



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Экономика, менеджмент и логистика  
в строительстве»

## **Учебно-методическое пособие** по дисциплине

# **«Производственная логистика»**

Автор  
Теренина И.В.

Ростов-на-Дону, 2018



## Аннотация

## Автор

д.э.н., профессор кафедры  
«ЭМИЛС» Теренина И.В.



## Оглавление

<b>1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И СУЩНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛОГИСТИКИ. ....</b>	<b>4</b>
1.1 Основные элементы производственной логистики .....	4
1.2 Сущность производственной логистики .....	6
1.3 Особенности формирования и виды гибких производственно – логистических систем. ....	8
<b>2 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НА ПРИНЦИПАХ ЛОГИСТИКИ. ....</b>	<b>12</b>
2.1 Структура производственного процесса .....	12
2.2 Структура производственного цикла.....	13
2.3 Принципы организации производственного процесса. ....	15
<b>3. ВИДЫ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ. ....</b>	<b>18</b>
3.1 Последовательное движение материальных ресурсов .....	18
3.2 Параллельно-последовательное движение материальных ресурсов. ....	22
3.3 Характеристика типов производств.....	24
<b>4. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ПОТОКАМИ. ....</b>	<b>27</b>
4.1 Классификация систем управления материальными потоками .....	27
4.2 Сущность системы «точно во время» .....	31
4.3. Сущность технологии KANBAN. ....	35
4.4 Сущность технологии MRP. ....	39
4.5 Сущность технологии ОПТ и «тощего производства».....	42
<b>5. ЛОГИСТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ .....</b>	<b>47</b>
5.1 Сущность и формы производственных запасов. ....	47
5.2 Классификация запасов. ....	51
5.3 Нормирование запасов.....	56
5.4 Нормирование оборотных средств. ....	56
5.5 Концепции управления запасами. ....	62
5.6 Размер оптимального заказа по Уилсону.....	64
5.7 Модели управления запасами. ....	67
5.8 Методы определения номенклатуры групп .....	77

## 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И СУЩНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛОГИСТИКИ.

### 1.1 Основные элементы производственной логистики

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

**Объект изучения** – производственный процесс, его рациональная организация и управление.

**Предмет** – принципы и методы организации, планирования и управления материальным и сопутствующими потоками в производстве.

**Материальный поток (МП)** – движение материальных ресурсов в пространстве и во времени между стадиями производственного процесса.

**Вид движения материальных ресурсов** – способ запуска / выпуска деталей в операционную обработку.

**Производственная система** – комплекс материальных объектов, коллектива людей, производственных, научно-технических и информационных процессов, имеющих целью выпуск конечной продукции и обеспечение эффективного протекания производственного процесса.

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

**Тип производства** – комплексная характеристика технических, организационных и экономических особенностей производства, обусловленных степенью ее специализации, сложностью и устойчивостью изготавливаемой номенклатуры изделий, размером и повторяемостью выпуска продукции.

**Производственная структура** – взаимосвязанная система цехов и служб предприятия. Цеха и службы осуществляют различные функции, обеспечивающие выполнение планов в строго установленные сроки в соответствии с производственным расписанием (планом производства). В свою очередь, цеха располагают своей

## Производственная логистика

производственной структурой, в которую входят участки, а в структуре участков входят соответствующие рабочие места – первичные звенья производственной структуры промышленного производства.

**Поточное производство** – форма организации производственного процесса, при котором все операции согласованы во времени, повторяются через строго установленные интервалы, все рабочие места являются специализированными и располагаются в соответствии с ходом технологического процесса.

**Непоточное производство** – применяется в основном в единичном, мелкосерийном и серийном производстве, часто понимается как преимущественно неупорядоченное движение предметов труда в пространстве, сочетаемое с прогнозируемым движением во времени. Так происходит в первую очередь по причине неупорядоченного, неорганизованного движения предметов труда в пространстве.

**Календарный метод планирования** – предназначен для проведения конкретных сроков процесса производства (запуска, выпуска изделий; опережений запуска, выпуска изделий, сборочных единиц относительно выпуска рассматриваемого изделия) каждого наименования выпускаемой продукции.

**Объемно-календарный метод планирования** обеспечивает одновременную взаимоувязку сроков и объемов производимых работ а производственной системе с возможной пропускной способностью производственных подразделений в целом на весь рассматриваемый временной период.

**Объемно-динамический метод планирования** позволяет одновременно учитывать сроки, объем и динамику производства работ в соответствии с запланированной номенклатурой выпуска и полнее использовать имеющиеся производственные ресурсы (мощности).

**Выталкивающие системы** планирования и управления МП основаны на том, что предметы труда в производственном процессе передаются с предыдущей на последующую производственную стадию по определенному расписанию на плановый период по команде централизованной системы управления.

**Вытягивающие системы планирования** и управления МП основаны на том, что обработка предметов труда на предыдущей стадии производственного процесса начинается по команде (по мере необходимости) от последующей стадии, и так по цепочке от последней до первой производственной операции.

## 1.2 Сущность производственной логистики

**Производственная логистика**, являясь одной из функциональных подсистем интегрированной логистики, решает вопросы организации движения материальных ресурсов и управления им непосредственно между стадиями производственного процесса, включая подачу сырья и материалов на рабочие места. То есть в узком смысле занимается планированием, организацией внутрипроизводственной транспортировки и управлением, буферизацией (складированием) и поддержанием запасов (заделов) сырья, материалов и незавершенного производства производственных процессов стадий заготовки, обработки и сборки готовой продукции, т.е. в целом представляет собой регулирование производственного процесса в пространстве и во времени.

**Цель** производственной логистики заключается в обеспечении своевременного, ритмичного и экономичного движения материальных ресурсов между стадиями и рабочими местами основного производства соответствии с планами производства и реализации или заказами потребителей.

Для обеспечения основной цели необходимо в комплексе решать **задачи** планирования, организации движения материального потока и оперативного управления им не только в основном производстве, но и во вспомогательном и обслуживающем производствах. К **вспомогательному процессу** относят процедуры закупки, производства и подачи на рабочие места технологической оснастки, запасных частей производственного и обслуживающего оборудования, подачу электроэнергии, газа, воды, пара, смазывающих материалов и т.д. **Обслуживающие процессы** связаны в основном с транспортными и складскими операциями.

Взаимосвязанными являются также вопросы организации рабочей силы (основных и вспомогательных рабочих) и управления ее движением, поскольку основная дилемма оптимизации затрат на производство заключается в определении компромисса между обеспечением непрерывности загрузки работников и рабочих мест и обеспечением непрерывности движения предметов труда в производстве.

Производственная логистика занимается оперативным планированием и управлением МП в производстве интегрировано и в сочетании с процессами снабжения и сбыта. Современное понимание логистики не только как методологии управления материальными и сопутствующими потоками, но и как концепции системной рационализации управления потоковыми процессами в промышленной организации предполагает постепенное

## Производственная логистика

развитие и формирование интегрированных систем управления, построенных на принципах синхронизации, оптимизации и интеграции всех процессов, происходящих в организации.

Современные интегрированные системы управления позволяют полностью автоматизировать управление на промышленных предприятиях, в том числе интегрировать в этот процесс проектирование новой продукции и управление ее жизненным циклом, управление гибкими производственными системами и роботизированными комплексами, материальным потоком в снабжении, производстве и сбыте, связями с поставщиками и потребителями в логистических системах более высокого порядка и т.д. Работа подобных интегрированных систем (концепций MRP II, ERP и т.д.) возможна только в рамках информационной среды, поддерживаемой мощными и производительными ЭВМ.

Сущность применения производственной логистики в интегрированном управлении предприятием заключается в создании условий для оптимального, эффективного и результативного протекания производственного процесса производственной системы и во времени.

Современная тенденция рынка к индивидуализации выпускаемой продукции выдвигает на первый план вопросы организации и управления мелкосерийным и единичным типами производств. Соответственно при описании основных методов производственного планирования акцент сделан на удовлетворении современных потребностей науки и практики организации производства, т.е. рассмотрении базовых методов планирования в основном непоточного мелкосерийного и единичного производств.

Процесс адаптации к рыночным отношениям требует выполнения следующих условий:

- достижения высокой степени интеграции внутри предприятия и между ее поставщиками и потребителями;
- повышения гибкости и адаптивности производства к конъюнктуре рынка;
- сокращения длительности производственного цикла;
- резервирования производственных мощностей и отхода от максимизации ее загрузки;
- сокращения всех видов запасов;
- универсализации оборудования;
- устранения брака;
- изготовления продукции на заказ и т.д.

### 1.3 Особенности формирования и виды гибких производственно – логистических систем.

В процессе развития научно-технического прогресса, формирования рынка покупателя, изменения приоритетов в мотивациях потребителей возрастает динамичность рыночной среды. В то же время, стремясь сохранить преимущества массового производства, но подчиняясь тенденции индивидуализации, предприниматели все более убеждаются в прогрессивности организации производства по типу гибких производственно – логистических систем.

Тенденция создания **гибких производственных систем** прогрессирует очень быстро, поэтому широкое распространение концепции логистики в сфере основного производства является перспективным и однозначным.

В течение долгого времени повышение производительности достигалось путем жесткой автоматизации оборудования. В связи с этим противоречие между гибкостью и производительностью было неразрешимым. Появление логистики как средства управления материальными и информационными потоками сняло многие барьеры.

Основные организационно – производственные критерии, предъявляемые к производственно – логистическим системам, заключаются в поддержании стабильного уровня выходных характеристик (объема и ритма выпуска, качества и стоимости продукции), т.е. в обеспечении устойчивости производственного процесса при наличии множества различных внешних и внутренних отклоняющих воздействий.

Факторами внешних отклоняющих воздействий по отношению к производственно – логистической системе могут быть, например:

- обновление ассортимента продукции в соответствии с рыночным спросом;
- изменение объемов выпуска продукции, а следовательно, размеров материальных потоков;
- нарушение ритмичности материально-технического обеспечения.

Факторы внутренних отклонений продуцируются нарушениями производственного процесса в самой локальной под- или суб-системе:

- сбой и выход из строя основного и вспомогательного оборудования;
- брак;



## Производственная логистика

- несоблюдение технологической и производственной дисциплины;
- несоблюдение дисциплины производственным персоналом.

Для каждого конкретного производства интенсивность не прогнозируемых отклонений индивидуальна. Таким образом, **гибкость** представляет собой способность производственно – логистической системы оперативно адаптироваться к изменению условий функционирования с минимальными затратами и без потерь, а в исключительных случаях с минимальным снижением производительности. Гибкость является одним из эффективных средств обеспечения устойчивости производственного процесса.

В процессе организации производства и формирования производственно – логистических подсистем для обеспечения соответствующих процессов очень важно разбираться в особенностях гибкости.

Под гибкостью следует понимать способность производственно-логистической системы оперативно адаптироваться к изменению условий функционирования с минимальными затратами и без потерь, а в исключительных случаях с минимальным снижением производительности.

Выделяют следующие основные виды гибкости производственно-логистических систем:

- **гибкость оборудования** – количество наименований деталей, изготавливаемых в промежутках между наладками;
- **ассортиментная гибкость** – отражает способность производственно-логистической системы к обновлению продукции. Показателем ассортиментной гибкости является максимальный коэффициент обновления продукции или комплекса логистических операций, при котором функционирование производственно – логистической системы остается экономически эффективным.
- **технологическая гибкость** – это структурная и организационная гибкость, которая отражает способность производственно – логистической системы использовать различные варианты технологического процесса для сглаживания возможных отклонений от предварительно разработанного графика производства. Данный тип гибкости подразделяется на:

- 1) маршрутную гибкость;
- 2) операционную гибкость (гибкость оборудования).

Многовариантные транспортно – технологические маршруты необходимы для выравнивания локальных перегрузок, которые

## Производственная логистика

возникают на отдельных видах оборудования из – за несогласованности материальных потоков. Применение многовариантных транспортно-технологических маршрутов в производственно – логистической системе обуславливает наличие гибкой внутривыпускной транспортной подсистемы.

Перераспределение ресурсов оборудования может осуществляться путем:

- выполнения отдельных операций на другом оборудовании того же типа;
- передачи работ на оборудование другого типа, в результате чего полностью или частично меняются маршруты продвижения материальных и информационных потоков;
- изменения алгоритма выполнения операций с сохранением комплекса используемого оборудования.

Выбор варианта транспортно – технологического маршрута и переход с одного варианта на другой в процессе изготовления продукции может осуществляться центром управления гибкой производственно-логистической системы автоматически тремя способами:

- на основе анализа поступающей информации о текущем состоянии производства. Данный способ является активным.
- по указанию диспетчера гибкой производственно-логистической системы;
- в результате действий принимаемых наладчиком (ЛПР).

Второй и третий способ соответствуют пассивной технологической гибкости.

Показателем маршрутной гибкости может служить снижение работоспособности производственно-логистической системы при выходе из строя хотя бы одной единицы оборудования. В лучшем случае он равен или меньше (если в системе предусмотрены избыточные ресурсы) производительности вышедшего из строя оборудования. Однако при этом система должна обеспечить ритмичность выпуска и последовательность выполнения заказов в соответствии с заданными приоритетами.

Гибкость объемов производства проявляется в способности производственно-логистической системы рационально изготавливать **детали** в условиях динамичности размеров партий **запуска**.

Основными показателями гибкости объемов производства является минимальный размер партии (материальных потоков), при котором функционирование данной системы остается экономически эффективным.

## Производственная логистика

Гибкость расширения системы, или конструктивная гибкость отражает возможности модулирования данной системы, ее последующего развития (расширения). С помощью конструктивной гибкости реализуются возможности объединения нескольких подсистем в единый комплекс.

Показателем конструктивной гибкости является максимальное число единиц оборудования, которое может быть задействовано в гибкой производственно-логистической системе при сохранении основных проектных решений по логистической (транспортно-складской) системе и системе управления.

На сегодняшний день наиболее перспективными с позиции конструктивной гибкости являются сетевые полнодоступные транспортные внутрипроизводственные системы, которые обеспечивают перемещение материального потока между любыми рабочими местами без промежуточно-разгрузочных операций. Менее гибкими в конструктивном отношении являются линейные и кольцевые транспортно-перемещающие системы.

Универсальность системы, это вид гибкости, характеризующийся множеством деталей (полуфабрикатов), которые потенциально могут быть обработаны в гибкой производственно-логистической системе.

Универсальность всей производственно-логистической системы зависит не только от возможностей основного оборудования гибкой производственно-логистической системы, но и вспомогательного оборудования, а также достигнутого уровня технологии производства и управления. Часто параметры ассортиментной гибкости и универсальности совпадают.

Оценкой универсальности системы является прогнозируемое количество модификаций деталей (полуфабрикатов), которые будут обработаны в гибкой производственно-логистической системе за весь период ее функционирования.

В крупносерийном производстве целью создания гибких производственно-логистических систем, как правило, является стремление обеспечить потенциальные возможности перехода на заранее не известные модификации выпускаемой продукции и сохранение работоспособности системы при выходе из строя части оборудования.

В среднесерийном производстве – уменьшение размеров партий запуска и комплектное изготовление продукции с целью сокращения объемов незавершенного производства.

В мелкосерийном производстве основной целью является снижение себестоимости и комплектное изготовление продукции.

## 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НА ПРИНЦИПАХ ЛОГИСТИКИ.

### 2.1 Структура производственного процесса

Производственный процесс по своей структуре неоднороден, в ходе него создаются отдельные детали, узлы, а их соединение путем сборки позволяет получить необходимое изделие.

Все производственные процессы подразделяются по **функциональному признаку** на основные, вспомогательные и обслуживающие.

К **основным** относят процессы обработки, штамповки, резки, сборки, окраски, сушки, монтажа, т.е. все операции, в результате которых изменяются форма и размеры предметов труда, их внутренние свойства, состояние поверхности и. п.

**Вспомогательные процессы** предназначены обеспечить нормальное протекание основных. Эти процессы непосредственно не связаны с предметом труда, к ним относят: изготовление инструмента и технологической оснастки, ремонт, производство электроэнергии для нужд предприятия и т.п.

**Обслуживающие процессы** включают контроль качества продукции, хода производственного процесса, транспортные и складские операции.

Развитие и совершенствование всех видов процессов должно происходить согласованно.

Производственный процесс состоит также из **простых и сложных подпроцессов**, в зависимости от характера операций над предметом труда.

**Простой производственный процесс** представляет собой последовательную взаимосвязь производственных операций, в результате которых получается готовое или частичное изделие. **Под сложным** понимается процесс изготовления готового продукта посредством соединения нескольких частичных изделий.

В зависимости от объема работ, необходимых для достижения конечного результата процесса, выделяют **полные** или **частичные производственные процессы**.

**Полный процесс** включает весь комплекс работ, необходимых для получения конечного результата процесса. **Частичный процесс** представляет собой незаконченную часть полного процесса.

В целях специализации отдельные частичные процессы образуют рабочие комплексы, строение которых характеризуется с

точки зрения их элементного, функционального и организационного состава.

Элементный состав рабочих комплексов включает интегрированное и целенаправленное взаимодействие предметов труда, средств труда и рабочей силы, т.е. целенаправленное движение предметов труда по стадиям производственного процесса, на каждом из которых предметы труда подвергаются воздействию со стороны средств труда и рабочей силы.

Функциональный состав характеризуется функциональной специализацией рабочих комплексов на основные и вспомогательные, и обслуживающие.

Организационный состав предусматривает деление рабочих комплексов по иерархическому уровню организационных элементов: компания, завод, цех, участок, рабочее место.

Процесс движения предметов труда образует материальный поток, в состав которого входят:

- комплектующие (сырье), приобретаемые предприятием для переработки и изготовления деталей;
- детали, проходящие последовательную обработку на разных стадиях производственного процесса;
- сборочные единицы (узлы), состоящие из нескольких деталей;
- комплекты, состоящие из узлов и деталей;
- изделия – законченный сборочный комплект или готовая продукция.

## 2.2 Структура производственного цикла.

Производственным циклом  $T_{ц}$  называют период пребывания предметов труда в производственном процессе с начала изготовления до выпуска готового продукта в пределах одной организации, поэтому он включает циклы выполнения технологических  $T_{т}$  контрольных  $T_{к}$ , транспортных  $T_{тр}$ , и складских  $T_{ск}$  операций (время выполнения операций), естественные процессы  $T_{е}$  и время перерывов.  $T_{пер}$ .

$$T_{ц} = f(T_{т}, T_{к}, T_{тр}, T_{ск}, T_{е}, T_{пер}).$$

Технологический цикл  $T_{т}$  образует время выполнения совокупности технологических операций в производственном цикле.

Производственная логистика

Операционный цикл  $T_{оп}$  включает время выполнения одной операции, в течении которого изготавливается одна партия одинаковых или нескольких различных деталей, это время выполнения технологической операции и подготовительно-заключительных работ.

Длительность производственного цикла  $T_c$  зависит от метода планирования, организации и управления производственным процессом во времени и пространстве.

Производственный цикл характеризуется не только временем, но и структурой (рис.2.1).

Под **временем выполнения операций** понимается время, в течение которого осуществляется прямое или косвенное воздействие работника на предмет труда. В него включается время на переналадку оборудования, технические операции, транспортные складские и контрольно-обслуживающие операции.

К естественным процессам относятся процессы сушки после окраски, затвердевания и т.п.

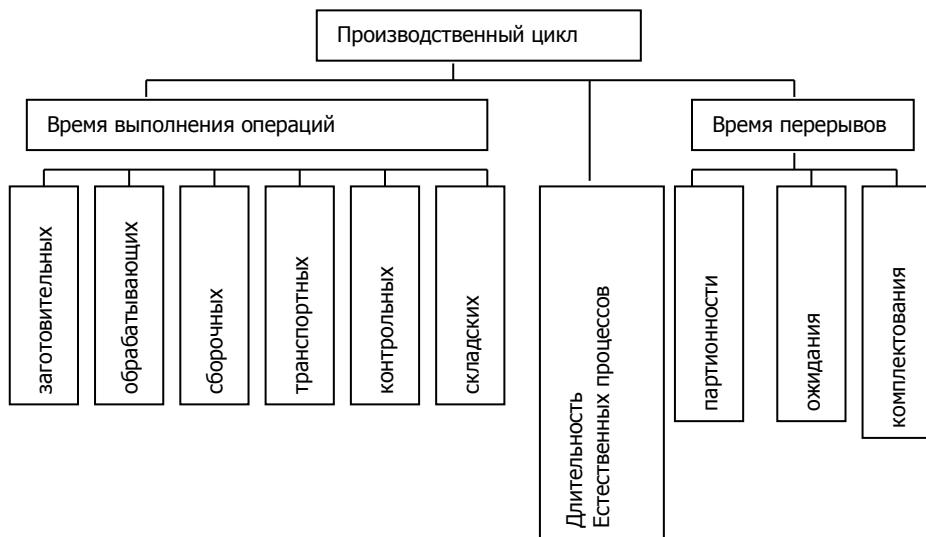


Рис. 2.1 Структура производственного цикла

**Время перерывов** включает в себя:

- перерывы партионности, возникающие при обработке деталей партиями из-за их пролеживания в ожидании обработки всей партии перед ее транспортировкой на следующую операцию;
- перерывы ожидания – следствие неравенства продолжительности операций на смежных рабочих местах; появляются в результате несогласованности времени окончания одной и начала другой операций, выполняемых на одном рабочем месте, по причине чего детали или партии деталей пролеживают в ожидании освобождения рабочего места; непрерывности;
- перерывы комплектования – появляются вследствие того, что детали, образующие одно изделие или комплект, имеют различную продолжительность обработки и поступают на сборку в разное время.

Безотносительно к отраслевой принадлежности любая организация стремится повысить эффективность производственного процесса за счет сокращения длительности производственного цикла путем сокращения:

1. длительности основных и вспомогательных технологических операций;
2. длительности естественных процессов;
3. перерывов.

### 2.3 Принципы организации производственного процесса.

Основой эффективного управления МП в производстве и решения задач производственной логистики является соблюдение принципов организации производственного процесса.

Основными обязательными принципами организации производственного процесса являются следующие.

**Специализация** предусматривает ограничение разнообразия производственных процессов путем их стандартизации, унификации технологических маршрутов и конструкций изделий и т.д. и бывает двух видов: ограничение разнообразия технологических функций, выполняемых рабочими комплексами, – при технологической специализации, и ограничение разнообразия обрабатываемых рабочими комплексами предметов труда – при предметной или поддетальной специализации.

**Уровень специализации** измеряется **коэффициентом закрепления операций**  $K_{30}$ , который определяет количество деталей операций, обрабатываемых на рабочем месте за определенный промежуток времени.

## Производственная логистика

**Параллельность** заключается в совмещении выполнения различных производственных процессов во времени, что может способствовать сокращению продолжительности производственного цикла.

**Непрерывность** направлена на сокращение до возможного минимума различных перерывов в производственном процессе и пространственных разрывов между рабочими комплексами. Требуется балансировка двух видов: либо обеспечения непрерывного движения предметов труда, либо постоянной загрузки рабочих мест. Достижение абсолютной непрерывности сразу по двум направлениям – крайне сложное мероприятие, поэтому компромисс определяется в пользу менее затратного способа достижения непрерывности. То есть если простой одного рабочего места в непоточном производстве обходится дороже пролеживания единицы предмета труда, то необходимо обеспечить непрерывную загрузку рабочих мест и предусмотреть для этого необходимый уровень заделов обрабатываемых деталей между стадиями производства.

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

**Прямоточностью** достигается организация кратчайшего и однонаправленного движения предметов труда в пространстве и во времени за счет расположения рабочих мест и участков по ходу следования операций технологического процесса.

**Ритмичность** означает равномерный выпуск определенного количества продукции через заданные интервалы времени. Позволяет наиболее полно использовать производственную мощность рабочего места, участка, цеха и всего предприятия. Наивысшая ритмичность достигается в массовом поточном производстве, что упрощает процесс его планирования и управления, позволяет рационально организовать выполнение каждой операции.

**Интегративность** предполагает системную интеграцию всех процессов в организации за счет сквозного управления функциональными циклами снабжения, производства и сбыта. Интегративность достигается на основе использования горизонтальных оргструктур и внедрения современных информационных систем управления.



## Производственная логистика

***Гибкость и адаптивность*** обеспечивают возможность мобильной перестройки всей производственной системы или ее части на выпуск другой продукции, позволяют оперативно реагировать на изменения условий внешней и внутренней среды, оптимально и эффективно подстраиваться под современные потребности рынка.

Следование данным принципам позволяет организациям добиваться высоких экономических результатов в производственной деятельности

### 3. ВИДЫ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ.

#### 3.1 Последовательное движение материальных ресурсов

Изготовление деталей в процессе производства, как правило, осуществляется не штучно, а различными партиями, что позволяет сократить вспомогательное и подготовительное время.

Если детали запускаются в производство поштучно, одна за другой, то все технологические операции по каждой детали могут быть выполнены исключительно последовательно.

При запуске в производство деталей партиями появляется возможность варьирования.

Поэтому обработку деталей можно осуществлять тремя способами или видами движения МР: последовательным, параллельным и параллельно-последовательным.

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

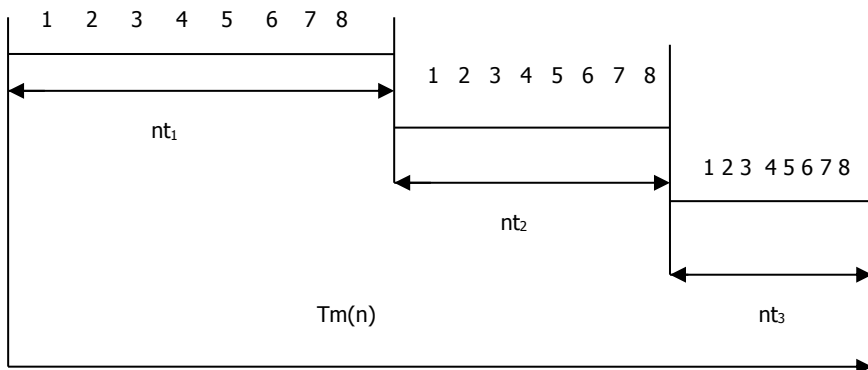


Рис.3.1 Последовательный способ обработки партии деталей

В таком случае технологический цикл  $T_{m(n)}$  изготовления партии деталей  $n$  на  $m$  операциях составит:

$$T_{m(n)} = n \sum t_i ,$$

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

## Производственная логистика

$m$  – количество операций;

$n$  – количество деталей в партии.

С учетом всех перерывов, транспортных, складских и контрольных операций, а также естественных процессов рассчитывают производственный цикл  $T_{ц(n)}$  последовательного вида движения в днях:

$$T_{ц(n)} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{CSq} + \sum_{i=1}^m \frac{t_{пзi}}{CSq} + \frac{(m+1)t_{mo}}{Sq} + \frac{t_e}{2n},$$

где  $C$  – количество мест рабочих;

$S$  – количество смен;

$q$  – продолжительность одной смены;

$t_{mo}$  – время межоперационного пролеживания;

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

$t_{пзt}$  – подготовительно-заключительное время.

При таком виде движения получается наибольшая длительность производственного цикла и соответственно снижаются все производственные технико-экономические показатели: использование производственной мощности, объем незавершенного производства, величина связывания оборотных средств, себестоимость продукции и др.

Чтобы сократить длительность цикла и достичь непрерывности производственного процесса, используют параллельно-последовательный способ. Его сущность заключается в разделении всей обрабатываемой партии на транспортные (передаточные) партии  $p$ . Подбор транспортных партий позволяет добиться непрерывности выполнения операций над партиями деталей, что обеспечивает возможность максимальной загрузки оборудования и рабочих. При организации параллельно-последовательного движения возможны два варианта сочетания операций:

А) последующая операция продолжительнее предыдущей;

Б) последующая операция менее продолжительна, чем предыдущая.

В первом варианте (рис 3.3) максимальное сочетание операций можно получить, передавая первую транспортную (передаточную) партию ( $p$ ) на последующую операцию сразу же после окончания работы над ней на предыдущей. Все последующие транспортные партии будут пролеживать между этими операциями, ожидая освобождения следующего рабочего места ( $i+1$ ), при этом обеспечивается непрерывная работа на всех рабочих местах.

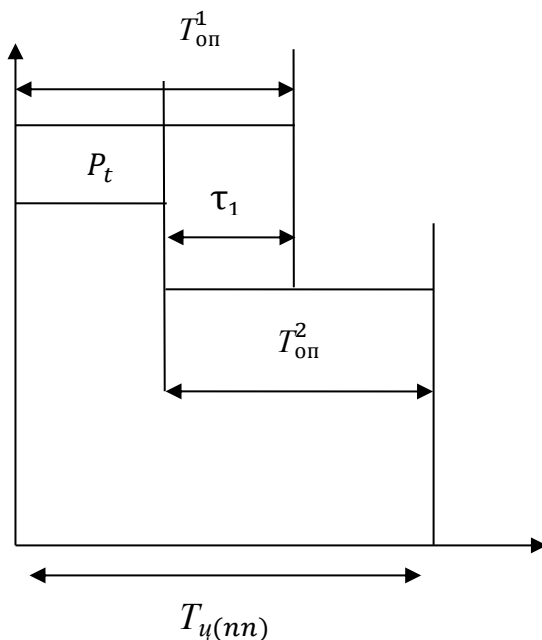


Рис. 3.2 Параллельно – последовательный способ (вариант А)

Во втором варианте (рис. 3.4) для обеспечения непрерывной работы на последующей операции ( $i+1$ ) необходимо ориентироваться на последнюю транспортную партию, определяя возможное время работы над ней на этой ( $i+1$ ) операции. Чтобы обеспечить непрерывную загрузку рабочих мест операции ( $i+1$ ), к этому времени необходимо закончить работу над всеми предшествующими транспортными партиями, осуществляя ее без перерывов.

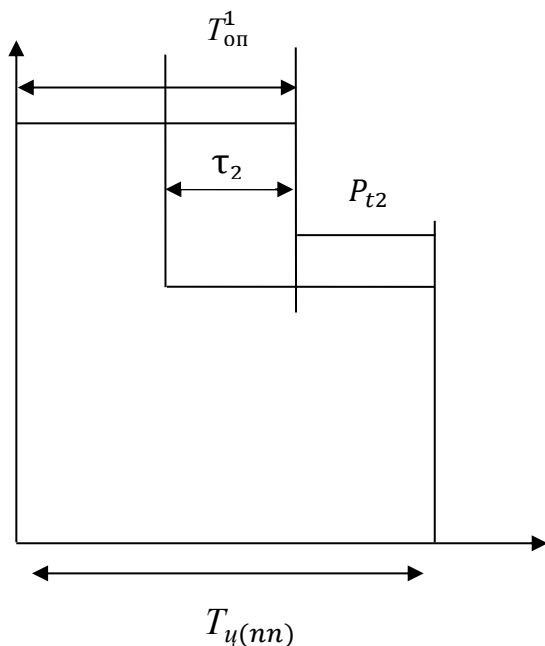


Рис. 3.3 Параллельно – последовательный способ (вариант Б)

Т.е. необходимо следовать правилу, при котором если  $t_i > t_{i+1}$  то согласование проводят по конечной детали комплекта, а если  $t_i < t_{i+1}$  то по начальной.

При этом сокращение технологического цикла на величину  $t$  достигается за счет частичного запараллеливания работ на смежных операциях. Эта экономия может быть рассчитана по наиболее короткой из двух смежных операций:  $t = (n-p)t_{I \text{ кор.}}$

Может быть и равенство операций.

### 3.2 Параллельно-последовательное движение материальных ресурсов.

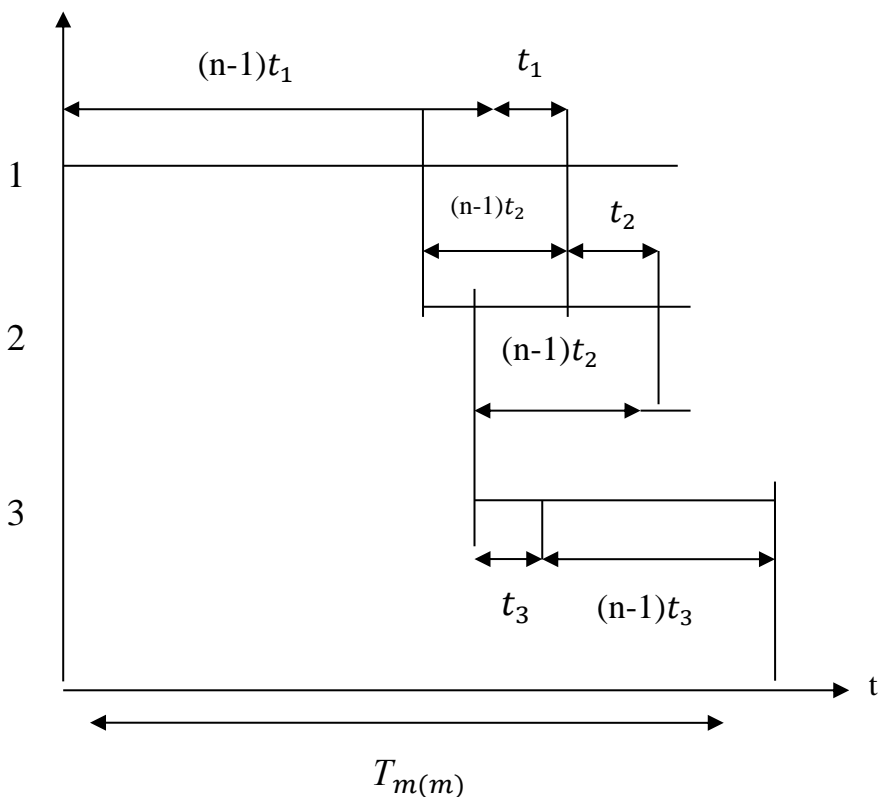


Рис. 3.4 Параллельно – последовательное движение материальных ресурсов

В таком случае технологический цикл составит:

$$T_{m(m)} = n \sum_{i=1}^m t_i - (n-1) \sum_{i=1}^{m-1} t_{i\text{коп}}$$

А производственный цикл параллельно-последовательного вида движения будет равен:

$$T_{ц(nm)} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{CSq} - (n-p) \sum_{i=1}^{m-1} \frac{t_{i\text{коп}}}{CSq} + \sum_{i=1}^m \frac{n z_i}{CSq} + \frac{(m+1)t_{mo}}{Sq} + \frac{t_e}{24}$$

где  $t_{\text{икор}}$  – время короткой операции в парном сочетании;  
 $\rho$  – передаточная партия.

### **Параллельное движение материальных ресурсов**

Еще больше сократить технологический цикл можно, используя параллельный вид движения предметов труда по операциям, суть которого заключается в том, что транспортные партии или отдельные детали передаются на следующие операции сразу после их обработки на данной операции, что исключает пролеживание деталей (рис. 3.5).

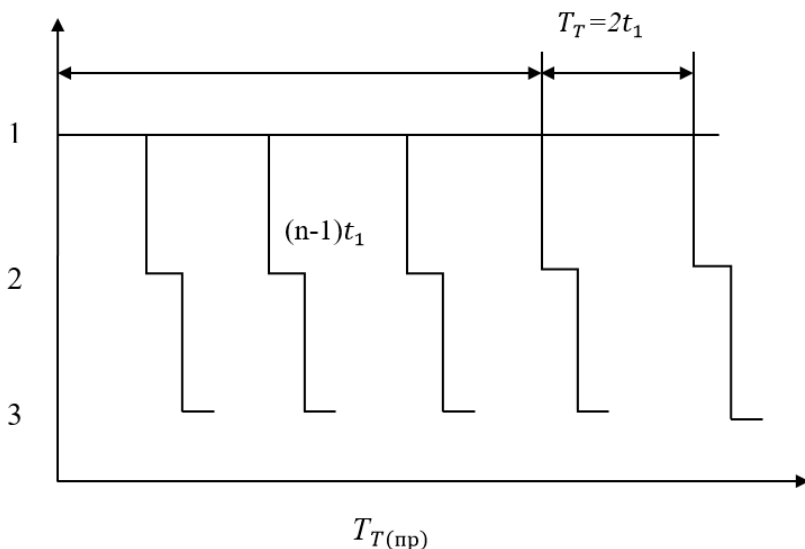


Рис. 3.5 Параллельное движение материальных ресурсов.

Однако по причине разной продолжительности отдельных операций на соответствующих рабочих местах образуются простои оборудования и рабочих. Возникает проблема заполнения перерывов другими работами, что не всегда возможно, поскольку другая работа как правило, требует переналадки оборудования.

В таком случае технологический цикл при параллельном способе движения составит:

$$T_{Tц(пр)} = (n - 1) t_{г.л.п} + \sum_{i=1}^m t_i$$

## Производственная логистика

А производственный цикл будет равен:

$$T_{ц(нр)} = \frac{(n-p)t_{гд}}{CSq} + p \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{CSq} + \sum_{i=1}^m \frac{t_{nzi}}{CSq} + \frac{(m+1)t_{mo}}{Sq} + \frac{t_e}{24},$$

где  $t_{гд}$  – наибольшая длительность технологической операции детали,

$$t_{гд} = \max t_i$$

Единственным вариантом, когда процесс идет непрерывно на всех рабочих местах, является тот, при котором продолжительности всех технологических операций либо равны, либо кратны друг другу. Кратность продолжительности операций позволяет уравнивать их путем увеличения на соответствующих операциях числа рабочих мест.

Поэтому параллельный способ обычно применяется в крупносерийном и массовом производствах поточного типа. Последовательный вид движения используют в единичном и мелкосерийном производстве при технологическом принципе создания цехов и участков, а параллельно-последовательный – в серийном и массовом производстве, а также в единичном и мелкосерийном в условиях гибких автоматизированных производств.

### 3.3 Характеристика типов производств.

**Тип производства** представляет собой комплексную характеристику технических, организационных и экономических особенностей производства, обусловленных степенью специализации, сложностью и устойчивостью изготавливаемой номенклатуры изделий, размером и повторяемостью выпуска продукции.

Основным показателем, характеризующим тип производства, является коэффициент закрепления операций:

$$K_{зо} = \frac{\sum_{i=1}^m K_{oni}}{K_{рм}}$$

Определяется как отношение числа всех различных технологических операций, выполняемых или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест.

В отечественной теории и практике различают, **единичное, серийное и массовое производство.**

Для зарубежной теории и практики производственного менеджмента характерно выделение следующих производственных стратегий, соответствующих перечисленным типам производства: стратегии, сфокусированные на процессе; стратегии управления



## Производственная логистика

повторяющимися процессами, модульное производство; стратегии, сфокусированные на продукте.

### ***Единичное производство характеризуется:***

1. малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление которых, как правило, не предусматривается;
2. большой номенклатурой выпускаемых изделий;
3. неустойчивостью технологических специализацией участков;
4. универсальным оборудованием;
5. разнообразными и неупорядоченными связями между рабочими местами;
6. универсальным высококвалифицированным персоналом.

Коэффициент закрепления операций принимается выше 40.

### ***Серийное производство характеризуется:***

1. производством нескольких однородных типов изделий периодически повторяющимися партиями;
2. специализацией участков – предметной, предметно-групповой;
3. специализированным оборудованием, простыми, постоянными и однонаправленными связями между рабочими местами;
4. рабочими конкретных профессий, средней квалификации.

В зависимости от  $K_{30}$  различают мелкосерийное ( $K_{30}=21-40$ ), среднесерийное ( $K_{30}= 11-20$ ) и крупносерийное ( $K_{30}= 1-10$ ) производство.

### ***Массовое производство*** характеризуется:

1. большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция ( $K_{30}=1$ );
2. подетальной специализацией участков;
3. специализированным оборудованием;
4. прямоточными связями между рабочими местами – поточное производство;
5. рабочие – операторы, низкой квалификации.

В современных рыночных условиях применение массового типа производства крайне ограничено, несмотря на его высокую эффективность, поскольку предполагает выпуск однородной продукции в течение длительного времени с преобладанием рынка продавца и неограниченного спроса, поэтому сегодня на его долю приходится примерно 20% выпуска продукции машиностроения.

## Производственная логистика

Текущие рыночные условия ставят задачу удовлетворения разнообразного и изменчивого спроса во всех отраслях производства, что требует повышения эффективности, в том числе за счет применения современных методов организации, планирования и управления, мелкосерийного и единичного производств.

Выявление резервов эффективности также направлено на:

1. организацию тесных взаимосвязей с поставщиками и потребителями промышленного предприятия (формирование разветвленных логистических цепей);
2. унификацию сборочных узлов и деталей и применение модульного типа в разнообразии гаммы выпускаемой продукции;
3. использование высокопроизводительных роботизированных и автоматизированных многофункциональных производственных комплексов и т.д.

Доля всех производственных предприятий, использующих единичное и мелкосерийное производство (стратегию, ориентированную на процесс), стратегию производства «на заказ», составляет около 75 – 85%.

## 4. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ПОТОКАМИ.

### 4.1 Классификация систем управления материальными потоками

Существует два вида систем управления материальным потоком в рамках внутрипроизводственной логистической системы: «тянущая» и «толкающая».

**«Тянущая» система** – это такая организация производства, при которой детали и полуфабрикаты подаются на следующую технологическую операцию с предыдущей по мере необходимости, а поэтому жесткий график отсутствует. Размещение заказов на пополнение запасов материальных ресурсов или продукции происходит, когда их количество достигает критического уровня (рис. 3.7).

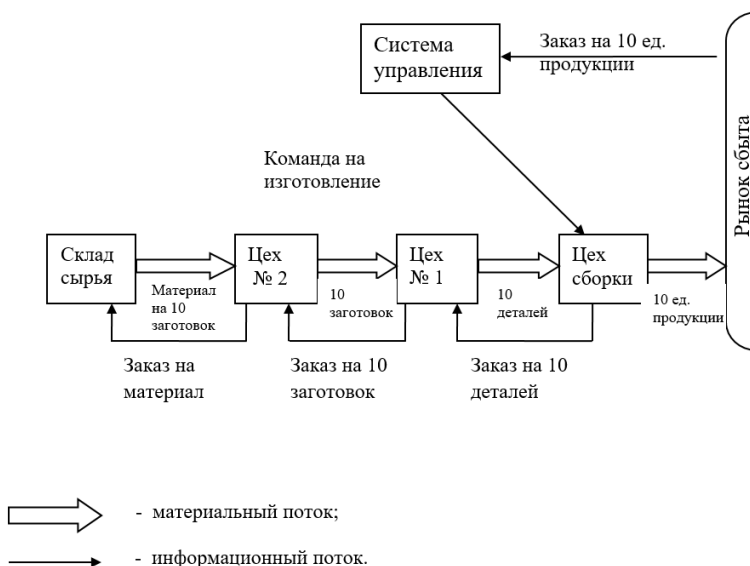


Рис. 3.7 «Тянущая» система управления материальным потоком

Такая система управления предполагает сокращение разницы между временем поступления материалов на очередную стадию производства, минуя стадии промежуточного складирования, и времени их потребления.

**Цели** «тянущей системы»:

1. предотвращение распространения возрастающего колебания спроса или объема продукции от последующего процесса к предшествующему;
2. сведение к минимуму колебания размера запаса деталей между операциями для упрощения управления материальными запасами;
3. повышение уровня цехового управления путем децентрализации управления.

«Тянущая» система предусматривает сохранение определенного уровня материального запаса на каждом этапе производства. Для практической реализации системы необходимо установить момент возобновления заказа и стандартный размер партии заказываемых деталей.

«Тянущая» система организации производства предполагает:

- ориентацию производства на изменение спроса, т.е. осуществление концепции «гибкого производства»;
- использование универсального оборудования, которое размещено по линейному или кольцевому принципу;
- использование высококвалифицированных рабочих;
- децентрализованное оперативное управление производством;
- начало планирования со стадии сборки;
- минимум операционного задела, практическое отсутствие запасов готовой продукции.

**Пример.**

Предприятие получило заказ на изготовление 10 ед. изделий. Этот заказ система управления передает в цех сборки. Цех сборки для выполнения заказа запрашивает 10 деталей из цеха № 1. Передав из своего запаса 10 деталей, цех № 1 с целью восполнения запаса заказывает у цеха № 2 10 заготовок. В свою очередь цех № 2, передав 10 заготовок, заказывает на складе сырья материалы для изготовления такого же количества заготовок также с целью восстановления запаса. Таким образом, материальный поток «вытягивается» с каждым последующим звеном.

Для **«толкающей» системы** характерно изготовление деталей в соответствии с производственным графиком, детали поступают по мере готовности с предшествующей стадии производственного процесса на последующую. Материальные ресурсы «выталкиваются» с одного звена производственной логистической системы на другое (рис. 3.8). Чем больше разрастается «толкающая»

система, тем характернее для нее становятся проблемы – в случае изменения спроса или сбоев в производственном процессе практически невозможно перепланировать производство для каждой его стадии. Эти затруднения ведут к созданию избыточных внутрипроизводственных запасов между различными технологическими стадиями, которые называются буферными запасами. Они служат для повышения управленческой гибкости на тех участках производства, где возможно возникновение срывов поставок или работа малыми партиями неэкономична.

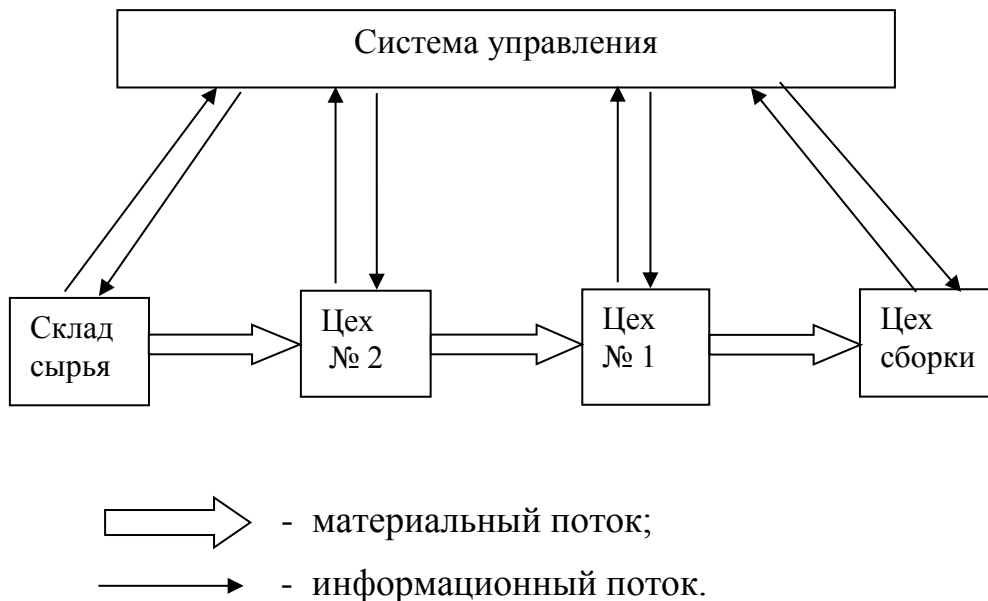


Рис. 3.8 «Толкающая» система управления материальным потоком

«Толкающая» система характеризуется:

- ориентацией на значительное число поставщиков, нерегулярными поставками, в основном большими партиями;
- ориентацией производства на максимальную загрузку производственных мощностей и реализацией концепции «непрерывного» производства;
- планированием, которое начинается с заготовительного производства;

## Производственная логистика

- централизованным оперативным управлением производством, составлением производственных графиков для всех этапов производства;
- запасами в виде излишних материальных ресурсов, отсутствием буферных запасов, что может привести к сбою производства, существованием готовой продукции;
- применением специализированного оборудования, размещенного по участкам, и универсального – по линейному принципу;
- использованием узкоспециализированных рабочих;
- сплошным (выборочным) контролем на всех стадиях производства, что удлиняет его продолжительность.

**Недостатками «толкающей» системы** являются:

- недостаточное отслеживание спроса;
- обязательное создание страховых запасов, которые предотвращают сбои в производстве в результате изменения спроса;
- замедление оборачиваемости оборотных средств в результате хранения запасов;
- увеличение себестоимости готовой продукции.

**Преимущества «толкающей» системы** – устойчивость при резких колебаниях спроса и при низкой надежности поставщиков.

На сегодняшний день существует несколько **логистических концепций управления материальными потоками** на производстве:

1. для «тянущих» систем такими системами являются:
  - система JIT (just – in – time) – управление материальными и информационными потоками по принципу «точно в срок»;
  - система KANBAN – информационное обеспечение управления материальными потоками по принципу «точно в срок»;
  - система OPT – компьютеризированный вариант системы KANBAN, оптимизирующий технологию производства.
  - система Lean production.
2. для «толкающих» систем:
  - система MRP (materials requirements planning) – планирование потребности в материалах;

## 4.2 Сущность системы «точно во время»

**Система «точно во время» (JIT)** впервые была внедрена в японском автомобильном концерне Toyota. Целью концепции является осуществление закупок и поставок в соответствии с актуальными потребностями. Концепция JIT получила широкое распространение в 60-е гг. XX века главным образом в автомобильной промышленности.

JIT основана на синхронизации объемов и качества поставок в соответствии с оперативными потребностями производства. Ключевыми элементами JIT являются интегрированная обработка информации, сегментация производства и поставок, синхронизированных с производством.

Исходная задача при JIT выглядит так: если задан производственный график, то надо организовать движение материальных потоков так, чтобы все материалы, компоненты и полуфабрикаты поступали в нужном количестве, в нужное место (на сборочной линии) и точно к назначенному сроку для производства или сборки готовой продукции. При такой постановке задачи большие страховые запасы и замораживающие денежные средства фирмы оказываются ненужными.

Основными **преимуществами** технологий «точно в срок», объясняющими их широкое распространение в логистической практике, являются:

- низкий уровень запасов материальных ресурсов, незавершенного производства, готовой продукции;
- сокращение производственных площадей;
- повышение качества изделий, снижение брака и переделок;
- сокращение сроков производства;
- повышение гибкости при изменении ассортимента изделий;
- плавный поток производства с редкими сбоями, более короткие сроки подготовки производственного процесса; рабочие с многопрофильной квалификацией;
- высокая производительность и эффективность использования оборудования;
- участие рабочих в решении производственных проблем;
- хорошие отношения с поставщиками;
- меньше непроизводственных работ, например, складирования и перемещения материалов.

«JIT — современная концепция/технология построения логистической системы в целом или организации логистического

процесса в отдельной функциональной сфере бизнеса: производстве, снабжении и дистрибуции, основанная на синхронизации процессов доставки материальных ресурсов, незавершенного производства, готовой продукции в необходимых количествах к тому времени, когда элементы/звенья логистической системы в них нуждаются, с целью минимизации затрат, связанных с гарантийными запасами».

Эффективность концепции JIT заключается в возможности снижения времени производственного цикла до 60%, повышения производительности до 30%, снижения уровня запасов до 40%, снижения затрат на контроль качества до 25%, сокращения складских площадей до 15%.

Концепция JIT тесно связана с функциональными логистическими циклами и их составляющими. В идеальном случае материальные ресурсы, незавершенное производство или готовая продукция должны быть доставлены в определенную точку логистической цепи (канала) именно в тот момент, когда в них возникает потребность (не раньше и не позже), что исключает излишние запасы в функциональных областях бизнеса компании. Многие современные логистические системы, основанные на подходе JIT, ориентированы на короткие составляющие логистических циклов, что требует быстрой реакции звена логистической системы на изменение спроса и соответственно — гибкой производственной программы.

Логистическая концепция JIT характеризуется следующими **основными чертами**:

- минимальными (нулевыми) гарантийными/страховыми запасами материальных ресурсов, незавершенного производства, готовой продукции;
- короткими производственными (логистическими) циклами;
- небольшими объемами производства готовой продукции и пополнения запасов (поставок);
- взаимоотношения по закупкам материальных ресурсов с небольшим числом надежных поставщиков и перевозчиков;
- эффективная информационная поддержка, которая позволяет синхронизировать все процессы поставки материальных ресурсов, производства и сборки, поставки готовой продукции;
- высокое качество готовой продукции и логистического сервиса.

**Предпосылками** успешного применения концепции «Точно в срок» в логистической системе являются:

- четкое планирование входящих потоков;



## Производственная логистика

- высокая степень взаимодействия и планирования между логистическими контрагентами;
- частое использование услуг логистических посредников для управления консолидированными поставками;
- разнообразие транспортных средств, позволяющих быстро и легко загружать и разгружать небольшие партии;
- величина и разнообразие требуемых материальных ресурсов постоянно выше среднего уровня.

Логистические системы, в которых используют идеологию JIT, являются «тянущими» системами, в которых заказ на пополнение запасов материальных ресурсов или готовой продукции производится только тогда, когда их количество в определенных звеньях логистической системы достигает критического уровня. Запасы «вытягиваются» по каналам физического распределения от поставщиков или логистических посредников в системе дистрибуции. В концепции JIT существенную роль играет спрос, определяющий дальнейшее движение сырья, материалов, компонентов, полуфабрикатов и готовой продукции. Таким образом, никакая продукция не должна быть произведена, и никакие компоненты не будут заказаны до предъявления требования.

Применение принципов JIT позволило таким гигантам рынка, как Toyota, Ford, Volkswagen значительно повысить эффективность управления логистикой и производством. Например, компания Johnson Controls, являясь субконтратором компании Ford, может принять заказ на изготовление автомобильного сиденья и исполнить этот заказ в течение четырех часов. Компания Volkswagen Sachsen в Саксонии (Германия) реализовало логистическую концепцию, в рамках которой в радиусе 10 км от сборочного завода создан кластер субпоставщиков, что позволило, во-первых, в полной мере реализовать концепцию JIT (чередование партий Golf и Passat), во-вторых, снизить глубину производства до 30%, в-третьих – существенно улучшить основные логистические показатели эффективности. Именно на сочетании принципов JIT основана главная логистическая концепция компании Фольксваген Саксония – «Производство в партнерстве».

Построение этой концепции началось на заводе Volkswagen Sachsen GmbH в середине 1992 года и в настоящее время является одним из лучших в Германии образцов логистических стратегий в области поставок материалов в фокусную компанию – сборочный завод Фольксваген. Поставка материалов на сборочный завод состоит из двух основных частей:

## Производственная логистика

- поставка 32 готовых модулей: по 16 для каждой из моделей «Golf» и «Passat» – в оперативно задаваемой сборочным заводом последовательности с расположенных вблизи сборочного завода поставщиками модулей и в соответствии с тактировкой сборочной линии;
- поставка остальных покупных деталей с расположенных вблизи сборочного завода логистических провайдеров, которые складировать эти детали, формируют необходимые партии поставок в соответствии с оперативными заявками сборочного завода и частично выполняют функции предварительного монтажа в соответствии с тактировкой сборочной линии.

Изготовление в соответствии с заданными последовательностями и формирование соответствующих партий поставок внешними логистическими провайдерами приводят к тому, что две трети всех покупных деталей поставляются на сборочный завод в Мозель в соответствии с оперативными изменениями последовательности производства разных моделей автомобилей. Поставщики модулей и логистические провайдеры несут ответственность за поставку до этапа, когда его модуль или деталь поступает в сборочный цикл. Сотрудники сборочного цеха – четыре сотрудника в смену – выполняют лишь контролирующие функции.

На заводе Фольксваген Саксония также были определены 16 модулей продукта для аутсорсинга. За счет этого было снижено время сборки на треть, а глубина производств составила менее 20%.

Поставщики модулей – системные поставщики – являются больше чем поставщиками продукции. Они несут полную ответственность за поставки и качество продукции. Модули поступают на сборочную линию **без контроля качества**. Системные поставщики выполняют весь комплекс логистических процессов, а также ответственны и за инновации в свои модули, их развитие и соответствие современным требованиям.

Для поддержки модульной стратегии реализуется и географическая стратегия. Системные поставщики располагаются в одной промышленной зоне вблизи сборочного завода (удаленность не более 10 км).

Фактор **«время»** в концепции JIT играет ключевую роль. Логистическое управление временем основано на так называемом «запасе времени», т.е. периодом между поступлением лакированного кузова автомобиля на сборочную линию и достижением этим кузовом того участка сборочной линии, где к нему должен быть

монтирован соответствующий модуль. За этот период времени поставщик должен организовать и выполнить все процессы поставки модуля. Запас времени на ликвидацию возможных нарушений минимален.

«Производство в партнерство» – логистическая концепция завода Фольксваген Саксония, основанная на принципах JIT, – является в определенной степени и конкурентной стратегией, ориентированной на лучшие мировые практики. В рамках этой концепции достигнуты выдающиеся логистические результаты, в частности, снижены на 40% логистические затраты в расчете на один автомобиль, несмотря на повышение технологической сложности автомобилей.

### 4.3. Сущность технологии KANBAN.

Одной из первых попыток практически внедрить концепцию JIT явилась **микрологистическая система KANBAN** (в пер. с яп. «карта»), разработанная корпорацией Toyota Motor (1972 г.).

В основе KANBAN – теоретические построения Ф. Тейлора (1856-1915); Г. Форда (1863-1947), а также некоторые положения философии дзэн-буддизма и конфуцианства.

Постоянное использование философии JIT позволяет раскрыть не обнаруженные до сих пор дефекты: запасы очень хорошо приспособлены для сокрытия дефектов, и только при уменьшении этих запасов можно и разглядеть проблемы.

**Предпосылками** для успешного использования KANBAN являются:

- серийное и массовое производство;
- возможность прогнозирования потребления материалов;
- стандартизация деталей и материалов;
- возможность быстрой переналадки оборудования;
- мотивация и квалификация сотрудников.

Существует два вида системы KANBAN: **тарный** и **карточный**.

**Тарный KANBAN** представляет из себя единицу тары, на которой находится бирка KANBAN, которая на контейнере закреплена жестко и имеет следующее содержание:

- наименование детали;
- номер детали;
- количество деталей;
- адрес получателя детали;
- адрес отправителя детали.

## Производственная логистика

Система заказа деталей и узлов по тарному KANBAN осуществляется следующим образом: по мере окончания деталей в первом тарном KANBAN оператор убирает его с рабочего места на нижний ярус стеллажа (нижний ярус стеллажа является местом для складирования заказов оператора и получением заказов транспортировщиком) и работает из второго. Транспортировщик забирает порожнюю тару и поскольку к таре прикреплен KANBAN осуществляется обратная связь между оператором и кладовщиком через транспортировщика для заказа материалов.

Недостатком тарного KANBAN является необходимость дополнительного количества тары на каждую единицу детали.

**Карточный KANBAN** представляет из себя карточку, разделённую на четыре раздела:

- цвет карточки;
- адрес отправителя детали;
- наименование детали, номер детали, количество деталей или узлов, необходимое для поставки по адресу получателя;
- адрес получателя детали.

Один из вариантов цветовой гаммы:

Синий — производственный KANBAN (между производственной линией и зоной выдачи);

Красный — складской KANBAN (между складом и зоной выдачи);

Зелёный — межцеховой KANBAN (между цехами, производствами заводами и т.д.).

Доставка деталей должна осуществляться на транспортировочных тележках. Внутри цеховой электротранспорт должен быть исключён, так как это требует дополнительных затрат на обслуживание, ремонт, дополнительную численность работающих и влияет на безопасность окружающих. Транспортная тележка содержит четыре отделения: для крупных деталей; для средних деталей; для мелких деталей; для порожней тары.

Крупные детали, как на складе, так и на рабочем месте оператора должны перекладываться вручную с транспортировочной телеги на рабочее место, либо наоборот. Транспортировка деталей на рабочие места должна производиться таким образом, чтобы транспортировщик не заходил в рабочую зону оператора. Для этого необходимо на рабочих местах операторов указать все адреса деталей согласно планировке, с обратной стороны рабочего стола оператора.

**Основные принципы системы KANBAN:**

1. бирка KANBAN должна находиться в таре с деталями или прикреплена к ним;

2. два KANBAN на рабочем месте, т.е. на одном рабочем месте допускается иметь две нормы деталей. Этот принцип распространяется только на мелкие и средние детали, транспортировка которых осуществляется в специальной таре – данный принцип устанавливает время на транспортировку деталей;

3. отсутствие бракованных деталей на производственной линии (конвейере), так как если бракованные детали будут попадать на конвейер, будет отсутствовать стабильная работа транспортировщика и работа конвейера;

4. формирование новой схемы складского хозяйства:

- склад должен быть один, максимально приближенный к конвейеру;

- склад формируется по принципу магазина самообслуживания – транспортировщик движется по складу и сам собирает в тележку необходимые детали и сборочные единицы;

- детали в нужном количестве должны быть подготовленные для транспортировщика работниками склада, причем одним из самых важных факторов является отсутствие пересчета, либо скорый пересчет (мерная, ячеистая тара).

Исследования для автомобильной отрасли показали, что KANBAN эффективен при небольшом числе поставщиков, небольшой удаленности поставщиков и регулярных циклах поставок.

Практическое применение системы KANBAN позволяет сократить логистический цикл, повысить оборачиваемость оборотного капитала, снизить производственные запасы до 50%, товарные – до 8%, а также исключить страховые запасы, уменьшить объем незавершенного производства и снизить себестоимость.

Рассмотрим действие системы KANAN на примере автомобильной корпорации Toyota.

**Принцип производства необходимых деталей в необходимых количествах в нужное время** – основное условие реализации системы KANBAN, что означает, например, что в процессе сборки автомобиля необходимые для этого детали, производящиеся в ходе других процессов, должны поступать к конвейерной линии в необходимое время и в необходимом количестве. Если система «точно в срок» действует на всей фирме, она позволяет устранить с предприятия склады, становящиеся ненужными:

1. в системе Тойоты рабочие получают необходимые им детали с предшествующего процесса производства в нужное время и в нужном количестве. На предшествующем же процессе должно

## Производственная логистика

быть произведено только такое количество продукции, которое необходимо для замещения изъятого количества;

2. тип и количество требуемых изделий заносятся на карточку KANBAN, которая бывает двух видов:

- отбора – в ней указывается количество деталей, которое должно быть взято на предшествующем участке производства;
- производственного заказа – в ней указывается количество деталей, которое должно быть изготовлено на предшествующем участке.

Эти карточки циркулируют как внутри предприятий Тойоты, так и между корпорацией и сотрудничающими с ней компаниями, а также на предприятиях филиалов.

Поскольку KANBAN адресуется рабочим предшествующего производственного участка, то многие участки на предприятии оказываются связанными друг с другом напрямую, что позволяет лучше контролировать необходимое количество выпускаемой продукции. Следовательно, система KANBAN является информационной системой, позволяющей оперативно регулировать количество продукции на различных стадиях производства.

**Выравнивание производства по объему** является наиболее важным условием применения системы KANBAN и минимальной потери времени рабочих, сокращения простоев оборудования. На Тойоте разработан метод выравнивания производства по объему, известный как «точная настройка» производства с помощью системы KANBAN.

Во избежание больших отклонений в количестве нужных на всех этапах производства, а также получаемых от внешних поставщиков деталей необходимо свести к минимуму колебания выпуска продукции на конечной линии сборки. Поэтому со сборочного конвейера, который является конечным процессом на Тойоте, будут сходиться **минимальные партии** каждой модели автомобиля, реализуя идеал штучного производства и доставки. Иными словами, различные типы автомобилей будут собираться один за другим в соответствии с дневным объемом производства каждого типа. Линия сборки будет также получать с предшествующих участков необходимые детали **малыми партиями**.

Самой трудной проблемой в обеспечении выровненного производства являются **наладка и переналадка оборудования**. Например, в процессе штамповки снижение издержек производства может быть достигнуто за счет продолжительного использования одного вида штампа. В результате в штамповке количество

продукции в партии оказывается максимальным, а издержки на переналадку штампа снижаются. Однако в условиях, когда конечный процесс характеризуется большим разнообразием продукции и сокращены до минимума запасы между листоштамповочным прессом и последующей линией сборки кузова, на прессовом участке должны проводиться частые и быстрые замены для изготовления широкой номенклатуры деталей.

На Тойоте время смены штампа с 1945 по 1954 гг. составляло около 2 – 3 часов, в 1955 и 1964 гг. оно было сокращено до 0,25 часа, а затем, после 1970г., упало до 3 минут.

#### 4.4 Сущность технологии MRP.

Одной из наиболее популярных в мире логистических концепций, на основе которой разработано множество микрологистических систем, является концепция **«планирование потребностей/ресурсов» ( requirement/resource planning, RP)** Эта концепция противопоставляется концепции JIT, так как на ней базируются системы «толкающего» типа.

Идея концепции «планирования потребностей/ресурсов»: сначала определяется, сколько и в какие сроки необходимо произвести готовой продукции; затем определяется время и необходимые количества материальных ресурсов для выполнения производственного расписания.

**Основная цель концепции** – обеспечение потока плановых количеств материальных ресурсов и запасов продукции на горизонте планирования.

В середине 50-х гг. в США в рамках данной концепции была разработана система **«планирования потребности в материалах» MRP – I (materials resource planning)**. Широкое распространение она получила в США и Европе только в 70-е гг., что было обусловлено развитием вычислительной техники. Подобные системы также были разработаны в СССР и первоначально широко применялись в военно-промышленном комплексе. Системы MRP были усовершенствованы в начале 80-х гг. в виде второго поколения – **MRP – II**, в которых более эффективно решались задачи прогнозирования потребностей в материальных ресурсах, контроля и управления запасами; управления технологическими процессами. Системы MRP – II получили распространение в Западной Европе и США.

На практике микрологистическая система MRP представляет собой компьютерную программу, которая логически может быть представлена при помощи следующей схемы (рис.4.1).

Производственная логистика

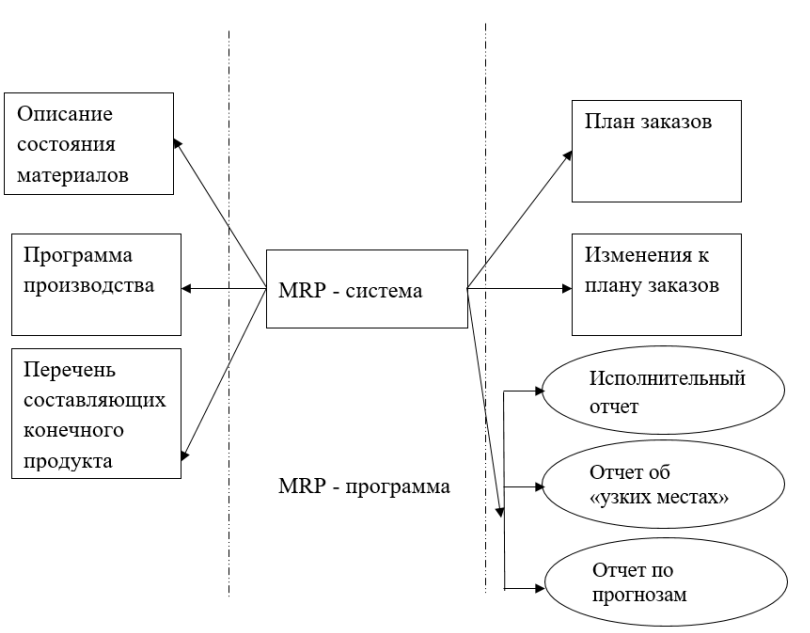


Рис.4.1 Входные элементы и результаты работы MRP – программы

Основными **задачи** MRP- систем является:

- повышение эффективности прогнозирования спроса и планирования потребностей в ресурсах;
- планирование производственного процесса, графика доставки, закупок;
- совершенствование контроля за уровнем запасов;
- снижение уровня запасов материальных ресурсов, незавершенного производства и готовой продукции.

Необходимые **условия реализации** концепции MRP:

- использование **эффективных математических методов** прогнозирования, планирования, организации производственных процессов;
- наличие средств вычислительной техники, позволяющей **автоматизировать** решение оптимизационных задач, планирование и управление производством, оперативное управление технологическими процессами.

Программный комплекс MRP I основан на систематизированных производственных расписаниях (графиках выпуска конечной продукции) в зависимости от потребительского спроса и



комплексной информации, получаемой из баз данных о материальных ресурсах и их запасах. Алгоритмы, заложенные в программные модули системы, первоначально переводят спрос на готовую продукцию в требуемый общий объем исходных материальных ресурсов. Затем программы вычисляют цепь требований на исходные материальные ресурсы, полуфабрикаты, объем незавершенного производства, основанных на информации о соответствующем уровне запасов, и размещают заказы на объемы входных материальных ресурсов для участков производства (сборки) готовой продукции. Заказы зависят от специфицированных по номенклатуре, объемам требований в материальных ресурсах и времени их доставки на соответствующие рабочие места и склады.

После завершения всех необходимых вычислений в информационно-компьютерном центре фирмы формируется выходной комплекс машинограмм системы MRP I, который в документном виде передается производственным и логистическим менеджерам для принятия решений по организации обеспечения производственных участков и складского хозяйства фирмы необходимыми материальными ресурсами. Типичный набор выходных документов системы MRP I содержит:

- специфицированные по номенклатуре, объему и времени требования на материальные ресурсы, заказываемые у поставщиков;
- изменения, которые необходимо внести в производственное расписание;
- схемы доставки материальных ресурсов, объем поставок и т. п.;
- аннулированные требования на готовую продукцию, материальные ресурсы;
- состояние системы MRP.

К **недостаткам** MRP-систем можно отнести:

- **значительный объем вычислений**, подготовки и предварительной обработки большого количества исходной информации, что увеличивает длительность логистического цикла;
- **возрастание логистических издержек** на обработку заказов и транспортировку при стремлении фирмы уменьшить уровень запасов или перейти на выпуск готовой продукции в малых объемах с высокой периодичностью;
- **нечувствительность к кратковременным изменениям спроса**, так как они основаны на контроле и пополнении уровня запасов в фиксированных точках прохождения заказа;

- **значительное число сбоев** в системе из-за ее большой размерности и перегруженности.

Эти недостатки системы MRP I накладываются на общий недостаток, присущий всем микрологистическим системам «толкающего» типа, а именно: недостаточно строгое отслеживание спроса с обязательным наличием страховых запасов.

Системы MRP преимущественно используются, когда спрос на исходные материальные ресурсы сильно зависит от спроса потребителей на конечную продукцию. Система MRP может работать с широкой номенклатурой материальных ресурсов (многоассортиментными исходными материальными потоками). Хотя сторонники концепции «точно в срок» утверждают, и не без основания, что «тянущие» микрологистические системы, основанные на принципах этой концепции, быстрее и эффективнее реагируют на изменения потребительского спроса, бывают случаи, когда системы MRP являются более эффективными. Это, в частности, справедливо для фирм, имеющих достаточно длительные производственные циклы, и в условиях неопределенного спроса. В то же время применение систем MRP позволяет фирмам достигать тех же целей, что и при использовании JIT-технологии, в частности добиваться сокращения длительности полного логистического цикла и устранения излишних запасов, если время принятия решений по управлению производственными операциями и закупкам материальных ресурсов сопоставимо с периодичностью изменения спроса.

## 4.5 Сущность технологии ОПТ и «тощего производства»

### ***Сущность технологии ОПТ.***

С 80-х гг. широко используется **метод ОПТ**, в котором получили развитие идеи систем KANBAN и MRP.

Основным принципом системы ОПТ является выявление в производстве **«узких» мест** или **критических ресурсов** (запасы сырья и материалов, машины и оборудование, технологические процессы, персонал). От эффективности использования критических ресурсов зависят темпы развития производственной системы, в то время как повышение эффективности использования некритических ресурсов на развитии системы практически не сказывается. Потери критических ресурсов крайне негативно отражаются на производстве в целом.

Организации, использующие ОПТ, не стремятся обеспечить 100% загрузку рабочих, занятых на практических операциях, по-

## Производственная логистика

сколько интенсификация труда этих рабочих приведет к росту незавершенного производства и другим нежелательным последствиям; они поощряют использование рабочего времени (при наличии его ресурсов) для повышения квалификации и общественной деятельности.

В системе ОПТ в автоматизированном режиме решается ряд задач оперативного и краткосрочного управления производством, в том числе формирование графика производства на один день, неделю и т.д.

При формировании близкого к оптимальному графика производства применяют **критерии**:

- обеспеченности заказов сырьем и материалами;
- эффективности использования ресурсов;
- минимума оборотных средств в запасах;
- гибкости.

### **Сущность технологии Lean production**

С конца 1980-х годов во многих западных производственных фирмах получила распространение логистическая концепция/технология **Lean production**, что можно буквально перевести как «стройное/плоское» производство. Идея такой технологии по существу является развитием подхода JIT и включает такие элементы, как системы KANBAN и MRP-II. Суть логистической технологии Lean production — в творческом соединении следующих основных компонентов:

- высокого качества;
- мелких размеров производственных партий;
- низкого уровня запасов;
- высококвалифицированного персонала;
- гибкого оборудования.

Идея такой технологии получила наименование «стройное/плоское» производство, потому что требует гораздо меньше ресурсов, чем массовое производство, — меньше запасов, меньше времени на производство единицы продукции, возникает меньше потерь от брака и т.д. Таким образом, Lean Production соединяет преимущества массового (большие объемы производства — низкая себестоимость) и мелкосерийного производства (разнообразие продукции и гибкий ассортимент).

Основными **целями** Lean Production производства в аспектах логистики являются:

- высокие стандарты качества продукции;
- низкие производственные издержки;
- быстрая реакция на потребительский спрос;

## Производственная логистика

- короткое время переналадки оборудования.

Ключевыми **элементами** логистического процесса в технологии Lean production являются:

1. Сокращение подготовительно-заключительного времени.
2. Уменьшение размеров партий продукции.
3. Сокращение основного производственного времени.
4. Контроль качества всех процессов.
5. Сокращение логистических издержек производства.
6. Партнерство с надежными поставщиками.
7. Эластичные поточные процессы.
8. «Тянущая» информационная система.

Остановимся более подробно на некоторых ключевых элементах.

Сокращение размеров партий продукции, запасов и времени производства позволяет значительно повысить гибкость производственного процесса, быстрее реагировать на изменение рыночного спроса.

Применение в Lean производстве систем KANBAN и MRP позволяет существенно снизить уровни запасов материальных ресурсов и работать практически с минимальными страховыми запасами без складирования материальных ресурсов, чему способствует сотрудничество с надежными поставщиками.

Большое внимание в организации на принципах Lean production уделяется обслуживанию и ремонту технологического оборудования с целью поддержания его в состоянии непрерывной готовности, практического исключения отказов, улучшения качества технического обслуживания и ремонта. Наряду с комплексным контролем качества эффективная поддержка позволяет до минимума сократить буферные запасы между производственно-технологическими участками. Большую роль играет также подготовка персонала среднего и низшего звена производственного и логистического менеджмента.

Как и в концепции JIT, в Lean production одну из ключевых ролей играют взаимоотношения с надежными поставщиками. Партнерство с надежными поставщиками материальных ресурсов отражается в следующих основных моментах:

- поставщик — партнер, а не конкурент;
- продавец и покупатель материальных ресурсов координируют свои действия для успеха на рынке;
- продавец сертифицирует продукцию в соответствии с мировыми стандартами качества; покупатель не проверяет качество исходных материальных ресурсов;






## Производственная логистика

- при стабильных длительных взаимоотношениях с покупателями продавец стремится снизить цены на свою продукцию;
- продавец материальных ресурсов кооперируется с покупателем при внесении изменений в атрибуты материальных ресурсов или разработке новых продуктов;
- продавец интегрирует свои логистические функции в логистические процессы покупателя материальных ресурсов.

Целью такого партнерства является установление длительных связей с ограниченным числом надежных поставщиков по каждому виду материальных ресурсов. При организации Lean production поставщики рассматриваются как часть собственной производственной, маркетинговой и логистической структуры, обеспечивающей выполнение миссии компании. Если поставщики обеспечивают такой уровень качества, то входного контроля материальных ресурсов практически не требуется, и тогда их можно считать настоящими партнерами по бизнесу. Это позволяет надежно интегрировать снабжение в логистическую стратегию фирмы.

Большое значение для организации Lean production во внутрипроизводственной логистической системе имеет комплексный контроль качества на всех уровнях производственного цикла. Как правило, большинство зарубежных фирм для контроля качества своей продукции использует концепцию TQM и серию стандартов ISO для сертификации системы управления качеством

В Lean production обычно выделяют пять составляющих:

-  - трансформация (материальные ресурсы превращаются в готовую продукцию)
-  - контроль качества (на каждом этапе производственного цикла)
-  - транспортировка (материальных ресурсов, готовой продукции)
-  - складирование (материальных ресурсов, готовой продукции)
-  - ожидания/задержки (в производственном цикле)

Логистическое управление этими компонентами должно быть направлено на реализацию целей Lean production. Трансформация и транспортировка, инспекции качества являются необходимыми элементами, но и их следует производить как можно реже (в соответствии с концепцией TQM), а элементы «складирование» и «ожидание» — вообще исключить. Иными словами необходимо

## Производственная логистика

убрать бесполезные операции — в этом и состоит идея Lean production — способ организации производства, требующий наименьших затрат, на котором производятся минимально необходимые партии продукции и в целом используется минимальное количество ресурсов.

## 5. ЛОГИСТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ

### 5.1 Сущность и формы производственных запасов.

Запасы как экономическая категория играют важную роль в сферах производства и обращения продукции.

Запас можно определить как материальный поток, рассматриваемый в определенном временном сечении.

Управление запасами является ключевой активностью, составляющей наиболее важную сферу менеджмента предприятия как с точки зрения трудоемкости, так и с точки зрения связанных с нею затрат.

В том или ином виде запасы присутствуют на всем протяжении деятельности предприятия, привлекая значительную часть оборотного капитала. Затраты на управление запасами достигают 40 % и более от общих издержек и поэтому представляют собой один из факторов, определяющих политику предприятия и воздействующих на уровень логистического обслуживания в целом.

Возникновение запасов обусловлено естественно-природными и экономико-технологическими условиями. Необходимость образования запасов вызывается также общественным разделением труда, условиями производства и потребления продуктов.

В логистике к формированию запасов предъявляются следующие **требования**:

- размер запаса должен быть достаточным для обеспечения непрерывности процесса производства и обращения, т.е. непрерывности потока товарно-материальных ценностей;
- максимально возможное сокращение запаса и повышение его мобильности, что равнозначно сокращению логистических издержек, как в сфере производства, так и сфере обращения;
- минимизация суммарных издержек, связанных с образованием и хранением запаса, т.е. снижение потерь из-за иммобилизации материальных ресурсов из производства и потребления.

К основным **причинам создания запасов** относятся:

- дискретность поставок и непрерывность потребления предметов труда или несоответствие объема поставки объему суточного потребления и разрыв во времени между моментом поступления материала и, его потреблением;
- возможность нарушения установленного графика или объема поставок, т.е. вероятные изменения интенсивности входного материального потока;
- непредсказуемые колебания спроса, т. е. вероятные изменения интенсивности выходного материального потока;

## Производственная логистика

- предполагаемые изменения конъюнктуры рынка, связанные с сезонностью спроса, сезонностью производства, инфляционными ожиданиями, ожидаемым повышением цен;
- скидки в закупочных ценах за покупку крупной партии товаров;
- значительные издержки, связанные с оформлением заказов, которые можно снизить, если сократить число заказов, что равносильно увеличению объема заказа и ведет к повышению размера запаса;
- возможность равномерного осуществления операций по производству и распределению;
- возможность немедленного обслуживания покупателя;
- сведение к минимуму простоев рабочих из-за сбоев в организации производства;
- упрощение процесса управления производством, если все необходимые материалы иметь на всякий случай.

Следует отметить, что одним из сильнейших стимулов к созданию запасов является стоимость их отрицательного уровня (дефицита). При наличии **дефицита запасов** существует три вида возможных **издержек** в связи с:

1) невыполнением заказа (задержкой с отправкой заказанного товара) – дополнительные затраты на продвижение и отправку товаров того заказа, который нельзя выполнить за счет имеющихся товарно-материальных запасов;

2) потерей сбыта – в случаях, когда постоянный заказчик обращается за данной покупкой в какую-то другую фирму (такие издержки измеряются в показателях выручки, потерянной из-за несуществования торговой сделки);

3) потерей заказчика – в случаях, когда отсутствие запасов оборачивается не только потерей той или иной торговой сделки, но и тем, что заказчик начинает постоянно искать другие источники снабжения (такие издержки измеряются в показателях общей выручки, которую можно было бы получить от реализации всех потенциальных сделок заказчика с фирмой).

Следует также иметь в виду, что стоимость дефицита запасов больше, чем просто цена упущенных торговых сделок или нереализованных заказов, так как в нее входят и потери времени на изготовление продукции, и потери рабочего времени, и, возможно, потери времени из-за дорогостоящих перерывов в производстве при переходах между сложными технологическими процессами.



## Производственная логистика

К **минимизации различных видов запасов** в пользу работы по принципу «все поставки только тогда, когда это нужно» вынуждают ряд причин:

- плата за физическое хранение запасов, затраты на содержание склада;
- упущенный доход, который мог бы быть получен при вложении денежных средств фирмы, омертвленных в запасах, на депозит, в ценные бумаги, инновационные проекты;
- потери части запасов из-за испарения, усушки, утруски, радиоактивного распада, хищения, пожара и т. д.;
- качественные изменения материальных ценностей во время хранения (ухудшение потребительских свойств из-за необратимых процессов в хранимом продукте — разложение, гниение, старение, ухудшение внешнего вида и т. п.);
- моральный износ материальных ценностей, особенно характерный для модных товаров, бытовой электротехники, персональных компьютеров и т. д.;
- расходы на упаковку, страховку, налоги, непредвиденные расходы и др.

Ниже в таблице 5.1 приведена сравнительная оценка роли материальных запасов в производстве.

Таблица 5.1

Роль запасов в производстве

Положительная роль запасов	Отрицательная роль запасов
Запасы ослабляют непосредственную зависимость между поставщиками, производителями и потребителями	Запасы замораживают значительные финансовые ресурсы и товарно-материальные ценности, которые могли бы быть использованы на другие цели
Запасы обеспечивают производство МР оптимальными партиями	Запасы тормозят улучшение качества в связи с тем, что организация прежде всего заинтересована в реализации запасов, а не в инновациях в качестве
Запасы обеспечивают непрерывность процесса производства и продаж	
Запасы сглаживают непредвиденные колебания спроса, сбои поставок и сбои в производственном процессе	Запасы изолируют звенья логистической системы и стадии бизнес-процессов друг от друга
Запасы повышают надежность управления	

К **основным функциям запасов**, обеспечивающим гибкость системы обслуживания потребителей, традиционно принято относить:

- накопление продукции с последующим распределением;
- защита от изменения цен и инфляции;
- управление затратами путем использования ценовой скидки, зависящей от величины заказа.

Стоимость содержания запасов является очень высокой. Последние оценки ежегодных расходов на содержание производственных запасов колебались от 25 до 50% общих расходов фирм. Основными элементами расходов на содержание запасов являются капитальные вложения в запасы; расходы, связанные с обслуживанием запасов; расходы, связанные с владением и содержанием склада; расходы, связанные с рисками.

Хранение материальных запасов и управление ими в любой экономике представляют собой производство специфических

## Производственная логистика

услуг, необходимость в которых объективно обусловлена процессом общественного разделения труда.

Независимо от того, какие именно запасы подлежат хранению и управлению, приходится осуществлять следующие **логистические операции**:

- аккумулировать запасы продукции, вышедшей из производства, но по разным причинам еще не дошедшей до потребления, что чаще всего рассматривается как исходная стадия физического движения товаров в распределительной логистике;
- обеспечивать демпфирование различных динамик, ритмов, циклов производства и потребления, делать их независимыми друг от друга во времени;
- перемещать ресурсы во времени и в пространстве (хранение запасов, транспортировка, внутрискладское перемещение), что составляет комплекс операций, формирующих материальные потоки;
- осуществлять контроль над поступлением, отпуском хранимых номенклатур потребителям и остатками запасов на складе, что можно отнести к функциям торговой логистики;
- осуществлять оперативное управление запасами (учет реализации, поступления, поданных заказов, прогнозирование реализации запасов, определение момента подачи и расчет заказа на текущее пополнение), что чаще всего является операциями закупочной логистики.

### 5.2 Классификация запасов.

Признаки классификации запасов представлены на рисунке 5.1.

**Материальные ресурсы** – запасы различных вещественных элементов производства, используемых в качестве предметов труда (сырье, основные и вспомогательные материалы, покупные изделия и полуфабрикаты, запасные части и т. п.).

**Незавершенное производство** – запасы предметов труда, находящиеся в процессе производства и не законченные изготовлением (например, полуфабрикаты деталей, недоукомплектованная продукция, незаконченные работы и услуги).

**Готовая продукция** – запасы продукции, полностью изготовленной и укомплектованной, сданной на склад или отгруженной потребителю.

**Тара** – запасы изделий для размещения продукции, транспортировки и других логистических операций (например, поддоны, ящики, контейнеры).

Производственная логистика

**Возвратные отходы** – запасы вторичных материальных ресурсов, утилизируемых отходов, утильсырья, отходов производства или потребления, которые могут быть использованы в качестве сырья при изготовлении продукции.

**Складские запасы** – запасы продукции, находящиеся на складах различного типа и уровня определенных звеньев логистической системы, как внутрифирменных, так и логистических посредников.

**Транспортные** (запасы в пути, транзитные запасы) — это запасы материальных ресурсов, незавершенного производства или готовой продукции, находящиеся в процессе транспортировки.

**Грузопереработка** – это специфический складской запас, формирующийся без логистической операции хранения (например, перегрузка в одном транспортном узле с одного вида транспорта на другой, консолидация, сортировка и т. д.).



Рис 5.1. Классификация запасов

## Производственная логистика

**Снабжение** – это материальные ресурсы, находящиеся в логистических каналах (цепях) от поставщиков до складов материальных ресурсов товаропроизводителя, предназначенные для обеспечения производства готовой продукции.

**Производство** – это запасы материальных ресурсов и незавершенного производства, формирующиеся в организациях-потребителях и поступающие к потребителям; они не подвергнуты переработке, находятся на предприятиях сферы материального производства, предназначены для производственного потребления и позволяют обеспечить бесперебойность производственного процесса.

**Распределение** – запасы, которые находятся у организаций-изготовителей на складах готовой продукции, а также в каналах сферы обращения; это запасы готовой продукции, транспортные запасы, находящиеся на складах готовой продукции фирмы-производителя и в дистрибутивной сети и предназначенные для удовлетворения спроса потребителей (продажи).

**Совокупные** – запасы, которые являются объектом логистического управления с целью минимизации общих издержек и включают в себя незавершенное производство, материальные ресурсы в снабжении, складские и транспортные запасы готовой продукции, запасы грузопереработки.

**Текущие** – запасы, соответствующие уровню запаса в любой момент учета. Они могут совпасть с максимальным желательным запасом, пороговым уровнем или гарантийным запасом и предназначены для обеспечения непрерывности процесса производства или сбыта между двумя очередными поставками.

**Страховые** – запасы, предназначенные для сокращения логистических и финансовых рисков, связанных с непредвиденными колебаниями спроса на готовую продукцию, невыполнением договорных обязательств по поставкам материальных ресурсов (нарушением сроков, объемов поставок, качества поставляемых МР и т. п.), сбоями в производственно-технологических циклах и другими непредвиденными обстоятельствами. Страховые запасы являются величиной постоянной и в нормальных условиях — неприкосновенной.

**Подготовительные** – часть производственного запаса, предназначенная для подготовки материальных ресурсов и готовой продукции к производственному или личному потреблению. Наличие данного вида запасов вызвано необходимостью выполне-

## Производственная логистика

ния определенных логистических операций по приемке, оформлению, погрузке-разгрузке, дополнительной подготовке (растариванию, чистке, сушке, рихтовке и т. п.) к потреблению.

**Сезонные** – это запасы материальных ресурсов и готовой продукции, создаваемые и поддерживаемые при явно выраженных сезонных колебаниях спроса или характера производства, транспортировки. Сезонные запасы должны обеспечить нормальную работу организаций и бесперебойность производственного потребления на время сезонного перерыва в производстве, потреблении и транспортировке.

**Продвижения** – запасы, которые формируются и поддерживаются в дистрибутивных каналах для быстрой реакции на проводимую фирмой маркетинговую политику продвижения товара на рынок, обычно сопровождаемую широкомасштабной рекламой в средствах массовой информации. Эти запасы чаще всего для товаров широкого потребления: аудио- и видеотехники, табачных изделий и т. п.

**Устаревшие (неликвидные)** – запасы, которые образуются вследствие ухудшения качества товаров во время хранения, а также морального износа, вследствие несовпадения логистических циклов в производстве и дистрибуции с жизненным циклом товара. В этом случае морально устаревшие товары не находят сбыта.

**Спекулятивные** – запасы, обычно создаваемые фирмами для материальных ресурсов (компонентов, полуфабрикатов) в целях защиты от возможного повышения цен на них или введения протекционистских квот или тарифов.

Классификация запасов по параметру времени наглядно представлена на рисунке 5.2.

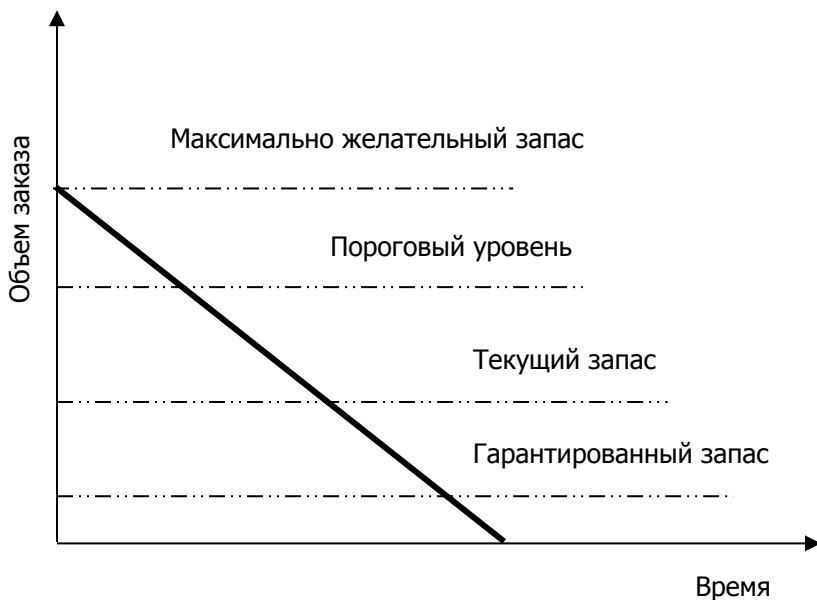


Рис. 5.2 Виды запасов по времени учета

**Максимально желательный запас** – определяет уровень запаса, экономически целесообразный в данной системе управления запасами. В различных системах управления используется как ориентир при расчете объема заказа.

**Пороговый уровень запаса** используется для определения момента выдачи очередного заказа.

**Текущий запас** – соответствует уровню запаса в любой момент учета. Он может совпасть с максимальным желательным, пороговым уровнями или гарантийным запасом.

**Гарантийный** или (страховой) – аналогичен гарантийному запасу в классификации по исполняемой запасом функции и предназначен для непрерывного снабжения потребителя в случае непредвиденных обстоятельств.

### 5.3 Нормирование запасов

Под **нормой запаса** понимается расчетное минимальное количество предметов труда, которое должно находиться у производственных или торговых предприятий для обеспечения бесперебойного снабжения производства продукции или реализации товаров.

При определении норм товарных запасов используют три группы методов: эвристические, технико-экономических расчетов и экономико-математические" методы.

**Эвристические методы** предполагают использование опыта специалистов, которые изучают отчетность за предыдущий период, анализируют состояние рынка и принимают решение о минимально необходимых запасах.

Сущность **метода технико-экономических расчетов** заключается в расчленении совокупного запаса в зависимости от целевого назначения на отдельные группы. Далее для выделенных групп отдельно рассчитываются страховой, текущий и сезонный запасы. Метод технико-экономических расчетов позволяет достаточно точно определить необходимый размер запасов, однако трудоемкость его велика.

**Экономико-математические методы.** Спрос на товары чаще всего представляет собой случайный процесс, который может быть описан методами математической статистики. Одним из наиболее простых экономико-математических методов определения размера запаса является метод экстраполяции, который позволяет перенести темпы, сложившиеся в образовании запасов в прошлом, на будущее.

### 5.4 Нормирование оборотных средств.

По охвату нормированием оборотные средства группируются различным образом. Обычно выделяют две группы, различающиеся по степени планирования: нормируемые и ненормируемые оборотные средства.

Нормируемые оборотные средства — оборотные производственные фонды и готовая продукция, т.е. оборотные средства в запасах товарно-материальных ценностей. Ненормируемые оборотные средства — фонды обращения обычно ненормируемые, к ним относятся дебиторская задолженность, средства в расчетах, денежные средства в кассе предприятия и на счетах в банке.

Определение потребности предприятия в собственных оборотных средствах осуществляется в процессе нормирования, т.е. определения норматива оборотных средств.



## Производственная логистика

Нормирование оборотных средств — процесс определения минимальной, но достаточной (для нормального протекания производственного процесса) величины оборотных средств на предприятии, т.е. это установление экономически обоснованных (плановых) норм запаса и нормативов по элементам оборотных средств.

Величина норматива не является постоянной. Размер собственных оборотных средств зависит от объема производства; условий снабжения и сбыта; ассортимента производимой продукции; применяемых форм расчетов. Следует отметить, что это один из наиболее изменчивых показателей текущей финансовой деятельности.

Нормирование оборотных средств осуществляется в денежном выражении. В основу определения потребности в них положена смета затрат на производство продукции на планируемый период. При этом для предприятий с несезонным характером производства за основу расчетов целесообразно брать данные 4 квартала, в котором объем производства, как правило, наибольший в годовой программе. Для предприятий с сезонным характером производства — данные квартала с наименьшим объемом производства, поскольку сезонную потребность в дополнительных оборотных средствах обеспечивают краткосрочные ссуды банка.

Для определения норматива принимается во внимание среднесуточный расход нормируемых элементов в денежном выражении.

Процесс нормирования состоит из нескольких последовательных этапов, где устанавливаются частные и совокупные нормативы. В начале разрабатываются нормы запаса по каждому элементу нормируемых оборотных средств.

Норма — это относительная величина, определяющая запас оборотных средств, как правило, нормы устанавливаются в днях. Этот показатель относительно стабилен и может меняться в случае: изменения ассортимента; поставщиков; технологии и организации производства. Далее, исходя из нормы запаса и расхода данного вида товарно-материальных ценностей, определяется сумма оборотных средств, необходимых для создания нормируемых запасов по каждому виду оборотных средств. Так определяются частные нормативы.

Норматив отдельного элемента оборотных средств рассчитывается по формуле:

## Производственная логистика

$$H = \frac{O}{T} * H_z$$

$H$  — норматив собственных оборотных средств по элементу;

$O$  — оборот (расход, выпуск) по данному элементу за период;

$T$  — продолжительность периода;

$H_z$  — норма запаса оборотных средств по данному элементу.

Норматив оборотных средств представляет собой денежное выражение планируемого запаса товарно-материальных ценностей, минимально необходимых для нормальной хозяйственной деятельности предприятия.

Общий норматив оборотных средств состоит из суммы частных нормативов:

$$H_{\text{общ}} = H_{\text{п.з}} + H_{\text{н.п}} + H_{\text{г.п}} + H_{\text{б.р}}$$

$H_{\text{п.з}}$  — норматив производственных запасов;

$H_{\text{н.п}}$  — норматив незавершенного производства;

$H_{\text{г.п}}$  — норматив готовой продукции;

$H_{\text{б.р}}$  — норматив будущих расходов.

Норматив производственных запасов по каждому виду или однородной группе материалов учитывает время пребывания в подготовительном, текущем и страховом запасах и может быть определен по формуле:

$$H_{\text{п.з}} = Q_{\text{сут}} (N_{\text{п.з}} + N_{\text{т.з}} + N_{\text{стр}}),$$

$Q_{\text{сут}}$  — среднесуточное потребление материалов;

$N_{\text{п.з.}}$  — норма подготовительного запаса, дн.;

$N_{\text{т.з.}}$  — норма текущего запаса, дн.;

$N_{\text{стр.}}$  — норма страхового запаса, дн.;

Подготовительный запас связан с необходимостью приемки, разгрузки, сортировки и складирования производственных запасов. Нормы времени, необходимого для выполнения этих операций, устанавливаются по каждой операции на средний размер поставки на основании технологических расчетов или посредством хронометража.

Текущий запас — основной вид запаса, необходимый для бесперебойной работы предприятия между двумя очередными поставками. На размер текущего запаса влияют периодичность по-

## Производственная логистика

ставок материалов по договорам и объем их потребления в производстве. Норма оборотных средств в текущем запасе обычно принимается в размере 50% среднего цикла снабжения, что обусловлено поставкой материалов несколькими поставщиками и в разные сроки.

Технологический запас создается в случаях, когда данный вид сырья нуждается в предварительной обработке или выдержке для придания ему определенных потребительских свойств. Этот запас учитывается в том случае, если он не является частью процесса производства. Например, при подготовке к производству некоторых видов сырья и материалов необходимо время на подсушку, разогрев, размол и т.д.

Транспортный запас создается в случае превышения сроков грузооборота по сравнению со сроками документооборота на предприятиях, удаленных от поставщиков на значительные расстояния.

Страховой запас — второй по величине вид запаса, который создается на случай непредвиденных отклонений в снабжении и обеспечивает непрерывную работу предприятия. Страховой запас принимается, как правило, в размере 50% текущего запаса, но может быть и меньше этой величины в зависимости от местоположения поставщиков и вероятности перебоев в поставках.

Величина норматива оборотных средств в незавершенном производстве зависит от четырех факторов:

- объема и состава производимой продукции;
- длительности производственного цикла;
- себестоимости продукции;
- характера нарастания затрат в процессе производства.

Объем производимой продукции непосредственно влияет на величину незавершенного производства: чем больше производится продукции, тем больше будет размер незавершенного производства. Изменение состава производимой продукции по – разному влияет на величину незавершенного производства. При повышении удельного веса продукции с более коротким циклом производства объем незавершенного производства сократится, и наоборот.

Себестоимость продукции прямо влияет на размер незавершенного производства. Чем ниже затраты на производство, тем меньше объем незавершенного производства в денежном выражении. Рост себестоимости продукции влечет увеличение объемов незавершенного производства.

## Производственная логистика

Для определения нормы оборотных средств по незавершенному производству необходимо знать степень готовности изделий, ее отражает, так называемый, коэффициент нарастания затрат.

Все затраты в процессе производства подразделяются на единовременные и нарастающие. К единовременным относятся затраты, производимые в самом начале производственного цикла, — затраты сырья, материалов, покупных полуфабрикатов. Остальные затраты считаются нарастающими. Нарастание затрат в процессе производства может происходить равномерно и неравномерно.

На предприятиях с равномерным выпуском продукции коэффициент нарастания затрат можно определить следующим образом:

$$K = \frac{\Phi_{ед} + 1/2\Phi_{н}}{\Phi_{ед} + \Phi_{н}}$$

$K$  — коэффициент нарастания затрат;

$\Phi_{ед}$  — единовременные затраты;

$\Phi_{н}$  — нарастающие затраты.

При неравномерном нарастании затрат по дням производственного цикла коэффициент нарастания затрат определяется по формуле:

$$K = \frac{C_{н.п.}}{C_{г.и.}}$$

$C_{н.п.}$  — себестоимость изделия в незавершенном производстве;

$C_{г.и.}$  — производственная себестоимость готового изделия.

Величина норматива незавершенного производства ( $H_{н.п.}$ ) рассчитывается по формуле:

$$H_{н.п.} = V_{сут} * T_{ц} * K_{н.з.},$$

$V_{сут}$  — плановый суточный объем выпуска продукции по производственной себестоимости;

$T_{ц}$  — длительность производственного цикла;

$K_{н.з.}$  — коэффициент нарастания затрат в производстве.

Таким образом, норматив оборотных средств в незавершенном производстве зависит от суточного объема производимой

## Производственная логистика

продукции, длительности производственного цикла и коэффициента нарастания затрат.

Расчет норматива оборотных средств на незавершенное производство в отдельных отраслях промышленности может производиться иными методами, в зависимости от характера производства.

Норматив оборотных средств в запасах готовой продукции (Н<sub>г.п.</sub>) можно определить по формуле:

$$Н_{г.п.} = В_{сут} (Т_{ф.п.} + Т_{о.д.}),$$

$В_{сут}$  — суточный выпуск готовой продукции по производственной себестоимости;

$Т_{ф.п.}$  — время, необходимое для формирования партии для отправки готовой продукции потребителю, дн.;

$Т_{о.д.}$  — время, необходимое для оформления документов для отправки груза потребителю, дн.

Незаполнение норматива оборотных средств может привести:

- к сокращению производства;
- невыполнению производственной программы из-за перебоев в производстве и реализации продукции, из-за отсутствия материальных ресурсов и необходимого задела незавершенного производства;
- к нарушению графика отгрузки готовой продукции потребителю.

Возникновение сверхзапасов приводит к иммобилизации средств (отвлечение средств, выбытие их из непрерывного кругооборота) и замедлению оборота средств, свидетельствует о недостатках материально-технического обеспечения, неритмичности процессов производства и реализации продукции. Все это приводит к недостаточному или неэффективному использованию ресурсов.

В современных условиях значение нормирования оборотных средств резко возрастает, так как, в конечном итоге, это связано с платежеспособностью и финансовым состоянием предприятия.

Различают следующие методы нормирования оборотных средств:

Метод прямого счета предусматривает обоснованный расчет запасов по каждому элементу оборотных средств с учетом всех изменений в уровне организационно — технического развития предприятия. Этот метод очень трудоемкий, но он позволяет наиболее точно рассчитать потребность предприятия в оборотных средствах.

Аналитический метод применяется в том случае, когда в планируемом периоде не предусмотрено существенных изменений в условиях работы предприятия по сравнению с предшествующим. В этом случае расчет норматива оборотных средств осуществляется укрупненно, с учетом соотношения между темпами роста объема производства и размером нормируемых оборотных средств в предшествующем периоде.

При коэффициентном методе новый норматив определяется на базе норматива предшествующего периода путем внесения в него изменений с учетом условий производства; снабжения; реализации продукции; расчетов.

На практике наиболее распространен метод прямого счета. Преимуществом этого метода является достоверность, позволяющая сделать наиболее точные расчеты частных и совокупного нормативов.

## 5.5 Концепции управления запасами.

К настоящему времени сформировались три концепции управления запасами:

1. Концепция максимизации запасов.
2. Концепция оптимизации запасов.
3. Концепция минимизации запасов.

**Концепция максимизации запасов** разрабатывается уже длительное время и, можно сказать, почти отошла в прошлое. Потребность накапливать запасы пищи — наиболее древняя проблема в управлении запасами. На протяжении длительной истории человечества большие запасы рассматривались как знак благополучия и процветания страны. Высокий уровень запасов оправдан, если неизвестен уровень потребления. В XIX в., однако, поставки и распределение продукции стали более организованными. Развитие экономики постепенно привело к тому, что товары стали приобретаться тогда, когда они нужны, а не когда имеется возможность их купить.

Повторение ситуации необоснованного накопления запасов имело место в эпоху застоя в Советском Союзе. Отечественная экономика 1970—1980 годов XX в. — яркий пример концепции максимизации запасов. Цели создания запасов (повышение эффективности производства, обеспечение обслуживания потребителей, страхование сбоев поставок, защита от повышения закупочных цен, экономия на оптовых скидках, экономия на транспортировке) были преобладающими, они однозначно определяли положительное отношение к запасам.

**Концепция оптимизации запасов.** Уже в конце XIX в. развитие экономики привело к росту промышленного производства, что неизбежно повлекло за собой большие объемы многономенклатурных запасов. Именно в то время начал развиваться **научный подход** к управлению запасами, который позволил находить оптимальный уровень запасов при минимальных затратах на его содержание. Сложность состояла лишь в том, что считать оптимальным. С 1915 г. развивается подход оптимизации уровня запаса исходя из оптимального размера заказа. В этот период различие между минимизацией затрат и минимизацией уровня запасов не принималось во внимание. На протяжении 1920-х годов многие компании снижали запасы — часто до такого уровня, который приводил к снижению эффективности производства. В 1931 г. выходит первая специализированная книга по управлению запасами. Это событие можно считать началом развития концепции оптимизации запасов. Она заключается в признании целесообразности содержания запаса, но в оптимальном (чаще всего по критерию минимума совокупных затрат на создание и содержание запасов) размере. До сих пор эта концепция является широко признанной и наиболее часто применяемой.

**Концепция минимизации запасов.** Относительно недавно предприятия и организации пришли к выводу, что запасы — проявление расточительства. Яркие представители этого направления — руководители компании «Тойота». В противовес представителям концепции максимизации запасов они абсолютизировали негативные последствия высокого уровня запасов, а именно:

- 1) увеличение текущих затрат, связанных с содержанием запасов, из-за роста стоимости содержания складов, налоговых выплат, страховых платежей, оплаты обслуживающего персонала;
- 2) снижение времени реакции на требования потребителя;
- 3) усложнение процесса управления запасами;
- 4) снижение прибыли на инвестированный капитал;
- 5) увеличение складских площадей;
- 6) перепроизводство, которое может вызвать устаревание продукции;
- 7) увеличение себестоимости продукции.

Японские менеджеры рассматривали запасы как ширму, за которой скрываются недостатки производственной деятельности:

- низкое качество;
- неспособность производить продукцию мелкими партиями;
- неумение правильно планировать;

## Производственная логистика

- неумение правильно приобретать нужный товар;
- сбои в производстве;
- сбои в поставках продукции.

В связи с таким подходом к оценке запасов появилась новая тенденция — сводить запасы на фирмах к минимуму. Стали развиваться логистические системы/технологии, позволяющие значительно снизить уровень запасов. Система MRP, например, связывает запасы непосредственно с плановым объемом производства. Технология JIT позволяет работать почти без запасов. Все эти системы (технологии) минимизируют запасы, обеспечивая при этом требуемый уровень качества логистического обслуживания потребителей.

Задача снижения уровня запасов может решаться различными способами. До 1960-х годов большинство задач, связанных с управлением запасами, решалось вручную. С появлением компьютеров было автоматизировано до 90% работ по управлению запасами. Благодаря компьютеризации то, что ранее считалось чистой теорией, теперь может быть применено на практике. Компьютеры вызвали к жизни новые методы и модели управления запасами. В частности, появилась возможность снижать уровень запасов без потери качества обслуживания производства. Стала значительно сокращаться длительность производственного цикла, что совместно с развитием систем управления качеством и при постоянном характере потребления позволило развить систему JIT, которая почти полностью ликвидировала страховые запасы.

### 5.6 Размер оптимального заказа по Уилсону.

Для определения рационального объема запаса традиционно используют **модели оптимального размера заказа** (Economic order quantity models – EOQ), впервые предложенные еще в 1913г. Критерием оптимизации во всех этих моделях служит минимум совокупных расходов, связанных с размером заказа.

Наиболее известны и широко применяются модели, имеющие общее название — **формулы Уилсона**. Все эти модели ориентированы на постоянный характер потребления. При интенсивном изменении потребления модели Уилсона не дают достаточной точности оценки размера заказа. Поэтому в последние годы появились новые методы расчета оптимального размера заказа, ориентированные на современную динамику рынков потребителей. Но все же именно модели Уилсона продолжают оставаться необходимым инструментом получения информации о состоянии управления запасами в организации.



Известно несколько моделей Уилсона:

1. **Основная — определения оптимального размера заказа.**

2. С постепенным пополнением.
3. С учетом потерь от дефицита.
4. Оптимального размера заказа при наличии оптовых скидок.

Основная модель (ее еще называют **классической**, или **идеальной EOQ моделью**) имеет несколько основных условий и предпосылок. Прежде всего, необходимо отметить, что она разработана для теоретического цикла управления запасом.

Характеристиками теоретического цикла управления запасами являются следующие допущения:

1. все расчеты относятся к одному виду товара;
2. постоянный темп потребления (отгрузки);
3. постоянное время исполнения заказа;
4. постоянная продолжительность цикла возобновления заказа;
5. каждый заказ поступает единой поставкой;
6. вследствие постоянного темпа потребления и отгрузки приемка осуществляется в момент времени, когда уровень запаса равен нулю;
7. параметры цикла таковы, что запасов всегда достаточно для обеспечения потребления.

Очевидно, что характеристики теоретического цикла управления запасами неприемлемы для управления запасами на практике. Тем не менее, именно теоретические, т.е. идеальные, условия применения основной модели Уилсона позволяют рассматривать ее в качестве инструмента первоначальной обработки информации, необходимого для всестороннего рассмотрения практической ситуации и принятия обоснованного управленческого решения.

Основная модель оптимального объема запаса, кроме характеристик теоретического цикла, предполагает также отсутствие оптовых скидок. Для выведения формулы расчета оптимального размера заказа необходимо построить функцию общих издержек, связанных с размером заказа (рис. 5.3).

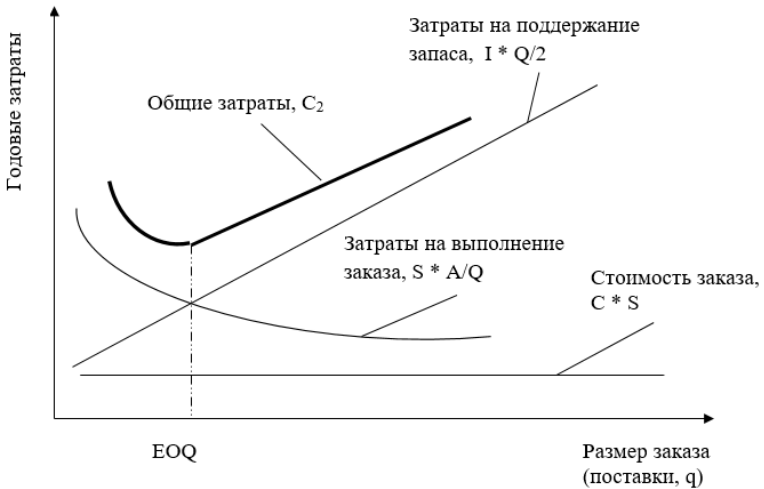


Рис. 5.3 Зависимость общих издержек от размера заказа

В общие издержки, связанные с объемом заказа, входят три слагаемых:

1. стоимость заказа;
2. издержки на содержание запаса;
3. стоимость выдачи заказа.

Стоимость заказа включает цену закупки.

Издержки на содержание запаса включают:

– альтернативные издержки или процент на вложенный капитал;

- стоимость обработки запасов;
- издержки хранения;
- издержки обслуживания запаса,
- потери от порчи, потери, морального старения и кражи;
- стоимость эксплуатации обслуживающих систем.

Стоимость выдачи заказа включает:

- издержки на поиск поставщика,
- стоимость размещения заказа,
- стоимость мониторинга поставки,
- стоимость мониторинга транспортировки.

Стоимость выдачи заказа является величиной постоянной и в пересчете на единицу продукции падает с увеличением заказываемой партии.

В результате дифференцирования функции общих издержек по переменной размера заказа получаем **формулу**, получившую название основной модели оптимизации размера заказа:

$$Q = \sqrt{\frac{2AS}{I}},$$

где  $Q$  – оптимальный размер заказа, шт.;

$A$  – стоимость выдачи одного заказа, руб.;

$S$  – потребность в товарно – материальных запасах за определенный период, шт.

$I$  – затраты на содержание единицы запасов, руб./шт.

## 5.7 Модели управления запасами.

### ***Сущность и классификация моделей управления запасами***

Традиционный подход к управлению запасами рассматривает запас как локальное явление. Если пользоваться терминологией логистики, то традиционный подход замыкался на отдельном звене логистической цепи, игнорируя взаимодействие звеньев на всем пути движения материального потока.

Традиционный подход включает следующие шаги:

1. ***Определение характеристик потребления*** – позволяет оценить характеристики потребления в будущем периоде. Это может быть сделано на основе детерминированного, стохастического или эвристического подходов. При отсутствии налаженной аналитической работы по потребителям запаса можно использовать стандартный пакет обработки статистических рядов в EXCEL.

2. ***Оценка возможных методических приемов и предварительный расчет характеристик поставок***: знание характеристик потребления позволяет определить метод расчета запаса. Запас можно рассчитывать в относительных или абсолютных единицах измерения. Модели расчета также могут быть разнообразными.

3. ***Согласование с поставщиком характеристик поставок*** – предварительные расчеты запаса приводят к необходимости согласования с поставщиком условий поставки. Фактически это самостоятельная часть работы, связанная с выбором поставщика и определением условий договора с ним.

4. **Определение характеристик поставок.** знание конкретных условий работы с поставщиками помогает перейти к окончательному расчету параметров системы управления запасами.

5. **Проектирование системы управления запасами** – должно завершиться разработкой методики и инструкций для каждого уровня исполнительных работников исходя из принципа разграничения полномочий. При логистическом подходе к управлению запасами инструментарий работы с запасами может остаться прежним, но должен принципиально измениться взгляд на сам запас. Запас как форма существования материального потока не может рассматриваться изолированно в рамках отдельного звена (подразделения). Необходима увязка всех звеньев цепи движения материального потока. Кроме того, логистический подход следует рассматривать как часть материального потока, связанного с соответствующим информационным и финансовым потоком.

Материальный поток должен иметь оправданные границы возникновения во времени и в пространстве, связанные с границами информационного и финансового потока. В результате определения этих границ можно рассчитать запас в выделенном материальном потоке, он ограничен моментами возникновения и исчезновения информационных и финансовых потоков.

К основным **параметрам управления запасами** в организациях традиционно принято относить:

1. **параметры спроса** (расхода) — интенсивность спроса, функция спроса, временные характеристики дискретного спроса (временные интервалы между смежными вариантами употребления);

2. **параметры заказов** — размер заказа, срок заказа, интервал времени между смежными заказами;

3. **параметры поставок** — величина партии поставок, срок поставки, интервал времени между двумя смежными поставками, время запаздывания поставлен (длительность цикла выполнения заказа);

4. **уровень запаса** на складе — текущий, средний, максимальный, страховой, критический (запас, соответствующий размеру заказа).

Выделяют следующие **основные показатели управления запасами:**

1. **уровень запасов продукции** — характеризует обеспеченность предприятия запасами на определенную дату и показывает, на какое число дней торговли (при сложившемся товарообороте) хватит этого запаса;

## Производственная логистика

2. **скорость оборота запасов продукции** – отношение объема запасов продукции к объему продукции, реализованной за определенный период;

3. **оборот запасов** — представляет интервал времени (в днях) между поступлением продукции на склад и отпуском материалов в производство, а также между поступлением продукции в торговое предприятие и ее продажей;

4. **норма оборачиваемости запасов** — показатель, характеризующий количество продаж продукции за определенный период (обычно, за год);

5. **коэффициент оборачиваемости запасов** — показывает, как часто оборачиваются или продаются запасы при обеспечении текущего объема продаж продукции. Этот коэффициент характеризует эффективность системы закупок, производства и сбыта предприятия.

Решение задач управления запасами достигается логистическим менеджментом фирмы в процессах стратегического и оперативного планирования, контроля и регулирования некоторого набора параметров, связанных с запасами. Совокупность правил, по которым принимаются эти решения, называется **стратегией (моделью) управления запасами**. Другими словами, **модель управления запасами** — это модель, которая используется для определения срока размещения заказов на ресурсы, объема заказа, а также уровня материального запаса на складах.

**Цель модели управления запасами** – сведение к минимуму отрицательных последствий накопления излишних запасов.

Модель управления запасами включает: выбор и обоснование критерия оптимизации, расчет издержек управления запасами, формулировку ограничений, моделирование спроса (расхода) и пополнения запасов, расчет стратегии управления. В настоящее время существует множество методов и моделей управления запасами (рис. 5.4), однако традиционными является две: модель управления запасами с фиксированным размером заказа и модель управления запасами с фиксированной периодичностью заказа. Остальные модели представляют собой разновидности этих двух систем.

### **Модель управления запасами с фиксированным размером заказа.**

В рассматриваемой системе размер заказа является величиной постоянной – он строго фиксирован и не меняется ни при каких условиях работы модели, – и повторный заказ подается при уменьшении наличных запасов до определенного критического уровня – точки заказа.

Главная задача использования данной модели состоит в правильном определении оптимального размера заказываемой партии и сроков подачи заказов на пополнение. Модель часто называют «двухбункерной», так как запас хранится как бы в двух емкостях: в первой — для удовлетворения спроса в течение периода от даты поставки до даты заказа, во второй — в течение периода от даты заказа до даты поставки.

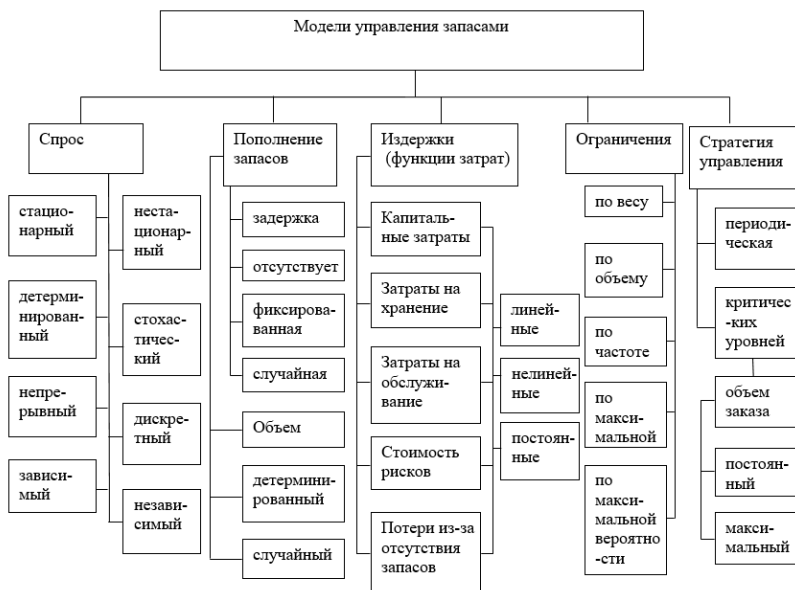


Рис 5.4. Классификация моделей управления запасами

**Исходными данными** для расчета параметров модели являются:

1. объем потребности в заказываемом продукте, шт.;
2. оптимальный размер заказа, шт.;
3. время поставки, дни;

4. возможная отсрочка поставки, дни.

**Расчетными параметрами** модели являются:

1. гарантийный запас, шт.;
2. пороговый уровень запаса, шт.;
3. максимальный желательный запас, шт.

Графическая иллюстрация работы модели с фиксированным размером заказа приведена на рисунке 5.5.

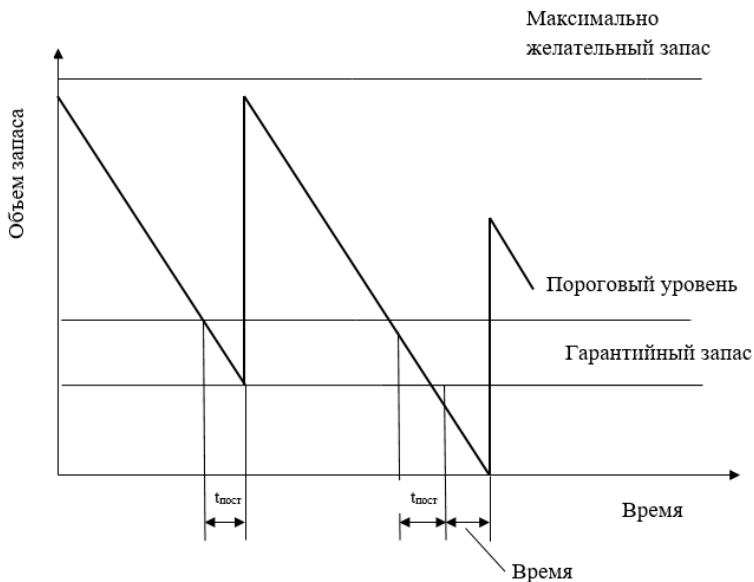


Рис.5.5 Модель с фиксированным размером заказа

Для определения размера заказа в модели управления запасами с фиксированным размером заказа можно воспользоваться расчетами по формулам Уилсона и учесть организационные и другие факторы. Расчет параметров модели приведен в таблице 5.2.

Следует отметить, что модель исходит из того, что ежедневный спрос на продукцию является приблизительно постоянным, однако интенсивность потребления может быть больше среднерасчетной. С другой стороны, предполагается, что время исполнения заказа может превышать нормативные (оговоренные) сроки. Для компенсации этих отклонений предусматривается создание **страхового запаса**, который как раз и позволяет обеспечить потребность на время предполагаемой задержки

## Производственная логистика

поставок. При этом под возможной задержкой поставки подразумевается максимально возможная просрочка. Восполнение страхового запаса производится из последующих поставок с помощью второго расчетного параметра данной системы — порогового уровня запаса.

Таблица 5.2  
Расчет параметров модели управления запасами  
с фиксированным размером заказа

Показатель	Порядок расчета
Потребность ( $S$ ), шт.	-
Оптимальный размер заказа ( $EOQ$ ), шт.	-
Время поставки ( $t_n$ ), дни	-
Возможная задержка поставки ( $З_n$ ), дни	-
Ожидаемое дневное потребление ( $P_{дн.}$ ), шт./день	$P_{дн.} = S/n$ , где $n$ – число рабочих дней
Срок расходования заказа ( $T_{р.з.}$ ), дни	$T_{р.з.} = EOQ/P_{дн.}$
Ожидаемое потребление за время поставки ( $P_{пост.}$ ), шт.	$P_{пост.} = t_n * P_{дн.}$
Максимальное потребление за время поставки ( $P_{max.}$ ), шт.	$P_{max.} = (t_n + З_n) * P_{дн.}$
Гарантийный запас ( $G_з.$ ), шт.	$G_з. = P_{max.} - P_{пост.}$
Пороговый уровень запаса ( $П_з.$ ), шт.	$П_з. = G_з. + P_{пост.}$
Максимально желательный запас ( $Ж_з.$ ), шт.	$Ж_з. = G_з. + EOQ$
Срок расходования запаса до порогового уровня ( $T_{р.з.п.}$ ), дни	$T_{р.з.п.} = (Ж_з. - П_з.) / P_{дн.}$

**Пороговый уровень** запаса (точка возобновления заказа —  $ROP$ ) определяет уровень запаса, при достижении которого производится очередной заказ. Величина порогового уровня рассчитывается таким образом, что поступление заказа на склад происходит в момент снижения текущего запаса до уровня страхового запаса. При расчете порогового уровня задержка поставки не учитывается.

Третий основной параметр системы управления запасами с фиксированным размером заказа — **максимально желательный**



**запас** — в отличие от предыдущих двух параметров не имеет непосредственного воздействия на функционирование системы в целом. Этот уровень запаса определяется для контроля и поддержания целесообразной загрузки площадей с точки зрения критерия минимизации совокупных затрат.

***Модель управления запасами с фиксированной периодичностью заказа***

В системе с фиксированным интервалом времени между заказами заказы делаются в строго определенные моменты времени, которые отстоят друг от друга на равные интервалы времени.

Определить интервал времени между заказами можно на основе учета размера заказа, принятого в качестве оптимального.

Расчет интервала времени между заказами можно производить следующим образом:

$$I = N : S / EOQ ,$$

где  $N$  — число рабочих дней в году, дни;

$S$  — потребность в заказываемом продукте, шт.;

$EOQ$  — оптимальный размер заказа, шт.

Полученный с помощью формулы интервал времени между заказами не является обязательным. Он может быть скорректирован на основе экспертных оценок. Например, при полученном расчетном результате в 4 дня можно установить интервал в 5 дней, чтобы делать заказы один раз в неделю. Порядок расчета всех параметров системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами представлен в табл. 5.3.

Графическая иллюстрация работы системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами показана на рис. 5.6.

Таблица 5.3  
Расчет параметров модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами

Показатель	Порядок расчета
Потребность ( $S$ ), шт.	-
Интервал времени между заказами ( $I$ ), дни	-
Время поставки ( $t_n$ ), дни	-
Возможная задержка поставки ( $Z_n$ ), дни	-
Ожидаемое дневное потребление ( $P_{дн.}$ ), шт./день	$P_{дн.} = S/n$ , где $n$ – число рабочих дней
Ожидаемое потребление за время поставки ( $P_{пост.}$ ), шт.	$P_{пост.} = t_n * P_{дн.}$
Максимальное потребление за время поставки ( $P_{max.}$ ), шт.	$P_{max.} = (t_n + Z_n) * P_{дн.}$
Гарантийный запас ( $G_з.$ ), шт.	$G_з. = P_{max.} - P_{пост.}$
Максимально желательный запас ( $Ж_з.$ ), шт.	$Ж_з. = G_з. + I * P_{дн.}$
Размер заказа ( $P_з.$ ), шт.	$P_з. = Ж_з. - T_з. + P_{пост.}$

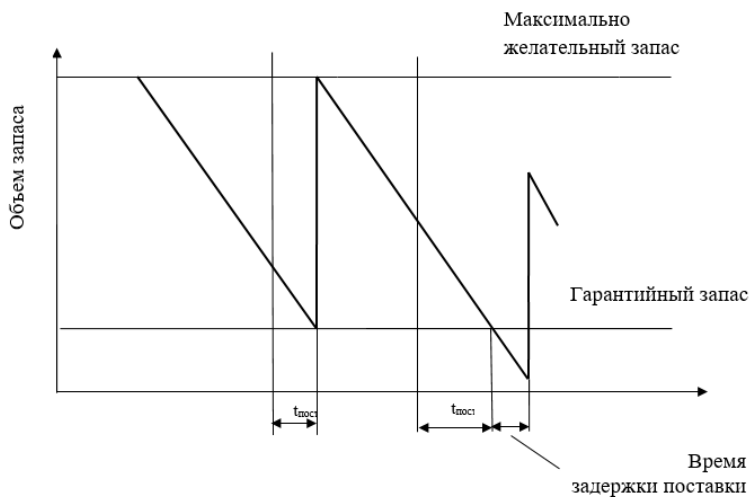


Рис. 5.6 Модель с фиксированным интервалом времени между заказами

**Исходными данными** для расчета параметров модели являются:

1. потребность в заказываемом продукте, шт.,
2. интервал времени между заказами, дни,
3. время поставки, дни,
4. возможная задержка поставки, дни.

**Расчетными параметрами** модели являются:

- гарантийный запас, шт.;
- максимальный желательный запас, шт.;
- размер заказа, шт.

Обычно системы с фиксированным интервалом времени между заказами используются в трех случаях. Первый — когда на фирме не существует автоматической корректировки (пополнения) уровней запасов. В таких фирмах обычно имеется персонал, который вручную проверяет уровни запасов всех выделенных единиц хранения и определяет, какие из этих запасов близки к истощению. Такая работа выполняется регулярно.

Второй случай — когда поставщики предлагают фирме значительные скидки при размещении своих заказов через определенные фиксированные интервалы времени. Поскольку выгоды от скидок превышают выгоды использования модели *EOQ*, фирма предпочитает последней систему управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами. Наконец, в третьем случае фирма осуществляет закупки на условиях *FOB* и пытается всегда, когда возможно, использовать для доставки собственный парк грузовых автомобилей. Например, если один из грузовиков фирмы регулярно возвращается порожним из пункта, расположенного недалеко от поставщика материальных ресурсов, на завод фирмы, то она может решить закупать материальные ресурсы на условиях поставки *FOB* и перевозить их на собственном грузовике.

Система управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами также используется в сочетании со страховыми запасами. Она обычно требует увеличения размера страховых запасов, в отличие от системы управления запасами с оптимальным размером заказа (*EOQ*), потому что она ведет постоянный мониторинг уровня запасов. В системе, где используется модель *EOQ*, при росте продаж пороговый уровень запаса будет достигнут раньше, и произойдет автоматическое размещение нового заказа. Однако дефицит запасов может все же возникнуть, но это произойдет внутри цикла пополнения запасов — после того, как уже был сделан новый заказ. В системе с фиксированной периодичностью

## Производственная логистика

заказа уровень запасов не контролируется, и дефицит запасов может возникать как внутри цикла заказа, так и в период, предшествующий возобновлению заказа.

Большинство систем с фиксированным интервалом времени между заказами заимствуют один элемент из систем с оптимальным размером заказа. Рядом с каждым стеллажом или местом хранения продукции на складе прикреплена карта, где зафиксировано минимально допустимое количество данного продукта. Когда работники, ответственные за сбор заказов, замечают, что запасы уменьшились до этой величины, они уведомляют вышестоящего менеджера, который решает, следует ли делать повторный заказ немедленно или в ближайшую, согласно графику, дату.

Сравнительная характеристика основных преимуществ и недостатков моделей с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами представлена в таблице 5.4.

Таблица 5.4

Сравнение эффективности моделей управления запасами

Модель	Преимущества	Недостатки
С фиксированным размером заказа	Более низкий уровень максимально желательного запаса и, следовательно, экономия затрат на содержание запасов на складе за счет сокращения площадей под запасами.	Ведение непрерывного учета текущего запаса на складе, что приводит к повышению затрат.
С фиксированным интервалом времени между заказами	Отсутствие постоянного контроля уровня запасов на складе.	Высокий уровень максимально желательного запаса. Повышение затрат на содержание запасов на складе за счет увеличения площадей под запасами

## 5.8 Методы определения номенклатуры групп

### **Метод ABC**

Теоретические основы широко применяемого в самых разнообразных областях практической деятельности метода ABC были разработаны Вильфредо Парето (1848 – 1923), итальянским экономистом и социологом. Он пытался обосновать взаимосвязь и взаимодействие всех экономических факторов. Одним из результатов его исследований стало открытие закона (правила) «80:20».

Применительно к запасам на складах правило Парето выражается соотношением: на 20% общего количества номенклатура приходится 80% стоимости хранимых запасов.

Таким образом, **метода ABC** – способ формирования и контроля за состоянием запасов, заключающийся в разделении номенклатуры *N* реализуемых товарно-материальных ценностей на три неравномоощных подмножества А, В и С на основании некоторого формального алгоритма.

Суть метода ABC состоит в том, что сначала вся номенклатура продукции располагается в порядке убывания суммарной стоимости всех позиций номенклатуры одного наименования на складе. При этом цену единицы продукции умножают на число единиц на складе, и список составляется в порядке убывания этих величин (произведений). Затем в **группу А** относят все наименования продукции, начиная с первого, сумма стоимостей которых составляет 75 – 80% суммарной стоимости всего запаса (рис. 5.7).

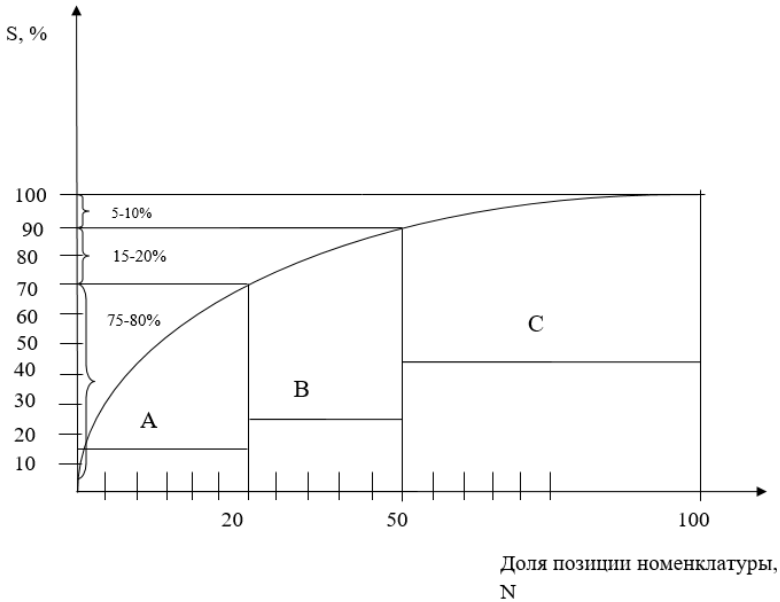


Рис. 5.7 Кривая ABC – анализа

В **группу В** входят позиции номенклатуры, сумма стоимости которых составляет примерно 10 – 15% общей стоимости. Остальные позиции номенклатуры, суммарная стоимость которых составляет около 5 – 10%, относятся к **группе С**. Опыт показывает, что обычно в группу А попадает 10 – 15% всей номенклатуры, в группу В – 20 – 25%, и к третьей группе С относится 60 – 70% всей номенклатуры. Таким образом, основное внимание при контроле, нормирование и управлении запасами должно быть уделено группе А, которая при своей малочисленности составляет подавляющую долю стоимости хранимых запасов, тем самым вызывая наибольшие расходы по их хранению и содержанию в запасе. За группой В обычно производится обычный контроль текущего и страхового запасов на складе и своевременности заказа. Что касается группы С, то здесь постоянный учет вообще не ведется, а только периодически осуществляется проверка наличия (один раз в месяц, квартал или полугодие), причем расчеты оптимальной величины заказа и периода заказа не выполняются.

Следует отметить, что в некоторых случаях возникает необходимость выделения **группы D**, в которую входят позиции номенклатуры с показателями, не подвергшимися изменениям за период

с момента предыдущего анализа (например, «неликвиды»). Формально выделение группы D не представляет трудности: эти позиции исключаются из общей совокупности, при этом изменяется только количество членов выборки  $N$ .

### **Метод XYZ**

Известно, что анализ XYZ предусматривает деление запасов на три номенклатурные группы в зависимости от «степени равномерности спроса и точности прогнозирования». Метод XYZ является дополнением к классификации номенклатурных запасов методом ABC.

Единственной качественной характеристикой номенклатурных позиций является тема (скорость) отгрузки (потребление). Основой для количественной оценки скорости потребления запаса может служить статистика отгрузок данной позиции запаса за определенный период. Скорость потребления оценивается через коэффициент вариации  $V$  статистического ряда.

Принципиальное отличие метода XYZ от метода ABC состоит в том, что анализируются количественные показатели, представленные, как правило, в виде динамического ряда  $q_t$  для каждой  $i$ -позиции номенклатуры.

Графически метод XYZ представлен на рисунке 5.8



Рис. 5.8 Кривая XYZ – анализа

К **группе X** относятся номенклатурные позиции запаса со значением коэффициента вариации статистического ряда отгрузок ( $V_n$ ) до 25%.

К **группе Y** относятся номенклатурные позиции запаса со значением коэффициента вариации статистического ряда отгрузок ( $V_n$ ) от 25% до 50%.

При значении коэффициента вариации статистического ряда отгрузок ( $V_n$ ) в запасах более 50% номенклатурные позиции относятся к **группе Z**.

В результате такой классификации к группе X относятся позиции запаса, имеющие относительно стабильные характеристики отгрузки. Следовательно, в отношении этой группы можно применить **концепцию минимизации уровня запаса** за счет достижения соответствующих характеристик поставки и формирования запаса на уровне, близком к страховому.

К группе Y относятся позиции запаса, имеющие явно выраженные тенденции изменения характеристик потребления (отгрузки). В отношении позиции этой группы можно применить **концепцию оптимизации уровня запаса**.

Номенклатурные позиции запасов группы Z характеризуются отсутствием выраженного характера потребления и каких – либо тенденций его изменения. Потребность в запасах этой группы не может быть спрогнозирована с достаточной точностью. Уровень запасов позиций этой группы не может быть оптимизирован. Здесь можно применить **стратегию минимизации или максимизации уровня запаса**.

Практически во всех работах по логистике деление на группы XYZ производится на основе коэффициента вариации:

$$V = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}{n}}}{\bar{q}} * 100\% ,$$

где  $q_i$  – значение спроса по оцениваемой позиции за I –й квартал;

$\bar{q}$  – среднеквартальное значение спроса по оцениваемой позиции;

$n$  – число кварталов, за которые произведена оценка.

Процедура отнесения данной позиции номенклатуры к определенной группе сводится к сравнению коэффициента вариации  $V$ , вычисленного по формуле, с нормативными значениями  $V_n$ , определяющими границы групп X, Y и Z.