
зация**

Производственное подразделение занято изготовлением изделий широкого ассортимента или выполнением различных производственных операций



**Пропорцио-
нальность**

Обеспечение пропорциональной производительности в единицу времени производственных подразделений или отдельных рабочих мест



**Стандарти-
зация**

Применение единообразных условий производственного процесса



**Параллель-
ность**

Одновременное выполнение операций

- 

Прямоточность Обеспечение прямолинейного и невозвратного движения предметов труда по ходу технологического процесса
- 

Непрерывность Сведение к минимуму перерывов в процессе производства
- 

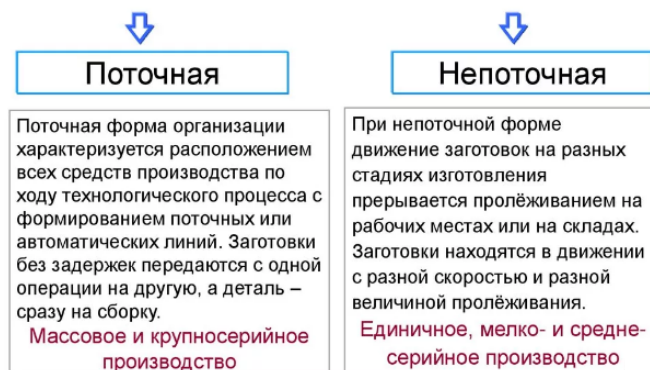
Ритмичность Выпуск в равные промежутки времени равного количества изделий

Тема 4. Формы организации производства

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

Различные временные и пространственные структурные построения образуют совокупность основных форм организации производства.

Формы организации производства





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.

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.

- **ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ** — предметы труда передаются на каждую последующую операцию лишь после окончания обработки всей партии на предшествующей операции (наименее производительна, затягивается производственный цикл, но гибка к изменениям производственной программы)
- **ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ** — позволяет запускать в обработку и передавать на следующую операцию предметы труда без задержки, поштучно, по мере окончания обработки на данном виде оборудования (сокращается длительность производственного цикла, уменьшается объем незавершенного производства, но могут быть простои оборудования и рабочих)
- **ПАРАЛЛЕЛЬНО-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ** — предметы труда с операции на операцию передаются транспортными партиями (оборудование расположено по направлению движения обрабатываемых изделий, обеспечивается максимальная непрерывность использования оборудования и рабочей силы, высокий уровень производительности и низкий уровень себестоимости)

Форма организации производства с параллельной передачей предметов труда основана на таком сочетании элементов производственного процесса, ко-

торое 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.

- ▶ 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.

- ▶ Временная структура организации производства **определяется** составом элементов производственного процесса и порядком их взаимодействия во времени.

- ▶ По виду временной структуры различают следующие **формы организации передачи предметов труда** в производстве:

- ▶ последовательная;
- ▶ параллельная;
- ▶ параллельно-последовательная.

Возможные варианты пространственной структуры организации производства:

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).

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.

Ячеистая структура организации производства объединяет признаки линейной и цеховой.

Комбинация пространственной и временной структур производственного процесса при определенном уровне интеграции частичных процессов обуславливает различные формы организации производства: технологическую, пред-

метную, прямоточную, точечную, интегрированную. Рассмотрим характерные черты каждой из них.

Технологическая форма организации производственного процесса характеризуется цеховой структурой с последовательной передачей предметов труда. Такая форма организации широко распространена, 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.

Кроме того, расширение номенклатуры выпускаемой продукции, ее обновление требуют периодической перепланировки производственных участков, изменения структуры парка оборудования. 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.

При точечной форме организации производства работа полностью выполняется на одном рабочем месте. Изделие изготавливается 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, свя-

занные 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.

Управление ходом производственного процесса здесь осуществляется с помощью ЭВМ, что обеспечивает функционирование всех элементов производственного процесса на участке по следующей схеме: поиск необходимой заготовки на складе - транспортировка заготовки к станку - обработка - возвращение детали на склад. Для компенсации отклонений во времени при транспортировке и обработке деталей на отдельных рабочих местах создаются буферные склады межоперационного и страхового заделов. Создание интегрированных производственных участков связано с относительно высокими единовременными затратами, вызванными интеграцией и автоматизацией производственного процесса.

Экономический эффект при переходе к интегрированной форме организации производства достигается за счет сокращения длительности производственного цикла изготовления деталей, увеличения времени загрузки станков, улучшения регулирования и контроля процессов производства.

В зависимости от способности к переналадке на выпуск новых изделий перечисленные выше формы организации производства условно можно разделить на гибкие и жесткие (предполагают обработку деталей одного наименования).

Тема 5. Производственная структура и ее элементы

Производственная структура предприятия — 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, а также размещение подразделений на территории предприятия.

Производственная структура предприятия отражает характер разделения труда между отдельными подразделениями, а также их кооперированные связи

в едином производственном процессе по созданию продукции. Она оказывает существенное влияние на эффективность и конкурентоспособность предприятия. Состав, размеры производственных подразделений, степень их пропорциональности, рациональность размещения на территории предприятия, устойчивость производственных связей влияют на ритмичность производства и равномерность выпуска продукции, определяют издержки производства и, следовательно, уровень чистого дохода предприятия.

Первичным элементом производственной структуры является *рабочее место* – звено производственного процесса и структуры предприятия, элементарная часть производственной площади, исходный пункт получения прибыли, на которой расположены все элементы процесса производства и на которой работник в соответствии с технологией и другими требованиями осуществляет организованную трудовую деятельность.

Рабочее место – часть производственного пространства или зона трудовых действий, оснащенная необходимыми орудиями труда, на котором выполняется порученная функция (задание, работа) исполнителем или группой исполнителей.

Несмотря на определенную обособленность, каждое рабочее место связано с другими рабочими местами, с предшествующими и последующими звеньями производственного процесса и образуют систему рабочих мест.

Рабочие места классифицируются:

- По выполняемым функциям: рабочие места руководителей, специалистов, служащих, рабочих, младшего обслуживающего персонала, охраны.
- По профессиональному признаку (по профессиям).
- По признаку разделения труда: индивидуальные и коллективные.
- По степени механизации выполняемых работ: ручные, ручные механизированные, машинно-ручные, машинные (механизированные), автоматизированные, аппаратурные.

На рабочих местах с ручной работой трудовые процессы выполняются вручную. На рабочих местах ручной механизированной работы рабочие пользуются механизированным инструментом с внешним приводом. Рабочее место машинно-ручной работы оснащено машиной (станком, механизмом), которая работает при непосредственном участии работника. На машинном рабочем месте основная работа выполняется машиной, а управление ею и вспомогательная работа осуществляется рабочим. На автоматизированном рабочем месте основная работа выполняется машиной, вспомогательные работы механизированы частично или полностью. Аппаратурные рабочие места оснащены специальным оборудованием, в котором производственные процессы осуществляются путем воздействия на предмет труда тепловой, электрической или физико-химической энергии.

По степени подвижности рабочие места подразделяют на стационарные и передвижные.

По времени функционирования выделяют: односменные и многосменные рабочие места.

По количеству обслуживаемого оборудования: одностаночные (одноагрегатные) и многостаночные (многоагрегатные, многоаппаратные), без оборудования.

По степени специализации: специальные, специализированные, универсальные.

Специализация есть установление (определение) рационального рабочего профиля рабочего места, выражающееся в закреплении определенного количества работ, операций, услуг.

За специальным рабочим местом закреплено 1-3 операции, применяется в массовом типе производства, при поточных методах изготовления продукции. За специализированным рабочим местом закреплено 3-10 операций, применяется в серийном производстве, при партионных методах обработки.

На универсальном рабочем месте выполняется 10 операций и более, используется в единичном производстве, при индивидуальных методах изготовления продукции.

В зависимости от специфики производства или деятельности могут использоваться и другие классификационные признаки.

Организация рабочего места включает три общих элемента: оснащение, планировку, обслуживание.

Оснащение включает все необходимые для трудового процесса средства труда.

Планировка есть рациональное размещение рабочих мест на производственной площади, пространственное размещение в пределах каждого рабочего места технологического и вспомогательного оборудования, организационной оснастки.

Обслуживание рабочего места – это составная часть организационного процесса, направленная на обеспечение его бесперебойного и эффективного функционирования.

Чем лучше оснащено рабочее место необходимым оборудованием, чем рациональнее оно спланировано, тем выше производительность труда работника, меньше утомляемость и тяжесть труда, выше его привлекательность.

Участок – совокупность рабочих мест, объединенных по определенному признаку. На участке появляется руководитель – мастер участка, организующий трудовую деятельность производственных рабочих.

Участки, сгруппированные на основе постоянных технологических связей, образуют цех. Цех является основной структурной единицей предприятия. Он обладает производственной и хозяйственной самостоятельностью, является обособленной в организационном, техническом и административном отношениях производственной единицей. Как правило, цех выполняет закрепленную за ним производственную функцию. Цехи подразделяются на технологические, предметные и смешанные. В первом случае, в цехе выполняются однородные технологические операции. Например, на машиностроительном заводе бывают: литейный, термический, сборочный, на текстильном предприятии – прядиль-

ный, ткацкий. При предметном типе специализации цехи специализируются на изготовлении определенного изделия или его узла.

Вся совокупность цехов на предприятии может быть объединена в две группы. Это совокупность цехов основного производства, совокупность цехов вспомогательного производства и обслуживающие хозяйства. К цехам основного производства относятся те из них, которые непосредственно изготавливают основную продукцию предприятия. Их главная задача состоит в обеспечении движения продукта в процессе его изготовления в соответствие с технологией. Потребности основного производства в инструменте, оснастке, ремонте оборудования, энергетические и другие удовлетворяют вспомогательные цехи. Бывают подсобные цеха, например, тарный цех, изготавливающий тару для упаковки продукции.

Пространственные структурные построения организации производства. Технологическая, предметная, прямоточная, точечная и интегрированная формы организации производственного процесса.

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

Чтобы создать производство с блочно-модульной формой организации производства, необходимо:

1. сконцентрировать на участке весь комплекс технологического оборудования, необходимого для непрерывного производства ограниченной номенклатуры изделий;

2. объединить группы рабочих на выпуске конечной продукции с передачей им части функций по планированию и управлению производством 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.

Основные требования, предъявляемые к организации процесса производства и труда в этом случае:

- создание автономной системы технического и инструментального обслуживания производства;

- достижение непрерывности процесса производства на основе расчета рациональной потребности в ресурсах с указанием интервалов и сроков поставок;

- обеспечение сопряженности по мощности механообрабатывающих и сборочных подразделений;

- учет установленных норм управляемости при определении количества работающих;

- подбор группы работающих с учетом полной взаимозаменяемости.

К блочно-модульной форме организации производства переходят на основании принятого решения о целесообразности создания таких подразделений в данных производственных условиях. Затем анализируют конструктивно-технологическую однородность продукции и оценивают возможность комплектации «семейств» деталей для обработки в рамках производственной ячейки.

Далее определяют возможность концентрации всего комплекса технологических операций по выпуску группы деталей на одном участке, устанавливают число рабочих мест, приспособленных для внедрения групповой обработки деталей, определяют состав и содержание основных требований к организации процесса производства и труда исходя из намеченного уровня автоматизации.

Тема 6. Методы организации производства

Каждому типу производства соответствуют определенные методы его организации.

Метод организации производства
- совокупность способов, приемов и правил рационального сочетания основных элементов производственного процесса в пространстве и во времени.

К основным его характеристикам относятся:

- взаимосвязь последовательности выполнения операций технологического процесса с порядком размещения оборудования;
- степень непрерывности производственного процесса.

Продукция, изготавливаемая на предприятиях, может быть разделена на два вида:

- дискретную (состоящую из разных частей, например, машины, приборы, приемники, телевизоры, ЭВМ) и неделимую (которую нельзя разделить на части или компоненты, например, жидкие вещества, металлы, сплавы металлов, лаки, краски).

Для производства дискретной продукции могут быть применены прерывные (дискретные) и условно-непрерывные производственные процессы, а для производства неделимой продукции применяются только непрерывные процессы.

Различают три метода организации производственных процессов: непоточный (пооперационный), поточный и автоматизированный.

Непоточный (пооперационный) метод организации производства применяется в основном в единичном и мелкосерийном производстве. Он характеризуется следующими признаками:

- производственное оборудование группируется по признаку выполняемой работы (процесса);

- технологическое оборудование в основном универсальное. В то же время для обработки особо точных деталей применяется специальное оборудование;
- между группами технологического оборудования, как правило, располагаются промежуточные склады и рабочие места контролеров ОТК (отдел технического контроля).

Контролёр ОТК - это специалист, который несет ответственность за качество готовой продукции, сверяет текущие параметры со стандартами ГОСТ и зафиксированными в технической документации показателями;

- детали в процессе изготовления перемещаются с одной операции на другую сложными маршрутами, поэтому в технологическом процессе возникают длительные перерывы.

В непоточном производстве применяется, как правило, разработка технологических процессов носит индивидуальный характер.

Недостатки непоточного производства:

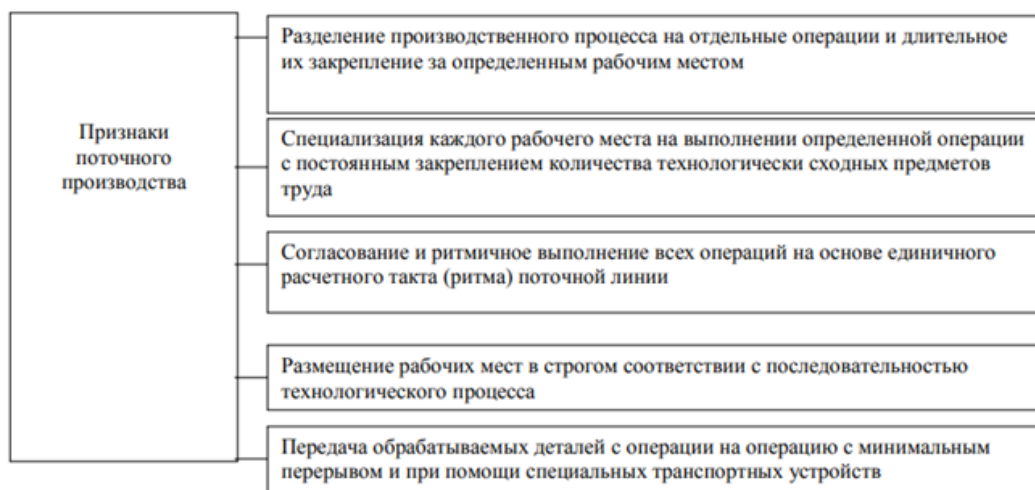
1. низкая эффективность производства;
2. производство сложное в организационном отношении.

Непоточное производство может быть реализовано в технологической, предметной и смешанной формах.

Поточный метод организации производства применяется при массовом, крупно- и среднесерийном выпуске продукции. Он характеризуется тем, что предмет труда в процессе обработки следует по установленному кратчайшему маршруту без ожидания на промежуточных складах и рабочих местах контролеров ОТК. Это наиболее совершенный по четкости и законченности метод организации производства.

Такой метод базируется на принципах рациональной организации производства - прямоочности, непрерывности и ритмичности.

Основным организующим элементом поточного производства является поточная линия. Она представляет собой совокупность специализированных рабочих мест, расположенных в соответствии с технологическим процессом.



Поточная линия называется также конвейером, так как главной её частью обычно является конвейер — механизм для непрерывной транспортировки.

1908 году в США Генри Форд создал успешное поточное производство на основе конвейера, что было знаковым событием для промышленной революции.

Поточные линии классифицируются по определенным признакам.

По номенклатуре обрабатываемых изделий различают:

- однопредметные поточные линии (характерны для массового производства, за ними закрепляется на продолжительное время обработка или сборка одного наименования продукции);
- многопредметные (характерны для серийного производства, на них может обрабатываться несколько наименований изделий, сходных конструктивно и технологически).

По степени непрерывности производства различают следующие линии:

- непрерывно-поточные (обеспечивается строгая ритмичность и наиболее короткая продолжительность производственного цикла);
- прерывно-поточные (на них не предусматривается четкая синхронизация операций на рабочих местах).

На выбор методов организации поточного и непоточного производства влияют различные факторы, к ним относятся:

- размеры и масса изделия: чем крупнее изделие и больше его масса, тем труднее организовать поточное производство;
- количество изделий, подлежащих выпуску за определенный период времени (год, квартал, месяц, сутки): при выпуске небольшого количества изделий, как правило, нецелесообразно организовывать поточное производство (слишком большие капитальные затраты);
- периодичность выпуска изделий: при регулярном (ритмичном) выпуске, целесообразно организовать поточное производство, а если регулярность неопределенная или через различные периоды времени и в разных количествах, то приходится использовать непоточные методы организации производства;
- точность обработки: при высокой точности следует применять непоточные методы.

Наиболее прогрессивным и высокоэффективным является поточный метод организации производства. Поточной называется прогрессивная форма организации производства, основанная на ритмичной повторяемости согласованных во времени основных и вспомогательных операций, выполняемых на специализированных рабочих местах, располагаемых в последовательности технологического процесса.

Поточный метод организации производства характерен для массового типа предприятий, однако он может применяться на предприятиях с серийным и даже единичным типом производства, например, изготовлении унифицированных деталей и узлов.

Поточный метод организации производства представляет собой совокупность приемов и средств реализации производственного процесса, при котором обеспечивается строго согласованное выполнение всех операций технологического процесса во времени и перемещение предметов труда по рабочим местам

в соответствии с установочным тактом выпуска изделий. При этом рабочие места, специализированные на выполнении определенных операций, располагаются в последовательности технологического процесса, образуя поточную линию.

Классификация поточных линий.

Признаки классификации	Характеристика видов поточных линий		
	Многопредметные		Однопредметные
1. Номенклатура изготавливаемых изделий			
2. организация транспортировки предметов труда от операции к операции	Пачками	Поштучно	Непрерывно
3. Уровень непрерывности процесса	Прерывно – поточное		Непрерывно – поточное
4. Уровень механизации и автоматизации	Немеханизированные	Механизированные	Автоматизированные
5. Условие наладки оборудования	С переналадкой		Без переналадки
6. Характер ритма	Со свободным ритмом	С полусвободным ритмом	С регламентированным ритмом
7. Размещение линии в пространстве	Прямые		Замкнутые
8. Характер перемещения изделий и рабочих	Неподвижный объект	Подвижный объект	Комбинация перехода рабочих и перемещение объекта
9. Оснащение транспортными средствами	Периодического действия		Непрерывного действия

Для поточного производства характерны расположение рабочих мест строго в соответствии с ходом технологического процесса, исключая обратные движения изготавливаемых объектов и непрерывность передачи предметов труда с одной операции на другую или повременное протекание нескольких операций (видов обработки) применении многофункциональных машин.

Согласование и ритмичное выполнение всех операций осуществляется на основе единого расчетного такта поточной линии.

Тактом называют интервал времени между последовательным выпуском двух одноименных деталей с поточной линии.

Если с линии выходит одновременно несколько деталей (передаточная партия), то определяют ритм. Ритм отличается от такта на величину передаточной партии.

Величина, обратная такту, называется темпом поточной линии. Темп характеризует количество изделий, выпускаемых в единицу времени (обычно за час).

Для размещения и организации работы любой поточной линии рассчитывается шаг конвейера или поточной линии. Шаг — это расстояние между центрами двух смежных рабочих мест или обрабатываемых изделий.

Общая длина конвейера поточной линии зависит от ее шага и числа рабочих мест на линии.

Скорость движения конвейера поточной линии зависит от шага и такта линии.

Автоматизированное производство - производственный процесс, при котором все или подавляющее большинство операций, требующих физических

усилий, выполняют машины без непосредственного участия человека. Рабочие при этом выполняют лишь функции наладки и контроля.



Автоматизация производственного процесса достигается путем использования систем машин-автоматов, представляющих собой комбинацию различного оборудования и других технических устройств, расположенных в технологической последовательности и объединенных средствами транспортировки, контроля и управления для выполнения частичных процессов производства изделий.

Различают четыре основных направления автоматизации:

- внедрение автоматического и полуавтоматического оборудования;
- создание комплексного оборудования с автоматизацией всех звеньев производственного процесса;
- конструирование и производство промышленных роботов;
- развитие компьютеризации и гибкости производств и технологий (гибкие производственные системы).

Тема 7. Общая характеристика поточного производства

Выбор предприятием на некоторый период времени стратегии процесса производства одного или нескольких изделий, либо составных частей изделий, ориентированной на продукт, дает ему возможность строить процессы, в полной мере отвечающие принципам рациональной организации производства. Речь идет об обеспечении непрерывного, прямоточного, ритмичного протекания материальных потоков. Такое производство традиционно называют поточным производством.

Поточное производство – это форма организации производства, основанная на ритмичной повторяемости согласованных во времени технологических операций, выполняемых на специализированных рабочих местах, расположенных по ходу следования технологического процесса изготовления одного или нескольких типов изделий.

Поточным называется производство, в котором в установившемся режиме над упорядоченно движущейся совокупностью однотипных изделий одновременно выполняются все операции, кроме, может, незначительного их числа с неполностью загруженными рабочими местами.

Применение поточных методов обеспечивает высокую степень организации, а, следовательно, и эффективности производства. Однако обратной сто-

роной названных преимуществ является жесткая детерминированность¹ подобных производственных структур, резко ограничивающая их гибкость. Поэтому область их применения всегда была достаточно узкой: это массовый или крупносерийный выпуск продукции. В то же время очевидные преимущества поточного производства заставляют ученых и практиков всего мира искать технические и организационные пути расширения областей его использования. Самыми заметными вехами этого пути явились разработка методов групповой обработки деталей, создание и внедрение в практику японским концерном Toyota концепции гибких потоков, разработка и использование систем CAD/CAM.

Предпосылки организации поточного производства:

- наличие устойчивого спроса на выпускаемую продукцию на достаточно длительную перспективу;
- наличие в программе выпуска, согласованной с маркетинговой стратегией предприятия, достаточного количества изделий, имеющих одинаковые или сходные по конструктивно-технологическим и организационно-плановым признакам компоненты (унифицированные элементы, модули);
- наличие в конструкциях разных поколений одного изделия достаточного количества одинаковых или сходных компонентов (признак конструктивной преемственности изделий), что позволяет осуществлять их производство на постоянной технической базе без ее частого существенного изменения;
- наличие на предприятии развитой компьютерной базы данных, содержащей информацию конструкторского, технологического и организационно-планового характера.

Основным структурным элементом поточного производства является поточная линия. Поточная линия (ПЛ) представляет собой обособленную совокупность функционально взаимосвязанных рабочих мест, оснащенных всем необходимым для выполнения операций и расположенных строго по ходу технологического процесса.

Поточное производство в его наиболее совершенной форме обладает совокупностью свойств, отвечающих в максимальной степени принципам рациональной организации производства. Основными свойствами поточного производства являются:

1. *Такт выпуска* – это промежуток времени, через который периодически производится выпуск одного или одинакового числа изделий определенного типа. Другими словами, за время, равное такту выпуска, с поточной линии сходит единица продукции. Выражение для расчёта такта выпуска изделия t_v имеет вид:

$$t_v = \frac{F_{зф}}{N_{в.пл}},$$

¹Обусловленность, предопределённость (от *лат.* determinans – определяющий).

где $F_{эф}$ – эффективный фонд времени работы поточной линии в планируемый период (год, квартал, месяц или смена), мин; $N_{в.пл}$ – объём выпуска изделий в планируемом периоде, нат. ед.

2. *Строгая ритмичность выпуска изделий.* Производительность труда, соответствующая выделенному производственному участку (линии, участку, цеху), определяется ритмом выпуска. Обеспечение заданного ритма выпуска является важнейшей задачей при разработке технологического процесса массового и крупносерийного производства. В тех случаях, когда передача деталей на потоке с одного рабочего места на другое производится транспортными (передаточными) партиями, промежуток времени между передачей всех деталей такой партии определенного наименования, типоразмера и исполнения называют *ритмом* выпуска r_d . *Ритмичность* – это выпуск изделий с постоянным во времени ритмом, который определяется по формуле:

$$r_d = p_{тр} \cdot \tau_v,$$

где $p_{тр}$ – количество изделий в передаточной партии, нат. ед.

Темп выпуска $T_{вып}$ – это количество изделий, выпускаемых в единицу времени:

$$T_{вып} = \frac{1}{\tau_v} = \frac{N_{в.пл}}{F_{эф}}.$$

Строгая регулярность повторения всех поточных операций необходима, когда возникают варианты поточного производства, в которых, в принципе, отсутствует ритмичность выпуска на уровне отдельных экземпляров изделий. Тогда все операции поточного производства определенного типа изделий должны повторяться через строго фиксированные промежутки времени, создавая предпосылки для ритмичного выпуска этих изделий.

Специализация каждого рабочего места на выполнении одной операции по изготовлению изделий определённого типа. При этом расчётное количество оборудования на линии q_j на каждой операции определяется по формуле:

$$q_j = \frac{t_{штj}}{\tau_v} = \frac{t_{штj}}{r_d}$$

где $t_{штj}$ – норма штучного времени выполнения j -й операции.

Под структурой ПЛ в общем виде следует понимать состав входящих в неё рабочих мест (технических участков), транспортных средств, управляющих и других устройств. Выбор типа оборудования для ПЛ предопределяется характером технологического процесса, составом, сложностью и назначением входящих в него операций, габаритами, массой изготавливаемых изделий, требованиями качества и условиями безопасности труда.

Строгая пропорциональность в длительности выполнения всех операций поточного производства.

Строгая непрерывность движения каждого изделия через все операции поточного производства.

Прямоточность производства – расположение всех рабочих мест в строгой последовательности выполнения технологических операций поточного произ-

водства. Однако в ряде случаев по определённым причинам достичь полной прямооточности в расположении рабочих мест не удаётся, и в движении изделий возникают возвраты и петли.

При комплектовании поточных линий желательно добиться прямолинейного расположения оборудования, если позволяют производственные площади.

Виды поточных линий

Перечисленные выше свойства поточного производства определяют их форму и виды поточных линий. Классификация основных форм поточного производства, применяемые на них средства передвижения и способы регулирования ритма приведены в таблице 3.

По номенклатуре закрепляемых изделий на потоке различают ПЛ:

- однопредметные, каждая из которых специализирована на производстве изделий одного вида. Признаком однопредметных потоков является полная невозможность или высокая сложность переналадки;
- многопредметные, на каждой из которых одновременно или последовательно изготавливаются изделия нескольких типов, сходных по конструкции или технологии их обработки или сборки. Многопредметные потоки допускают переналадки в определенных пределах.

По характеру прохождения изделиями всех операций производственного процесса различают линии:

- непрерывно-поточные, на которых изделия непрерывно, без межоперационных пролёживаний, проходят через все операции их обработки или сборки в рамках параллельного вида их движения по операциям;
- прерывно-поточные (или прямооточные), на которых имеется прерывность обработки или сборки изделий, требуется формирование заделов (запасов) на рабочих местах.

По характеру такта различают ПЛ:

- с регламентированным тактом, который принудительно задаётся с помощью конвейера, световой или звуковой сигнализации;
- со свободным тактом, на которых выполнение операций и передача изделий с одной операции на другую, могут производиться с небольшими отклонениями от установленного расчётного такта.

По характеру перемещения предметов на потоке выделяют ПЛ:

- с принудительным движением, которое означает наличие единого транспортного средства для перемещения предметов между всеми рабочими местами линии – конвейера, работающего в жестком заранее заданном режиме, определяемом ритмом линии;
- с полусвободным движением, которое предполагает наличие конвейера, управляемого человеком (мастером, бригадиром). Ритм в этом случае может поддерживаться с помощью сигнализации или задаваться работой первого рабочего места линии;

Таблица 3 Классификация основных видов поточного производства

Форма поточного производства	Непрерывно-поточное					Прерывно-поточное		
Вид поточной линии	Однопредметная		Многопредметная (переменно-поточная)			Однопредметная	Многопредметная (групповая)	
Ритм / такт	Регламентированный (принудительный)					Свободный		
Передвижение деталей (изделий) и рабочих	Изделия и рабочие движутся	Изделия движутся, рабочие неподвижны	Изделия неподвижны, рабочие движутся	Изделия движутся, рабочие неподвижны	Изделия неподвижны, рабочие движутся	Изделия движутся, рабочие неподвижны	Изделия неподвижны, рабочие движутся	Изделия движутся, рабочие неподвижны
Средство передвижения	Конвейер с рабочими зонами	Конвейер пульсирующий и распределительный	-	Конвейер пульсирующий	-	Транспортеры, рольганги	-	Транспортеры, рольганги
Регулирование ритма	Скорость конвейера	Сигнализация	Сигнализация, рабочими	Время между передвижениями конвейера	Сигнализация, рабочими	Рабочими		

- со свободным движением, в организации которого отсутствует конвейер, а для транспортирования предметов производства применяют механические средства (тележки, скаты, гравитационные лотки, рольганги), ручную передачу легких предметов при близком расположении рабочих мест. Здесь возможна также организация «стационарного потока», на котором тяжелые и громоздкие предметы производства (самолеты, станки) остаются неподвижными на своих специально оборудованных местах (стапелях, стендах, стройплощадках), где по очереди, сменяя друг друга, над ним производят свои операции специализированные бригады рабочих. Число объектов, одновременно находящихся в обслуживании бригад, равно числу бригад. Синхронизация обеспечивается путем закрепления за бригадами комплексов операций с продолжительностями, равными или кратными ритму потока (по аналогии с подбором соответствующего числа параллельных рабочих мест на операции), а также путем регулирования численности рабочих в бригадах.

В зависимости от порядка обработки изделий различных типов ПЛ делятся на:

- 1) многопредметные с последовательно-партионным чередованием партий изделий различных типов, на которых каждый тип изделий независимо обрабатывается в течение определенного периода, а обработка различных типов изделий осуществляется последовательно чередующимися партиями. На линиях такого типа необходимо рационально организовать переход от выпуска изделий одного типа к выпуску другого;
 - а) одновременно на всех рабочих местах линии прекращается сборка изделий нового типа. Достоинством является отсутствие потерь рабочего времени, однако это требует создания на каждом рабочем месте задела изделий каждого типа, находящихся в той стадии готовности, которая соответствует выполненной операции по данному рабочему месту;
 - б) изделия нового типа запускаются на линию до момента окончания сборки партии изделий предыдущего типа, и на ПЛ в переходный период устанавливается максимальный из двух возможных тактов для старого и нового типов изделий. Однако в переходный период возможны простои рабочих на тех рабочих местах, на которых происходит сборка изделий с меньшим требуемым тактом, чем установленный в данный момент.
- 2) групповые, которые характеризуются одновременной обработкой партий изделий нескольких типов. Они служат для одновременной обработки различных, но технологически однородных деталей с одинаковым или близким технологическим маршрутом. Оборудование в групповой ПЛ устанавливается в соответствии с последовательностью выполнения технологических операций для изготовления типовой, или комплексной детали, для которой используется наибольшее количество операций. Для отдельных типов операций, например, для обработки пазов под лопатки

в роторах газовых турбин и других наиболее сложных и трудоемких операций, обычно применяются специальные станки. При использовании универсальных станков их приходится модернизировать и снабжать групповыми наладками.

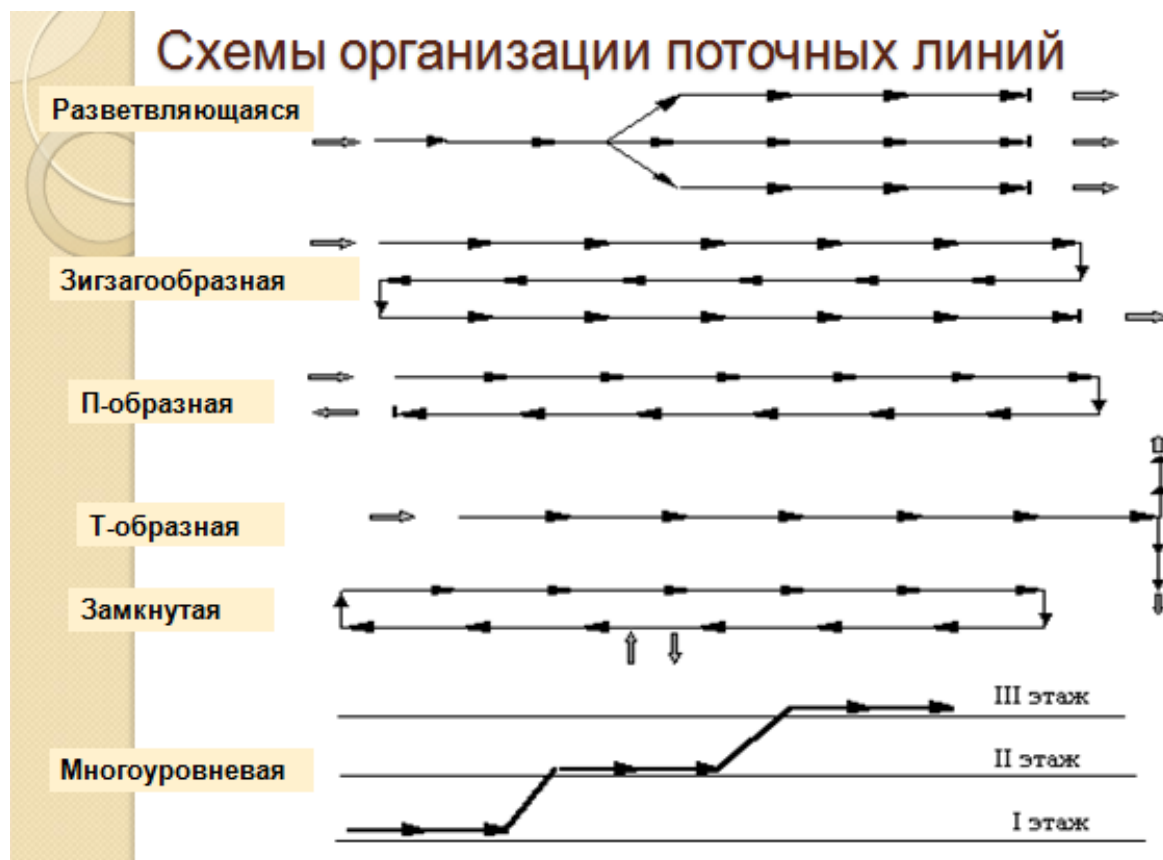
Важными условиями успешной работы поточного производства являются установление режима работы ПЛ, а также регулярность обслуживания и обеспечения рабочих мест всем необходимым (инструментом, своевременным ремонтом, готовыми заготовками, комплектующими и т.п.). Однако даже при тщательно выполненных расчётах возможны неполадки, сбои и аварии, поэтому для бесперебойной работы ПЛ должны быть предусмотрены резервы.

В условиях организации поточного производства открываются широкие возможности для комплексной механизации и автоматизации. Основная предпосылка этого – узкая специализация рабочих мест и установленного на них технологического оснащения. Постоянство транспортных потоков позволяет также добиться высокого уровня автоматизации транспортных операций. Для межоперационного (в ПЛ), межлинейного (между ПЛ) и межцехового (между цехами поточного производства) транспортирования предметов применяются средства непрерывного (продуктопроводы, конвейеры: ленточные, пластинчатые, цепные и др.) и периодического (мостовые краны, лифты, тельферы, электрокары) транспорта, в том числе роботизированного (роботы-загрузчики, роботы-штабелеры, робокары).

Основные преимущества поточного производства:

- повышение производительности труда, что является результатом механизации и автоматизации операций, включая транспортные, внедрения эффективных технологий и специальных быстродействующих средств технологического оснащения, оптимальной планировки рабочих мест, приобретения рабочими навыков выполнения повторяющихся операций (до определенного предела, за которым труд становится монотонным);
- сокращение длительности производственного цикла, что становится возможным в результате специализации рабочих мест, бесперебойного их обслуживания в соответствии с ритмом, устранения перерывов в движении предметов по рабочим местам, сокращения расстояний и времен их транспортирования, запараллеливания процессов и совмещения операций;
- уменьшение незавершенного производства и ускорение оборачиваемости оборотных средств в результате сокращения длительности производственного цикла;
- рост качества продукции, снижение брака, как результат улучшения технологической и трудовой дисциплины, применения регламентированного специализированного обслуживания рабочих мест, технического обслуживания и ремонта оборудования, стандартизации и контроля качества продукции;

- снижение себестоимости продукции, что является результатом всего комплекса мер по рациональной организации производственного процесса и сокращению затрат всех видов ресурсов.



Характер перемещения изделий на линии также оказывает существенное влияние на организацию потоков. Принудительное движение означает наличие единого транспортного средства для перемещения деталей и заготовок между всеми рабочими местами линии — конвейера, работающего в жестком, заранее заданном режиме, определяемом ритмом линии.

Полусвободное движение — наличие конвейера, управляемого человеком (мастером, бригадиром). Ритм в этом случае может поддерживаться с помощью сигнализации или задаваться работой первого рабочего места линии.

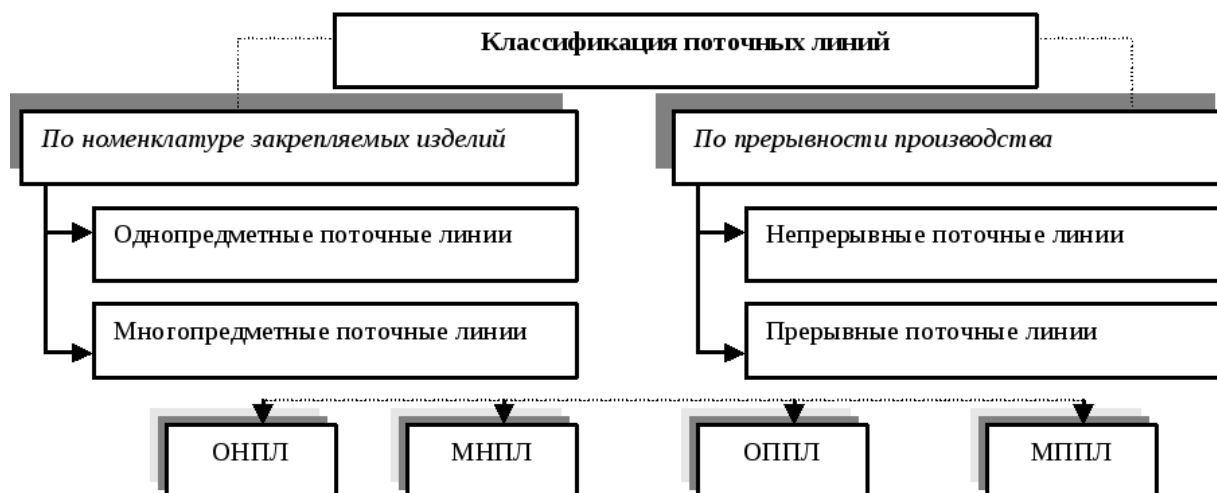
Свободное движение — отсутствие конвейера и применение для транспортировки изделий механических средств (тележек, скатов, гравитационных лотков, рольгангов и пр.), ручной передачи легких изделий при близком расположении рабочих мест. Здесь возможна также организация «стационарного потока», на котором тяжелая и громоздкая продукция (самолеты, станки) остается неподвижной на специально оборудованных местах (стапелях, стендах, стройплощадках и т. д.), где по очереди, сменяя друг друга, над ней производят операции специализированные бригады рабочих. Число объектов, одновременно находящихся в обслуживании бригад, равно числу бригад. Синхронизация

обеспечивается путем закрепления за бригадами комплексов операций с продолжительностью, равной или кратной ритму потока (по аналогии с подбором соответствующего числа параллельных рабочих мест на операции), а также путем регулирования численности рабочих в бригадах.

В условиях организации поточного производства открываются широкие возможности для комплексной механизации и автоматизации.

Выделяют четыре разновидности линий:

- однопредметные непрерывные поточные линии (ОНПЛ);
- однопредметные прерывные поточные линии (ОППЛ);
- многопредметные непрерывные поточные линии (МНПЛ);
- многопредметные прерывные поточные линии (МППЛ).



Непрерывно-поточные линии (НПЛ) – это поточные линии, в которых обеспечивается непрерывное движение предметов по операциям техпроцесса (т.е. движение без межоперационного пролеживания) при непрерывной работе рабочих и оборудования на рабочих местах (работа без простоев).

Однопредметные непрерывные поточные линии(ОНПЛ) создаются для изготовления в течение длительного периода времени одних и тех же изделий с использованием параллельного вида их движения по операциям. При этом задача производственного менеджера максимально использовать преимущества и исключить недостатки параллельного вида движения применительно к конкретным производственным условиям: режиму работы линии, производственному заданию, конструкции, размерам и другим характеристикам изделий, параметрам технологического процесса, конфигурации производственных помещений, оснащению рабочих мест и т. п.

Преимуществами параллельного вида, переносимыми в ОНПЛ, являются: непрерывное движение предметов производства по операциям техпроцесса, т.е. движение без межоперационных пролёживаний и высокая степень параллельности всех процессов, приводящие к кратчайшим срокам изготовления изделий

и минимальным объемам незавершенного производства.

Первый из недостатков параллельного вида поштучная передача (передача мелкими транспортными партиями) предметов производства одновременно между всеми рабочими местами обычно устраняется путем применения на ОНПЛ различных видов конвейеров. Второй недостаток наличие перерывов на рабочих местах требует применения специальных методов синхронизации операций на линии.

Синхронизация, используя принцип пропорциональности, предполагает уравнивание продолжительности всех операций с ритмом линии. Тем самым достигается полная и равномерная загрузка рабочих мест линии.

При этом обеспечивается уравнивание производительности по всем операциям потока.

Ритм является основополагающей характеристикой при расчетах любых поточных линий. Он определяется режимом работы линии (количеством рабочих дней, смен, часов, продолжительностью регламентированных перерывов), т.е. фондом времени ее работы и программой выпуска изделий за тот же период. В записи условия синхронизации ритм является аналогом главного времени при параллельном виде движения.

Непрерывно-поточное производство

На приведенной схеме показана организация потока для четырех операций со следующим штучным временем (мин / шт)

Номер операции	1	2	3	4
Штучное время	2	6	4	2



$$\frac{20 \text{ шт} \times 2 \text{ мин}}{1 \text{ раб. м.}} = 40 \text{ мин.}; \quad \frac{20 \text{ шт} \times 6 \text{ мин}}{3 \text{ раб. м.}} = 40 \text{ мин.}; \quad \frac{20 \text{ шт} \times 4 \text{ мин}}{2 \text{ раб. м.}} = 40 \text{ мин.}; \quad \frac{20 \text{ шт} \times 2 \text{ мин}}{1 \text{ раб. м.}} = 40 \text{ мин.};$$

Рабочие места	1	2, 3, 4	5, 6	7
---------------	---	---------	------	---

Для приведенных данных рассчитаем количество оборудования на линии. Вначале найдем такт выпуска:

$$\tau_{\text{в}} = \frac{40 \text{ мин}}{20 \text{ шт.}} = 2 \text{ мин/шт.}$$

Отсюда,

$$q_1 = \frac{t_{\text{шт}1}}{\tau_{\text{в}}} = \frac{2 \text{ мин}}{2 \text{ мин/шт}} = 1 \text{ раб. м.}; \quad q_2 = \frac{t_{\text{шт}2}}{\tau_{\text{в}}} = \frac{6 \text{ мин}}{2 \text{ мин/шт}} = 3 \text{ раб. м.};$$

$$q_3 = \frac{t_{\text{шт}3}}{\tau_{\text{в}}} = \frac{4 \text{ мин}}{2 \text{ мин/шт}} = 2 \text{ раб. м.}; \quad q_4 = \frac{t_{\text{шт}4}}{\tau_{\text{в}}} = \frac{2 \text{ мин}}{2 \text{ мин/шт}} = 1 \text{ раб. м.}$$

При наличии каких-либо перерывов в обработке или перемещении предметов труда вследствие **неполной синхронизации** операций поточное производство называют **прерывно-поточным** (прямоточным). На прерывных потоках из-за неравенства и не кратности производительности оборудования на отдельных операциях (**несинхронности**) предмет труда по окончании обработки на предыдущей операции пролеживает до начала обработки на следующей, образуя межоперационные оборотные заделы.

Прерывные потоки применяются в случаях, когда объективные обстоятельства не позволяют полностью уравнивать нормы времени на операциях или достичь кратности.

При передаче предметов труда с одной операции на другую на рабочих местах поточных линий создают **задел** - совокупность предметов труда, находящихся на разных стадиях производственного процесса и предназначенных для обеспечения бесперебойной работы цеха, участка, линии. В поточном производстве различают заделы: технологический, транспортный, оборотный и страховой.

Технологический задел - общее количество предметов труда, находящихся в процессе непосредственной обработки (сборки) на всех рабочих местах поточной линии.

Транспортный задел складывается из общего количества предметов труда, находящихся в процессе перемещения между рабочими местами, участками, поточными линиями.

Оборотный задел образуется на прямоточных линиях, когда смежные операции имеют различную по величине производительность и для рабочих устанавливается различный режим работы на этих операциях. Его межоперационная величина определяется как разность количества предметов труда по операциям за определенный период времени.

Страховой задел создается для компенсации различного рода перебоев и отклонений от такта работы линии. Их причинами могут быть, например, смена инструмента, выход из строя оборудования, колебания в производительности труда рабочих.

В соответствии с планом выпуска продукции (изделий) на определенный период времени по каждому потоку устанавливается задание в натуральных единицах. Предметы труда, запускаемые в поток, должны последовательно обрабатываться на каждой операции, и в этом случае задание потоку будет являться и заданием для каждой его операции.

Рабочая длина поточной линии (обоз. L) равна произведению шага конвейера (расстояние между рабочими местами) l на общее количество рабочих мест, расположенных по одной стороне линии B_0 :

$$L = l \times B_0.$$

При построении технологической последовательности изготовления изделий, схем разделения труда, организационно-технических структур потоков рекомендуется учитывать следующие основные требования комплектования организационных операций:

- размещение рабочих мест в строгом соответствии с последовательностью технологического процесса;
- разделение производственного процесса на отдельные операции и закрепление их на длительное время за определенным рабочим местом;
- согласование продолжительности выполнения операций;
- использование квалификации исполнителей;
- специализация рабочих мест на выполнение отдельных операций;
- кратность организационных операций.

Тема 8. Производственный цикл и его структура

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.

Организация производственного процесса представляет собой способ сочетания во времени основных, вспомогательных и обслуживающих процессов по выпуску продукции, выполнению работ, оказанию услуг.

Структура производственного цикла включает время выполнения основных, вспомогательных операций и перерывов в изготовлении изделий.

Время выполнения основных операций обработки изделий составляет технологический цикл и определяет время, в течение которого осуществляется прямое или косвенное воздействие человека на предмет труда.

На продолжительность производственного цикла влияет множество факторов: технологических, организационных и экономических.

Время производственного цикла													
Время рабочего периода							Перерывы						
Штучно-калькуляционное							Перерывы						
Операционное				Подготовительно-заключительное			Межоперационное пролеживание			Перерывы			
Основное	Вспомогательное			Естественные надобности и отдых	Естественных процессов	Контроля	Транспортирования	Партионности	Комплектования	Ожидания	Обусловленные режимом труда	Межремонтное обслуживание и осмотры	Потери
	Установка и снятие детали	Закрепление и открепление детали	Операционный контроль										

Существуют три вида движения изделий в процессе их изготовления:

1) последовательный; 2) параллельный; 3) параллельно-последовательный.

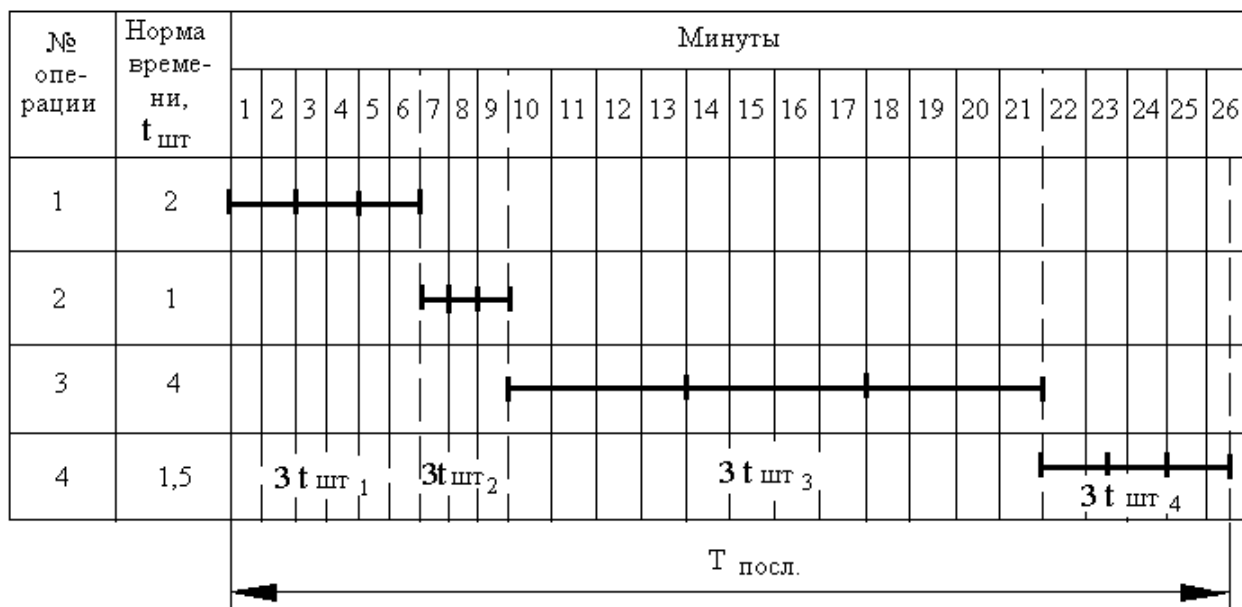
1) При последовательном виде движения каждая последующая операция начинается после обработки всей партии деталей на предыдущей операции. В этом случае время обработки партии деталей по всем операциям (длительность цикла технологических операций) определяется как сумма операционных циклов.



Сущность *последовательного вида* движения:

- каждая последующая операция начинается только после окончания обработки всей партии деталей на предыдущей операции;
- передача деталей с одной операции на другую осуществляется всей партией в целом.

Операционный цикл при последовательном движении партии деталей



Здесь, например, рассчитываем операционный цикл партии, состоящей из трех деталей ($n=3$), обрабатываемых на четырех операциях:

$$T_{\text{посл}} = 3 \times (t_{шт1} + t_{шт2} + t_{шт3} + t_{шт4}) = 3 \times (2 + 1 + 4 + 1,5) = 25,5 \text{ мин.}$$

или

$$T_{\text{посл}} = n \sum_{i=1}^{Ч_{\text{оп}}} t_{штi},$$

где n — количество деталей в производственной партии (шт); $Ч_{\text{оп}}$ — число операций технологического процесса; $t_{штi}$ — норма времени на выполнение i -й операции (мин).

Если на всех или отдельных операциях имеются параллельные рабочие места, то операционный цикл определяется по формуле

$$T_{\text{посл}} = n \sum_{i=1}^{Ч_{\text{оп}}} \frac{t_{штi}}{C_{\text{рм}i}},$$

где $C_{\text{рм}i}$ — количество рабочих мест, занятых изготовлением партии деталей на каждой операции.

При последовательном виде движения деталей (изделия) отсутствуют перерывы в работе оборудования и рабочего на каждой операции, возможна вы-

сокая загрузка оборудования в течение смены, но производственный цикл имеет наибольшую величину, что уменьшает оборачиваемость оборотных средств.

Уровень организации производственного процесса во времени определяется длительностью производственного цикла.

Длительность производственного цикла – это календарный период времени, в течение которого сырье и материалы превращаются в готовую продукцию или отрезок времени от начала первой технологической операции до момента полного окончания производства, испытания, сдачи готового продукта на склад.

- Производственный цикл детально планируется и оптимизируется по отдельным элементам.
- Понятие производственного цикла относится к одному изделию.

Для расчета длительности производственного цикла рассчитывают время от начала до конца производственного процесса изготовления одного изделия (машины, узла или детали), определяют в сутках, часах или минутах по формуле как сумму рабочего периода и перерывов (без учета потерь):

$$T_{ц} = T_{впр} + T_{пр},$$

где $T_{ц}$ – длительностью производственного цикла; $T_{впр}$ – время рабочего периода; $T_{пр}$ – время перерывов.

Время рабочего периода определяется по формуле:

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

где $T_{впр}$ – время рабочего периода; $T_{шк}$ – штучно-калькуляционное время; $T_{к}$ – время контрольных операций; $T_{тр}$ – время транспортирования предметов труда; $T_{е}$ – время естественных процессов (например, естественной сушки).

Штучно-калькуляционное время рассчитывается по формуле:

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

где $T_{шк}$ – штучно-калькуляционное время; $T_{оп}$ – операционное время; $T_{нз}$ – 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)

Операционное время $T_{оп}$ состоит из основного $T_{ос}$ и вспомогательного времени $T_{в}$, рассчитывается по формуле:

$$T_{оп} = T_{ос} + T_{в},$$

где $T_{оп}$ – операционное время; $T_{ос}$ – основное время, т.е. непосредственное время обработки или выполнения работы; $T_в$ – вспомогательное время.

Вспомогательное время $T_в$ определяется по формуле:

$$T_в = T_y + T_z + T_{ок},$$

где $T_в$ – вспомогательное время; T_y – время установки и снятия детали с оборудования; T_z – время закрепления и открепления детали в приспособлении; $T_{ок}$ – время операционного контроля рабочего (с остановкой оборудования) в ходе операции.

Время перерывов $T_{впр}$ рассчитывается по формуле:

$$T_{впр} = T_{мо} + T_{рм} + T_p + T_{орг},$$

где $T_{впр}$ – время перерывов; $T_{мо}$ – межоперационное пролеживание детали; $T_{рм}$ – время перерывов, обусловленных режимом труда; T_p – время перерывов на межремонтное обслуживание и осмотры оборудования; $T_{орг}$ – время перерывов, связанных с недостатками организации производства.

Перерывы могут быть обусловлены следующими факторами:

- установленный на предприятии режим работы,
- нерабочие дни и смены,
- междусменные и обеденные перерывы,
- внутрисменные регламентированные перерывы для отдыха рабочих,
- ожидание освобождения рабочего места,
- ожидание на сборке комплектующих узлов и деталей,
- неравенство производственных ритмов на смежных или зависимых друг от друга рабочих местах,
- отсутствие энергии, материалов, транспортных средств.

Время межоперационного пролеживания детали $T_{мо}$ определяется по формуле:

$$T_{мо} = T_{нар} + T_{ож} + T_{кп},$$

где $T_{мо}$ – время межоперационного пролеживания детали; $T_{нар}$ – время перерывов партионности; $T_{ож}$ – перерывы ожидания; $T_{кп}$ – перерывы комплектования.

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

Перерывы ожидания $T_{ож}$ вызываются несогласованной длительностью смежных операций технологического процесса.

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

При расчете производственного цикла необходимо учитывать перекрытие некоторых элементов времени либо технологическим временем, либо временем межоперационного пролеживания $T_{мо}$.

Длительность производственного цикла зависит от ряда факторов:

- норм времени на выполнение технологических операций;
- количества одновременно запускаемых в производство предметов труда (размера производственной партии);
- принятого вида движения обрабатываемых деталей в процессе производства;
- продолжительности транспортных и контрольных операций;
- времени перерывов в производственном процессе в связи с регламентом работы предприятия;
- времени межоперационного пролеживания в ожидании обработки.

Партия изделий – это группа одинаковых изделий, одновременно запускаемых в производство.

Процесс изготовления партии изделий состоит из совокупности операционных циклов.

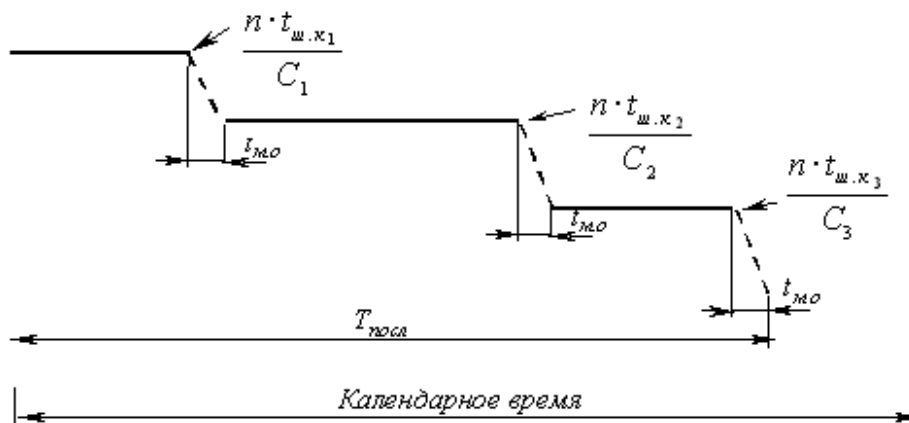
Операционный цикл - выполнение одной операции над всеми изделиями данной партии.

Длительность операционного цикла в значительной степени зависит от способа передачи изделий между операциями.

Длительность производственного цикла $T_{посл}$ включает дополнительно межоперационные перерывы, длительность естественных процессов и перерывы, связанные с режимом работы участка:

$$T_{посл} = n \sum_{1}^m \frac{t_{ш.к}}{C} + T_{ест} + mt_{мо} \text{ (мин.)},$$

где m – число операций в процессе; $T_{ест}$ – длительность естественных процессов, час.; $t_{мо}$ – среднее межоперационное время, мин.



При *параллельном* виде движения отдельные детали (изделия) или небольшие производственные партии передаются немедленно на последующие операции после завершения их обработки на предыдущих независимо от всей партии. Обработка деталей осуществляется одновременно на всех операциях, что существенно сокращает производственный цикл. Однако применение этого вида движения деталей требует обязательной синхронности технологических операций, в противном случае неизбежны простои на рабочих местах.

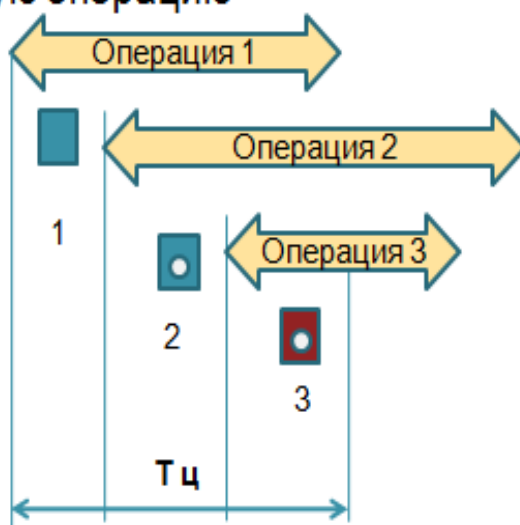
Процесс происходит непрерывно, если достигнуто полное равенство или кратность выполнения операций во времени, что характерно для поточных линий:

$$\frac{t_{шт1}}{C_{рм1}} = \frac{t_{шт2}}{C_{рм2}} = \dots = \frac{t_{шти}}{C_{рми}} = r ,$$

где r — такт поточной линии (мин); $t_{шти}$ — норма времени на выполнение i -й операции (мин); $C_{рми}$ — количество рабочих мест, занятых изготовлением партии деталей на каждой операции.

Параллельное движение

Каждое изделие немедленно передается на следующую операцию



- Наименьшая потребность в площадях для промежуточного хранения
- Сложность планирования и координации
- Минимальная длительность цикла

$$T_{\text{пар}} = \sum_{i=1}^{C_{\text{оп}}} t_{\text{шт}i} + (n-1)t_{\text{шт max}} ,$$

где $t_{\text{шт max}}$ — время выполнения операции, самой продолжительной в технологическом процессе (мин); n — количество деталей в производственной партии (шт); $C_{\text{оп}}$ — число операций технологического процесса.

При передаче деталей (изделий) операционными партиями (p) расчет ведется по формуле:

$$T_{\text{пар}} = p \sum_{i=1}^{C_{\text{оп}}} \frac{t_{\text{шт}i}}{C_{\text{рм}i}} + (n-p) \frac{t_{\text{шт max}}}{C_{\text{рм max}}} ,$$

где p — размер операционной партии (в шт.).

Длительность ПЦ = размер транспортной партии * сумму (норма выполнения одной технологической операции / количество рабочих мест на этой операции) + (размер партии – размер транспортной партии) * продолжительность выполнения более трудоемкой и длительной операции с учетом количества рабочих мест.

Правила построения графика:

1. Строится цикл обработки первой транспортной (передаточной) (p) партии на всех операциях.
2. На операции с самым продолжительным операционным циклом строится цикл обработки всей партии (n) без перерывов.
3. Для всех транспортных партий, кроме первой, достраиваются операционные циклы на всех операциях, кроме самой продолжительной.

При параллельном виде движения на длительность цикла существенно влияет самая продолжительная операция (**главная** операция). Поэтому очень важно обеспечить непрерывность выполнения такой операции, своевременно завершая выполнение всех предшествующих ей операций над каждой из транспортных партий p , составляющих общую партию продукции n . Размер транспортной партии p принимается равным и кратным n и одинаковым для всех операций. На всех операциях, кроме операции с максимальной продолжительностью, работа осуществляется с перерывами, равными разности между продолжительностью главной и данной операций.

Только для *синхронного* процесса, в котором длительности операций равны, работа на всех операциях будет вестись без перерывов.

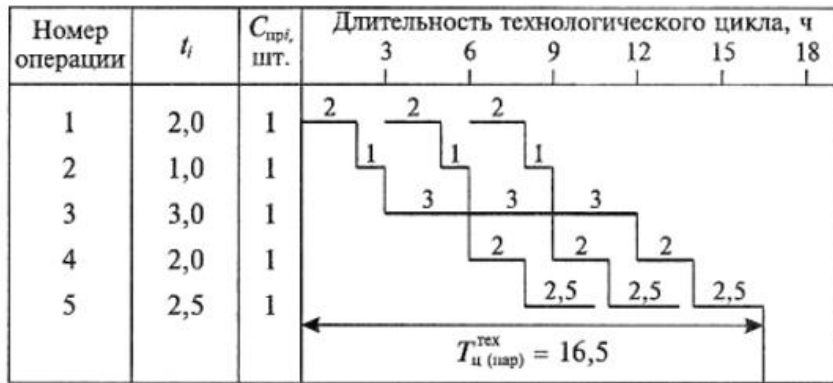


График длительности технологического цикла при параллельном виде движений партии деталей в производстве

Диаграмма и расчет времени операционного цикла при параллельном движении изделий



Длительность производственного цикла $T_{пар}$ включает дополнительно межоперационные перерывы, длительность естественных процессов и перерывы, связанные с режимом работы участка:

$$T_{пар} = p \sum_{i=1}^m (t_{max} / c_i) + (n - p)(t_{шт} / c)_{max} + T_{ест} + mt_{м.о} \text{ (мин.)}$$

Примечание. На всех операциях, кроме операции с максимальной продолжительностью, работа осуществляется с перерывами.

При параллельно-последовательном виде движения, которое широко применяется в серийном производстве, наблюдается частичное совмещение времени обработки деталей на смежных операциях. Детали с одной операции на другую передаются поштучно или производственными партиями в зависимости от времени, затраченного на смежных операциях, но таким образом, чтобы процесс шёл без перерыва.

Параллельно-последовательный вид движения, при котором следующая операция начинается ранее, чем наступает полное окончание обработки всей партии на предыдущей операции, и осуществляется без перерывов в изготовлении партии деталей на каждом рабочем месте. При этом происходит частичное совмещение времени выполнения смежных операционных циклов. Передача предметов труда с операции на операцию осуществляется партиями p или поштучно ($p = 1$). Длительность технологического цикла $T_{п.п}$ будет соответственно меньше, чем при последовательном виде движения, на величину совмещения операционных циклов τ :

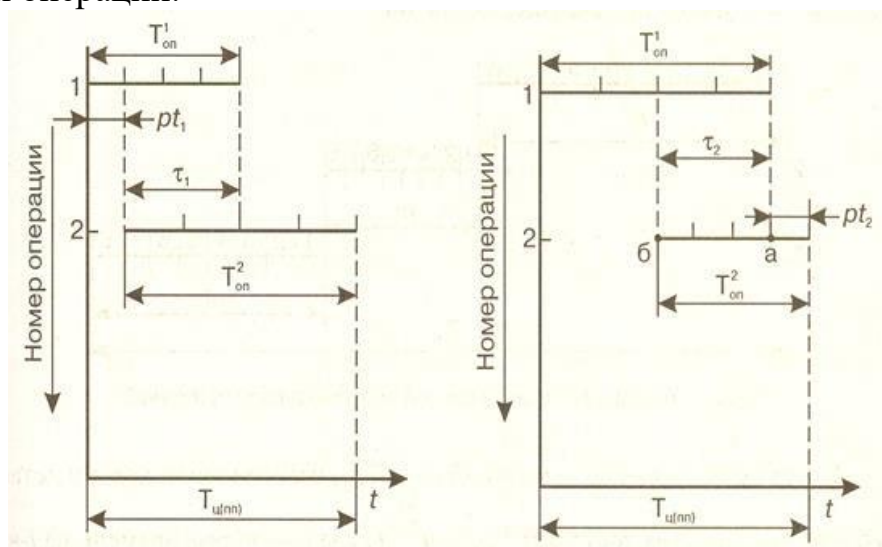
$$T'_{п.п} = T'_{послед} - \sum_1^{m-1} \tau.$$

В практике встречаются два способа сочетания смежных операционных циклов:

а) предыдущий операционный цикл меньше последующего,

$$T_{on i} < T_{on (i+1)}.$$

В этом случае начало обработки на последующей операции возможно сразу после окончания обработки первой штуки или передаточной партии на предыдущей операции.



Варианты парного сочетания операций

Экономия времени τ вследствие параллельно-последовательного сочетания операционных циклов будет определяться разностью $T'_{послед}$ и $T'_{п.п}$:

$$\tau = T'_{послед} - T'_{п.п} = \frac{n \cdot t_{ш.к_1}}{C_1} - \frac{p \cdot t_{ш.к_1}}{C_1} = (n - p) \frac{t_{ш.к_1}}{C_1};$$

б) предыдущий операционный цикл больше последующего,

$$T_{on i} > T_{on (i+1)}.$$

В этом случае начало обработки на последующей операции определяется из условия, что последняя штука или передаточная партия, будучи закончена обработкой на предыдущей операции, немедленно начинает обрабатываться на последующей. Остальные штуки или передаточные партии должны быть закончены обработкой (непрерывно) к этому моменту.

Экономия времени τ в этом случае определяется также разностью $T'_{посл}$ и $T'_{п.л.}$:

$$\tau = (n-p) \frac{t_{ш.к_2}}{C_2}.$$

Обратите внимание на то, что экономия времени τ в том и другом случае сочетания операционных циклов определяется как произведение $(n-p)$ на операционный цикл минимальной продолжительности из двух сочетаемых. Следовательно, в любом случае

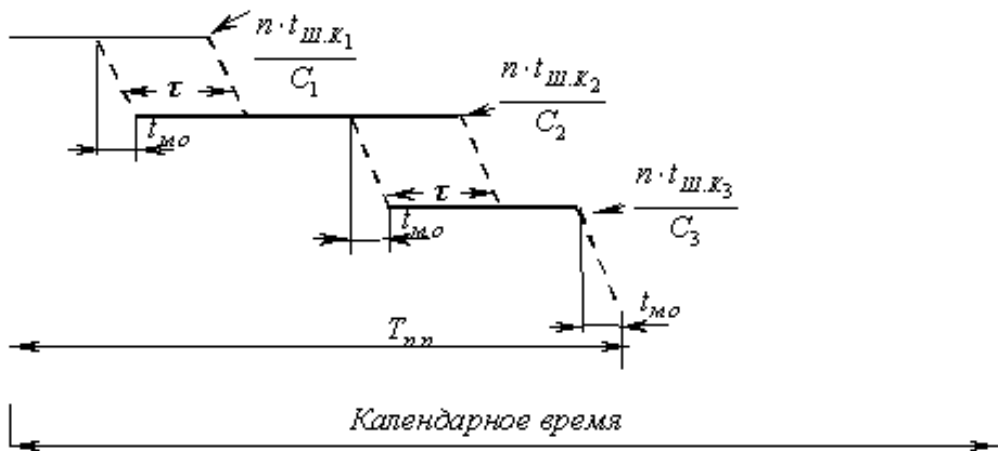
$$\tau = (n-p) \left(\frac{t_{ш.к}}{C} \right)_{\min};$$

тогда

$$T'_{n.n} = n \sum_1^m \frac{t_{ш.к}}{C} - (n-p) \sum_1^{m-1} \left(\frac{t_{ш.к}}{C} \right)_{кор} \quad (\text{ММН.});$$

$$T_{n.n} = n \sum_1^m \frac{t_{ш.к}}{C} - (n-p) \sum_1^{m-1} \left(\frac{t_{ш.к}}{C} \right)_{кор} + mt_{м.о} \quad (\text{ММН.});$$

где $\sum_1^{m-1} \left(\frac{t_{ш.к}}{C} \right)_{кор}$ – сумма коротких операционных циклов из каждой пары смежных операций.



Отношение длительности цикла при параллельном или параллельно-последовательном виде движения к длительности цикла при последовательном виде движения можно назвать коэффициентом, учитывающим сокращение длительности цикла (по сравнению с единицей, за которую принимается длительность цикла при последовательном виде движения как наибольшая), или сокращенно — коэффициентом параллельности:

$$K_{\text{пар}} = T_{\text{ц}}^{\text{пар}} / T_{\text{ц}}^{\text{посл}} \quad \text{или} \quad K_{\text{пар}} = T_{\text{ц}}^{\text{п-п}} / T_{\text{ц}}^{\text{посл}}.$$



Таблица 4. Преимущества и недостатки, область применения различных видов движения партии предметов труда по операциям процесса

Вид движения партии предметов труда		
<i>последовательный</i>	<i>параллельный</i>	<i>параллельно-последовательный</i>
Отсутствие перерывов в загрузке рабочих мест на операции	Минимально возможная длительность цикла процесса	Отсутствие перерывов в загрузке рабочих мест на операции
Отсутствие перерывов ожидания	Отсутствие перерывов, связанных с ожиданием начала обработки на последующей операции	Возможность дополнительной загрузки рабочих мест за счет концентрации перерывов
Наибольшая длительность цикла процесса	Перерывы в загрузке рабочих мест	Перерывы, связанные с ожиданием начала обработки на последующей операции

Большой объем незавершенного производства	Необходимо выполнение условия синхронизации	Межоперационные оборотные заделы
Значительная величина пере-рывов партионности	-	Необходимо более тщательное планирование процесса
Область применения		
Единичное производство Мелкосерийное производство с большой номенклатурой	Массовое и крупносерийное производство (непрерывно-поточные линии)	Крупносерийное производство с большим числом и трудоемкостью операций (многопредметные перемен-но-поточные линии)

Тема 9. Производственная мощность предприятия

Мощность характеризует максимально возможный объем выпуска продукции определенной номенклатуры за календарный период.

В сфере материального производства *производственная мощность* рассматривается как возможность производить определенную продукцию, и предполагает наличие на предприятии и в его подразделениях соответствующих производственных ресурсов: оборудования, площадей, персонала, материалов и т.д. Именно имеющийся на предприятии или в подразделении набор ресурсов определенного состава и объема, определенным образом взаимосвязанных в пространстве и во времени (посредством определенной технологии, организации производства), определяет возможность выпуска определенной продукции в определенном объеме. При этом возможно множество комбинаций соединения в единое целое даже одних и тех же по составу и количеству ресурсов, и каждая комбинация позволяет выпускать данную продукцию, но в различных объемах. В определении производственной мощности имеется в виду та комбинация производственных ресурсов, которая обеспечивает *максимум* выпуска продукции заданной номенклатуры.

Существуют два подхода к определению понятия производственной мощности. Согласно первому, учету подлежат все виды производственных ресурсов, участвующих в выпуске продукции, согласно второму – только производственное оборудование и площади. На практике более распространен второй, упрощенный подход.

Производственная мощность предприятия (цеха, участка) – это максимально возможный выпуск продукции за определенный период в определенных количественных соотношениях и номенклатуре при наиболее эффективном использовании определенного набора производственных ресурсов (производственного оборудования и площадей).

Для *управления мощностью* в условиях колебаний спроса важно выделение в составе набора производственных ресурсов двух составляющих: постоянной и переменной. Как объекты управления они принципиально различаются и требуют дифференцированного подхода при управлении мощностью. Постоянная составляющая – это оборудование и площади, переменная составляющая – персонал и материалы.

При изменении спроса возникает потребность в адекватном изменении объема выпуска, что требует изменения объема приложения всех видов производственных ресурсов. Проблема заключается в том, что в краткосрочных периодах увеличение объема приложения производственных ресурсов возможно только за счет переменной составляющей (закупка дополнительных материалов, наем персонала). Постоянная составляющая (имеющиеся площади и оборудование) остается неизменной на протяжении длительных периодов и не может быть увеличена в коротких периодах, если часть ее не была заранее зарезервирована. В связи с этим управление производственной мощностью предполагает принятие как стратегических, так тактических и оперативных решений.

Стратегические решения о производственной мощности связаны с планированием и обоснованием ее экономически целесообразного размера на долгосрочный период на основе прогноза максимального спроса. Такие решения принимаются, как правило, при строительстве новых, расширении, реконструкции и техническом перевооружении действующих цехов, производств, предприятий, их перепрофилировании и реорганизации. Решения такого рода носят долгосрочный и необратимый характер, сопряжены со значительными единовременными затратами всех видов ресурсов и требуют привлечения крупных инвестиций. Принятые на этом этапе решения о размере производственной мощности устанавливают верхний предел объема выпуска продукции (т.е. возможности удовлетворения спроса) и нижний предел текущих производственных издержек (т.е. рентабельности производства).

Тактические решения связаны с планированием загрузки имеющихся (созданных) производственных мощностей при удовлетворении спроса в среднесрочных и краткосрочных периодах, когда прогнозы текущего спроса более точны и имеются конкретные заказы потребителей. Такие решения принимаются при агрегированном планировании производства, планировании производственных потребностей / ресурсов, составлении среднесрочных расписаний работ.

Оперативные решения связаны с учетом фактической загрузки и состояния отдельных элементов производственных мощностей, с контролем их соответствия плановым значениям и с регулированием путем перераспределения отдельных работ в режиме реального времени. Подобные решения составляют содержание оперативно-календарного планирования и производственной диспетчеризации. *Диспетчеризация* (англ. dispatch — быстро выполнять) — про-

цесс централизованного оперативного контроля и дистанционного управления, с использованием оперативной передачи информации между объектами диспетчеризации и пунктом управления.

Взаимосвязь указанных решений проявляется в следующем. В рамках производственного планирования решается задача наиболее точного удовлетворения запросов потребителей при эффективном использовании всех видов производственных ресурсов, что предполагает достижение баланса между степенью загрузки мощностей и степенью удовлетворения спроса. Задача чрезвычайно сложна, так как на одних и тех же календарных периодах спрос переменчив, а мощность постоянна. Поддержание объема выпуска продукции на постоянном уровне независимо от колебаний спроса возможно, если запасы, накапливаемые в периоды малого спроса (ниже объема выпуска), удастся полностью реализовать в периоды высокого спроса (выше объема выпуска). Но накопление запасов, особенно в таких размерах, обычно экономически не целесообразно, а в сервисе – может вообще невозможно. Возникает необходимость в текущем регулировании выпуска в соответствии с колебаниями спроса, что возможно только в ограниченных пределах: путем приема / увольнения временного персонала, использования сверхурочных работ, закупок, субподряда и других мер, доступных при агрегированном планировании производства.

Количество и состав производственного оборудования, площадей, штатного персонала, места географического размещения заводов, застройку их территорий, планировку цехов и расстановку оборудования достаточно сложно и экономически нецелесообразно изменять часто и на короткое время, приспособившись к текущему состоянию спроса. Поэтому реакция производства на частые и краткосрочные изменения спроса заключается прежде всего в соответствующем регулировании загрузки имеющихся мощностей. При этом неизбежны временные потери как от недогрузки мощности, когда спрос ниже уровня мощности, так и от упущенных продаж, когда спрос выше уровня мощности. Общие потери можно минимизировать, определив соответствующий этому минимуму уровень мощности.

В этом заключается *экономический смысл задачи*, связанной с принятием стратегического решения о размере мощности на предстоящий долгосрочный период. Как правило, упущенная выгода превосходит потери от простоя оборудования (и площадей), остальные факторы производства могут привлекаться по мере необходимости или гибко использоваться по другому назначению без потерь от простоя. В связи с этим для удовлетворения ожидаемых максимумов спроса на предприятиях целенаправленно создаются резервы мощности в виде определенного количества зарезервированных единиц оборудования, но чаще – в виде резерва их загрузки во времени. Обоснование экономического размера резерва мощности основывается на долгосрочном прогнозе максимума спроса и установлении предприятием стандарта обслуживания, фиксирующего уровень удовлетворения спроса (например, в терминах длины очереди на обслуживание

или времени ожидания исполнения заказа, допустимых по условиям конкурентного окружения и согласия потребителей). Производственная мощность принимается на уровне такого объема выпуска, который обеспечивает минимум общих издержек, связанных с ожиданием потребителей и простым оборудованием.

Мощности определяются наличием производственных ресурсов, поэтому могли бы измеряться в единицах имеющегося оборудования, площадей, рабочих, материалов. Но спрос обычно измеряется в единицах товаров (работ, услуг). Поэтому производственная мощность как максимально возможный объем производства в условиях его ориентации на спрос должна измеряться в тех же единицах товаров (работ, услуг).

При производстве товара одного наименования измерение мощности может быть прямым: это максимальное число единиц, которое может быть произведено предприятием или подразделением за определенный период. При производстве товаров многих наименований с использованием различных технологических процессов и оборудования разной производительности измерение мощности в единицах товаров становится невозможным. В этих случаях универсальной единицей измерения мощности, применимой ко всем выпускаемым товарам и используемым процессам, служит рабочее время, затрачиваемое на производство продукции.

Различают проектируемую, ожидаемую и нормативную мощность.

Проектируемая мощность – это максимум мощности, который может быть достигнут в идеальных условиях.

В реальных условиях практически невозможно достигнуть 100 % проектируемой мощности. Поэтому предприятия оперируют *ожидаемой мощностью*, которая обычно составляет около 92 % от проектируемой.

Отношение ожидаемой мощности к проектируемой в процентах называют *эффективностью мощности* (92 %).

Большинство предприятий в действительности оперируют мощностью еще в меньшем размере, чем ожидаемая, так как предпочитают иметь определенный резерв мощности. Это *нормативная мощность*, используемая в плановых расчетах. Для определения нормативной мощности используется *коэффициент использования мощности*, представляющий отношение действительного выхода системы к ожидаемой мощности в процентах.

Нормативная мощность определяется как произведение проектируемой мощности, эффективности и коэффициента использования мощности.

Нормативная мощность не может быть выше проектируемой, эффективность и коэффициент использования мощности не могут превышать единицу.

Практические расчеты производственной мощности выполняются при проектировании предприятий и их подразделений, планировании производства и анализе производственно-хозяйственной деятельности - для обоснования пропускной способности, производственной программы и выявления резервов

более полного использования действующих основных производственных фондов.

Исходными данными для расчетов производственной мощности служат сведения о режиме работы предприятия и его подразделений, количестве оборудования и производственных площадях, номенклатуре и характере продукции, применяемых технологических процессах и средствах технологического оснащения, нормах производительности оборудования и трудоемкости продукции.

Расчет производственной мощности ведется по всему установленному оборудованию (действующему и бездействующему). При этом используется (в том числе исходя из назначения расчета) один из двух альтернативных подходов к определению мощности.

1. Производственная мощность предприятия определяется:

- по мощности ведущих цехов, цеха;
- по мощности ведущих участков, участка;
- по мощности ведущего оборудования.

В качестве *ведущих* принимаются такие цеха, участки и группы оборудования, которые имеют наибольший удельный вес в общем выпуске продукции по трудоемкости, в натуральном или стоимостном выражении, на которых производятся технологические операции, определяющие специализацию и масштаб производства.

2. Производственная мощность предприятия определяется:

- по мощности лимитирующих цехов, цеха;
- по мощности лимитирующих участков, участка;
- по мощности лимитирующего оборудования.

Под *лимитирующими* понимаются такие цехи, участки и группы оборудования, которые ограничивают пропускную способность технологической цепи (цепи поставок) предприятия, являясь «слабым звеном» в цепи, «узким местом» в производстве.

В общем виде производственная мощность N группы оборудования, подразделения или предприятия в расчетном периоде (например, за год) выражается следующим образом:

$$N = F / t, \text{ (ед. / год),}$$

где F – располагаемый фонд времени работы в расчетном периоде, ч / год; t – трудоемкость единицы продукции, ч / единицу.

«Располагаемый» фонд времени работы в расчетном периоде принимается исходя из назначения расчета мощности (проектирование, планирование, анализ производства) и представляет собой календарный, номинальный, эффективный или действительный фонд времени работы в расчетном периоде группы

оборудования, подразделения или предприятия. В большинстве расчетов используется эффективный фонд времени работы.

Полная мощность рассчитывается исходя из того количества смен, которое соответствует круглосуточному режиму работы (обычно трехсменный), *режимная мощность* – исходя из принятого режима работы оборудования, участка, цеха с соблюдением 40-часовой рабочей недели (обычно двухсменный, по уникальному и лимитирующему оборудованию – трехсменный).

Трудоемкость единицы продукции t должна отражать особенность определения мощности, которая связана с наиболее эффективным использованием всех видов производственных ресурсов в процессе производства продукции: применение прогрессивной технологии, рациональной организации производства, труда и управления.

При расчетах производственной мощности за год различают производственную мощность *на начало и конец планового года*, а также *среднегодовую*.

Мощность на конец планового года определяется как алгебраическая сумма мощности на начало года и мощностей, вводимых и выбывающих в течение года.

Среднегодовая мощность $N_{\text{ср}}$ определяется:

$$N_{\text{ср}} = N_{\text{н}} + \sum_1^{12} N_{\text{вв}} T_{\text{вв}} / 12 - \sum_1^{12} N_{\text{выб}} T_{\text{выб}} / 12 ,$$

где $N_{\text{н}}$ – производственная мощность на начало планового года;

$N_{\text{вв}}, N_{\text{выб}}$ – вводимые и выбывающие в течение года мощности;

$T_{\text{вв}}, T_{\text{выб}}$ – продолжительность использования вводимых и неиспользования выбывающих мощностей, в месяцах.

Коэффициент использования среднегодовой производственной мощности $k_{\text{исп}}$ определяется:

$$k_{\text{исп}} = N_{\text{в}} / N_{\text{ср}} ,$$

где $N_{\text{в}}$ – годовой выпуск продукции (по факту или по плану).

По результатам расчета коэффициента использования мощности намечаются организационно-технические мероприятия по устранению "узких" мест и улучшению использования производственной мощности. Под "узким" местом понимается звено цепи поставок предприятия - производственное подразделение (цех, участок, группа оборудования), производственная мощность которых меньше, чем любого другого подразделения.

Поскольку величина производственной мощности N зависит от располагаемого фонда времени работы F и трудоемкости единицы продукции t , то повышение производственной мощности возможно в двух основных направлениях, как показано в таблице 1: это увеличение располагаемого фонда времени работы и сокращение трудоемкости единицы продукции.

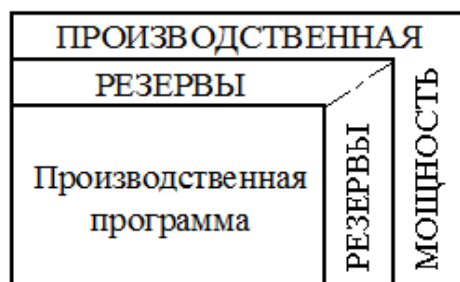
Таблица 4 Способы повышения производственной мощности предприятия

Направления повышения производственной мощности:	
Увеличение фонда времени работы	Сокращение трудоемкости продукции
Увеличение количества единиц установленного оборудования	Совершенствование технологии изготовления продукции
Увеличение сменности работы оборудования	Повышение серийности производства
Улучшение организации ремонта оборудования	Расширение унификации, нормализации, стандартизации продукции и ее компонентов
Сокращение производственных циклов	Обновление и модернизация оборудования
Улучшение использования производственных площадей и пространства	Повышение уровня технологической оснащенности производства
Рациональное планирование работ, устранение "узких мест" в производстве	Постоянное обновление и пересмотр норм времени
Углубление специализации, развитие кооперирования подразделений и предприятий	Рациональная организация труда на рабочих местах

Методика расчета производственной мощности и показатели ее использования

Производственную мощность рассчитывают при анализе и обосновании **производственной программы**, в связи с подготовкой и выпуском новых изделий, при реконструкции и расширении производства.

Производственная мощность предприятия –



максимально возможный годовой (суточный, сменный) выпуск продукции (или объем переработки сырья) в номенклатуре и ассортименте при условии наиболее полного использования оборудования и производственных площадей, применения прогрессивной технологии и организации производства



Производственная мощность АТП зависит от списочного количества подвижного состава и его грузоподъемности.

Производственная мощность зон технического обслуживания и ремонта подвижного состава, цехов и участков АТП определяется по наибольшей пропускной способности ведущих звеньев производства, линий технического обслуживания, постов для ремонта и т. д.

- Показателями использования производственной мощности являются:
- фактический выпуск продукции в натуральном выражении или стоимостных единицах за определенный период;
 - выпуск продукции на единицу оборудования на 1 м² производственной площади в стоимостных единицах;
 - средний процент загрузки оборудования (отношение количества времени работы оборудования к возможному времени его работы);
 - коэффициент сменности.

Частные показатели эффективности использования оборудования:



Одним из ведущих показателей, характеризующих работу предприятия, является **коэффициент использования производственной мощности**.

Коэффициент использования производственной мощности рассчитывается как отношение фактического объема выпуска продукции к среднегодовой производственной мощности:

$$K_{\text{исп. м}} = V_{\text{ф}} / N_{\text{ср}},$$

где $K_{\text{исп. м}}$ — коэффициент использования производственной мощности;

$V_{\text{ф}}$ — объем фактически выпущенной продукции;

$N_{\text{ср}}$ — среднегодовая производственная мощность.

Прирост объема продукции за счет улучшения использования производственной мощности можно определить по формуле:

$$\Delta V = V \times (K_{\text{исп.м.1}} / K_{\text{исп.м.пр.}} - 1),$$

где V — достигнутый годовой объем выпуска продукции в соответствующих единицах измерения; $K_{\text{исп.м.1}}$ — достигнутый коэффициент использования среднегодовой производственной мощности; $K_{\text{исп.м.пр.}}$ — проектируемый прогрессивный коэффициент использования среднегодовой мощности с учетом разработанных организационно - технических мероприятий.

На каждом предприятии необходимо добиваться повышения эффективности использования производственных мощностей и площадей, сокращать время

простоев, повышать степень загрузки оборудования в единицу времени, совершенствовать орудия труда и технологию производства, добиваться оптимизации структуры основных фондов, обеспечивать быстрое освоение вводимых мощностей.

Коэффициент предоставляет информацию, полезную для оптимизации производственного процесса.

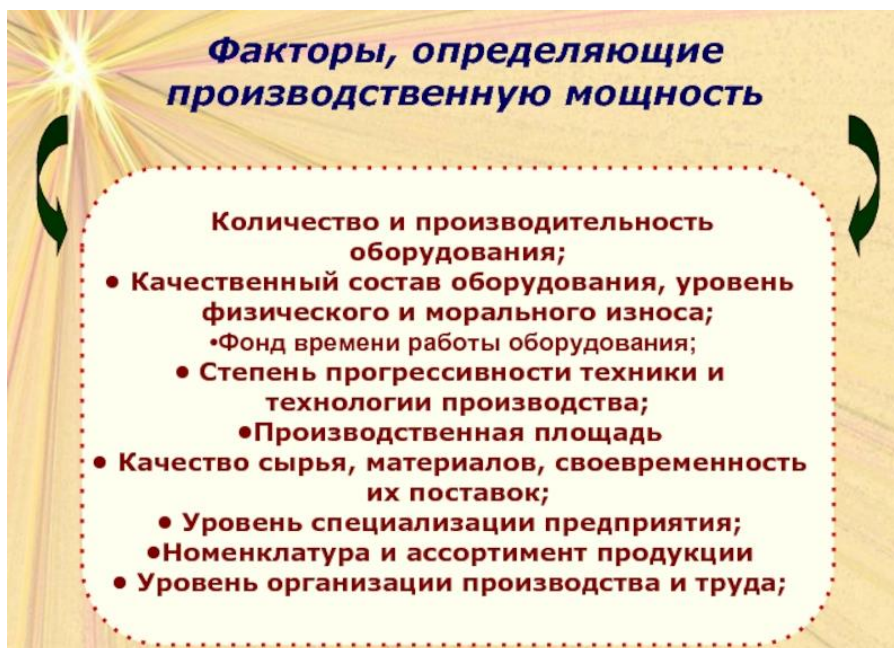


Данный коэффициент показывает то, насколько производственное оборудование используется на практике, по сравнению с показателем, достигаемым при максимально возможной нагрузке на линии. Он является одним из индикаторов производительности предприятия и дает возможность оценить эффективность используемых технологий и методов работы, выявить проблемы с рациональной эксплуатацией оборудования.

Методика расчета производственной мощности зависит от формы и методов организации производства, номенклатуры изготавливаемой продукции, типа используемого оборудования, характера производственного процесса.

Основными элементами для расчета производственной мощности являются:

- состав оборудования и его количество по видам;
- прогрессивные нормы использования каждого вида оборудования;
- номенклатура, ассортимент продукции и ее трудоемкость;
- фонд времени работы оборудования;
- производственные площади основных цехов предприятия.



Для определения состава и количества оборудования по каждому его виду в первую очередь требуется распределить это оборудование на установленное и неустановленное. К **установленному** относится оборудование, находящееся в эксплуатации, ремонте, модернизации, а также временно бездействующее, неисправное, резервное. Выявление **неустановленного** оборудования позволяет определить, какое количество его подлежит установке на данном предприятии, и количество излишнего и ненужного оборудования.



В расчет производственной мощности принимается все оборудование по видам, установленное на начало года, а также оборудование, которое должно быть введено в эксплуатацию в плановом периоде.

Производительность оборудования, закладываемая в расчет производственной мощности, определяется на основе прогрессивных норм использования каждого вида этого оборудования. Под **прогрессивными нормами** понимаются технико-экономические нормы использования оборудования, которых устойчиво добились передовые рабочие предприятий данной отрасли.

Кастомизация производства

Кастомизация (от [англ.](#) *to customize* – настраивать, изменять что-то, делая более подходящим под нужды конкретного потребителя) — индивидуализация продукции под заказы конкретных потребителей путём внесения конструктивных или дизайнерских изменений (обычно — на конечных стадиях производственного цикла).

Например, нанесение рисунка на приобретаемую в интернет-магазине футболку по заявке покупателя или изготовление свадебного торта с поздравительной надписью.

При определении прогрессивных норм использования оборудования следует учитывать, что возможности этого использования в значительной степени

зависят от номенклатуры (ассортимента) и трудоемкости продукции, которая будет изготовлена на данном оборудовании, от качества перерабатываемого сырья и материалов, от принятого режима работы оборудования и т.д.



Режим работы предприятия непосредственно влияет на величину производственной мощности и устанавливается исходя из конкретных условий производства. В понятие «режим работы» входят число смен, продолжительность рабочего дня и рабочей недели.

В зависимости от того, какие потери времени учитываются при определении мощности, различают календарный (номинальный), режимный и действительный (рабочий) фонд времени использования оборудования.

Календарный фонд времени равен количеству календарных дней в плановом периоде, умноженному на 24 часа ($365 \times 24 = 8760$ ч.).

Режимный фонд времени определяется режимом производства. Он равен произведению рабочих дней в плановом периоде на число часов в рабочих сменах.

Действительный (рабочий) фонд времени работы оборудования равен режимному за вычетом времени на ремонт, которое не должно превышать установленных норм.

В расчете производственной мощности должен приниматься максимально возможный действительный (рабочий) фонд времени работы оборудования.

На предприятиях и в цехах некоторых отраслей промышленности (в мебельном, консервном, литейном) главным фактором при определении производственной мощности служит величина производственной площади или площади, где осуществляется технологический процесс изготовления продукции. Вспомогательные площади (ремонтного, инструментального цехов, складов) в расчет не принимаются.

Тема 10. Производственные резервы

Важнейшей задачей в производственной логистике является выявление резервов производства и причин их возникновения. Мобилизация резервов производства позволяет получить прирост выпуска продукции при минимальных капитальных вложениях, без больших дополнительных затрат материально-энергетических ресурсов, без привлечения дополнительной рабочей силы. Мобилизация резервов обеспечивает высокие темпы роста производительности труда, снижение себестоимости продукции и повышение темпов внутрипроизводственных накоплений.

Резервы производства — это возможности улучшения использования ресурсов в результате совершенствования организации труда, производственного процесса и управления, интенсификации технологического процесса.

РЕЗЕРВЫ (ЛАТ. RESERVE) - СБЕРЕГАТЬ, СОХРАНЯТЬ.
ТЕРМИН ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В ДВУХ ЗНАЧЕНИЯХ:

- ЗАПАСЫ РЕСУРСОВ (СЫРЬЯ, МАТЕРИАЛОВ, ТОПЛИВА, ОБОРУДОВАНИЯ), НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ;
- НЕИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Производственные резервы — это неиспользованные возможности повышения эффективности работы предприятия.

Резервы производства следует отличать от потерь, которые возникают в производстве, в связи с неполадками в процессе производства, отклонениями от установленных технологических режимов, нарушениями технологической дисциплины.

Под резервами следует понимать неиспользованные возможности снижения текущих и авансируемых затрат материальных, трудовых и финансовых ресурсов при данном уровне развития производительных сил и производственных отношений.

Количественное выражение величины резерва — это разность между возможным (прогноznым) уровнем изучаемого показателя и его фактической величиной на текущий момент времени.

Устранение потерь и нерациональных затрат — один из путей использования резервов. Другой путь связан с ускорением научно-технического прогресса как главного рычага повышения интенсификации и эффективности производства. Резервы в полном объеме представляют собой разрыв между достигнутым уровнем использования ресурсов и возможным уровнем исходя из накопленного производственного потенциала организации. Для лучшего понимания, более полного выявления и использования резервы классифицируются по разным признакам.

1. По пространственному признаку выделяют внутрихозяйственные, отраслевые, региональные и общегосударственные резервы.

К *внутрихозяйственным* относятся резервы, которые выявляются и могут быть использованы только на анализируемом предприятии. Они связаны в первую очередь с недопущением потерь и непроизводительных затрат ресурсов. К ним относятся потери рабочего времени и материальных ресурсов из-за низкого уровня организации и технологии производства.

Отраслевые резервы - это те, которые могут быть выявлены только на уровне отрасли, например, разработка новых систем машин, новых технологий, улучшенных конструкций изделий, выведение новых сортов культур, пород животных.

Региональные резервы могут быть выявлены и использованы в пределах географического района (использование местного сырья и топлива, энергетических ресурсов, централизация вспомогательных производств независимо от их ведомственного подчинения).

К *общегосударственным* резервам можно отнести ликвидацию диспропорций в развитии разных отраслей производства, изменение форм собственности, системы управления национальной экономикой. Использование таких резервов возможно только путем проведения мероприятий на общегосударственном уровне управления.

2. По признаку времени резервы делятся на *неиспользованные, текущие и перспективные*.

Неиспользованные резервы - это упущенные возможности повышения эффективности производства относительно плана или достижений науки и передового опыта за прошедшие промежутки времени.

Под *текущими* резервами понимают возможности улучшения результатов хозяйственной деятельности, которые могут быть реализованы на протяжении ближайшего времени (месяца, квартала, года).

Перспективные резервы рассчитаны обычно на длительное время. Их использование связано со значительными инвестициями, внедрением новейших достижений научно-технического прогресса, перестройкой производства, сменной технологии производства, специализации.

3. Большое значение для организации поиска резервов имеет их *группировка по стадиям жизненного цикла изделия*. По этому признаку резервы относятся к стадиям *предпроизводственной, производственной, эксплуатации и утилизации* изделия.

На *предпроизводственной* стадии могут быть выявлены резервы повышения эффективности производства за счет улучшения конструкции изделия, усовершенствования технологии его производства, применения более дешевого сырья. Именно на этой стадии объективно содержатся самые большие резервы снижения себестоимости продукции. На *производственной* стадии происходит освоение новых изделий, новой технологии и затем осуществляется массовое производство продукции. На этом этапе величина резервов снижается за счет того, что уже проведены работы по созданию производственных мощностей,

приобретению необходимого оборудования и инструментов, налаживанию производственного процесса. *Эксплуатационная* стадия делится на гарантийный период, когда исполнитель обязан ликвидировать выявленные потребителем неполадки, и послегарантийный. На стадии эксплуатации объекта резервы его более производительного использования и снижения затрат (экономия электроэнергии, топлива, запасных частей) зависят главным образом от качества выполненных работ на первых двух стадиях.

4. *По стадиям процесса воспроизводства* резервы относятся как к сфере производства, так и к сфере обращения. Основные резервы находятся, как правило, в сфере производства, но их много и в сфере обращения (предотвращение разных потерь продукции на пути от производителя к потребителю, а также уменьшение затрат, которые связаны с хранением, перевозкой, продажей готовой продукции и приобретением производственных запасов).

5. Важное значение имеет группировка резервов *по видам ресурсов*. Отдельно рассматривают резервы, которые связаны с наиболее полным и эффективным использованием основных средств производства, предметов труда и трудовых ресурсов.

6. По способам выявления резервы *делятся на явные и скрытые*. К явным относятся резервы, которые легко выявить по материалам бухгалтерского учета и отчетности. Это недостача и порча продукции и материалов на складах, производственный брак, потери от списания долгов, выплаченные штрафы, и др. К скрытым относятся резервы, которые не были предусмотрены планом. Для их выявления необходимо провести сравнительный внутривозвратный анализ (с достижениями передовых участков, бригад, работников), межхозяйственный (с достижениями ведущих предприятий отрасли), а в некоторых случаях - международные сравнения.

7. Важным признаком при классификации резервов является *время их возникновения*. По этому признаку их можно разделить на резервы, не учтенные при разработке планов, и резервы, возникшие после утверждения плана. Первый вид резервов — это упущенные возможности повышения эффективности производства, существовавшие, но не учтенные в момент разработки планов, что является признаком недостаточной обоснованности и напряженности планов. Другой вид резервов - это возможности, возникшие после разработки и утверждения планов.

8. По своей экономической природе и характеру воздействия на результаты производства резервы *делятся на экстенсивные и интенсивные*. К резервам экстенсивного характера относятся те, которые связаны с использованием в производстве дополнительных ресурсов (материальных, трудовых, земельных и др.). Резервы интенсивного типа связаны с наиболее полным и рациональным использованием имеющегося производственного потенциала.



Таким образом, классификация резервов позволяет более глубоко понять сущность и организовать их поиск комплексно и целенаправленно.

Комплексная оценка резервов производства – характеристика резервов, полученная в результате комплексного исследования, т. е. одновременного и согласованного изучения совокупности показателей, отражающих все (или многие) аспекты хозяйственных процессов, и содержащая обобщающие выводы о результатах деятельности производственного объекта на основе выявления качественных и количественных отличий от базы сравнения (плана, нормативов, предшествующих периодов, достижений на других аналогичных объектах, других возможных вариантов развития).

Комплексная оценка резервов производства включает несколько этапов:

- 1) изучение динамики качественных показателей использования ресурсов;
- 2) расчет соотношения прироста ресурсов в расчете на 1 % прироста объема производства;
- 3) расчет доли влияния интенсивности на прирост объема производства продукции;
- 4) расчет относительной экономии ресурсов;
- 5) комплексная оценка резервов производства. Осуществляется путем сведения различных показателей в единый интегральный показатель (позволяет определить отличие достигнутого состояния от базы сравнения в целом по группе выбранных показателей) или обобщающий показатель, включающий в себя все качественные характеристики частных показателей интенсификации.

Методика комплексной оценки резервов производства занимает важное место в управленческом анализе. Ее применение обеспечит:

- 1) объективную оценку прошлой деятельности, поиск резервов повышения эффективности хозяйствования;
- 2) технико-экономическое обоснование перехода на новые формы собственности;
- 3) сравнительную оценку товаропроизводителей в конкурентной борьбе и выбор партнеров.

Основные направления поиска резервов



Тема 11. Координация производственного процесса

Координация (от лат.со – совместно, ordinare – упорядочить) – обеспечение согласованности действий всех звеньев управления, сохранение, поддержание и совершенствование режима работы предприятий (организаций) и обеспечения его бесперебойности и непрерывности.

При создании сложных объектов новой техники для обеспечения выполнения работ в заданные сроки с **минимальными затратами** возникает необходимость в координации различных научно-исследовательских, опытно-конструкторских, технологических, производственных, строительных, монтажных, наладочных и других видов работ. Единый для всех организаций или подразделений, участвующих в разработке объекта, план должен не только устанавливать общую длительность всего процесса, но и продолжительность, и последовательность всех входящих в него работ.

Составить такие планы позволяют методы сетевого планирования и управления (СПУ), которые оптимизируют процесс как по времени (обеспечивают минимальную длительность цикла), так и по стоимости (обеспечивают минимум затрат).

СПУ основаны на графическом изображении определенного комплекса работ, отражающем их логическую последовательность, взаимосвязь и длительность, с последующей оптимизацией разработанного графика.

К числу основных областей применения сетевого планирования и управления относятся комплексные научные исследования, проектирование и подготовка производства сложных объектов.

Модель всего процесса создания данного объекта изображается в виде ориентированного графа, называемого сетевым графиком или просто сетью. График состоит из работ и событий.

Работой является тот или иной процесс, а событием – результат завершения работы.

Работами называют любые процессы, действия, приводящие к достижению определенных результатов (событий). Работы в СПУ бывают действительные, то есть требующие затрат времени, и фиктивные(зависимости), то есть не требующие затрат времени. На графике работа обозначается стрелкой, зависимость – пунктирной стрелкой. Продолжительность работы записывается на стрелке.

При выполнении взаимосвязанных работ каждая последующая работа может быть начата только после получения результатов предшествующих, т. е. после свершения определенного события.

Событиями называют результаты произведенных работ. В отличие от работы, имеющей протяженность во времени, событие представляет собой только

момент окончания работы. Оно может быть отправным моментом для начала последующих работ. На сетевом графике обозначается событие кругом.

Свершение какого-либо события иногда дает возможность начать несколько работ. Исходное событие располагают слева, а завершающее – справа. При построении сетевых графиков не должно быть «заикливания» процесса.

В сетевых графиках необходимо соблюдать последовательность нумерации событий. Нумерацию событий можно получить, используя метод вычеркивания дуг (стрелок). Над стрелкой, обозначающей работу, записывают цифру, обозначающую длительность этой работы в календарных днях. В верхней части кружка (события) записывают номер события, в правой – поздний срок совершения события, в левой – ранний.

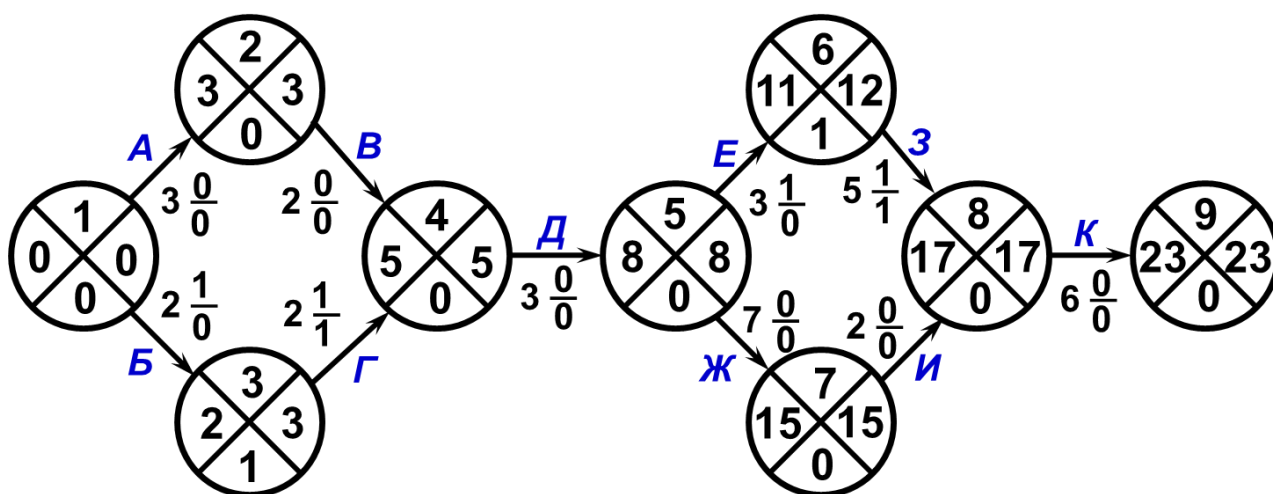


Рисунок 11.1 Пример сетевого графика

К основным параметрам сетевого графика, необходимым для проведения расчетов, относятся поздние и ранние сроки свершения каждого события, критический путь, его длительность, суммарная трудоемкость всех запланированных работ.

Любая последовательность работ в сетевом графике, в котором конечное событие одной работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы, называется путем. В сетевом графике различают несколько видов путей:

- от исходного события до завершающего – полный путь;
- от исходного события до заданного – путь, предшествующий данному событию;
- от данного события до завершающего – путь, последующий за данным событием;
- между двумя какими-либо промежуточными событиями (i, j) – путь между событиями i и j;

– путь между исходным и завершающим событием, имеющий наибольшую продолжительность – критический путь.

Правила построения сетевых графиков:

1. Не должно быть тупиковых событий, из которых не выходит ни одна работа.
2. Не должно быть хвостовых событий, в которые не входит ни одна работа.
3. Не должно быть замкнутых контуров.
4. Из одного и того же события могут входить и выходить множество работ.

Первичная сеть строится на основе перечня событий и работ. Построение может производиться от исходного к завершающему событию или наоборот. При каждой работе сетевой модели определяется нормативное время её выполнения, минимальная, максимальная, а также наиболее вероятная оценка времени.

К основным параметрам сети относятся: продолжительность критического пути, резервы времени событий и резервы времени работ.

Резерв времени событий $T_{рез i}$ – это такой промежуток времени, за который может быть отсрочено наступление этого события без нарушения сроков завершения разработки в целом. Определяется как разность между поздним и ранним сроками наступления события:

$$T_{рез i} = T_{пi} - T_{рi}.$$

Критический путь проходит через события, имеющие нулевой резерв времени, и работы, у которых полный запас времени равен нулю.

Полный резерв времени (работы) $T_{пij}$, определяется как разность между поздним сроком свершения конечного события, работы $T_{пj}$, продолжительностью данной работы T_{ij} и ранним сроком свершения события $T_{рi}$:

$$T_{пij} = T_{пj} - T_{рi} - T_{ij}.$$

Свободный резерв времени работы T'_{cij} равен:

$$T'_{cij} = T_{pj} - T_{рi} - T_{ij},$$

где T_{pj} – максимальное время раннего срока свершения j-го события:

$$T_{pj} = (T_{рi} + T_{ij})_{max}.$$

Появляется возможность заблаговременно предвидеть отклонения от плана, что дает руководителям резерв времени для разработки мероприятий по их локализации.

Оптимизация сетевого трафика производится с применением математических методов и ЭВМ. Она направлена на сокращение продолжительности критического пути, экономное расходование ресурсов, четкое разграничение ответственности между отдельными исполнителями и руководителями работ, а также на предупреждение отставания в выполнении работ.

Оптимизация сетевого графика производится путем:

- разделения какой-либо работы на несколько работ, выполняемых параллельно;
- перераспределения ресурсов путем перевода части исполнителей с ненапряженных работ на работы критического пути, выполняемые параллельно с первыми работниками тех же специальностей;
- изменения срока начала и окончания работ ненапряженных путей в пределах полного резерва.

Основные этапы при расчете параметров по сетевому графику:

1. Построить сетевой график.
2. Выделить критический путь и найти его длину.
3. Определить резервы времени каждого события.
4. Определить резервы времени (полные, частные первого вида, свободные и независимые) всех работ и коэффициент напряженности работы (i, j).

Коэффициентом напряженности K_n работы (i, j) называется отношение продолжительности несовпадающих (заклученных между одними и теми же событиями) отрезков пути, одним из которых является путь максимальной продолжительности, проходящий через данную работу, а другим – критический путь:

$$K_n(i, j) = \frac{t(L_{\max}) - t'_{кр}}{t_{кр} - t'_{кр}},$$

где $t(L_{\max})$ – продолжительность максимального пути, проходящего через работу (i, j);

$t_{кр}$ – продолжительность (длина) критического пути;

$t'_{кр}$ – продолжительность отрезка рассматриваемого пути, совпадающего с критическим путем.

Коэффициент напряженности может изменяться в пределах от 0 до 1.

Коэффициент напряженности равен 0 для работ, у которых отрезки максимального из путей, не совпадающие с критическим путем, состоят из фиктивных работ нулевой продолжительности, и равен 1 для работ критического пути.

Оптимизация сетевого графика представляет процесс улучшения организации выполнения комплекса работ с учетом срока его выполнения. Оптимизация проводится с целью сокращения длины критического пути, выравнивания коэффициентов напряженности работ, рационального использования ресурсов.

В первую очередь принимаются меры по сокращению продолжительности работ, находящихся на критическом пути. Это достигается:

- перераспределением всех видов ресурсов, как временных (использование резервов времени некритических путей), так и трудовых, материальных, энергетических (например, перевод части исполнителей, оборудования с некритических путей на работы критического пути); при этом перераспределение ресурсов должно идти, как правило, из зон, менее напряженных, в зоны, объединяющие наиболее напряженные работы;
- сокращением трудоемкости критических работ за счет передачи части работ на другие пути, имеющие резервы времени;
- параллельным выполнением работ критического пути; пересмотром топологии сети, изменением состава работ и структуры сети.

В процессе сокращения продолжительности работ критический путь может измениться. В дальнейшем процесс оптимизации будет направлен на сокращение продолжительности работ нового критического пути, и так будет продолжаться до получения удовлетворительного результата.

В идеале длина любого из полных путей может стать равной длине критического пути или, по крайней мере, пути критической зоны. Тогда все работы будут вестись с равным напряжением, а срок завершения проекта существенно сократится.

Весьма эффективным является использование *метода статистического моделирования*, основанного на многократных последовательных изменениях продолжительности работ (в заданных пределах) и "проигрывании" на компьютере различных вариантов сетевого графика с расчетами всех его временных параметров и коэффициентов напряженности работ. Процесс «проигрывания» продолжается до тех пор, пока не будет получен приемлемый вариант плана или пока не будет установлено, что все имеющиеся возможности улучшения плана исчерпаны и поставленные перед разработчиком проекта условия невыполнимы.

На практике при попытках эффективного улучшения составленного плана неизбежно введение дополнительно к оценкам сроков фактора стоимости работ.

Оптимизация сетевого графика в зависимости от полноты решаемых задач может быть условно разделена на частную и комплексную. Видами частной оптимизации сетевого графика являются: минимизация времени выполнения комплекса работ при заданной его стоимости; минимизация стоимости комплекса работ при заданном времени выполнения проекта. Комплексная оптимизация

представляет собой нахождение оптимального соотношения величин стоимости и сроков выполнения проекта в зависимости от конкретных целей, ставящихся при его реализации.

Оптимизацию сетевого графика производят после нахождения критического пути, резервов времени работ и оценки выполнения проекта в заданный срок. Методы оптимизации сетевого графика показаны на рисунке 11.2.



Рисунок 11.2 Методы оптимизации сетевого графика

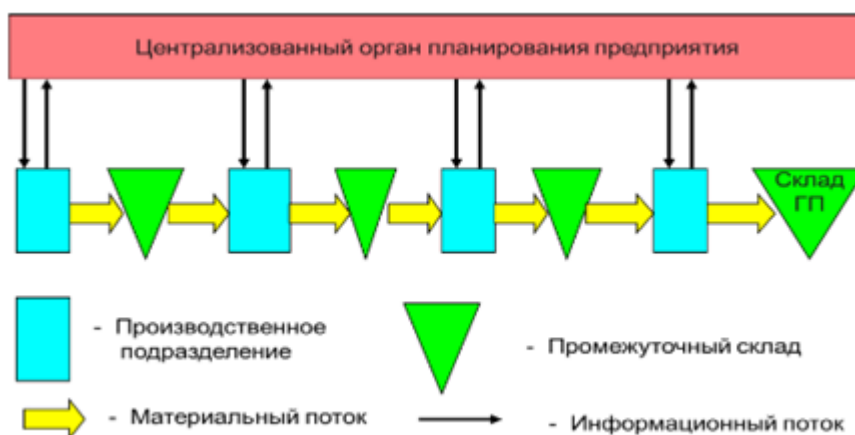
Тема 12. Концепции управления производством

Существует две принципиально различные концепции управления производством: «толкающая (выталкивающая)» и «тянущая (вытягивающая)».



«Толкающая» логистика:

- основана на централизованном сквозном планировании производства;
- центральная система управления устанавливает скоординированные производственные задания;
- материальный поток «выталкивается» получателю по команде центральной системы управления производством.

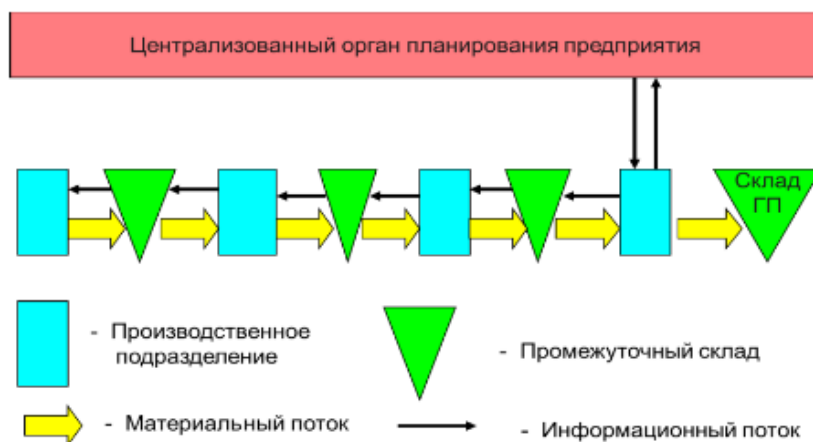


«Выталкивающие системы». При данной системе каждый цех выполняет производственное задание и сдаёт продукцию на склад независимо от потребности в ней в данный момент, что обеспечивает ритмичную работу цехов. Материальные потоки «проталкиваются» сквозь фазы производства. Формирование заделов (производственных запасов) требует дополнительных затрат на их хранение. Кроме того, при изменении спроса, запасы могут быть вообще не востребованы.

Понятие «толкающая (выталкивающая) система» (рисунок применяется не только в производственной логистике. Этот термин обозначает также:

- а) систему управления запасами в каналах сферы обращения, в которой решение о пополнении запасов на периферийных складах принимается централизованно;
- б) стратегию сбыта, опережающую спрос.

«Тянущая» логистика - «Вытягивающие системы». Суть этой системы заключается в том, что работа смежных цехов согласуется не на основании календарно-плановых нормативов, а заказов последующего цеха, в порядке обратном технологическому процессу. Эти системы ориентированы на сокращение уровня запасов на каждой производственной стадии. При данной системе календарный план составляется только для сборочных цехов, а обрабатывающим и заготовительным цехам устанавливается план выпуска заготовок и деталей в объёме среднесуточной потребности, без указания сроков их передачи на следующую стадию процесса.



В основе данной системы лежат три принципа:

1. Работа небольшими партиями.
2. Обработка деталей Just –in –time.
3. Высокое качество обработки, исключающее необходимость предварительного и промежуточного контроля.

Предметы труда заказываются каждым производственным участком по мере необходимости. Плановое задание устанавливается только для конечного звена производственной цепи. Производственная программа отдельного техно-

логического звена определяется размером заказа последующего звена. Центральная система управления не вмешивается в обмен материальными потоками между различными участками предприятия и не устанавливает для них текущих заданий

Требует:

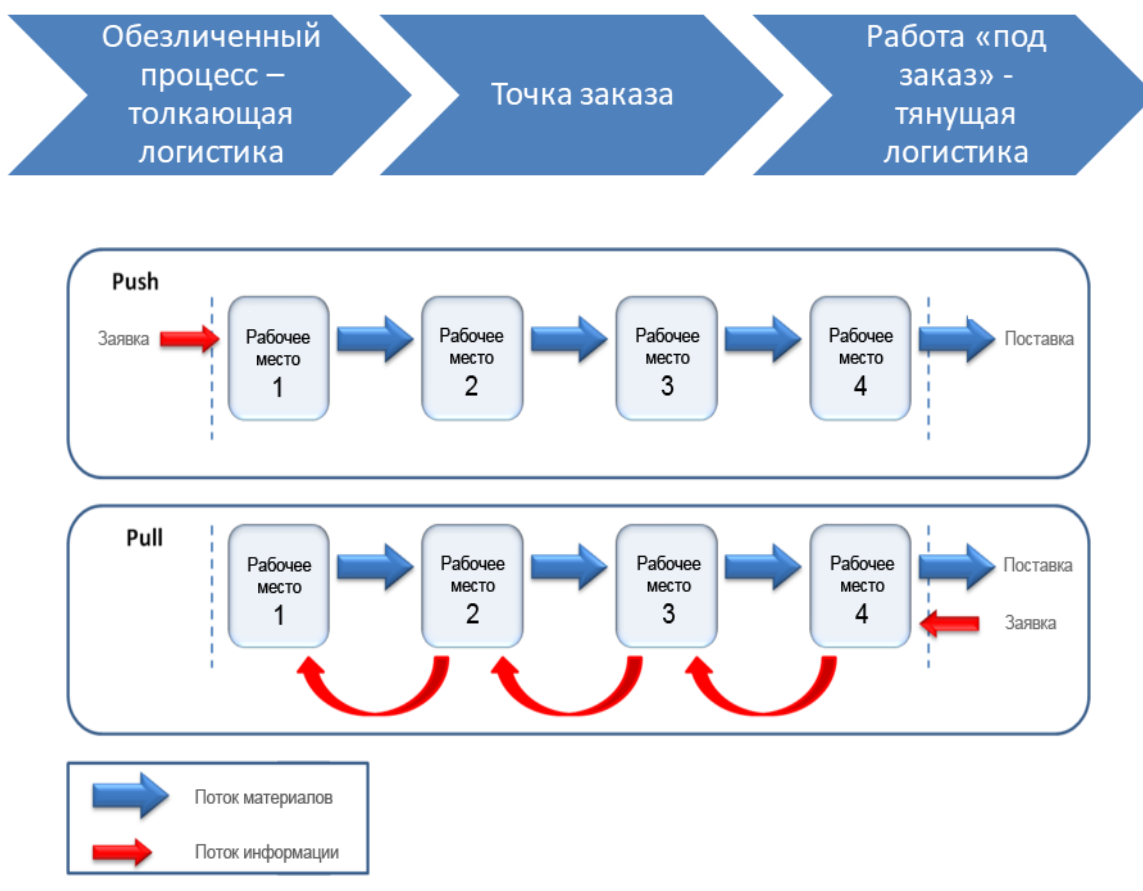
- рациональной организации производства;
- тотального контроля качества на всех стадиях производственного процесса;
- повышенной профессиональной ответственности персонала.

Характеризуется:

- минимальными запасами;
- коротким производственным циклом;
- небольшими размерами производственных и закупаемых партий.

Реализована в производственной системе TOYOTA.

Переход от толкающей логистики к тянущей определяется перемещением точки заказа (customer order decoupling point).



Японский опыт планирования и управления производством (система Канбан)

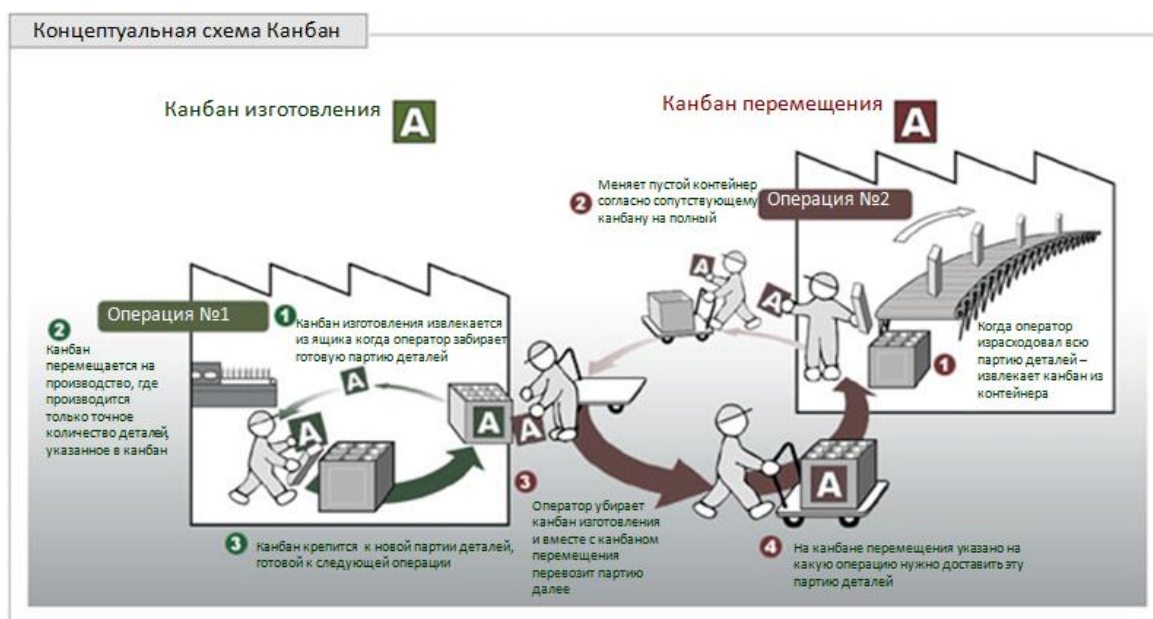
Канбан (в пер. с яп. «карточка») представляет собой разновидность вытягивающей системы, организованной по принципу «точно-вовремя»; ведёт к резкому сокращению запасов.

Например, количество складских запасов на Toyota рассчитано всего на один час работы (для сравнения Ford на срок до трёх недель).

Название система получила от металлических знаков треугольной формы, далее они были заменены на карточки в прямоугольном пластиковом конверте.

Как правило, в системе Канбан используются карточки отбора (в которых указывается вид и количество изделий, которые должны поступить с предыдущего участка) и карточки заказа (в них указывается количество изделий, которые должны быть изготовлены на предшествующей технологической стадии).

Цепочка движущихся карточек «Канбан» способствует согласованности производственных процессов на всех стадиях; множество деталей и материалов перемещаются по предприятию в едином ритме.



В системе «Канбан» может быть использован метод сигнальной карточки, которая прикрепляется к контейнеру с партией изделий. Если детали из контейнера взяты до уровня, обозначенного прикрепленной карточкой, то начинает действовать заказ на их пополнение.

Календарный график в японской производственной системе составляет только для сборочной стадии производства.

Однако при реализации её на практике возникают проблемы.

- В какой момент наступает время для «Канбан»?
- Как подсчитывается число деталей в контейнере?
- Что делать, если карточка «Канбан» потеряется?

При отладке системы необходимо все это знать, но техническая сторона — не самое сложное. Основная задача — создать самообучающуюся организацию, которая сумеет снизить число карточек «канбан» и таким образом сократить и, в конечном счете, избавиться от резервных запасов.

Канбан—это организованная система резервных запасов, а, по мнению Т. Оно, запасы представляют собой потери, идет ли речь о системе выталкивания или о системе вытягивания.² Поэтому Канбан—это то, от чего стремится избавиться производитель.



Принцип «используй систему вытягивания, чтобы избежать перепроизводства» не исключает использования в рамках подхода Toyota системы вы-

²*Производственная система Тойоты* –Toyota Production System – TPS разрабатывалась в автомобильной компании Тойота в течение примерно трех десятилетий с 1945 по 1975 годы. Ее главным создателем является Т. Оно (р. 1912). Значительный вклад внес также С. Синго. TPS —это даже не столько система, сколько целая философия, описывающая грамотную организацию производства и логистики, включая принципы взаимодействия с поставщиками и клиентами.

талкивания. Есть много примеров использования Toyota запланированного выталкивания. Один из таких примеров — поставка деталей из Японии в США или перемещение деталей в пределах США. При заказе таких деталей Toyota использует традиционную систему календарного планирования с соответствующим временем выполнения заказа, которое позволяет заводу получить детали в соответствии с планом. Конструирование новых изделий также осуществляется по жесткому графику.

Для календарного планирования Toyota все шире использует компьютерные системы. Например, заказывая детали у поставщиков, Toyota отправляет им электронные канбан, чтобы не заниматься сортировкой и возвращением карточек.

Toyota часто использует компьютерные системы для планирования некоторых операций, но наряду с этим применяет физические носители сигнальной информации, например, карточки и белые доски, для того чтобы контролировать процесс визуально. Так, основой планирования материально-технического обеспечения распределительных центров запчастей Toyota является компьютерная система календарного планирования, но контроль операций осуществляется с помощью белых досок.

Несмотря на все преимущества система «Канбан» позволяет приспособить производство лишь к небольшим колебаниям спроса (10%). В случае большого изменения спроса планы для каждой производственной линии должны быть пересмотрены. Это значит, что штучное время в каждом цехе должно быть пересчитано и соответственно изменено количество рабочих, занятых на каждом производственном участке.

Для внедрения системы «Канбан» необходимо соблюдать следующие условия:

- обеспечить пропорциональность в организации производства и выровнять дневную выработку на предприятии;
- организовать «вытягивающую» систему производственной логистики, т.е. последующий этап должен вытягивать необходимые изделия с предшествующего этапа в необходимом количестве, в нужном месте и в строго установленное время;
- обеспечить снижение до минимума выпуска бракованной продукции. Так как в системе «Канбан» в случае обнаружения брака производство останавливается, а не качественные изделия возвращаются исполнителям.
- число карточек и запасов должно быть сведено к минимуму.



Основные законы, на которых может базироваться производственная логистика:

Производительность всего потока определяет пропускная способность узкого места («бутылочного горлышка») – то есть самой медленной операции в последовательной цепочке.

Объемы запасов материалов, то есть незавершенное производство (англ. – WIP)

– определяют время цикла изготовления изделия (закон Литтла).

Производственные мощности устанавливают лимиты достижимости минимального времени изготовления.

На этих базовых зависимостях основаны большинство практических методов управления производственными заданиями, например, ConWIP, Constant Work-In-Process, т.е. «постоянное незавершенное производство». Авторы метода: американцы Вэллэс Хопп (Wallace J. Hopp) и Марк Спирмэн (Mark L. Spearman).

Тема 13. Зарубежные производственно-логистические концепции

Концепция "точно в срок" (just-in-time, JIT)

Точно-в-срок (Just-in-time)

Особенности:

- базовая основа производственной Системы Toyota, метод организации производства;
- во время производственного процесса необходимые для сборки детали оказываются на производственной линии точно в тот момент, когда это нужно, и в строго необходимом количестве.

Результаты:

- устраняются простои,
- минимизируются складские запасы, или сводятся к нулю.

Основные характеристики:

- имеются только необходимые запасы, когда это необходимо;
- улучшается качество до состояния «ноль дефектов»;
- уменьшается длительность производственного цикла;
- снижается размер очереди и величина производственной партии;
- постепенно модифицируются операции;
- минимизируются издержки.



Современная концепция построения логистической системы в производстве (операционном менеджменте), снабжении и дистрибуции, осно-

ванная на синхронизации процессов доставки материальных ресурсов и готовой продукции в необходимых количествах к тому времени, когда звенья логистической системы в них нуждаются, с целью минимизации затрат, связанных с созданием запасов.

Первоначальным лозунгом концепции "точно в срок" было потенциальное исключение запасов материалов, компонентов и полуфабрикатов в производственном процессе. Исходная постановка: если производственное расписание задано (абстрагируясь пока от спроса или заказов), то можно так организовать движение материальных потоков, что все материалы, компоненты и полуфабрикаты будут поступать в необходимом количестве, в нужное место (на сборочное место в конвейере) и точно к назначенному сроку для производства или сборки готовых изделий. При такой постановке исключались страховые запасы.

Как видим, концепция "точно в срок" была основана на синхронизации таких логистических функций, как снабжение и производство, и в дальнейшем была успешно применена в системах сбыта готовой продукции.

Логистические системы, использующие принцип концепции "точно в срок", являются тянущими системами, в которых размещение заказов на пополнение запасов материальных ресурсов или готовой продукции происходит, когда количество их в определенных звеньях логистической системы достигает критического уровня. При этом запасы "вытягиваются" по распределительным каналам от поставщиков материальных ресурсов или в системе дистрибуции фирмы. В концепции "точно в срок" существенную роль играют следующие элементы:

- спрос, определяющий дальнейшее движение сырья, материалов, компонентов, полуфабрикатов и готовой продукции;
- концентрация основных поставщиков материальных ресурсов вблизи главной фирмы, осуществляющей процесс производства или сборки готовой продукции;
- надежность поставщиков, так как любой сбой поставки может нарушить производственное расписание (насколько важна надежность поставщиков, говорит тот факт, что американские и европейские производители смогли внедрить концепцию "точно в срок" только через 10-15 лет после японцев в основном из-за низкой надежности поставок);
- качество продукции (управление качеством на всех стадиях производственного процесса и последующего сервиса);
- точность информации и прогнозирования, для чего необходима работа с надежными телекоммуникационными системами и информационно-компьютерная поддержка;

- повышенная трудовая ответственность и высокая трудовая дисциплина всего персонала.

Маркетинговые логистические концепции применяются для построения логистической системы, обеспечивающей конкурентоспособность за счет оптимизации решений в распределении продукции.

Среди логистических концепций (технологий), широко применяемых в дистрибуции, является DDT (Demand Driven Techniques/Logistics) – логистика, ориентированная на спрос.

Концепция DDT объединяет комплекс технологий управления запасами, направленных на быстрое удовлетворение спроса. Целью концепции DDT является сокращение времени выполнения заказа путем быстрого пополнения запасов в тех звеньях логистической цепи, где прогнозируется рост спроса. Для реализации цели концепции необходимо улучшать организацию взаимодействия производителей, оптовых и розничных посредников как элементов интегрированной логистической системы. Преимущества концепции DDT повышение эффективности управления запасами в распределении; повышение точности планирования поставок; быстрая реакция поставщиков на колебания потребительского спроса; повышение эффективности решений по размещению производственных мощностей, складов и сбору заказов; формирование длительных партнерских отношений производителей, оптовых и розничных посредников, что повышает эффективность логистических процессов и уменьшает риски.

Данная концепция имеет несколько вариантов, среди которых наиболее известными являются следующие четыре варианта концепции:

- rules based reorder (RBR),
- quick response (QR),
- continuous replenishment (CR),
- automatic replenishment (AR).

Усовершенствованные версии концепции DDT:

Effective Customer Response (ECR) — «Эффективная реакция на запросы потребителей» и Vendor Managed Inventory (VMI) — «Управление запасами поставщиком», основанные на новых возможностях логистических информационных систем и технологий.

1. **RBR**- система управления запасами, базирующаяся на точке заказа.
2. **QR** (quick response) - система быстрого реагирования, которая представляет собой логистическую координацию между розничными и оптовыми предприятиями, направленную на улучшение продвижения продукции в распределительных сетях, осуществляемое путем мониторинга продаж в розничном звене. Информация о продажах и остатках передается оптовым предприятиям, а те, в свою очередь, осведомляют товаропроизводителей.

3. CR (continuous replenishment) - система непрерывного пополнения запасов готовой продукции у розничных продавцов.

4. AR (automatic replenishment) - система автоматического пополнения запасов, которая снабжает товаропроизводителей информацией для пополнения запасов товаров быстрой реализации (без мониторинга продаж).

Концепция **Vendor Managed Inventory (VMI)** – «Логистическая концепция управления спросом и пополнения запасов» заключается в управлении запасами у потребителя с помощью обмена информацией с поставщиком. Эта информация содержит сведения о фактическом спросе или продажах продукции потребителем-продавцом и имеющихся запасах у поставщика-продавца на данный момент времени. На основе данной информации поставщик берет на себя ответственность за пополнение запасов потребителя. В системе VMI отпадает необходимость в заказах на поставку продукции: потребителям сообщается информация о минимальных и максимальных пределах запасов, которые им разрешается иметь, а поставщик несет ответственность за поддержание необходимого объема запасов у потребителя. В системе VMI отношения строятся на тесном сотрудничестве между потребителем и поставщиком: по существу имеет место «совместное управление запасами». При системе VMI потребитель поддерживает запасы на низком уровне, а поставщик более точно планирует график производства и распределения готовой продукции.

Концепция **Effective Customer Response, ECR** («Эффективная реакция на запросы потребителей», «Эффективный ответ потребителю») – комплексная стратегия управления логистикой, предполагающая оптимизацию цепи поставок совместными усилиями производителей, посредников и предприятий оптовой и розничной торговли с целью обеспечения конечных потребителей с наибольшей эффективностью, лучшим сервисом и меньшими затратами времени. Концепция ECR включает метод QR (Quick Response – «быстрый отклик») и позволяет достичь значительной экономии при распределении, продвижении и продаже продукции. Концепция ECR предлагает новые подходы к организации оптовой торговли и работе с каналами распределения. Технически ECR представляет собой компьютерную программу, позволяющую автоматизировать обработку заказов. Информация о реализации магазинов напрямую используется для пополнения запаса в сети распределения. При этом повышается точность выполнения заказов, так как объемы запасов становятся меньшими, а товарные потоки регулярными.

Технология ECR не ограничивается только контролем остатков на «полках магазинов». Она позволяет также организовать бизнес-процессы предприятия, учитывая его общую стратегию. Например, программа предлагает конкретные мероприятия по стимулированию сбыта и продвижению отдельных товарных категорий, позволяет формировать ассортимент торговой точки. Управление ассортиментом торговой точки с позиции концепции ECR осуществляется путем объединения товаров в товарные категории. Товарная категория – это совокупность

каких-либо товаров, объединенных по определенному сходству применения. Например, обувь и средства по уходу за обувью, зубные щетки и зубные пасты разных брендов и др. Такой подход к управлению ассортиментом позволяет повысить продажи за счет реализации сопутствующих товаров, упростить обслуживание конечного потребителя, повысить эффективность управления запасами.

Рассмотрим более подробно некоторые из представленного списка более подробно:

- Концепции управления производством
 - Lean production
 - Lean Six Sigma
 - Кайдзен
 - Канбан («вытягивающая» система)
 - ТОС (теория ограничений, Theory of Constraints)
- Концепции управления качеством
 - 6σ (Six Sigma)
 - TQM (Total Quality Management)
 - 20 ключей
- Концепции организации труда
 - 5S
 - SMED
 - TPM (Total Productive Maintenance)

Концепция управления производством Lean (lean production, lean manufacturing, бережливое производство, «стройное производство») — концепция управления производственным предприятием, основанная на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь. Широко известны такие системы бережливого производства или их составляющие, как 5S, TQM, SMED, TPM и другие. Бережливое производство предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя.

В соответствии с концепцией бережливого производства, принятой в компании Toyota, вся ее деятельность делится на операции и процессы, добавляющие ценность для потребителя, и на операции и процессы, не добавляющие ценности для потребителя. Например, при традиционной системе управления предприятием складские издержки, а также все расходы, связанные с переделкой и браком, перекладываются на потребителя, хотя они и не добавляют для него ценности. Задачей «бережливого производства» как раз и является планомерное сокращение процессов и операций, не добавляющих ценности.

В общем случае бережливое производство строится на ликвидации потерь следующих видов:

- Перепроизводство — изготовление продукции в большем объеме, раньше или быстрее, чем это требуется для следующего этапа процесса производства.
- Ожидание — перерывы в работе, связанные с ожиданием людей, материалов, оборудования или информации.
- Потери при транспортировке — транспортировка частей или материалов внутри предприятия.
- Дополнительная (излишняя) обработка — усилие, не добавляющее с точки зрения потребителя к изделию (услуге) ценности.
- Излишние запасы комплектующих — любое избыточное поступление продукции в производственный процесс, будь то сырье, полуфабрикат или готовый продукт.
- Перемещения — любое перемещение людей, инструмента или оборудования, которое не добавляет ценность конечному продукту или услуге.
- Дефектный продукт — продукция, требующая проверки, сортировки, утилизации, понижения сортности, замены или ремонта.
- Нереализованный творческий потенциал сотрудников.
- Перегрузка рабочих, сотрудников или мощностей при работе с повышенной интенсивностью.
- Неравномерность выполнения операций, например, прерывистый график работ из-за колебаний спроса.

Концепции управления качеством TQM (Total quality management) - Система управления качеством или всеобщий менеджмент качества, базируется на нескольких основных принципах:

- ориентация на потребителя - фундаментальным принципом TQM является то, что именно потребитель устанавливает уровень качества. Не имеет значения, какие действия организация предпринимает для улучшения качества – обучает персонал, встраивает управление качеством в процессы, совершенствует программные и аппаратные средства или приобретает новые средства контроля и измерений – только потребитель определяет, приведут ли затраченные средства и усилия к успеху;
- вовлечение персонала – принцип TQM обеспечивает постоянную совместную работу всех сотрудников организации по достижению целей. Вовлечение персонала может быть достигнуто только после того, как у сотрудников пропадет страх потерять рабочее место, когда появится доверие к изменениям и будут даны полномочия их осуществлять, а руководство создаст необходимое для этого окружение;
- процессный подход – TQM рассматривает любую деятельность организации как процесс. Процесс - это набор действий, которые преобразуют объекты от поставщиков (входы) в некоторые результаты (выходы) и передают эти результаты потребителям. И поставщики, и

- потребители могут быть как внешними, так и внутренними по отношению к организации. Набор действий процесса должен быть точно определен и все действия должны быть взаимосвязаны. Исполнение процесса необходимо постоянно контролировать, чтобы была возможность обнаружить отступления от установленного порядка;
- единство системы – организация может состоять из различных специализированных подразделений, которые имеют вертикальную иерархию подчиненности. Эти подразделения связаны процессами, которые обеспечивают горизонтальное взаимодействие. Внутри каждого из подразделений могут выполняться свои процессы. Они являются частью общих процессов организации. Таким образом, процессы отдельных подразделений интегрируются в более крупные процессы всей организации, что и позволяет ей достигать стратегических целей. Каждая организация имеет свою собственную, уникальную культуру работы. Для того, чтобы достигнуть высоких результатов в производимых продуктах или предоставляемых услугах необходимо воспитывать в организации культуру качества во всех подразделениях одновременно;
 - стратегический и систематический подход – один из наиболее значимых принципов TQM. Постоянное улучшение качества должно стать частью стратегического плана организации. Для достижения поставленных целей по улучшению качества необходимо проводить систематическую и непрерывную работу;
 - непрерывное улучшение – этот принцип является опорой TQM. Непрерывное улучшение позволяет организации применять и аналитические, и творческие методы для поиска путей повышения своей конкурентоспособности и эффективности;
 - принятие решений на основе фактов – для того, чтобы понимать, как работает организация, необходимы данные результатов измерений работы. Чтобы проводить улучшения необходимо постоянно собирать и анализировать данные о работе. Только на основе фактических данных можно принимать правильные управленческие решения;
 - коммуникации – во время изменений эффективные коммуникации играют огромную роль в поддержании морального духа и мотивации сотрудников всех уровней управления. Необходимо, чтобы коммуникации по вопросам происходящих изменений стали ежедневными действиями, такими же, как обычные процессы.



В рамках концепции **Теории ограничений систем** каждая организация рассматривается как целостная система, а усилия

управленческого персонала концентрируются в первую очередь на узких местах, которые ограничивают эффективность системы в целом.

Теория ограничений позволяет не только определить узкие места в компании, но и включает набор инструментов для их устранения.

Концепция организации труда 5S

Организация рабочего места сотрудника представляет собой основу, обеспечивающую эффективное использование рабочего пространства. Главной ее целью является обеспечение высококачественного и эффективного выполнения задач в установленные сроки на основе технических возможностей, рабочего времени, применения рациональных приемов и методов труда, создания комфортных условий, обеспечивающих длительное сохранение работоспособности сотрудников, а также их безопасность.

Система 5S является одним из инструментов системы бережливого производства, позволяющим сформировать оптимальные и максимально функциональные рабочие места для всех групп персонала компании. Организация рабочего места каждого сотрудника, согласно концепции, осуществляется через прохождение цикла, включающего пять взаимосвязанных этапов:

-Этап «проведение сортировки» — сортировка всего, что находится в рабочей зоне, и удаление из нее ненужных предметов, отбор устаревших или не пригодных в работе материалов и инструментов, распределение материалов, инструментов, деталей по одному или нескольким идентификационным признакам.

-Этап «рациональное расположение предметов, документов и инструментов» — оптимальное расположение нужных предметов для возможности легкого и эффективного доступа к ним и сохранения такого расположения, нанесение маркировки на рабочие зоны, обозначение табличками и знаками опасных зон на рабочем участке.



-Этап «уборка» — удаление загрязнений, поддержание чистоты и использование процедур уборки для определения соответствия рабочего места и оборудования утвержденным нормам, определение частоты и способов уборки рабочих зон.

-Этап «стандартизация» — создание основных правил или руководящих принципов, позволяющих содержать рабочее место в порядке и чистоте. Наличие

наглядных и понятных каждому сотруднику стандартов по организации рабочей зоны.

-Этап «совершенствование и поддержание достигнутого результата» — этот этап включает в себя обучение и передачу информации для выполнения всеми сотрудниками стандартов системы «5S», а также постоянное совершенствование достигнутых результатов.

Тема 14. Западный опыт оперативного планирования и управления производством

В западных странах применяются (-лись) следующие системы планирования и управления производственными ресурсами:

- 1.MRP (Material Requirements Planning —планирование потребности в материальных ресурсах);
- 2.MRP II (Manufacturing Resource Planning —планирование производственных ресурсов);
- 3.CSRP (Customer Synchronize Resource Planning —синхронизированное с потребителем планирование ресурсов);
- 4.CRP (Capacity Requirements Planning —планирование потребности в производственных мощностях);
- 5.SIC (Statistical Inventory Control —статистическое управление запасами);
- 6.MPS (Master Production Schedule — объёмно-календарное планирование);
- 7.ERP (Enterprise Resource Planning System —система планирования ресурсов предприятия).

Одной из наиболее популярных в мире является концепция "планирование потребностей ресурсов" (requirements/resource planning, **RP**).

При зависимом спросе становится возможным планирование потребности в материалах (material requirements planning) или **MRP**. Суть этого подхода заключается в расчете потребностей во всех видах материалов, сырья, комплектующих, деталей, необходимых для производства каждого продукта из основного графика в требуемом объеме, и подаче соответствующих заказов на поставку.

✓**MRP-программа** - компьютерная программа, работающая по определенному алгоритму. Как и любая компьютерная программа, обрабатывает файлы данных и на их основе формирует результаты.



Содержание систем MRP. Данные системы относятся к логистическим системам «толкающего типа». (MRP I / MRP II (Material / manufacturing requirements/resource planning – «системы планирования потребностей в материалах / производственного планирования ресурсов»)).

Системы MRP

■ Системы MRP (Material Requirements Planning) – это системы планирования требований на материалы, позволяющие оптимально загружать производственные мощности, и при этом закупать именно столько материалов и сырья, сколько необходимо для выполнения текущего плана заказов и именно столько, сколько возможно обработать за соответствующий цикл производства.

Цель MRP-системы заключается в том, чтобы формировать, контролировать и при необходимости изменять моменты заказов таким образом, чтобы все материалы, требуемые для производства, поступали одновременно.

Основные цели MRP – систем: удовлетворение потребностей в сырье, материалах и продукции при планировании производства и доставки продукции потребителям; сохранение низких уровней запасов сырья (материалов); осуществление планирования производственных операций, расписаний доставки, закупочных операций с целью минимизации расходов.

Система MRP I. Данная система начинает свою работу с определения необходимого количества сырья, которое требует рынок в определенные периоды времени, ориентируясь на прогнозные расчеты потребности. Далее система высчитывает необходимое количество сырья (материалов) для исполнения производственной программы. Для этого в базе данных компьютера содержится информация, касающаяся номенклатуры и основных свойствах сырья, материалов, необходимых для производ-

ства продукции; система моментов времени поставок сырья и материальных ресурсов в производственные подразделения и др. Таким образом, база данных информирует систему и соответствующий управленческий персонал о наличии и размере запасов сырья и материалов на складе, а также о близости их к критическому размеру и тому времени, когда их необходимо пополнить. Также в базе содержится информация о поставщиках и параметрах поставки сырья (материалов).

Недостатки системы MRP I: использование MRP I требует значительного объема вычислений, предварительной обработки большого объема исходной информации; растут расходы на обработку заказов и транспортировку при одновременном стремлении предприятий сократить уровни запасов или перейти на выпуск товаров в малых объемах с более высокой периодичностью (серийное производство); имеется слабая чувствительность к кратковременным изменениям спроса.

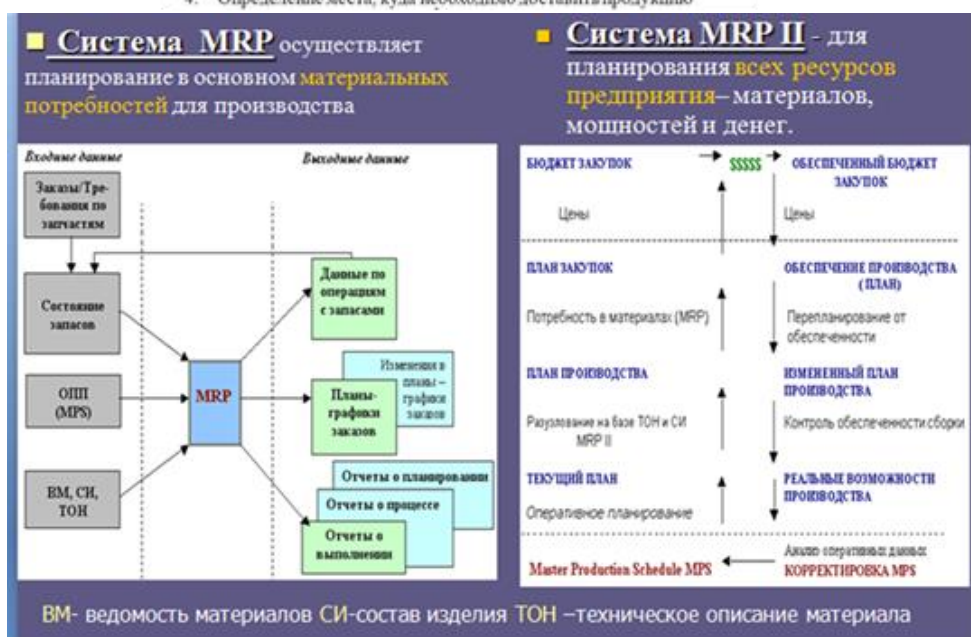
Система MRP II. Данная система появилась как результат ликвидации борьбы с недостатками системы MRP I. Система MRP II, помимо прежних функций, содержит элементы финансового планирования, чем обеспечивает большую гибкость планирования и способствует снижению логистических расходов по управлению запасами.

Назначение MRP – систем

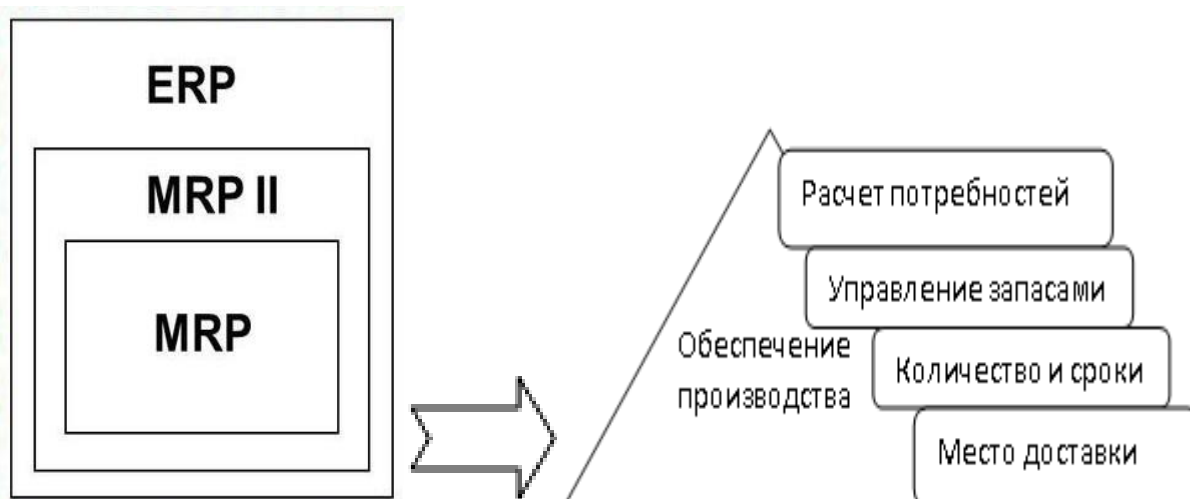
Главной задачей MRP является обеспечение гарантии наличия необходимого количества требуемых материалов – комплектующих в любой момент времени в рамках срока планирования, наряду с возможным уменьшением постоянных запасов.

Основные решаемые задачи:

1. Расчет потребностей в материалах
2. Управление запасами материалов
3. Определение количества и сроков изготовления продукции
4. Определение места, куда необходимо доставить продукцию



Основные исторически сложившиеся классы систем управления предприятиями:



Цели внедрения систем типа MRP-II/ERP

1. **Повышение качества планирования и контроля сбыта, производства и снабжения за счет автоматизации расчета планов на основе использования математических методов планирования и оперативных данных о состоянии ресурсов предприятия**
2. **Повышение эффективности управления предприятием за счет обеспечения руководителей и специалистов максимально полной, оперативной и достоверной информацией о текущем состоянии дел**
3. **Повышение эффективности расходования финансовых средств**
4. **Обеспечение достоверности и целостности данных на всех этапах обработки**

При создании логистической системы на предприятии за основу может быть взята концепция «планирования потребностей / ресурсов» (RP – Requirements / resource planning – «планирование потребностей и ресурсов»).



Тема 15. Западный опыт оперативного планирования и управления производством



1. **CRM-системы** (Customer Relationship Management), то есть «управление отношениями с клиентами». Основное предназначение: при помощи автоматизации процессов помогает эффективнее выстраивать диалог с покупателем.

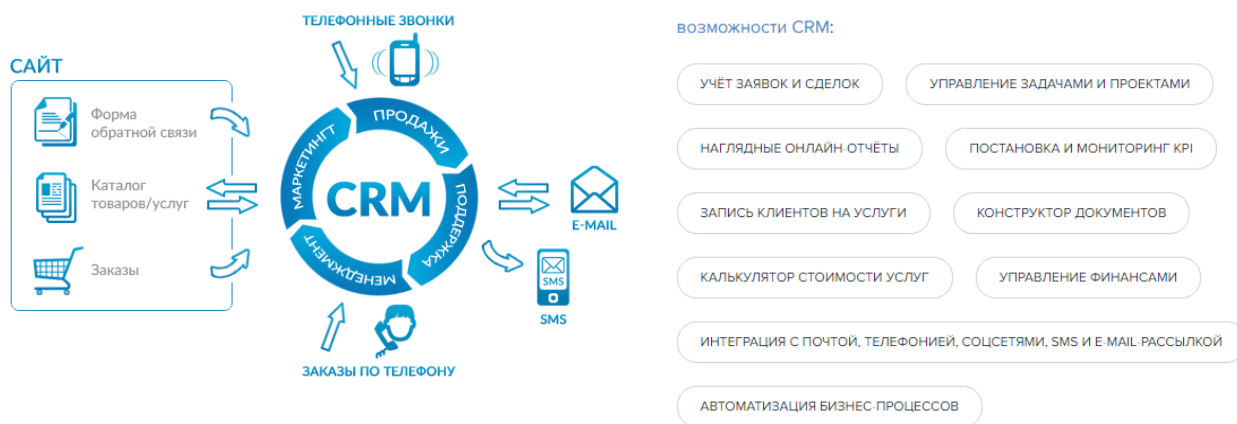
Представьте таблицу Ms Excel с клиентской базой, но только при щелчке на имя клиента открывается удобная карточка, в которой содержится вся хро-

нология работы с ним — от первого звонка до покупки. Здесь можно прослушать звонки, посмотреть историю покупок, создать документы по шаблону, написать e-mail или sms, поставить задачу.

Когда клиент звонит, CRM предлагает открыть его карточку. Даже если раньше этого покупателя вел другой менеджер, можно легко ответить на его вопросы без всяких «уточню и перезвоню». CRM сама отправит клиенту sms-сообщение о статусе заказа и напомнит о встрече. В итоге экономия времени — и производителя, и клиента. Условно делает его более лояльным и настроенным на покупку.

CRM:

- формирует документы по шаблону,
- ставит задачи менеджерам на каждом этапе сделки,
- отправляет sms клиентам,
- создает онлайн-отчеты по всем показателям,
- через встроенный калькулятор рассчитывает стоимость услуг,
- отслеживает важные даты (напоминает продлить договор, выставить счет на оплату, предложить сервис).



2. **CSRP** системы (Customer Synchronized Resource Planning) - планирование ресурсов, синхронизированное с покупателем.

Если MRP, MRP-II, ERP ориентировались на внутреннюю организацию предприятия, то CSRP включил в себя полный цикл от проектирования будущего изделия, с учетом требований заказчика, до гарантийного и сервисного обслуживания после продажи. Основная суть концепции CSRP в том, чтобы интегрировать Заказчика (Клиента, Покупателя и пр.) в систему управления предприятием. Согласно данной концепции не отдел сбыта, а сам покупатель непосредственно размещает заказ на изготовление продукции - соответственно сам несет ответственность за его правильность, сам может отслеживать сроки поставки, производства и пр. При этом предприятие может очень четко отслеживать тенденции спроса и т.д.

Реализация концепции CSRP на предприятии позволяет управлять заказами клиентов в целом и всей работой с ними. Действительно, становится возможным ежечасное изменение производственного графика, то есть при приеме каждого нового заказа полностью пересчитывается производственная программа, причем с учетом приоритетных стратегий предприятия.



Интеграция покупателя в процесс производства - это основа идеологии и главное достоинство CSRP. Синхронизация деятельности покупателя (и ориентированных на работу с покупателем отделов) с исполнительным и планирующим центром компании обеспечивает способность оперативно выявлять благоприятные возможности для создания преимуществ в конкуренции. Нарушение производственного ритма за счёт поступающих в реальном времени в системы ежедневного планирования и производства требований покупателей заставляет руководителей предприятий обращать своё внимание не только на производство, но и учитывать в оперативном управлении критические факторы рынка и потребительских свойств продукции. Производители, побуждаемые взаимодействием с покупателем, а не внутренними проблемами производства, могут получить существенные преимущества путем систематического подхода к оценке:

- какие продукты необходимо производить и услуги предлагать;
- какие новые рынки перспективны для развития.

Производители принимают решения по выбору продуктов и рыночных ниш, но эти решения изолированы от исполнительных подразделений организаций, которые собственно и будут их реализовывать. С другой стороны, в классических системах планирования и управления ресурсами "ощущение" рынка и критическая информация о покупателе недоступны системе планирования бизнеса и изолированы в различных локальных подсистемах, разбросанных по организации.

CSRP перемещает фокус внимания с планирования производства к планированию заказов покупателей. Информация о клиентах и услуги внедряются в

основу деятельности организации. Производственное планирование не просто расширяется, а замещается требованиями клиентов, поступающими из подразделений, ориентированных на работу с покупателями. Таким образом, CSRP заставляет пересмотреть всю бизнес-практику, фокусируя её на рыночной активности, а не на производственной деятельности.

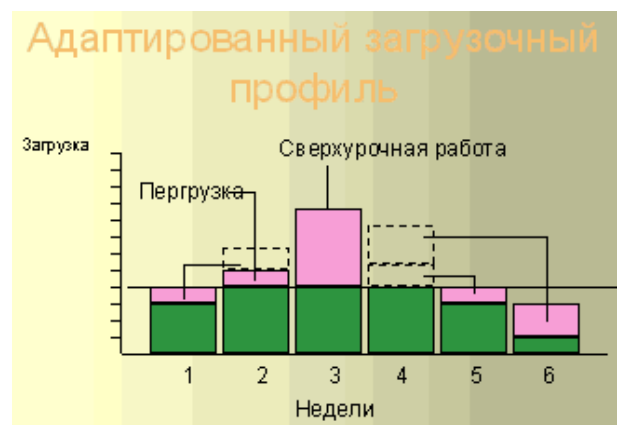
3. **CRP** системы (Capacity Requirements Planning— планирование потребности в производственных мощностях)

Цель CRP - системы - проверка выполнимости заданного графика работ с точки зрения имеющегося оборудования и возможностей, и в случае адекватности требований и возможности выполнения задания по срокам оптимизировать и грамотно распределить нагрузку на имеющиеся производственные ресурсы.

Значение:

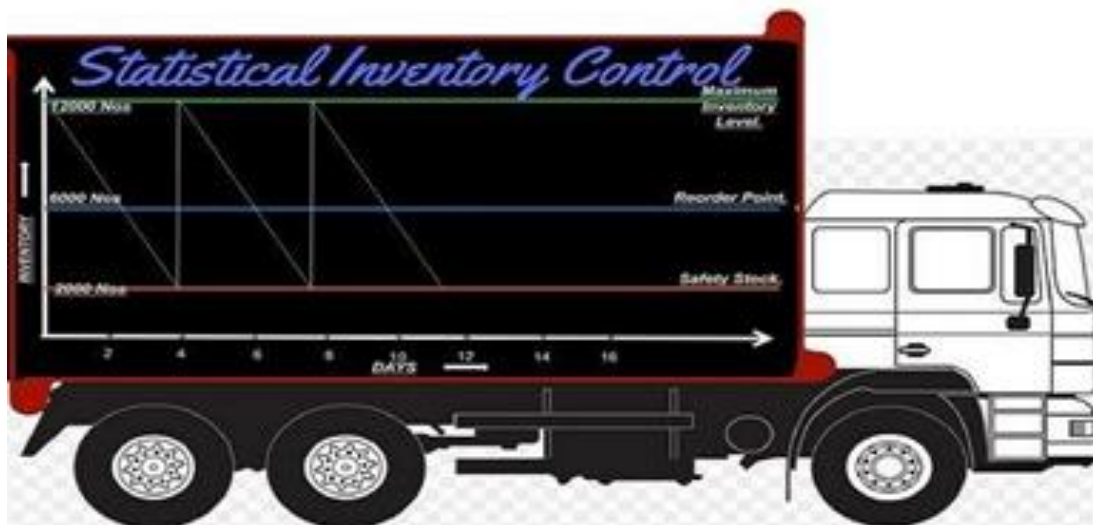
- вычисляет требуемую производительность;
- в MRP - системе при помощи функции CRP вычисляются производственные мощности, необходимые, чтобы произвести запланированный производственный заказ;
- в тот момент, когда определено, что план потребностей в производственных мощностях может быть осуществлен, начинает функционировать контроль поддержания установленной производительности. Для этого в течение всего срока планирования системой регулярно создаются контрольные отчеты по производительности (Output control reports). Кроме контрольных отчетов производительности, для каждой производительной единицы существуют контрольные отчеты потребления материалов-комплектующих. Эти отчеты существуют для быстрого определения ситуаций, когда та или иная производительная единица не развивает плановой мощности из-за недостаточного снабжения материалами.





4. SIC системы (Statistical Inventory Control — статистическое управление запасами)

Основное назначение: изучение динамики запасов с использованием статистических методов. Новое понятие «Точка заказа» (Reorder level) - фиксированный уровень запаса, при достижении которого необходимо организовать следующий заказ на поставку. Система предусматривает наличие страхового (буферного) запаса для компенсации случайных колебаний спроса на материал и/или времени доставки.



Размер страхового запаса рассчитывается исходя из вероятностных характеристик и экономических показателей.

Его практическое использование оправдано, прежде всего, для относительно недорогих материалов, для которых можно установить довольно высокий уровень страхового запаса, либо для материалов, которые всегда должны иметься в наличии в количестве, необходимом для бесперебойного функционирования производства.

ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1. Социально-экономическая сущность производственной логистики

Задача 1. Общее количество наименований деталей в первом варианте новой конструкции изделия 1550, во втором варианте 1500, а коэффициент конструктивной унификации соответственно 0,3 и 0,4. Определить, насколько уменьшается объем работ (ч.) по конструкторской подготовке во втором варианте, если средняя трудоемкость конструкторской подготовки производства одной оригинальной детали 40 ч.

Ответ: на 7400 ч.

Задача 2. Два варианта конструкции одного и того же изделия имеют следующее распределение деталей по степени их применяемости:

Распределение деталей по степени их применяемости

Показатели	№ варианта	
	первый	второй
Количество типоразмеров деталей, шт.	250	200
В том числе:	50	60
нормализованных	10	10
стандартных	40	35
заимствованных		
Общее количество деталей, шт.	1000	960

Определить коэффициенты конструктивной унификации и повторяемости по данным вариантам. Какой вариант более экономичный?

Задача 3. Определить коэффициент использования материалов в действующей и модернизированной конструкции, а также процент снижения средней материалоемкости после модернизации на основе данных:

Показатели	До модернизации	После модернизации
Норма расхода материала, кг	16	14
Вес обработанных деталей, кг	12	11
Общее количество деталей, шт.	75	70

Ответ: 0,75; 0,79; 6,1 %.

Задача 4. Корпус изделия может быть изготовлен из кованой или штампованной заготовки. Определить аналитически и графически наименьшее количество заготовок, при котором экономично применение штампованной заготовки, если известны данные:

Затраты	Вид заготовки	
	поковка	штамповка
Стоимость металла, руб./шт.	1500	1200
Стоимость изготовленной заготовки, руб./шт.	2300	500
Стоимость механической обработки, руб./шт.	8200	1300
Расходы на оснастку, руб./год		1 440 000

Ответ: 161 шт.

Задача. 5. Установить, при каком количестве деталей в год целесообразно их обрабатывать на четыре шпиндельном автомате вместо револьверного станка, если известны данные по затратам:

Затраты	При обработке	
	на револьверном станке	четырёхшпиндельном автомате
Заработная плата станочника с начислениями, руб./шт.	100	20
Стоимость эксплуатации, руб./шт.: станка инструмента	10	30
Амортизация станка, руб./шт.	10	10
Средняя стоимость наладки, руб./год	10	30
Стоимость эксплуатации специальной оснастки, руб./год	5000	10 000 6000

Ответ. Более 275 деталей.

Задача 6. Отрезка заготовок из прутка инструментальной стали диаметром 100 мм для фрез может производиться на ножовочном станке или дисковой зубчатой пиле. Установить, какой способ экономически более целесообразный:

Показатели	При отрезке на ножовочном станке	При отрезке на дисковой зубчатой пиле
Норма штучного времени, мин	12	2
Разряд работы	2	2
Ширина пропила, мм	3	7

Вес одного погонного метра стали диаметром 100 мм равен 61,65 кг. Стоимость одной тонны инструментальной стали 2 млн руб.

Ответ: целесообразнее отрезка на ножовочном станке, экономия металла при этом составляет 420 руб.

2. Производственный процесс и его организация в пространстве и времени

Задача 1. Определить длительность обработки партии деталей в 100 шт. при последовательном, параллельном и последовательно-параллельном видах движения:

Технологический процесс обработки детали (операции)*

№ операции	Операция	Норма времени, мин
1	Сверление	2
2	Расточка	3
3	Протяжка	10
4	Обточка	4
5	Зубонарезание	12
6	Долбление	8
7	Фрезерование	15
8	Опиловка	6
9	Шабрение	20
10	Шлифование	10

*Каждая операция выполняется на отдельном станке.

Ответ: $T_{\text{пос}} = 150$ ч; $T_{\text{пар}} = 34,5$ ч; $T_{\text{п.п.}} = 65,85$ ч.

Задача 2. Партия деталей в 100 шт. обрабатывается при последовательном виде движения. Технологический процесс обработки детали состоит из шести операций (мин): $t_1 = 3$, $t_2 = 5$, $t_3 = 4$, $t_4 = 2$, $t_5 = 6$, $t_6 = 3$. Каждая операция выполняется на одном станке; последняя выполняется с помощью многолезцового приспособления, позволяющего одновременно обрабатывать пять деталей. Определить продолжительность обработки партии деталей и среднюю продолжительность обработки одной детали.

Ответ: $T_{\text{пос}} = 2060$ мин; $t_d = 20,6$ мин.

Задача 3. Количество деталей в партии 12 шт. Вид движения партии деталей последовательный. Технологический процесс обработки детали состоит из шести операций (мин): $t_1 = 4$, $t_2 = 6$, $t_3 = 6$, $t_4 = 2$, $t_5 = 5$ и $t_6 = 3$. Каждая операция выполняется на одном станке. Определить, как изменится продолжительность обработки партии деталей, если последовательный вид движения заменить последовательно-параллельным.

Ответ: сократится на 201 мин.

Задача 4. Партия деталей в 10 шт. обрабатывается при последовательно-параллельном виде движения. Технологический процесс обработки детали состоит из шести операций (мин): $t_1 = 2$, $t_2 = 9$, $t_3 = 5$, $t_4 = 8$, $t_5 = 3$ и $t_6 = 4$. Имеется возможность объединить пятую и шестую операции в одну пятую без изменения длительности каждой в отдельности. Определить, как изменится продолжительность обработки партии деталей.

Ответ: сократится на 9 мин.

Задача 5. Партия деталей в 20 шт. обрабатывается при последовательно-параллельном виде движения. Технологический процесс обработки состоит из семи операций (мин): $t_1 = 8$, $t_2 = 5$, $t_3 = 4$, $t_4 = 3$, $t_5 = 9$, $t_6 = 2$ и $t_7 = 6$. В результате совершенствования технологии длительность первой операции можно уменьшить на 2 мин, пятой – на 4 мин. Определить, как изменится продолжительность обработки партии деталей.

Ответ: сократится на 120 мин.

Задача 6. Технологический процесс обработки детали состоит из семи операций, продолжительность которых составляет (мин): $t_1 = 5$, $t_2 = 9$, $t_3 = 6$, $t_4 = 4$, $t_5 = 10$, $t_6 = 3$ и $t_7 = 9$. Партия деталей – 40 шт. Четвертая операция объединяется с шестой в одну четвертую без изменения длительности обработки каждой в отдельности, а пятая уменьшается на 2 мин. Определить, на сколько сократится длительность обработки партии деталей при последовательно-параллельном виде движения в результате объединения и сокращения длительности операций.

Ответ: сократится на 5,8 ч.

Задача 7. Размер партии деталей 100 шт. Каждая операция выполняется на одном станке. Определить продолжительность обработки деталей при параллельном виде движения. Насколько сократится продолжительность обработки партии деталей, если норму времени на выполнение третьей операции сократить на 5 мин, а пятой – на 4 мин.

Технологический процесс обработки детали (операции)*

№ операции	Операция	Норма времени, мин
1	Токарная	6
2	Сверлильная	15
3	Зуборезная	22
4	Фрезерная	16
5	Шлифовальная	24

*Каждая операция выполняется на отдельном станке.

Ответ: $T_{пар} = 41$ ч; $\Delta t = 6,8$ ч.

Задача 8. Технологический процесс обработки детали состоит из семи операций (мин): $t_1 = 6$, $t_2 = 20$, $t_3 = 14$, $t_4 = 10$, $t_5 = 15$, $t_6 = 8$ и $t_7 = 5$. Размер партии деталей 50 шт. Каждая операция выполняется на одном станке. Определить время обработки партии деталей при последовательном виде движения и время пролеживания каждой детали в ожидании передачи ее со второй операции на третью.

Ответ: $T_{пос} = 65$ ч; $t_{пр} = 16,33$ ч.

Задача 9. Определить длительность технологического цикла обработки 60 деталей. Заготовки передаются с операции на операцию поштучно:

Технологический процесс обработки детали (операции)*

№ операции	Операция	Норма времени, мин
1	Токарная обточка	15
2	Фрезерование	10
3	Сверление	2
4	Долбление	6
5	шлифование	8

*Каждая операция выполняется на отдельном станке.

Ответ: $T_{пар} = 15,43$ ч.

Задача 10. Требуется обработать 400 деталей. Заготовки передаются с операции на операцию партиями по 20 шт. Обработка ведется при параллельно-последовательном виде движения. Определить длительность технологического цикла обработки всего количества деталей:

Технологический процесс обработки детали (операции)*

№ операции	Операция	Норма времени, мин
1	Предварительная обточка	12
2	Чистовая обточка	8
3	Нарезание резьбы	6
4	Сверление отверстий	4
5	Опиловка и снятие заусенц.	2
6	Шлифовка детали	7

*Каждая операция выполняется на отдельном станке.

Ответ: $T_{п. п} = 106,7$ ч.

Задача 11. Партия деталей в 150 шт. обрабатывается при параллельно-последовательном виде движения. Две последние операции технологического процесса обработки детали имеют длительность 40 и 26 мин. Определить время одновременной работы оборудования на двух последних операциях и необходимый задел, обеспечивающий непрерывность работы оборудования на последней операции.

Ответ: $t_0 = 64,57$ ч; $Z = 14$ шт.

3.Общая характеристика поточного производства

Задача 1. Рабочий конвейер непрерывного действия имеет форму замкнутого кольца длиной 80 м. Скорость движения конвейерной ленты 0,4 м/мин. В течение рабочей смены конвейер совершает несколько оборотов (рейсов), причем за каждый рейс конвейер делает две остановки по 5 мин. Определить количество оборотов (рейсов) конвейера за смену.

Ответ: $n_4 = 2$.

Задача 2. На участке механического цеха обработку шестерни перевели на поток. Трудоемкость обработки шестерни до перехода на поток составляла 140 мин. При переходе на поточный метод обработки были проведены организационно-технические мероприятия по совершенствованию технологии производ-

ства и организации труда, в результате чего трудоемкость обработки шестерни удалось сократить до 80 мин. Режим работы до и после перехода на поток – двухсменный. Регламентированные перерывы на линии 20 мин в смену. Определить производительность участка за год до ($N_{до}$) и после ($N_{пос}$) перехода на поток.

Ответ: $N_{до} = 1780$ шт.; $N_{пос} = 2963$ шт.

Задача 3. В цехе организован «стационарный поток» сборки турбин специализированными бригадами, каждая из которых состоит из 5 чел. Трудоемкость сборки одной турбины на стенде составляет 60 нормо-ч. Количество стендов в цехе 10. Цех работает в две смены. Количество рабочих дней в году 305, в том числе субботных и предпраздничных 58. Коэффициент выполнения нормы 1,2. Определись такт перехода каждой бригады с одного рабочего места на другое и выпуск турбин за год.

Ответ: $r = 1$ ч.; $N = 4154$ шт.

Задача 4. Сборка узла производится на рабочем конвейере непрерывного действия. Трудоемкость сборочных операций 1,5 ч. Линия работает с тактом 5 мин. Расстояние между смежными рабочими местами 3 м; рабочие места расположены по обе стороны конвейера в шахматном порядке. Определить скорость движения конвейера, а также его длину.

Ответ: $v = 0,6$ м/мин; $L = 27$ м.

Задача 5. Скорость движения рабочего конвейера непрерывного действия 0,5 м/мин. На перемещение изделия вдоль всей его рабочей части затрачивается 75 мин. Шаг конвейера 1,5 м. Линия работает в одну смену. Регламентированные перерывы 30 мин в смену. Определить количество рабочих мест на линии и выпуск изделий за смену.

Ответ: $S_l = 25$; $N = 130$ шт.

Задача 6. Число операций на рабочем конвейере 18. В результате улучшения организации труда на рабочих местах продолжительность выполнения каждой операции сократилась на 0,5 мин. Фактически за месяц с конвейера было выпущено 5080 изделий. Конвейер работал в две смены. Число рабочих дней в месяце 26, в том числе четыре субботных. Регламентированные перерывы 20 мин в смену. Определить плановый выпуск изделий с конвейера за месяц и плановую длительность технологического цикла изготовления изделия на конвейере.

Ответ: $N = 4515$ шт.; $T = 81$ мин.

Задача 7. Продолжительность перемещения изделия по всей длине рабочего конвейера непрерывного действия составляла 48 мин. В результате улучшения организации труда скорость движения конвейера увеличилась на 25 %.

Конвейер работает в две смены. Регламентированные перерывы на отдых 20 мин в смену. Количество рабочих мест на конвейере 24. Шаг конвейера 1,6 м. Определить после улучшения организации труда скорость движения конвейерной ленты и производительность конвейера за сутки.

Ответ: $v = 1$ м/мин; $N = 500$ шт.

Задача 8. Рабочий конвейер непрерывного действия работает в две смены. Число операций на конвейере 25. Длительность технологического цикла изготовления изделия на конвейере была установлена в 75 мин. В результате улучшения методов труда на рабочих местах программа выпуска изделий за месяц выполнена на 110 %. Количество рабочих дней в месяце 26, в том числе пять субботних и предпраздничных. Регламентированные перерывы на отдых 20 мин в смену. Определить выпуск изделий за месяц и такт потока.

Ответ: $N = 7406$ шт.; $r = 2,7$ мин.

Задача 9. За смену с пульсирующего конвейера выпускается 100 изделий. Длительность технологического цикла изготовления (сборки) изделия на конвейере 51,7 мин. Скорость движения конвейера 5 м/мин. Шаг конвейера 1,5 м. Регламентированные перерывы на отдых 20 мин в смену. Определить продолжительность выполнения каждой операции на рабочем месте и количество рабочих мест на конвейере.

Ответ: $t_{\text{в}} = 3,7$ мин; $S_{\text{л}} = 13$.

Задача 10. За смену с пульсирующего конвейера выпускается 160 изделий. Такт потока в 10 раз больше времени перемещения изделия из одного рабочего места на другое. Длина рабочей части конвейера 26,4 м. Длительность технологического цикла изготовления изделия на конвейере 54,75 мин. Регламентированные перерывы на отдых 20 мин в смену. Определить шаг конвейера и скорость движения конвейерной ленты.

Ответ: $l = 1,2$ м; $v = 4,8$ м/мин.

Задача 11. Сборка изделия происходит на пульсирующем конвейере. За смену с конвейера выпускается 80 изделий. Технологический процесс сборки изделия состоит из 16 операций. Время на перемещение изделия из одного рабочего места на другое равно 0,2 мин. Расстояние между центрами двух смежных рабочих мест 1,4 м. Регламентированные перерывы на отдых 20 мин в смену. Определить скорость движения конвейерной ленты, длину рабочей части конвейера и длительность технологического цикла сборки изделия на конвейере.

Ответ: $v = 7$ м/мин; $L = 22,4$ м; $T = 79,8$ мин.

Задача 12. Количество рабочих мест на пульсирующем конвейере 16. Длительность технологического цикла сборки изделия на конвейерной ленте 70 мин. Продолжительность выполнения каждой операции на рабочем месте 4 мин. Конвейер работает в две смены. По условиям производства конвейер работает с двумя перерывами в смену по 10 мин каждый. Определить время, необходимое для перемещения изделия из одного рабочего места на другое, а также выпуск изделий с конвейера за сутки.

Ответ: $t_{пр} = 0,4$ мин; $N = 182$ шт.

Задача 13. Технологический процесс сборки изделия на пульсирующем конвейере состоит из 14 операций. Продолжительность выполнения каждой операции на рабочем месте 4 мин. Скорость движения конвейерной ленты 6 м/мин. Шаг конвейера 1,8 м. Линия работает в две смены. Регламентированные перерывы на отдых 20 мин в смену. Определить такт потока, производительность поточной линии за сутки и длительность технологического цикла сборки изделия на конвейере.

Ответ: $r = 4,3$ мин; $N = 186$ шт.; $T = 59,9$ мин.

Задача 14. Сборка изделия происходит на пульсирующем конвейере. Число операций на конвейере 20. Длина рабочей части конвейера 28 м. Длительность технологического цикла сборки изделия на конвейере 63,6 мин, в том числе время на перемещение изделия вдоль всей длины рабочей части конвейера 7,6 мин. Определить такт потока и скорость движения конвейерной ленты.

Ответ: $r = 3,2$ мин; $v = 3,5$ м/мин.

Задача 15. Скорость движения ленты пульсирующего конвейера 5 м/мин. Шаг конвейера 1,5 м. Продолжительность сборки одного узла на конвейере составляет 42 мин, а время выполнения каждой операции в семь раз больше времени перемещения узла из одного рабочего места на другое. Регламентированные перерывы на отдых 20 мин в смену. Определить количество рабочих мест на конвейере и выпуск узлов с конвейера за смену.

Ответ: $Sл = 20$; $N = 167$ шт.

4. Производственная мощность предприятия

Задача 1. На производственном участке механического цеха в течение квартала (76 рабочих дней, 13 выходных) должно быть изготовлено 15 000 валов. Технологический процесс изготовления одного вала:

№ операции	Операция	Норма времени, ч.	Планируемый процент выполнения норм
1	Токарная	0,4	115
2	Фрезерная	0,85	112
3	Сверлильная	0,25	110

Режим работы участка двухсменный. Потери времени на капитальный ремонт запланированы в 6 %. Определить необходимое количество станков и коэффициенты их загрузки.

Ответ: 6 токарных станков; 0,9.

Задача 2. На изготовление машины расходуется 1400 кг поковок. Годовая производственная программа 4100 машин. Поковки изготавливаются на прессе с часовой производительностью в 2 т. Режим работы прессы двухсменный. Потери времени на ремонт 5 %. Определить коэффициент загрузки прессы.

Ответ: 0,72.

Задача 3. В литейном цехе машиностроительного завода в 2006 г. процент брака по отношению к годному литью составлял 5,5, а в 2007 г. – 4,9 %. Годовой выпуск литья 46,8 тыс. т. Определить, на сколько увеличился выпуск годного литья за счет снижения брака.

Ответ: 281 / 77.

Задача 4. За группой фрезерных станков, состоящей из 25 единиц, закреплены детали:

Наименование	Действующая норма времени	Программа в год	Планируемый процент выполнения норм
А	28,0	1600	110
Б	14,5	550	115
В	85,0	610	112

Режим работы двухсменный. Потери на ремонт 8 %. Определить процент загрузки оборудования.

Ответ: 97 %.

Задача 5. Пользуясь данными задачи 5, 6, подсчитать коэффициент интенсивной загрузки этой группы станков и интегральный (общий) коэффициент загрузки, если известно, что деталей А фактически было обработано 1300 шт., а деталей В – 500 шт.

Ответ: 0,83; 0,8.

Задача 6. На сборочном участке площадью в 300 м², работающем в одну смену по годовому плану, должно быть собрано 410 приборов. Средняя площадь, необходимая для сборки одного прибора, 2,2 м². Продолжительность сборки одного изделия 70 ч. Определить коэффициент использования сборочной площади.

Ответ: 0,92.

Задача 7. Определить коэффициент использования площади формовочного участка литейного цеха, исходя из следующих данных: годовая программа цеха

включает изготовление 2000 корпусов и 5000 кронштейнов. Формовочная площадь под опокой для корпусных деталей 2 м^2 , а количество моделей в ней 1 шт. Площадь опоки для кронштейнов 6 м^2 , а количество моделей в ней – 2 шт. Нормированное время нахождения на площади опок: для корпусов 3 ч., а для кронштейнов 6 ч. Среднее выполнение норм на участке – 115 %. Формовочная площадь участка 25 м^2 , а годовой фонд времени 4350 ч.

Ответ: 0,81.

Задача 8. Имеются данные о работе сборочного цеха машиностроительного завода:

Изделие	План, шт.	Цикл сборки, ч.	Удельная площадь, кв. м. ²
№ 1	200	300	30
№ 2	100	200	10
№ 3	50	100	20

Планируемый период – год. Режим работы двухсменный. Производственная площадь цеха 600 м^2 . Определить, насколько процентов загружена площадь сборочного цеха и возможный процент увеличения производственной программы цеха.

Ответ: 84 %; 19 %.

Задача 9. На основании произведенных расчетов производственной мощности различных групп станков участка механического цеха получены данные:

Станки	Количество станков в группе	Производственная мощность в % от требуемой
Револьверные	6	130,0
Сверлильные	4	129,5
Долбежные	2	94,0
Строгальные	4	98,0

Определить, какое количество станков по группам следует установить дополнительно, чтобы производственная мощность участка в целом увеличилась на 30 %.

Ответ: один долбежный, один строгальный.

Задача 10. В сборочном цехе станкостроительного завода в течение года (305 рабочих дней) следует собрать 60 токарных станков. Определить необходимую для выполнения этой работы производственную площадь, если известно, что для сборки одного станка требуется 45 м^2 , а цикл сборки 30 дней.

Ответ: 266 м^2 .

Задача 11. Трудоемкость обработки комплекта деталей для изделия А на револьверных станках составляет 180 нормо-ч. Планируемая выработка нормы

110 %. Определить производственную мощность револьверного участка, состоящего из 27 станков, в течение года.

Ответ: 628 комплектов.

Задача 12. Годовая программа сборочного цеха 175 машин. Площадь для сборки одного изделия 45 м^2 . Длительность цикла сборки одной машины на начало года 35 дней. Благодаря проводимой механизации сборочных работ, запланировано цикл сборки к концу года довести до 30 дней. Режим работы цеха двухсменный; эффективный фонд времени в течение года – 305 раб. дней; производственная площадь 950 м^2 . Определить необходимую производственную площадь на начало и конец года; высвобождаемую сборочную площадь к концу года.

Ответ. 904 м^2 ; 774 м^2 ; 230 м^2 .

КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Социально-экономическая сущность производственной логистики.
2. Понятие, виды и типы производства.
3. Классификации типов производства. Основные показатели для определения типа производства.
4. Понятие типа производства. Характеристика типов организации производства.
5. Производственный процесс. Основные компоненты производственного процесса.
6. Производственный процесс. Классификация производственных процессов.
7. Производственный процесс. Принципы организации производственных процессов.
8. Формы организации производства.
9. Временная структура организации производства.
10. Пространственная структура организации производства.
11. Производственный цикл. Структура производственного цикла.
12. Методы организации производства.
13. Поточный метод организации производства. Признаки поточного производства.
14. Поточная линия. Классификация поточных линий.
15. Поточный метод организации производства. Такт, темп и ритм поточной линии.
16. Организация производственного процесса. Сущность последовательного вида движения изделий в процессе их изготовления.
17. Операционный цикл при последовательном движении партии деталей. Расчет длительности производственного цикла.
18. Организация производственного процесса. Сущность параллельного вида движения изделий в процессе их изготовления.
19. Операционный цикл при параллельном движении партии деталей. Расчет длительности производственного цикла.
20. Организация производственного процесса. Сущность параллельно-последовательного вида движения изделий в процессе их изготовления.
21. Экономия времени *при* параллельно-последовательном сочетании операционных циклов.
22. Преимущества, недостатки и область применения различных видов движения партии предметов труда.
23. Понятие и свойства поточного производства.
24. Классификация основных видов поточного производства.

25. Преимущества поточного производства. Схемы организации поточных линий.
26. Непрерывно-поточные линии. Расчет количества оборудования на линии.
27. Концепции управления производством. «Толкающая» и «тянущая» логистика.
28. Японский опыт планирования и управления производством (система Канбан).
29. Западный опыт оперативного планирования и управления производством. Логистические системы «толкающего типа» MRP.
30. Западный опыт оперативного планирования и управления производством. CRM-системы.
31. Западный опыт оперативного планирования и управления производством. CSRP системы.
32. Западный опыт оперативного планирования и управления производством. CRP системы.
33. Западный опыт оперативного планирования и управления производством. SIC системы.
34. Зарубежная производственно-логистические концепция "точно в срок" (just-in-time, JIT).
35. Маркетинговые логистические концепции.
36. Концепция управления производством Lean (lean production, lean manufacturing, бережливое производство, «стройное производство»).
37. Концепции управления качеством TQM.
38. Концепция организации труда 5S.
39. Производственная мощность. Методика расчета производственной мощности.
40. Производственная мощность. Показатели использования производственной мощности.
41. Производственная мощность. Факторы, определяющие производственную мощность.
42. Производственные резервы. Признаки выявления и использования резервов.
43. Производственные резервы. Резервы экстенсивного и интенсивного характера.
44. Комплексная оценка резервов производства.
45. Координация производственного процесса.
46. Методы сетевого планирования и управления. Сетевой график и его построение.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Выдержки из учебной программы

Согласно учебным планам на изучение учебной дисциплины отведено:

- для очной формы получения высшего образования всего 130 ч., из них аудиторных - 84 часа;

- для заочной формы получения высшего образования всего 120 ч., из них аудиторных - 20 часов.

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено ниже.

Таблица 1

Очная форма получения высшего образования					
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Практические занятия, ч.	Форма текущей аттестации
3	5	50		34	экзамен

Таблица 2

Заочная форма получения высшего образования					
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Практические занятия, ч.	Форма текущей аттестации
4	7	12		8	экзамен

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Социально-экономическая сущность производственной логистики

Предмет и объект изучения, цели и задачи дисциплины “Производственная логистика”. Сущность логистики производственных процессов. Внутри-производственные логистические системы: микро- и макроуровень.

Логистическая концепция организации производства. Производственные логистические подсистемы и процессы. Концептуальные положения логистики производства. Связь транспортной и производственной логистики.

Управление материальными потоками в производстве.

Тема 2. Характеристика типов организации производства

Понятие, виды и типы производства. Классификации типов производства. Номенклатура продукции и степень ее постоянства. Объем выпуска изделий.

Характер загрузки рабочих мест. Коэффициенты специализации рабочих мест, серийности и массовости.

Производственные отрасли. Основы планирования производства.

Тема 3. Производственный процесс и его организация в пространстве и времени

Понятие и основные компоненты производственного процесса. Технологический процесс и его фазы. Технологические единицы и их характеристика. Классификация, структура и принципы организации производственных процессов. Преимущества и экономическая эффективность логистического подхода к планированию, управлению и контролю потоковых процессов в сфере производства. Основные логистические технологии в управлении производством.

Тема 4. Формы организации производства

Поточная и непоточная формы организации производства. Временные и пространственные структурные построения элементов производственного процесса. Форма организации производства с последовательной, параллельной и параллельно-последовательной передачей предметов труда.

Тема 5. Производственная структура и ее элементы

Понятие рабочего места. Классификация рабочих мест. Производственные участки и принципы их организации. Производственные цеха. Категории производственных цехов. Типы производственной структуры основных цехов.

Типовая производственная структура предприятия.

Пространственные структурные построения организации производства. Технологическая, предметная, прямоточная, точечная и интегрированная формы организации производственного процесса. Внедрение средств гибкой автоматизации в производственный процесс: блочно-модульная форма организации производства.

Тема 6. Методы организации производства

Способы, приемы и правила рационального сочетания основных элементов производственного процесса в пространстве и во времени.

Производства дискретной и неделимой продукции. Непоточный (пооперационный), поточный и автоматизированный методы организации производственных процессов. Поточные линии и их классификация.

Тема 7. Общая характеристика поточного производства

Поточный метод организации производства. Сущность и основные виды поточного производства. Расчеты и организация поточных линий. План, такт, темп и ритм поточной линии.

Согласование ритмичного выполнения производственных операций на основе единого расчетного такта. Шаг, общая длина и скорость движения конвейера. Особенности организации несинхронизированных поточных линий. Особенности организации многопредметных поточных линий. Обоснование рационального размещения оборудования. Автоматизированное производство. Автоматические поточные линии. Организация потока между цехами.

Тема 8. Производственный цикл и его структура

Время производственного цикла и его расчет. Виды движения партии деталей в производстве. Длительность цикла технологических операций при последовательной, параллельной и параллельно-последовательной передаче предметов труда.

Время рабочего периода. Штучно-калькуляционное, операционное и вспомогательное время. Время перерывов и способы его уменьшения. Время межоперационного пролеживания детали. Операционный цикл. Преимущества, недостатки и область применения различных видов движения партии предметов труда по операциям процесса.

Тема 9. Производственная мощность предприятия

Понятие и виды производственной мощности, управление производственной мощностью. Методика расчета производственной мощности и показатели ее использования. Направления улучшения использования производственной мощности и основных средств производства. Роль логистического управления в повышении эффективности использования производственных мощностей. Прогрессивные нормы. Кастомизация производства.

Номенклатура (ассортимент) и трудоемкость продукции. Календарный (номинальный), режимный и действительный (рабочий) фонд времени использования оборудования.

Тема 10. Производственные резервы

Понятие резервов производства и выявление причин их возникновения. Мобилизация резервов производства. Количественное выражение величины резерва. Классификация резервов производства. Резервы экстенсивного и интенсивного характера. Комплексная оценка резервов производства.

Тема 11. Координация производственного процесса

Управление производством на основе методов сетевого планирования и управления. Диспетчеризация как метод регулирования производственного процесса. Сетевые графики и правила их построения. Продолжительность критического пути, резервы времени событий и резервы времени работ. Коэффициент напряженности работы.

Методы оптимизации сетевого графика. Оптимизация сетевого графика по критерию «время», «время - трудовые ресурсы», «время - затраты». Определение уровня потребности ресурсов.

Тема 12. Концепции управления производством

«Толкающая» и «тянущая» системы управления материальными потоками в производственной логистике. Перемещение точки заказа. Требования логистики к организации материальных потоков в производстве.

Логистическая концепция «планирование потребностей ресурсов» и основанные на ней системы. Логистические технологии в вытягивающих системах управления производством. Микрологистическая концепция «Lean production». «Кайдзен» - непрекращающаяся оптимизация. Японский опыт планирования и управления производством (система Канбан).

Тема 13. Зарубежные производственно-логистические концепции

Концепция "точно в срок". Маркетинговые логистические концепции. Концепция, ориентированная на спрос DDT (Demand Driven Techniques/Logistics). Система управления запасами, базирующаяся на точке заказа RBR. Системы быстрого реагирования QR, непрерывного пополнения запасов готовой продукции CR и автоматического пополнения запасов AR.

Концепции Vendor Managed Inventory (VMI) и Effective Customer Response (ECR).

Концепция управления производством Lean (lean production, lean manufacturing, бережливое производство, «стройное производство»).

Концепции управления качеством TQM.

Концепции Теории ограничений систем.

Концепция организации труда 5S.

Смешанные концепции управления производством.

Тема 14. Западный опыт оперативного планирования и управления производством

Системы планирования и управления производственными ресурсами: MRP (Material Requirements Planning — планирование потребности в материальных ресурсах); MRP II (Manufacturing Resource Planning — планирование производственных ресурсов); CSRP (Customer Synchronize Resource Planning — синхронизированное с потребителем планирование ресурсов); CRP (Capacity Requirements Planning — планирование потребности в производственных мощностях); SIC (Statistical Inventory Control — статистическое управление запасами); MPS (Master Production Schedule — объёмно-календарное планирование); ERP (Enterprise Resource Planning System — система планирования ресурсов предприятия).

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
очная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний	
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	Социально-экономическая сущность производственной логистики	2	2						
2	Характеристика типов организации производства	4	2					опрос	
3	Производственный процесс и его организация в пространстве и времени	4	2						
4	Формы организации производства	6	6					опрос, КР	
5	Производственная структура и ее элементы	2	2						
6	Методы организации производства	4	2						
7	Общая характеристика поточного производства	2	2					опрос	
8	Производственный цикл и его структура	4	2						
9	Производственная мощность предприятия	4	2					опрос	
10	Производственные резервы	4	2					опрос	
11	Координация производственного процесса	4	2					опрос	
12	Концепции управления производством	4	4					опрос, КР	
13	Зарубежные производственно-логистические концепции	4	2						
14	Западный опыт оперативного планирования и управления производством	2	2					опрос	
	Итого за семестр	50	34					экзамен	
	Всего аудиторных часов	84							

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
заочная форма получения высшего образования³

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Социально-экономическая сущность производственной логистики	1						
2	Характеристика типов организации производства	1						
3	Производственный процесс и его организация в пространстве и времени	1	2					
4	Формы организации производства	2	2					
5	Производственная структура и ее элементы	1						
6	Методы организации производства	1						
8	Производственный цикл и его структура	1	2					
9	Производственная мощность предприятия	1	1					
10	Производственные резервы	1	1					
12	Концепции управления производством	1						Контрольная работа
14	Западный опыт оперативного планирования и управления производством	1						экзамен
	Итого за семестр	12	8					
	Всего аудиторных часов			20				

³ Темы учебного материала, не указанные в Учебно-методической карте, отводятся на самостоятельное изучение студентом.

Рекомендуемая литература

1. Козлов, В.К. Логистика производства. Часть I. Логистика производства в системе логистического менеджмента предприятия: учебное пособие. / В.К. Козлов, Н.В. Яковлева – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2017. – 71 с.
2. Козлов, В.К. Логистика производства. Часть II. Логистические концепции и микрологистические системы управления предприятием: учебное пособие. / В.К. Козлов, Н.В. Яковлева – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2018. – 107 с.
3. Логистика промышленного предприятия: учебное пособие / П.П. Крылатков, Е.Ю. Кузнецова, Г.Г. Кожушко, Т.А. Минеева. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 176 с.
4. Мебадури, З.А. Производственная логистика: учебное пособие / З.А. Мебадури, Т.Н. Чудайкина. – Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2018. – 172 с.
5. Мищенко, А.В. Оптимизационные модели управления ограниченными ресурсами в логистике / А. В.Мищенко , А. В. Иванова. - М.: НИЦ Инфра-М, 2021.
6. Мясникова, О.В. Промышленное предприятие как логистическая система: учебное пособие. / О.В. Мясникова – Минск: Вышэйшая школа, 2019 – 287 с.
7. Нанакина, Ю.С. Производственная логистика: учебно-методическое пособие / Ю.С. Нанакина. – Барнаул: Издательская группа "Си-пресс", 2016. – 168 с.
8. Неруш, Ю.М. Планирование и организация логистического процесса: учебник и практикум/ Ю.М. Неруш, С.А. Панов, А.Ю. Неруш. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 422 с.
9. Основы логистики транспортного производства и его цифровой трансформации: учебное пособие. - Москва: Инфра-Инженерия, 2019. - 209 с.
10. Основы производственной логистики: учебное пособие / Ю. В. Панько. - Москва: РУТ (МИИТ); Саратов: ИИРПК, 2019. - 99 с.
11. Производственная логистика: учебное пособие / В.Л. Рупосов. - Иркутск: Издательство Иркутского национального исследовательского технического университета, 2019. - 188 с.
12. Хальзова, Н.А. Логистика обеспечения ресурсами производства / Н.А. Хальзова, Т.И. Хребтова. - Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2017. — 167 с.
13. Логистика (маркетинговая концепция как теоретическая основа логистического управления): практикум для реализации содержания образовательных программ высшего образования I степени и переподготовки руководящих работников и специалистов / Белкоопсоюз, Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации, Кафедра коммерции и логистики; [авт.-сост. В.И. Маргунова, Н. В. Никитик, И. Б. Юркова]. — Гомель: БТЭУ, 2014. — 96 с.
14. Аникин, Б. А. Логистика производства: теория и практика: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В.А. Волочиенко, Р. В. Серышев; отв.

- ред. Б.А. Аникин. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 454 с.
15. Володько, В. Ф. Организация производства и управление предприятием: учебное пособие / В. Ф. Володько. - Минск: БНТУ, 2017. - 492 с.
 16. Еловой, И.А. Интегрированные логистические системы доставки ресурсов: (теория, методология, организация) / Под ред. И.А. Еловой, И.А. Лебедева. - Минск: Право и экономика, 2011. -460 с.
 17. Контроллинг логистических процессов: учебное пособие / И.Ф. Елфимова, Т. В. Щеголева. - Воронеж: Издательство Воронежского государственного технического университета, 2019. - 172 с.
 18. Логистика. Производственная логистика: пособие для студентов / Белкоопсоюз, Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации, Кафедра коммерции и логистики; [авт.-сост. В.Ф. Бык]. — Гомель: БТЭУ, 2013. — 312 с.
 19. Операционный менеджмент [Текст]: учебник / под ред. А. В. Трачука. - Москва: КНОРУС, 2017. - 360 с.
 20. Организация производства, экономика и управление в промышленности: учебник / Р. С. Голов, А. П. Агарков, А. В. Мыльник. - Москва: Дашков и К°, 2017. - 857 с.
 21. Производственная логистика: монография / Н.Ф. Ревенко, Г.А. Лобанова, О.Е. Маратканова. - Ижевск: Изд-во ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2014. - 188, [1] с.
 22. Производственные технологии: учебное пособие / Н. Г. Сычев, А. В. Руцкий. – 3-е изд, доп. и перераб. – Минск: БГУ, 2016. – 133 с.
 23. Производственный и операционный менеджмент: учебное пособие / В.К. Чертыковцев. - Самара: Издательство Самарского университета, 2019. - 91 с.
 24. Промышленная логистика и бережливое производство: практикум / С.А. Башкирцева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский национальный исследовательский технологический университет". - Казань: Изд-во КНИТУ, 2018. - 78, [1] с.
 25. Транспортно-экспедиторский бизнес: создание, становление, управление [Текст] / А. М. Голубчик. - Москва: ТрансЛит, 2011. - 317 с.
 26. Управление транспортно-логистическими процессами: совершенствование качества и безопасности: монография / В.И. Гиссин, А.А. Тимонин, А.А. Погребная. - Ростов-на-Дону: РГЭУ, 2019. - 153 с.
 27. Управленческие технологии гибкого развития предприятия на основе процессов реструктуризации, логистизации и повышения капитализации: монография / Б. М. Жуков. - Москва: Дашков и К°, 2017. - 293 с.
 28. Цифровая трансформация логистики: монография / С.И. Никишов. - Москва: Дело, 2019. - 109 с.