



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»

Институт повышения квалификации  
и переподготовки кадров

Кафедра «Маркетинг»

**Л. Л. Соловьева**

## **УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ**

**КУРС ЛЕКЦИЙ**

**по одноименной дисциплине для слушателей  
специальности 1-26 02 85 «Логистика»  
заочной формы обучения**

Гомель 2012

УДК 658.7(075.8)  
ББК 65.40я73  
С60

*Рекомендовано Советом  
Института повышения квалификации  
и переподготовки кадров ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 3 от 01.12.2011 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Менеджмент» ГГТУ им. П. О. Сухого  
канд. экон. наук, доц. *Л. М. Лапицкая*

**Соловьева, Л. Л.**

С60 Управление запасами : курс лекций по одноим. дисциплине для слушателей специальности 1-26 02 85 «Логистика» заоч. формы обучения / Л. Л. Соловьева. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012. – 88 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://alis.gstu.by/StartEK/>. – Загл. с титул. экрана.

Раскрыты основные темы дисциплины «Управление запасами».  
Для слушателей специальности 1-26 02 85 «Логистика» заочной формы обучения.

**УДК 658.7(075.8)  
ББК 65.40я73**

© Соловьева Л. Л., 2012  
© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2012

## Введение

Управление запасами – это научное направление и сфера практической деятельности по управлению материальными потоками и запасами в логистических системах и межсистемных образованиях. Управление запасами - один из обеспечивающих разделов логистики и тесно взаимосвязан с другими ее функциональными разделами. Это по своей сути инструментальная наука, предлагающая методы поиска оптимальных управленческих решений. Внедрение методов управления запасами в практику бизнеса позволяет предприятиям значительно сократить производственные запасы, снизить логистические издержки запасообразования и на этой основе повысить рентабельность производства.

Целью изучения дисциплины «Управление запасами» является сформировать у слушателей представление о механизме формирования производственных запасов и товарных запасов в каналах сферы обращения, принципах и методах управления запасами в логистических системах и цепях поставок, развить навыки определения оптимального уровня запаса и умение управлять процессом формирования запаса.

Задачами преподавания дисциплины являются:

- формирование понимания необходимости и возможности управления запасами в звеньях цепей поставок;
- изучение цикла движения производственного запаса и товарного запаса в каналах сферы обращения как объекта управления;
- изучение теории управления запасами с выделением этапов ее развития;
- изучение возможностей и опыта применения различных стратегий управления запасами в современных условиях развития информационно-компьютерных систем;
- приобретение навыков количественного обоснования в различных условиях текущей экономической конъюнктуры оптимального размера заказа и точки заказа, что способствует снижению издержек запасообразования при сохранении надежности функционирования логистической системы.

## **Тема 1. Запасы в логистической системе. Цели и задачи управления запасами**

### **1.1. Сущность материальных запасов**

Понятие материального запаса является одним из ключевых в логистике. Взятое из природы сырье, прежде чем в виде готового изделия попасть к конечному потребителю, перемещается, соединяется с другими материалами, подвергается производственной обработке. Продвигаясь по материалопроводящей цепи сырье (а впоследствии полуфабрикат и готовый продукт) периодически задерживается, ожидая своей очереди вступления в ту или иную производственную или логистическую операцию.

**Материальные запасы** — это находящиеся на разных стадиях производства и обращения продукция производственно-технического назначения, изделия народного потребления и другие товары, ожидающие вступления в процесс производственного или личного потребления.

**Запас** – то, что приготовлено, собрано для последующего потребления. Составляющими запаса могут быть информация, финансовые ресурсы или прочие разнообразные ценности.

Запасы в логистике и в управлении цепями поставок составляют **товарно-материальные ценности**.

Запасы имеют производственные предприятия, оптовые компании, розничные торговые предприятия и предприятия сферы услуг, логистические посредники и операторы, банки, биржи, страховые компании, порты и т.д. Во всех этих организациях запасы обеспечивают товарно-материальными ценностями основную и вспомогательную деятельность.

**Товарно-материальные ценности**, из которых формируются запасы в логистике, разделяют по этапу бизнес-процесса на следующие категории объектов:

- 1) сырье и материалы;
- 2) незавершенное производство;
- 3) готовая продукция;
- 4) товары;
- 5) отходы.

**Группа сырья и материалов** включает товарно-материальные ценности на входе звена цепи поставки (рис. 1.1). В эту группу входят: сырье; материалы; полуфабрикаты; детали; комплектующие; сборочные единицы; тара; упаковка.

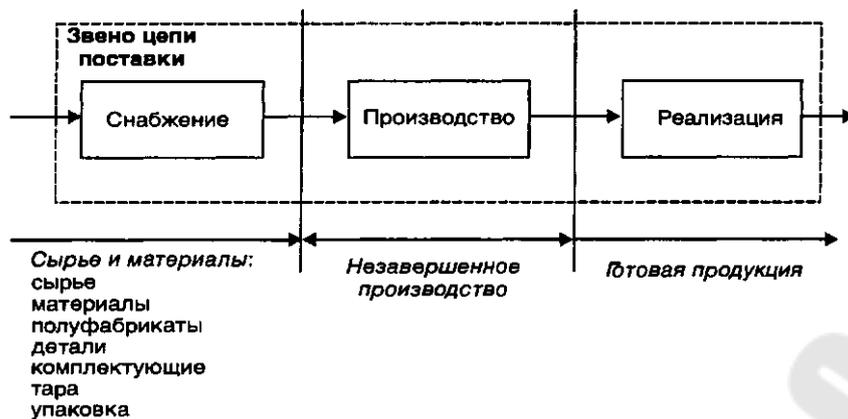


Рисунок 1.1. Состав товарно-материальных ценностей запаса

Особенность товарно-материальных ценностей этой группы состоит в том, что они используются в производственном процессе и являются исходными составляющими, из которых производится готовая продукция. Группа сырья и материалов определяет состав товарно-материальных ценностей, из которых формируются материальные потоки в снабжении как функциональной области логистики.

Вторая группа товарно-материальных ценностей — **незавершенное производство** — совокупность товарно-материальных ценностей, находящихся в рамках технологических процессов производства готовой продукции. Незавершенное производство имеется на всех производственных предприятиях, так как в любой момент времени определенная часть товарно-материальных ценностей находится либо в процессе, либо между выполнением операций технологической обработки.

Незавершенное производство может иметься в оптовых компаниях у логистических посредников или операторов, в случае если эти компании предоставляют услуги грузопереработки, упаковки, затаривания и пр. Эти операции в рамках таких организаций представляют собой производственный процесс. Группа незавершенного производства формирует материальные потоки в производстве как функциональной области логистики.

Третья группа товарно-материальных ценностей — **готовая продукция**. Готовая продукция представляет собой товарно-материальные ценности, полностью готовые к реализации. От незавершенного производства готовую продукцию отличают следующие особенности:

- а) технологическая обработка товарно-материальных ценностей полностью завершена;
- б) пройден контроль качества товарно-материальных ценностей;
- в) товарно-материальные ценности имеют полную комплектацию;
- г) товарно-материальные ценности приняты на склад готовой продукции.

Невыполнение одного из перечисленных пунктов свидетельствует о том, что товарно-материальные ценности по-прежнему относятся к группе незавершенного производства.

Готовая продукция в каналах сферы обращения, за границами производственных предприятий, представляет собой **товары** (см. рис. 1.1). С товарами работают оптовые компании, розничные торговые предприятия, логистические посредники и операторы.

**Отходы** образуются при производстве продукции, при добыче или обогащении полезных ископаемых в виде побочных продуктов, при проведении очистки и прочих действий. Отходы представляют собой товарно-материальные ценности, полностью или частично утратившие потребительские качества. Они накапливаются для транспортировки на другие производства, утилизации, переработки или захоронения.

**Потребление запаса.** Товарно-материальные ценности в запасе ожидают потребления. Из этого утверждения следует, что товарно-материальные ценности в рамках звена логистической системы или цепи поставки на той или иной территории (склада, кладовой, площади хранения и т.п.) находятся в состоянии относительного покоя. С одной стороны, запас формируется в результате пополнения товарно-материальных ценностей входящим материальным потоком (поставками), с другой стороны, за счет отгрузок (поставок, продаж, реализации), которые формируют выходящий материальный поток звена, содержащего запас (рис. 1.2).



Рисунок 1.2. Модель формирования запаса в звене цепей поставок

Главная цель создания запаса — обслуживание заказов потребляющего звена (потребителя, клиента, покупателя). Поэтому, если характеристики входящего материального потока полностью совпадают с характеристиками выходящего материального потока, запас не образуется. Входящие товарно-материальные ценности сразу же передаются потребителю. В этом случае реализуется принцип поставки «точно в срок».

Запас появляется в цепях поставок только в том случае, когда требования потребителя не могут быть напрямую удовлетворены поставщиком товарно-материальных ценностей. Другими словами, когда характеристики выходящего материального потока не отвечают характеристикам входящих материальных потоков. В такой ситуации необходимо предварительное накопление товарно-материальных ценностей, создание запаса с тем, чтобы было возможно в требуемой мере обслуживать заказы потребителя.

Таким образом, запас формируется при наличии несогласованных действий смежных звеньев цепей поставок. Запас является инструментом согласования совместного функционирования этих звеньев. Он позволяет обеспечить требования потребителя и выгодные условия работы поставщика.

Создание запасов всегда сопряжено с расходами. Перечислим основные виды затрат, связанных с созданием и содержанием запасов:

- замороженные финансовые средства;
- расходы на содержание специально оборудованных помещений;
- оплата труда специального персонала;
- постоянный риск порчи, хищения.

Наличие запасов – это расходы. Однако отсутствие запасов – это тоже расходы, только выраженные в форме разнообразных потерь. К основным видам потерь, связанных с отсутствием запасов, относят:

- потери от простоя производства;
- потери от отсутствия товара на складе в момент предъявления спроса;
- потери от закупки мелких партий товаров по более высоким ценам и др.

Несмотря на то, что содержание запасов сопряжено с определенными затратами, предприниматели вынуждены их создавать, т. к. отсутствие запасов может привести к еще большей потере прибыли.

## 1.2. Основные причины формирования запасов

Перечислим основные мотивы, которыми руководствуются предприниматели, создавая материальные запасы.

*Вероятность нарушения установленного графика поставок* (непредсказуемое снижение интенсивности входного материального потока). В этом случае запас необходим для того, чтобы не остановился производственный процесс, что особенно важно для предприятий с непрерывным циклом производства.

*Возможность колебания спроса* (непредсказуемое увеличение интенсивности выходного потока). Спрос на какую-либо группу товаров можно предсказать с большой долей вероятности. Однако прогнозировать спрос на конкретный товар гораздо сложнее. Поэтому, если не иметь достаточного запаса этого товара, не исключена ситуация, когда платежеспособный спрос не будет удовлетворен, то есть клиент уйдет с деньгами и без покупки.

*Сезонные колебания производства некоторых видов товаров.* В основном это касается продукции сельского хозяйства. Например, урожай картофеля убирается в начале осени. Потoki же этого клубнеплода идут по товаропроводящим цепям круглый год. Следовательно, где-то должен накапливаться запас.

*Скидки за покупку крупной партии товаров* также могут стать причиной создания запасов (некоторые наши соотечественники хранят дома сравнительно большие запасы продовольствия именно по этой причине).

*Спекуляция.* Цена на некоторые товары может резко возрасти. Предприятие, сумевшее предвидеть этот рост, создаст запас с целью получения прибыли за счет повышения рыночной цены.

*Издержки, связанные с оформлением заказа.* Процесс оформления каждого нового заказа сопровождается рядом издержек административного характера (поиск поставщика, проведение переговоров с ним, командировки, междугородние переговоры и т. п.). Снизить эти затраты можно сократив количество заказов, что равносильно увеличению объема заказываемой партии и, соответственно, повышению размера запаса.

*Возможность равномерного осуществления операций по производству и распределению.* Эти два вида деятельности тесно взаимосвязаны между собой: распределяется то, что производится. При отсутствии запасов интенсивность материальных потоков в системе распределения колеблется в соответствии с изменениями

интенсивности производства. Наличие запасов в системе распределения позволяет осуществлять процесс реализации более равномерно, вне зависимости от ситуации в производстве. В свою очередь, наличие производственных запасов сглаживает колебания в поставках сырья и полуфабрикатов, обеспечивает равномерность процесса производства.

*Возможность немедленного обслуживания покупателей.* Выполнить заказ покупателей можно одним из следующих способов:

- произвести заказанный товар;
- закупить заказанный товар;
- выдать заказанный товар немедленно из имеющегося запаса.

Последний способ является, как правило, наиболее дорогим, так как требует содержания запаса. Однако в условиях конкуренции возможность немедленного удовлетворения заказа может оказаться решающей в борьбе за потребителя.

*Сведение к минимуму простоев производства из-за отсутствия запасных частей.* Поломки оборудования, разнообразные аварии могут привести при отсутствии запасов деталей к остановке производственного процесса. Особенно это важно для предприятий с непрерывным процессом производства, так как в этом случае остановка производства может обойтись слишком дорого.

*Упрощение процесса управления производством.* Речь идет о создании запасов полуфабрикатов на различных стадиях производственного процесса внутри предприятия. Наличие этих запасов позволяет снизить требования к степени согласованности производственных процессов на различных участках, а, следовательно, и соответствующие издержки на организацию управления этими процессами.

Перечисленные причины свидетельствуют о том, что предприниматели, как в торговле, так и в промышленности вынуждены создавать запасы, так как в противном случае увеличиваются издержки обращения, то есть уменьшается прибыль. В то же время запас не должен превышать некоторой оптимальной величины.

### **1.3. Классификация запасов**

Имеется обширный ряд классификаций запаса, которые помогают детализировать принимаемые решения в сфере управления запасами. Остановимся на наиболее популярных видах запаса.

1. Прежде всего, запасы можно разделить **по видам товарно-материальных ценностей:**

- сырье и материалы;
- незавершенное производство;
- готовая продукция.

Запасы этих видов находятся в рамках отдельного предприятия или звена логистической системы или цепи поставки.

1. **По месту нахождения** запасы делятся на производственный и товарный.

*Производственный запас* предназначен для использования в процессе производства. Он должен обеспечивать бесперебойность производственного процесса. Производственный запас учитывается в натуральных, условно-натуральных и стоимостных измерителях. К нему относятся неиспользованные и не подвергнутые переработке предметы труда.

*Товарный запас* находится у организаций-изготовителей на складах готовой продукции, а также в каналах сферы обращения. Товарный запас необходим для бесперебойного обеспечения потребителей товарно-материальными ценностями.

**Запасы в каналах сферы обращения** разбиваются:

- на запас в пути;
- запас на предприятиях торговли.

Каждая организация в логистической системе или в цепях поставок является, с одной стороны, организацией-поставщиком, а с другой — организацией-потребителем. Следовательно, производственный и товарный запасы всегда имеются в рамках предприятия или звена цепи.

2. **По назначению** запасы можно разделить на:

- текущий;
- страховой (гарантийный);
- резервный;
- общий;
- наличный;
- располагаемый.

**Текущий запас** (оборотный запас) обеспечивает непрерывность процесса потребления между двумя поставками. Его размер постоянно меняется.

Текущий запас представляет собой разницу между общим уровнем запаса на складе и уровнем так называемого страхового или

гарантийного запаса, который предназначен для обслуживания потребления при возможных, но нежелательных отклонениях от предусмотренных условий поставки или потребления. При отсутствии таких отклонений потребление обслуживает только текущий запас. Его состав постоянно обновляется за счет новых поставок, поэтому текущий запас также называют оборотным.

Текущий запас может быть измерен в натуральных единицах, единицах объема, длины, массы или в днях обеспечения потребности.

**Страховой запас** (гарантийный запас) предназначен для непрерывного обеспечения потребления при появлении возможных обстоятельств:

- отклонений в периодичности и размере партий поставок от запланированных;
- изменений интенсивности потребления;
- задержки поставок в пути и др.

При нормальных условиях работы страховой запас не расходуется. Страховой запас имеет те же единицы измерения, что и текущий запас (натуральные единицы, единицы объема, длины, массы или дни обеспечения потребности).

В результате потребления к моменту получения поставки запас может находиться на уровне, отличном от страхового. Для обозначения такого уровня запаса используют понятие **резервного запаса** (рис. 1.3). Как видно из рис. 1.3, резервный запас может совпадать или отличаться от страхового.

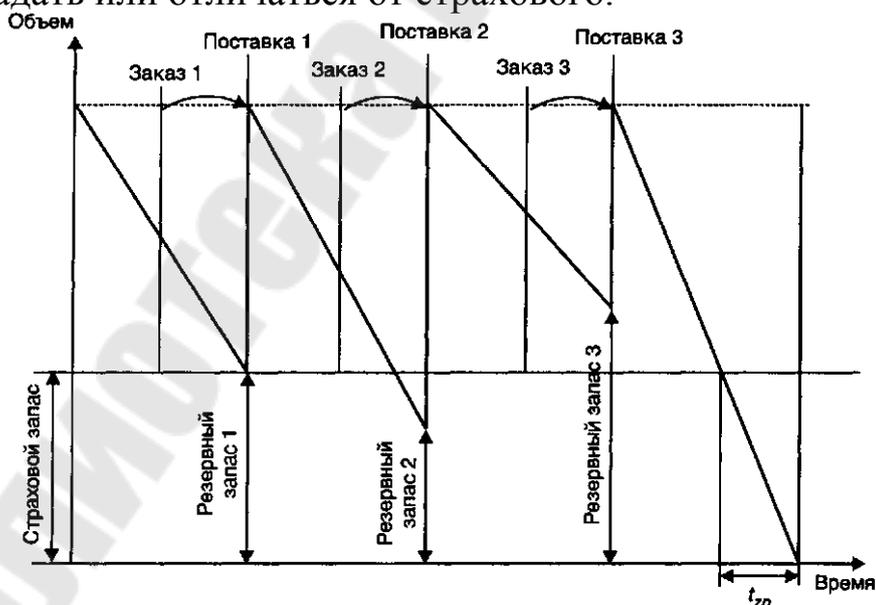


Рисунок 1.3. Соотношение страхового и резервного запасов

**Общий запас** представляет собой сумму страховой и текущей составляющих запаса.

Следующим видом запаса, выделенным по критерию назначения запаса, является **наличный запас**. Наличный запас представляет собой остаток запаса на определенный момент времени (рис. 1.4).

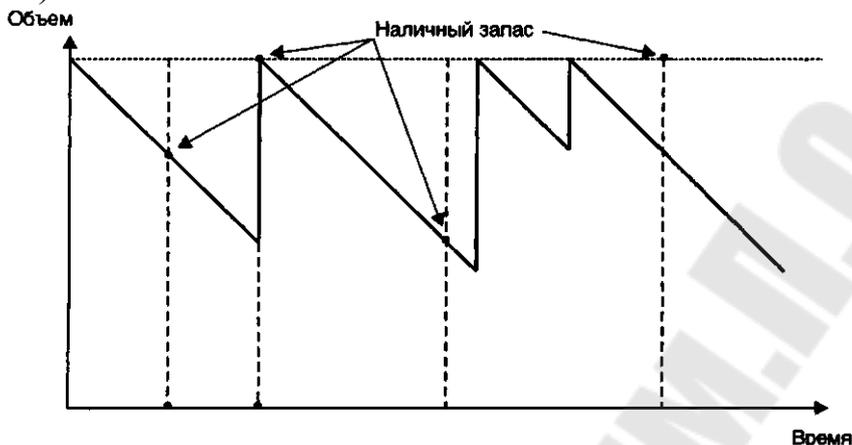


Рисунок 1.4. Наличный запас в звене цепи поставок

Наличный запас соответствует уровню запаса, физически находящемуся на складе. В отличие от него **располагаемый запас** позволяет учитывать запас, заказанный, но пока не поставленный на склад. Другими словами, объем располагаемого запаса равен объему наличного запаса плюс заказанное, но пока не поставленное на склад количество товарно-материальных ценностей (рис. 1.5).

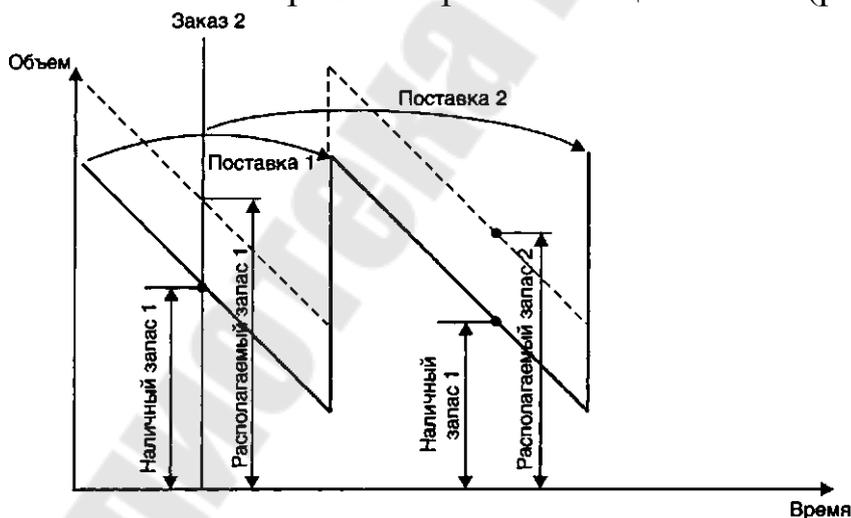


Рисунок 1.5. Наличный и располагаемый запасы

2. Главная цель создания запаса — обеспечение потребления. По **виду потребности** выделяют запасы:

- сезонный;
- резервный–VIP;
- малоподвижный,
- неликвидный.

**Сезонный запас** образуется при сезонном характере производства, потребления или транспортировки продукции. Сезонный запас иногда называют запасом досрочного завоза.

Для того чтобы запас мог обеспечить сезонное возрастание потребности, в работе с запасом в аналогичных ситуациях предусматривается его сезонное накопление.

В отличие от текущего и страхового запасов, которые покрываются собственными оборотными средствами (собственным оборотным капиталом), сезонный запас не нормируется и, следовательно, не возмещается из собственных оборотных средств. Это объясняется тем, что потребность в сезонном запасе на протяжении года не является постоянно необходимой в равном объеме. В отдельные периоды сезонный запас может отсутствовать. Собственные средства, выделенные на создание сезонного запаса, в определенное время могут быть не востребованы. В связи с этим основным источником финансирования сезонного запаса служат привлеченные средства, главным образом краткосрочные кредиты банка.

Страховой запас предназначен для поддержки потребления в периоды его возможного роста. В отличие от этого вида запаса **резервный–VIP запас** подготавливается для обеспечения выполнения заказов конкретных клиентов. Такие заказы ожидаются, запас фактически резервируется для удовлетворения спроса заранее определенного клиента. Резервный запас будет находиться на складе до появления заказа клиента (рис. 1.6).

**Малоподвижный запас (редко используемый запас)** выделяется в целях поддержания потребности, имеющей невыраженный характер. Необходимость в таком запасе проявляется, например, в розничной торговле, где для поддержания ассортиментного разнообразия необходимо содержать в торговом зале редко продаваемые товары.

Малоподвижный запас также может возникнуть вследствие ошибок прогнозирования или планирования спроса, который первоначально задавался в объеме, значительно превышающем фактически заявленный.

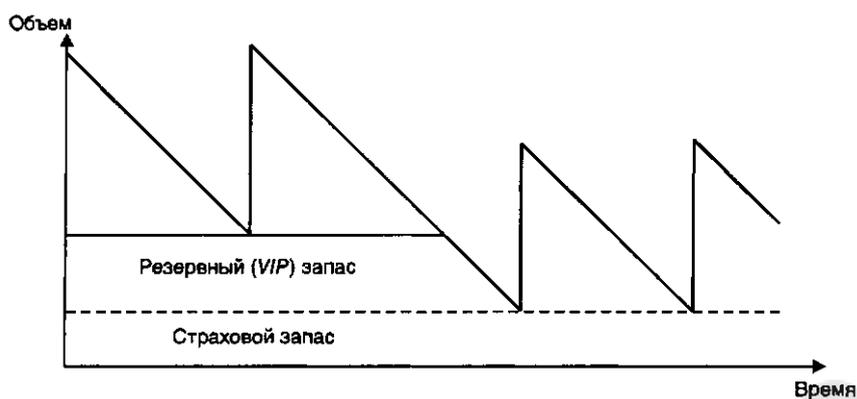


Рисунок 1.6. Страховой и резервный–VIP запасы

**Неликвидный запас** — длительно неиспользуемый (нереализуемый) запас. Неликвидный запас может образовываться вследствие изменения качества товарно-материальных ценностей в процессе хранения, а также их морального износа. Неликвидным также считается запас, потребность в котором отсутствует. Таковым может стать, например, излишний (неиспользуемый) запас. Излишний запас образуется в результате прекращения выпуска продукции, для изготовления которой они предназначались, или при замене их потребления более рациональными, прогрессивными видами материальных ресурсов.

3. Следующим критерием классификации видов запаса является **способ планирования**. В эту группу видов входят запасы:

- на начало периода;
- на конец периода;
- нормальный;
- неизрасходованный.

В процессе планирования, а также и анализа накопленной за прошлые периоды времени статистики остатков запаса на складах удобно пользоваться оценками запаса **на начало периода** и **на конец периода** (переходящий запас). Запас на конец периода (переходящий запас) обеспечивает непрерывность потребления в отчетном (или следующим за отчетным) периоде на время до очередной поставки.

Уровень запаса, соответствующий планируемому, называется **нормальным** (базовым, стандартным, обычным).

Запас, который остался на складе на определенный момент времени, представляет собой **неизрасходованный запас**. Понятие неизрасходованного запаса близко по значению наличному запасу, но

подчеркивает, что остаток запаса не включает товарно-материальные ценности, подлежащие отгрузке по согласованным условиям.

4. По цели запасы можно разделить на следующие виды:

- стратегический;
- рекламный;
- спекулятивный;
- подготовительный.

**Стратегический запас** создается государством, включает запасы продовольствия, топлива, товаров, а также запас сырья в неразработанных месторождениях. Цель создания стратегического запаса — обеспечение экономической безопасности в критических ситуациях.

**Рекламный запас** (или запас продвижения) создается и поддерживается в каналах распределения для быстрой реакции на повышение потребления в результате проведения маркетингового (рекламного) мероприятия. Во время и в короткий интервал после рекламной кампании спрос постепенно растет. Затем следуют снижение и стабилизация спроса на новом уровне. Рекламный запас подготавливается для поддержания временного роста спроса и дальнейшего обеспечения потребности в продукции на более высоком уровне.

**Спекулятивный запас** создается в целях защиты от возможного повышения цен или введения протекционистских квот или тарифов, а также для использования конъюнктуры рынка для получения дополнительной прибыли.

**Подготовительный запас** выделяется из запаса сырья и материалов при необходимости их дополнительной подготовки перед использованием в производстве (например, сушка леса, вылеживание сыпучих материалов после транспортировки в целях приобретения необходимой плотности и др.). Подготовительный запас готовой продукции и подготовительный запас товаров вызваны необходимостью их подготовки к отпуску потребителям.

#### 1.4. Способы движения запаса

Для правильного расчета требуемого для обслуживания потребности размера запаса необходимо правильно представлять *механизм движения запаса*.

Фиксация размера запаса в документации или в информационной базе всегда происходит дискретно, т.е. в отдельные

моменты времени. Интервалы между такими моментами учета остатков запаса на складах могут быть различными: от нескольких минут до недель или месяцев. Вне зависимости от этих интервалов специалисты, занимающиеся запасами, имеют дискретную информацию о состоянии запаса.

Изменение остатков запаса на складах определяется характеристиками входящего (поставки) и выходящего материальных потоков (потребления) (см. рис. 1.2). Рассмотрим возможные сочетания этих характеристик. Характеристики поставок и потребления могут иметь дискретный или непрерывный порядок, мгновенную или продолженную реализацию.

Поставки и потребление проходят дискретно, если приемка на склад (или отгрузка со склада) ведется в отдельные моменты времени относительно крупными партиями. Между приемками (или отгрузками) в этом случае возникают относительно продолжительные периоды времени, в течение которых пополнение (или потребление) запаса (рис. 1.7) отсутствует.



Рисунок 1.7. Дискретный порядок приемки (отгрузки) запаса

Поставки и потребление проходят непрерывно, если приемка на склад (или отгрузка) ведется непрерывно или в отдельные моменты времени относительно мелкими партиями. Между приемками (или отгрузками) в этом случае имеются настолько малые периоды времени, в течение которых отсутствует пополнение (или потребление) запаса, что ими можно пренебречь (рис. 1.8).

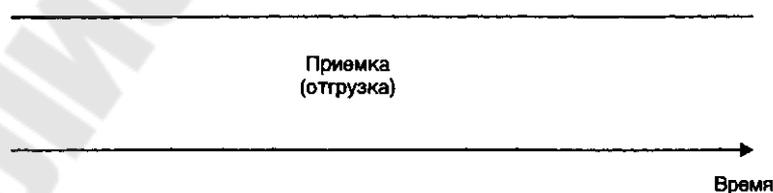


Рисунок 1.8. Непрерывный порядок приемки (отгрузки) запаса

Поставка и потребление могут иметь мгновенную или продолженную реализацию приемки и, соответственно, отгрузки. Приемка (отгрузка) запаса проводится мгновенно, если ее продолжительность не превышает продолжительности единичного периода учета остатков запаса на складах. В таком случае результат приемки (отгрузки) отражается в одном единичном периоде учета (рис. 1.9).

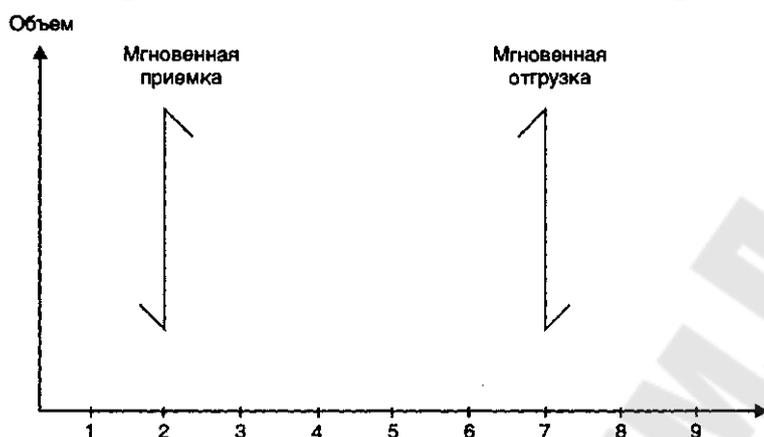


Рисунок 1.9. Мгновенная реализация приемки (отгрузки) запаса

Приемка (отгрузка) запаса проводится продолженно, если она происходит в течение периода, превышающего продолжительность единичного периода учета остатков запаса на складах. В таком случае результат приемки (отгрузки) отражается в нескольких единичных периодах учета (рис. 1.10).

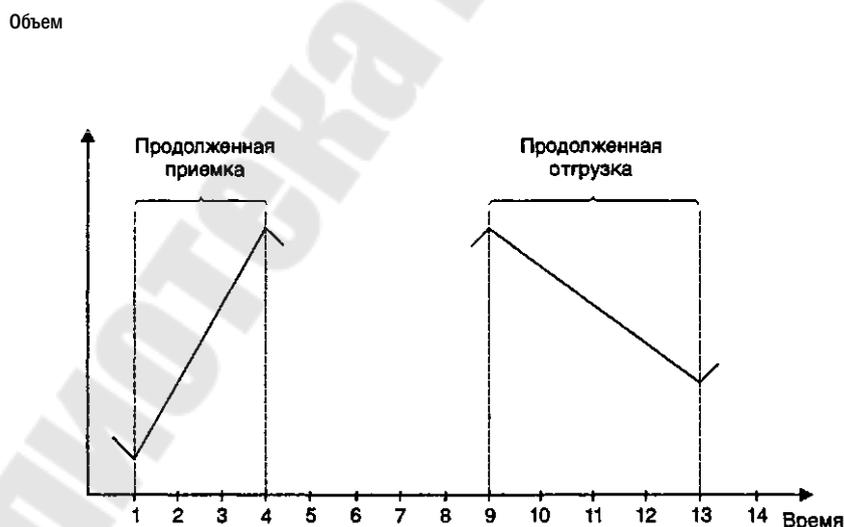


Рисунок 1.10. Продолженная реализация приемки (отгрузки) запаса

Сочетание дискретного или непрерывного порядка поставки (потребления) и мгновенной или продолженной реализации отгрузки запаса имеет четыре варианта (рис. 1.11).



Рисунок 1.11. Сочетание характеристик поставки (потребления) запаса

В целом все виды движения запаса без учета конкретных характеристик поставок и потребления можно свести к четырем вариантам (рис. 1.12).

Три первых варианта могут быть объединены в группу *пилообразного движения запаса*, что указывает на необходимость накопления запаса для обслуживания потребления в случае, когда поставляющее звено цепи поставки не может обеспечить работу на условиях поставки по схеме «точно в срок». Пилообразное движение запаса зачастую требует от менеджеров по запасам проектирования оригинальной модели управления запасами.

Четвертый вариант рис. 1.12 отражает движение запаса при максимальной согласованности характеристик потребления и характеристик поставки и близок к варианту работы на условиях поставки точно в срок. Такое поведение запаса соответствует работе систем управления стандарта МРП (организация системы планирования всех этапов бизнеса, ориентированной на потребность в готовой продукции предприятия).

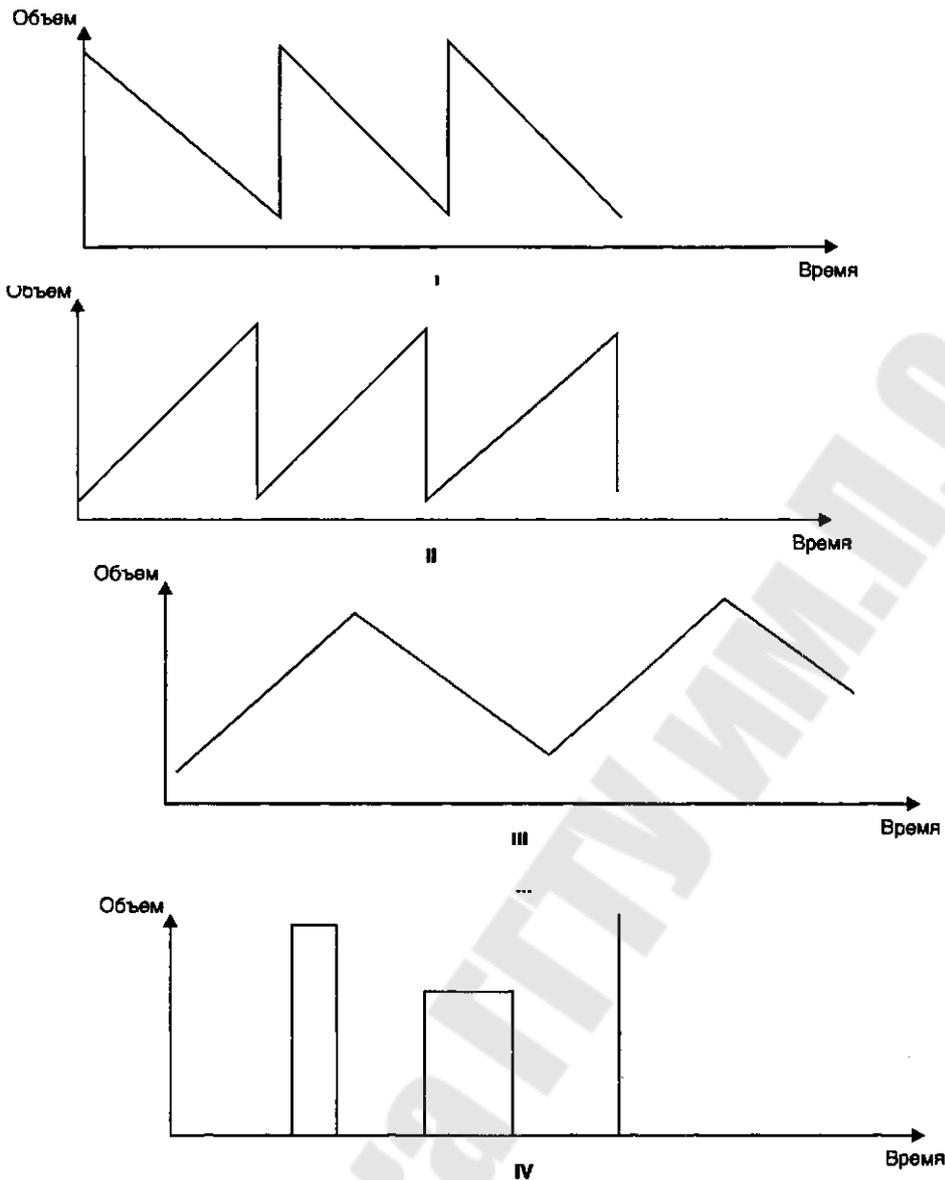


Рисунок 1.12. Варианты движения запаса

### 1.5. Метод поставки «точно в срок», как способ сокращения запасов

Наиболее широко распространенной в мире логистической концепцией является концепция «точно в срок». Основная ее идея заключается в следующем: если производственное расписание задано, то можно так организовать движение материальных потоков, что все материалы, компоненты и полуфабрикаты будут поступать в необходимом количестве, в нужное место (на сборочной линии -

конвейере) и точно к назначенному сроку для производства или сборки готовой продукции. При этом страховые запасы, иммобилизующие денежные средства фирмы, не нужны.

Концепция «точно в срок» тесно связана с составляющими логистического цикла. В идеальном случае материальные ресурсы или готовая продукция должны быть доставлены в определенную точку логистической цепи (канала) именно в тот момент, когда в них есть потребность, что исключает излишние запасы, как в производстве, так и в дистрибуции. Многие современные логистические системы, основанные на данном подходе, ориентированы на короткие составляющие логистических циклов, а это требует адекватной реакции звеньев логистической системы на изменения спроса и соответственно производственной программы.

Логистическая концепция «точно в срок» характеризуется следующими основными чертами:

- минимальными (нулевыми) запасами материальных ресурсов, незавершенного производства, готовой продукции;
- короткими производственными (логистическими) циклами;
- небольшими объемами производства готовой продукции и пополнения запасов (поставок);
- взаимоотношениями по закупкам материальных ресурсов с небольшим числом надежных поставщиков и перевозчиков;
- эффективной информационной поддержкой;
- высоким качеством готовой продукции и логистического сервиса.

Концепция «точно в срок» способствует усилению контроля и поддержанию уровня качества продукции в разрезе всех составляющих логистической структуры. Микрологистические системы, основанные на данном подходе, связанном с синхронизацией всех процессов и этапов поставки материальных ресурсов, производства и сборки, поставки готовой продукции потребителям, предполагают точность информации и прогнозирования. Этим объясняются, в частности, и короткие составляющие логистических (производственных) циклов.

Метод «Точно в срок», получил наибольшее распространение в США и странах Западной Европы.

В противоположность традиционным методам управления, в соответствии с которыми центральное звено планирования производства выдает производственные задания всем отделам и промышленным подразделениям, при методе «Точно в срок»

централизованное планирование касается только последнего звена логистической цепи, т. е. склада готовой продукции. Все другие производственные и снабженческие единицы получают распоряжения непосредственно от очередного, находящегося ближе к концу звена логистической цепи. К примеру, склад готовых изделий дал заявку (что равнозначно выдаче производственного задания) на определенное число изделий в монтажный цех, монтажный цех отдает распоряжение об изготовлении подузлов цехам обработки и отделу кооперирования и т.д.

Это означает, что производственное задание всегда выдается подразделению, использующему (или обрабатывающему) данную деталь. Тем самым материалопоток от «источника» к «потребителю» предваряется потоком информации в обратном направлении, т. е. производству «Точно в срок» предшествует информация «Точно в срок».

Практика показывает, что для эффективного внедрения стратегии «Точно в срок» необходимо изменение способа мышления всего коллектива, занимающегося вопросами производства и сбыта. Традиционный стереотип мышления типа «чем больше, тем лучше» должен быть заменен схемой «чем меньше, тем лучше», если речь идет об уровне запасов, использовании производственных мощностей, продолжительности производственного цикла или о величине партии продукции.

Результаты подробного анализа, проведенного по внедрению концепции «Точно в срок» на западноевропейских предприятиях, являются многообещающими. Усредненные данные, полученные более чем на 100 обследованных объектах (отдельные проекты функционируют на фирмах непрерывно от 2 до 5 лет), таковы:

- запасы незавершенного производства сократились более чем на 80%;
- запасы готовой продукции сократились примерно на 33%;
- объем непроизведенных запасов (материалов и кооперированных деталей) колебался от 4 часов до 2 дней по сравнению с 5—15 днями до внедрения метода «Точно в срок»;
- продолжительность производственного цикла (срок реализации заданий всей логистической цепи) снизилась примерно на 40%;
- производственные издержки снизились на 10-20%;
- значительно повысилась гибкость производства.

Затраты, связанные с подготовкой и внедрением стратегии «Точно в срок», относительно невелики и окупались, как правило, уже через несколько месяцев функционирования систем.

Микрологистическая *система KANBAN* является одной из первых попыток практического внедрения концепции «точно в срок».

В этой системе сочетаются особенности системы «точно в срок», в частности, малый размер запаса, и отдельные производственные единицы. Системы наиболее применимы для изделий, выпускаемых в больших объемах на регулярной основе. Они гораздо менее применимы:

- для дорогих или крупных изделий, расходы за хранение которых на складе или доставку велики;
- в отношении нечасто и нерегулярно используемых изделий;
- на предприятия обрабатывающей промышленности, которые не делятся на малые производственные единицы.

Система *KANBAN* ощутимо уменьшает запасы материальных ресурсов на входе и незавершенное производство на выходе, позволяя выявлять «узкие места» в производственном процессе. Когда проблема решена, объем буферных запасов снова снижается, пока не обнаружится следующее «узкое место». Таким образом, система *KANBAN* позволяет установить баланс в цепи поставки путем минимизации запасов на каждом этапе.

Практическое использование системы *KANBAN*, а затем ее модифицированных версий позволяет значительно улучшить качество выпускаемой продукции; сократить логистический цикл, существенно повысив тем самым оборачиваемость оборотного капитала фирм; снизить себестоимость производства; практически исключить страховые запасы и значительно уменьшить объем незавершенного производства. Анализ мирового опыта применения микрологистической системы *KANBAN* многими известными машиностроительными фирмами показывает, что она дает возможность уменьшить производственные запасы на 50%, товарные - на 8% при значительном ускорении оборачиваемости оборотных средств и повышении качества готовой продукции.

Суть системы «Канбан» состоит в том, чтобы наличные запасы по своему количеству соответствовали потребностям начальной стадии производственного процесса, а не накапливались, как прежде. На предприятиях фирмы «Тойота» решение данной проблемы сводилось к минимуму использования сравнительно небольших

партий материалов и комплектующих и времени операций. Масштабы межоперационного складирования сокращаются вследствие синхронизации операций и нивелировки перерабатываемых на каждом этапе объемов предметов труда. Что касается складирования готовой продукции, то его объемы снижаются путем сокращения срока продолжительности каждой операции, и прежде всего срока замены инструмента.

### 1.6. Графическая интерпретация параметров уровней запаса и его частей

Классификация запасов по времени позволяет выделить количественные уровни запасов. Их соотношение показано на рис. 1.13.

**Максимальный желательный запас** определяет уровень запаса экономически целесообразный в данной системе управления запасами. Этот уровень может превышать. В различных системах управления максимальный желательный запас используется как ориентир при расчете объема заказа. Этот уровень запаса определяется для отслеживания целесообразной загрузки площадей склада с точки зрения критерия минимизации совокупных затрат.

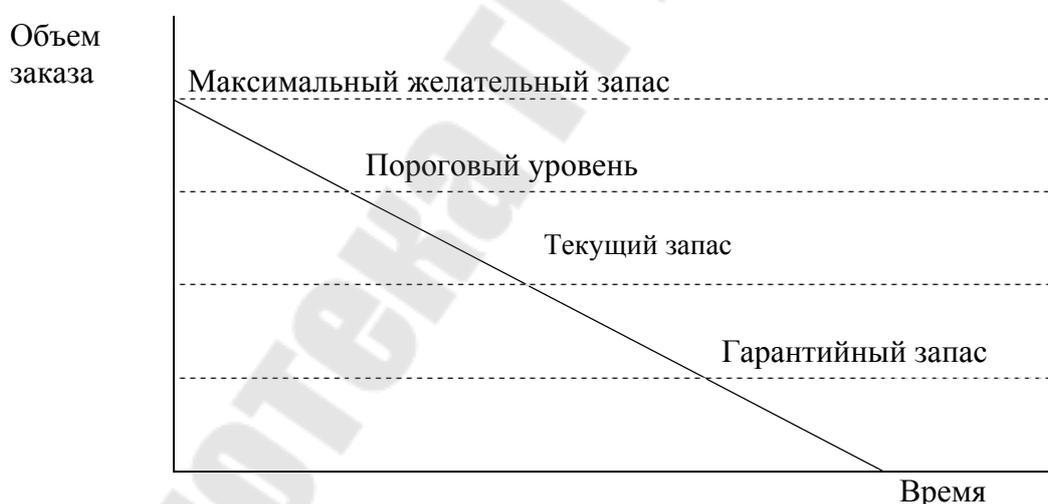


Рисунок 1.13. Графическая интерпретация параметров уровней запаса

**Пороговый уровень** запаса используется для определения момента выдачи очередного заказа. Величина порогового уровня должна быть рассчитана таким образом, что поступление заказа на

склад происходит в момент снижения текущего запаса до уровня страхового запаса.

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

**Гарантийный запас** (или страховой) предназначен для непрерывного снабжения потребителя в случае непредвиденных обстоятельств. Гарантийный запас позволяет удовлетворять потребность в запасе на время предполагаемой задержки поставки. При этом под возможной задержкой поставки подразумевается максимальная возможная задержка. Восполнение страхового запаса производится во время последующих поставок.

## Тема 2. Прогноз спроса и потребление запаса

### 2.1 Виды потребности в запасе

Для обеспечения максимальной точности прогнозирования объема потребности в запасе требуется различать отдельные виды потребности (рис. 2.1).

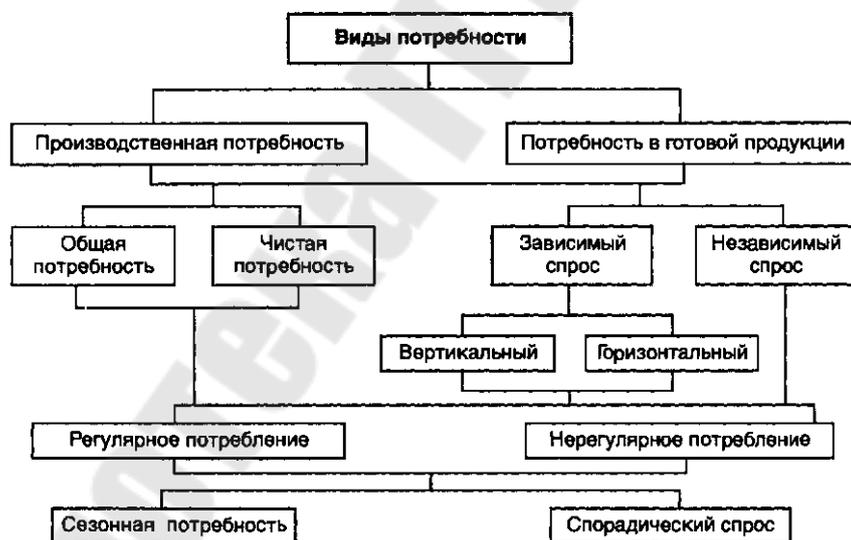


Рисунок 2.1. Виды потребности в запасе

1. По группе товарно–материальных ценностей (ТМЦ) потребности делятся на производственные и в готовой продукции.

При управлении запасами сырья и материалов при обслуживании **производственной потребности** в качестве исходной информации используются планы производства и планы по работам,

обеспечивающим производство. *Общая потребность* в группе товарно-материальных ценностей, относящихся к сырью и материалам, складывается из потребностей в конкретном виде сырья и материалов на все возможные цели:

- потребность на выполнение плана производства и продаж;
- потребность на капитальное строительство;
- потребность на внедрение новой техники;
- потребность на ремонтно-эксплуатационные нужды;
- потребность на изготовление технологической оснастки и инструментов;
- потребность на прирост незавершенного производства.

При работе с запасом **готовой продукции** *общая* потребность должна учитывать иные составляющие, определяемые состоянием рынка. В отличие от производственной потребности потребность в готовой продукции определяется в основном не внутренними факторами организации, а внешними, прежде всего рыночными факторами.

2. По сумме учитываемых ТМЦ выделяют общую и чистую потребность. **Общая** потребность (или брутто-потребность) определяется по нормам расхода или по прогнозным данным, как указано выше. *Общая* потребность в товарно-материальных ценностях на любом этапе движения материального потока может быть скорректирована на объем имеющихся наличных запасов, которые могут быть использованы для покрытия планируемого или прогнозируемого спроса. Скорректированная величина даст **чистую** потребность в ТМЦ.

3. По регулярности потребления. Потребность в товарно-материальных ценностях может иметь регулярный и нерегулярный характер. **Регулярное потребление** — ситуация, в которой запас потребляется ежедневно, еженедельно или ежемесячно. Точность прогнозирования такой потребности должна быть максимальной. **Нерегулярное потребление** — ситуация, в которой спрос на товарно-материальные ценности время от времени отсутствует. Для нерегулярного потребления характерно превышение объема отгрузок (продаж) в отдельные дни (недели или месяцы) над средним объемом продаж за длительный период времени.

4. По виду спроса. Прогнозирование как регулярного, так и нерегулярного потребления может представлять собой довольно сложную задачу. И при регулярном, и при нерегулярном потреблении могут возникать периоды **сезонного** потребления — периодическое

увеличение или уменьшение спроса на запас в течение года. Потребность может быть обусловлена и случайными изменениями, что характерно для так называемого **непредсказуемого** (спорадического) спроса.

5. По зависимости спроса от других факторов. Потребность в товарно-материальных ценностях как групп сырья и материалов, так и групп незавершенного производства, готовой продукции или товаров может иметь зависимый и независимый характер. **Зависимый** спрос имеет место при наличии технологической (*вертикальной*) обусловленности закупок, производственного процесса или процесса потребления. Например, потребность в готовом изделии определяет потребность во входящих в него сырье, материалах, деталях, комплектующих, сборочных единицах.

Зависимый спрос может иметь и *горизонтальную* составляющую, если демонстрируется связанная потребность в нескольких технологически не связанных товарах. Например, розничный магазин, торгующий фасованным древесным углем, может обслуживать и зависимый спрос на одноразовую посуду, столовые приборы, одноразовые скатерти, используемые при проведении пикников. Как правило, горизонтальный зависимый спрос возникает при проведении рекламных кампаний. При наличии горизонтального зависимого спроса потребность диктуется замыслами маркетинга. Зависимый спрос определяется по спросу на основной продукт в соответствии с известными нормами применяемости или использования.

**Независимый спрос** — спрос, никак не связанный со спросом на другой продукт. Такая характеристика потребности характерна для большинства продуктов рынка конечного потребления. Независимый спрос прогнозируется отдельно для каждого наименования товарно-материальных ценностей.

## 2.2. Анализ статистики поведения запаса

Так как запас представляет собой сложное явление, вызванное сочетанием характеристик входящего и выходящего материальных потоков, для описания состояния запаса следует воспользоваться рядом показателей, характеризующих запас с разных сторон.

Для первоначального описания запаса следует воспользоваться статистикой поведения запаса. Анализ статистики поведения запаса включает:

- 1) анализ связи динамики пополнения и отгрузок запаса:
- динамика пополнения запаса;
  - динамика отгрузок запаса;
  - средние показатели пополнения и отгрузок запаса;
  - вариация пополнения и отгрузок запаса;
  - корреляция статистических рядов пополнения и отгрузок запаса;

2) анализ динамики остатков запаса.

Для анализа связи динамики пополнения и отгрузок запаса необходимо обработать статистику пополнения и отгрузок.

**Динамика пополнения запаса** позволяет описать входящий на склад материальный поток. Данные о пополнения запаса содержатся в данных оперативного складского учета, а также в оборотных ведомостях счетов движения товарно-материальных ценностей бухгалтерского учета. Динамика пополнения запаса на складе позволяет планировать производственную мощность склада, численность персонала склада, отслеживать сезонные нагрузки на склад.

**Динамика отгрузок запаса** позволяет описать выходящий со склада материальный поток. Отгрузки со склада характеризуют объем имеющейся потребности в запасе, объем продаж или товарооборот торговых предприятий. Данные об отгрузках (потребности, объеме продаж или товарообороте) запаса, как и данные о пополнении запаса, содержатся в данных оперативного складского учета, а также в оборотных ведомостях счетов движения товарно-материальных ценностей бухгалтерского учета. Динамика отгрузок запаса позволяет планировать производственную мощность склада, численность персонала склада, отслеживать сезонные нагрузки на склад.

Обзор тенденций динамики поступлений товара на склад и отгрузки со склада должен показать, имеется ли между поступлениями и отгрузками товара выраженная связь.

**Средние показатели входящего и выходящего со склада материальных потоков** позволяют получить более обобщенную характеристику соответствия пополнения и использования запаса. Средние показатели пополнения и отгрузок запаса рассчитываются по следующей формуле (2.1):

$$\bar{\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_i}{n} \quad (2.1)$$

где  $\bar{\Pi}$  — среднемесячный объем пополнения (отгрузок, продаж, товарооборота) запаса, единиц/месяц;

$i$  — индекс месяца статистического ряда;

$n$  — число месяцев в статистическом ряду;

$\Pi_i$  — объем пополнения (отгрузок, продаж, товарооборота) запаса в  $i$  месяце, единиц/месяц.

Динамика средних показателей прихода и отгрузок (потребности, объема продаж или товарооборота) товара со склада связана с динамикой вариации значений прихода и отгрузок.

**Вариация** показывает степень изменчивости статистического ряда. Она рассчитывается как отношение стандартного отклонения к средней арифметической величине статистического ряда (2.2):

$$V = \frac{\sigma_n \times 100}{\bar{\Pi}} \quad (2.2)$$

где  $\sigma_n$  - среднеквадратическое отклонение объемов поставки за каждый равный отрезок времени от среднего уровня за весь период

$\bar{\Pi}$  - средний размер поставки (потребления) за весь период.

В свою очередь, стандартное отклонение (или корень из дисперсии) равно (2.3):

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Pi_i - \bar{\Pi})^2}{n}} \quad (2.3)$$

где  $\Pi_i$  - поставка (потребление) за  $i$ -й отрезок времени.

$n$  — число статистических данных;

Для точной оценки степени связи прихода товаров на склад и их отгрузки можно рассчитать коэффициент **корреляции** по отдельным товарным группам. Коэффициент корреляции двух статистических рядов (отгрузок и пополнения) указывает на наличие или отсутствие взаимосвязи между двумя свойствами. Коэффициент корреляции рассчитывается по следующей формуле (2.4).

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}(x; y)}{\sigma_x \sigma_y}, \quad (2.4)$$

где  $r_{xy}$  — коэффициент корреляции;

$\sigma_x, \sigma_y$  — стандартные отклонения статистических рядов X и Y;

$\text{cov}(x; y)$  — ковариация статистического ряда (среднее произведение отклонений каждой пары точек данных – формула (2.5)).

$$\text{cov}(x; y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}), \quad (2.5)$$

где  $n$  — число наблюдений;  $i$  — индекс наблюдений;  $x_i$  — значение статистической величины ряда X в момент  $i$  времени, единиц;  $\bar{x}$  — средняя арифметическая величина статистического ряда X, единиц;  $y_i$  — значение статистической величины ряда Y в момент  $i$  времени, единиц;  $\bar{y}$  — средняя арифметическая величина статистического ряда Y, единиц.

Тесной можно считать связи с коэффициентом корреляции более 75%.

### 2.3. Показатели состояния запаса в звеньях цепей поставок

К основным показателям состояния запаса относятся:

- средний уровень запаса;
- запасоемкость;
- обеспеченность потребности запасом;
- доля переходящего запаса;
- скорость обращения запаса;
- время оборота запаса.

**Средний уровень запаса** — основной производный показатель состояния запаса. Средний уровень запаса рассчитывается по единичным отчетным периодам по следующей формуле (2.6).

$$\bar{Z}_i = \frac{Z_{ni} + Z_{ki}}{2}, \quad (2.6)$$

где  $\bar{Z}_i$  — средний объем запаса в периоде  $i$ , единиц;

$Z_{ni}$  — остаток запаса на начало периода  $i$ , единиц;

$Z_{ki}$  — остаток запаса на конец периода  $i$ , единиц.

Для расчета среднего уровня запаса за длительный период следует использовать формулу средней хронологической (2.7).

$$\bar{Z}_j = \frac{0.5Z_1 + \sum_{i=2}^{n-1} Z_i + 0.5Z_n}{n-1}, \quad (2.7)$$

где  $\bar{Z}_j$  — средний уровень запаса в длительном периоде  $j$ , единиц;

$Z_1, Z_n$  — остаток запаса на первый и последний единичный период учета, единиц;

$i$  — индекс единичного периода учета;

$n$  — число единичных периодов учета;

$Z_i$  — остаток запаса на единичный период учета  $i$ , единиц.

**Запасоемкость** — показатель состояния уровня запаса, который показывает, сколько единиц остатков запаса имеется на единицу отгрузки прошлого единичного периода учета. Расчет запасоемкости проводится по следующей формуле (2.8).

$$Z_{em\_i} = \frac{Z_{ni+1}}{D_i} = \frac{Z_{ki}}{D_i}, \quad (2.8)$$

где  $Z_{em\_i}$  — запасоемкость запаса в периоде учета  $i$ ;

$i$  — индекс периода учета;

$Z_{ni+1}$  — остаток запаса на начало периода учета  $(i+1)$  (или на конец единичного периода учета  $i$ , единиц);

$D_i$  — объем отгрузок (потребность, объем продаж или товарооборот) за единичный период учета  $i$ , единиц.

Запасоемкость является безразмерным показателем. По существу, запасоемкость показывает, для обслуживания скольких будущих периодов будет достаточно остатков запасов, созданных на конец рассматриваемого периода при условии, что объем отгрузок (потребность, объем продаж или товарооборот) в будущих периодах останется на уровне рассматриваемого.

По своему содержанию показатель запасоемкости аналогичен показателю **обеспеченности потребности запасом**. Главное отличие этого показателя состоит в том, что обеспеченность потребности запасом имеет размерность. Этот показатель измеряется в единицах времени и показывает, на сколько дней (недель, декад, месяцев и др.) хватит наличных запасов до момента их полного истощения. Обеспеченность потребности запасом рассчитывается по следующей формуле (2.9).

$$O_{di} = \frac{Z_{ki}}{m_i} = Z_{em\_i} * t_i, \quad (2.9)$$

где  $O_{di}$  – обеспеченность потребности запасом в периоде учета  $i$ ; дни;  
 $i$  – индекс периода учета;  
 $Z_{ki}$  – остаток запаса на конец периода учета  $i$ , единиц;  
 $m_i$  – объем отгрузок (потребность, объем продаж или товарооборот) в единичном периоде учета  $i$ , единиц/дни,  
 $t_i$  – длительность (в днях, неделях, декадах, месяцах и пр.) периода учета  $i$ , дни.

Между показателями запасоемкости и обеспеченности потребности запасом имеется однозначная связь. Обеспеченность потребности запасом, как видно из формулы (2.9), представляет собой запасоемкость, приведенную в единицы времени.

**Доля переходящего запаса** — еще один показатель состояния запаса, который помогает оценить уровень наличного запаса. Он дополняет информацию, полученную при расчете трех вышеприведенных показателей. Доля переходящего запаса представляет собой отношение объема запаса на начало периода к предполагаемому балансовому итогу запаса на конец этого же периода исходя из того, что отгрузок (потребности, продаж, товарооборот) в рассматриваемом периоде не происходило. При расчете этого показателя используется уравнение баланса запаса (2.10).

$$Z_{ki} = Z_{ni} + S_i - D_i, \quad (2.10)$$

где  $Z_{ki}$  — остаток запаса на конец периода  $i$ ;  
 $Z_{ni}$  — остаток запаса на начало периода  $i$ ;  
 $S_i$  — объем пополнения запаса в периоде  $i$ ;  
 $D_i$  — объем отгрузок (потребление, объем продаж или товарооборот) запаса в периоде  $i$ .

Расчет доли переходящего запаса проводится по следующей формуле (2.11).

$$d_i = \frac{Z_{ni}}{Z_{ni} + S_i}, \quad (2.11)$$

где  $d_i$  — доля переходящего запаса периода  $i$ ;  
 $Z_{ni}$  — остаток запаса на начало периода  $i$ , единиц;  
 $S_i$  — объем пополнения запаса в периоде  $i$ .

Учитывая формулу (2.11), расчет доли переходящего запаса можно проводить и по следующей формуле (2.12).

$$d_i = \frac{Z_{ni}}{Z_{ni} + (Z_{ki} - Z_{ni} + D_i)} = \frac{Z_{ni}}{Z_{ki} + D_i}, \quad (2.12)$$

**Скорость обращения запаса** показывает количество оборотов (число раз полного обновления состава) среднего запаса за рассматриваемый период. Скорость обращения позволяет рассматривать запас как итог сочетания характеристик входящего и выходящего материальных потоков. Скорость обращения запаса рассчитывается по формуле (2.13).

$$V_i = \frac{D_i}{Z_i}, \quad (2.13)$$

где  $V_i$  — скорость обращения, число раз.

**Время оборота** показывает среднее число дней (недель, декад, месяцев и др.), в течение которых средний размер запаса находится на складе. Время оборота ( $T_i$ ) рассчитывается по следующей формуле (2.14).

$$T_i = \frac{\bar{Z}_i}{m_i} \quad (2.14)$$

#### 2.4. Статистические методы прогнозирования независимого спроса регулярно потребляемого товара

**Относительно равномерный** (или базовый) спрос характерен для регулярно потребляемых запасов, не имеющих сезонных периодов потребления. Относительно равномерный спрос типичен для запаса основных материалов производственных предприятий. Для прогнозирования потребности в запасах, характеризуемых временными рядами отгрузок равномерного характера, можно использовать методы наивного прогноза и группу методов прогнозирования по среднему значению (простой средней, скользящей средней, взвешенной скользящей средней), а также метод экспоненциального сглаживания.

**Наивный прогноз** является самой простой методикой прогнозирования. Она основывается на предположении о том, что прогнозируемое потребление будущего периода равно потреблению предшествующего периода.

Другие методы прогнозирования могут дать более точные результаты, чем метод наивного прогнозирования, но, являясь более

сложными, могут потребовать и более высоких затрат на их применение. Поэтому по критерию соотношения затрат на реализацию и точности прогнозирования менеджеры должны определиться, какой метод прогнозирования им следует применять. Вполне возможно, что таким методом окажется метод наивного прогноза.

**Прогнозирование по средним значениям.** В случае если временной ряд имеет интервал наблюдений в один месяц, повысить точность наивного прогноза позволяет метод прогнозирования *по простой средней* величине потребления с учетом числа рабочих дней в месяце.

Еще одним методом прогнозирования, относящимся к прогнозированию по средним значениям, является прогноз на основе *скользящего среднего значения* потребления запаса.

Метод скользящей средней при составлении прогноза использует значение средней арифметической величины потребления за последние периоды наблюдений. Скользящая средняя рассчитывается по следующей формуле (2.15).

$$\bar{P}_j = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}, \quad (2.15)$$

где  $\bar{P}_j$  — прогнозируемый объем потребности в периоде времени  $j$ , единиц;  $i$  — индекс предыдущего периода времени;  $P_i$  — объем потребления в предыдущем периоде времени  $i$ ;  $n$  — число периодов, используемых в расчете скользящей средней.

Для составления прогноза по скользящей средней требуется определить число периодов наблюдений  $n$ , которые будут использоваться в расчете. При этом следует учитывать особенности имеющегося временного ряда. Чем большее число точек наблюдения берется в расчет, тем скользящая средняя менее чувствительна к изменениям значений потребления в прошлые периоды. Если изменение наблюдений имеет ступенчатый характер, то следует обеспечить высокую чувствительность прогноза к каждому наблюдению. Здесь следует применить возможно меньшее число наблюдений.

Преимущество прогнозирования по скользящей средней состоит в простоте метода. Основным недостатком является то, что

значимость значений прошлых периодов при прогнозировании будущей потребности одинакова. Например, если в расчете скользящей средней используется 6 значений, то значимость каждого значения равна 1/6. Между тем, очевидно, что значимость статистики последнего из предшествующих периодов более велика, чем предыдущих.

Для учета важности отдельных периодов наблюдений используют метод **взвешенной скользящей средней**. В этом методе каждому используемому в расчете скользящей средней периоду присваивается коэффициент, отражающий значимость влияния этого периода на прогнозное значение потребления. Значимость более поздних периодов должна быть выше, чем значимость более ранних периодов. Например, из 6 периодов расчета скользящей средней последнему может быть присвоен удельный вес 5, предыдущему — 4; далее 3, 2, 1 и 1. В общем виде взвешенная скользящая средняя рассчитывается следующим образом (2.16).

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n k_i P_i}{\sum_{i=1}^n k_i}, \quad (2.16)$$

где  $P_j$  — прогнозируемый объем потребности в периоде времени  $j$ , единиц;  $i$  — индекс предыдущего периода времени;  $k_i$  — коэффициент значимости периода времени  $i$ ;  $P_i$  — объем потребления в предыдущем периоде времени  $i$ ;  $n$  — число периодов, используемых в расчете скользящей средней.

В целом прогнозирование по взвешенной скользящей средней дает более точные результаты, чем по простой скользящей средней. Главное преимущество взвешивания состоит в том, что в прогнозируемой величине в большей степени учитываются последние значения потребности. Определенную проблему представляет собой подбор коэффициентов значимости. Они, как правило, определяются экспертно и проверяются экспериментально, т.е. путем проб и ошибок.

Более сложный метод прогнозирования на основе расчета взвешенного среднего — это метод **экспоненциального сглаживания**. В этом методе каждый новый прогноз основан на учете значения предыдущего прогноза и его отклонения от фактического значения.

Прогнозное значение по методу экспоненциального сглаживания определяется следующим образом:

Прогнозное значение = Значение предыдущего прогноза +  $a$  × (Фактическая потребность — Значение предыдущего прогноза),  
где  $a$  — константа сглаживания;

Константа сглаживания  $a$  определяет чувствительность прогноза к ошибке. Чем ближе ее значение к нулю, тем медленнее прогноз будет реагировать на ошибки, тем, следовательно, будет выше степень сглаживания прогноза. Напротив, чем ближе значение сглаживающей константы к единице, тем выше чувствительность и меньше сглаживание. Подбор значения константы сглаживания проводится экспериментально. Цель такого подбора состоит в том, чтобы определить такое значение  $a$ , чтобы, с одной стороны, прогноз был чувствителен к изменениям временного ряда, а с другой стороны, хорошо сглаживал скачки потребления, вызванные случайными факторами.

## **2.5. Эконометрические модели прогнозирования спроса регулярно потребляемого товара**

В силу влияния случайных факторов зачастую складывается ситуация, когда прогнозирование по данным временных рядов не дает требуемой точности прогноза. В таких случаях можно воспользоваться идеей о том, что на отгрузки запаса рассматриваемых товарно-материальных ценностей оказывает влияние какая-либо переменная, от которой зависит прогнозируемый спрос. Например, температура воздуха оказывает воздействие на интенсивность спроса на прохладительные напитки, численность новорожденных детей определяет через 2—3 года спрос на детскую книжную продукцию и т.п. Определение и анализ таких переменных, которые принято называть индикаторами, дают возможность составить прогноз будущего потребления.

Индикаторами, оказывающими воздействие на спрос, являются, например:

- индекс оптовых цен;
- индекс потребительских цен;
- объем производства;
- показатели миграции населения;

- процентные ставки за кредит;
- уровень платежеспособности населения;
- затраты на рекламу и др.

Для того чтобы те или иные события могли служить индикаторами, требуются следующие три условия.

1. Наличие логического объяснения связи индикатора и прогнозируемой потребности.
2. Интервал времени между изменением индикатора и изменением потребности должен быть достаточно велик для возможности использования прогноза.
3. Наличие высокой корреляционной связи между индикатором и уровнем потребности.

Для прогнозирования потребности в запасе на основе индикаторов используют регрессионный анализ. Простейшей формой регрессии является линейная связь между двумя переменными. Уравнение линейной регрессии имеет вид (2.17).

$$y = a + bx, \quad (2.17)$$

где  $y$  — прогнозируемая (зависимая) переменная, единиц;

$a, b$  — коэффициенты;

$x$  — индикатор (независимая переменная), единиц.

Кроме линейной регрессии можно использовать и иные, более сложные виды регрессии (параболическую, гиперболическую, экспоненциальную и др.).

## **2.6. Прогнозирование потребности в запасе на основе экспертных оценок**

Наиболее часто прогнозирование потребности в запасе ведется на основе статистических данных о потреблении в прошлые периоды времени. В некоторых случаях прогнозирование потребления запаса строится без учета статистики, например при вводе на рынок принципиально нового продукта или при выходе с известным продуктом на принципиально новый рынок. В период экономической и политической перестройки часто не удается воспользоваться статистической информацией. Поэтому обработка статистики требует значительного времени. При его отсутствии приходится искать методы прогнозирования, опирающиеся не на количественную, а на качественную информацию.

Во всех перечисленных примерах для прогнозирования потребности в запасе требуется прибегать к методам, которые основываются на опыте и интуиции специалистов, или к методу экспертных оценок.

**Методом экспертных оценок** называют описательные, качественные, приближительные, а также количественные оценки процессов или явлений, не поддающихся в принципе или в данной ситуации непосредственному измерению. В результате использования метода экспертной оценки выявляются субъективные мнения экспертов и на их основе определяются объективные оценки прогноза. Метод экспертных оценок основывается на следующих гипотезах:

- 1) эксперт является качественным источником информации;
- 2) групповое мнение экспертов близко к истинному решению проблемы.

При прогнозировании потребности в запасе методы экспертных оценок в своем классическом виде применяются довольно редко. Так как экспертные методы занимают рабочее время квалифицированных специалистов, их использование требует больших затрат. Кроме того, экспертные методы требуют длительной процедуры получения и обработки экспертных оценок. Тем не менее, остановимся на кратком обзоре содержания экспертного оценивания в общем виде.

Метод экспертных оценок включает несколько этапов. Рассмотрим содержание каждого этапа метода экспертных оценок подробнее.

**Разработка программы экспертного оценивания** — первый этап организации работ по применению экспертных оценок. В этом документе формулируются цель работы экспертов и основные положения ее выполнения. В программе должны быть отражены следующие вопросы: постановка цели экспертного опроса; сроки выполнения работ; задачи и состав группы управления; обязанности и права группы управления; финансовое и материальное обеспечение работ.

Для подготовки программы экспертного оценивания и руководства всей работой назначается руководитель экспертизы. На него возлагается формирование группы управления опросом и ответственность за организацию ее работы.

**Подбор экспертов** — второй этап применения метода экспертных оценок. Подбор экспертов ведет группа управления опросом. Эта процедура включает несколько шагов:

- уяснение задачи;
- определение круга областей деятельности, связанных с задачей;
- определение состава экспертов по каждой области деятельности;
- определение числа экспертов в группе;
- составление предварительного списка экспертов с учетом их местонахождения;
- анализ квалификации экспертов и уточнение списка экспертов в группе;
- получение согласия экспертов участвовать в работе;
- составление окончательного списка экспертной группы.

Общим требованием при формировании группы экспертов является эффективность решения поставленной задачи. Как и любой показатель эффективности, *эффективность решения* задачи экспертами определяется как отношение а) результата экспертных оценок к б) затратам на проведение экспертной оценки. В качестве результата решения экспертами задачи выступает достоверность экспертизы, т.е. точность предсказания будущего реального процесса. Таким образом, можно сказать, что эффективность решения экспертами задачи представляет собой отношение достоверности результатов экспертизы и затрат на ее проведение:

**Подготовка процедуры опроса** – третий этап – ведется параллельно с формированием группы экспертов группой управления. При разработке процедуры опроса определяются: место и время опроса; число и задачи туров опроса; форма опроса; порядок фиксации и сбора результатов; состав необходимых для работы экспертов документов.

Важным вопросом является определение формы проведения опроса. Известен спектр методов проведения опроса. Выбор той или иной формы опроса определяется многими факторами, например:

- целью и задачами экспертизы;
- существом и сложностью анализируемой проблемы;
- полнотой и достоверностью исходной информации;
- требуемым объемом и уровнем достоверности информации, получаемой в результате опроса;
- временем на опрос и экспертизу в целом;
- допустимой стоимостью опроса и экспертизы в целом;
- числом экспертов и членов группы управления;

- квалификацией экспертов и членов группы управления.

К основным методам проведения опроса относятся: анкетирование, интервьюирование и групповое обсуждение.

**Анкетирование** проводится индивидуально и заочно по анкетам закрытого (с заранее указанными вариантами ответов) или открытого (без заранее определенного перечня вариантов ответов) типа. Заполненные анкеты собираются и обрабатываются сотрудниками группы управления. К преимуществам анкетирования можно отнести: относительную простоту организации; возможность охвата больших групп экспертов и получения количественных результатов после статистической обработки результатов анкетирования.

Недостатками этих методов являются отсутствие гарантии серьезного и заинтересованного заполнения анкеты экспертом и уверенности в том, что вопросы были правильно поняты экспертом, а также возможность субъективной интерпретации экспертом вопросов анкеты и неполнота и частичность ответов как при закрытом, так и при открытом типе анкет.

**Интервьюирование** проводится членами группы управления очно по заранее составленному списку вопросов или в режиме свободного диалога индивидуально или с группой экспертов. Интервьюирование также имеет как сильные, так и слабые стороны. К недостаткам интервьюирования следует прежде всего отнести большую продолжительность опроса экспертов, высокую трудоемкость, а также необходимость достаточного штата работников, проводящих интервью. Преимущества интервьюирования заключаются в полном преодолении недостатков анкетирования.

**Групповое обсуждение** может быть реализовано несколькими методами. Наиболее часто используются: совещание, дискуссия, мозговой штурм и метод Дельфи. Каждый метод группового обсуждения обладает преимуществами и недостатками. Во многих случаях наибольший эффект дает применение нескольких методов.

Наиболее популярным методом группового обсуждения экспертами является метод Дельфи. Он представляет собой серии анкетирования или интервью экспертов, причем каждая серия анкет или вопросников для интервью разрабатывается на основе обработки результатов предыдущей серии. Главная цель метода Дельфи — составление согласованного членами экспертной группы прогноза.

**Проведение опроса** — четвертый этап. В процессе непосредственного проведения опроса экспертов и обработки его

результатов группа управления выполняет комплекс работ в соответствии с разработанным планом, корректируя его по мере необходимости по содержанию, срокам и ресурсам.

Проведение опроса — главный этап совместной работы группы управления и экспертов. Основным содержанием опроса являются следующие элементы:

- предъявление вопросов экспертам;
- информационное обеспечение работы экспертов;
- выработка экспертами суждений, оценок, предложений;
- сбор результатов работы экспертов.

**Обработка результатов опроса** является последним этапом метода экспертных оценок. На этом этапе производятся:

- обработка результатов экспертного оценивания;
- анализ результатов экспертного оценивания;
- составление отчета;
- обсуждение результатов;
- оформление итогов работы;
- ознакомление с результатами экспертизы заинтересованных организаций и лиц.

Исходной информацией для обработки результатов экспертных оценок являются числовые данные, выражающие предпочтения экспертов и содержательное обоснование этих предпочтений. Целью обработки является получение обобщенных данных и новой информации, содержащейся в скрытой форме в экспертных оценках.

Имеются разнообразные методы обработки экспертных оценок. Одним из простейших методов является получение групповой экспертной оценки путем суммирования индивидуальных оценок экспертов, скорректированных по коэффициенту компетентности эксперта. Расчет коэффициентов компетентности эксперта, в свою очередь, также может быть проведен по нескольким методикам, эффективность которых зависит от сферы применения метода.

### **Тема 3. Цикл заказа и страховой запас**

#### **3.1. Цикл заказа и его структура**

При рассогласовании характеристик входящего и выходящего материальных потоков (см. рис. 1.2) требуется накопление запасов для их дальнейшего использования. Это приводит к пилообразному

движению запаса. При таком движении в работе с запасом имеются повторяющиеся совокупности действий, которые принято называть циклами. Рассмотрим состав и содержание таких циклов подробнее (рис. 3.1).

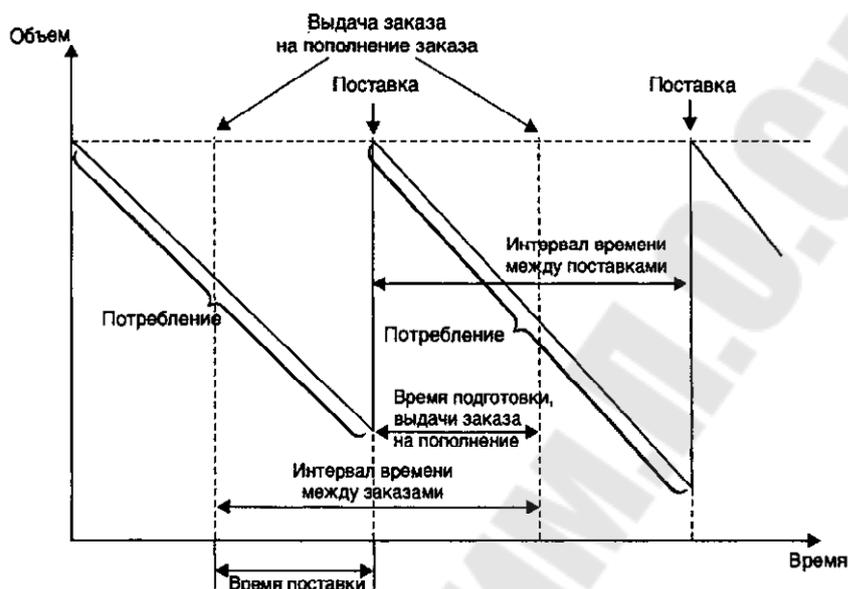


Рисунок 3.1. Циклы движения запаса в звене цепи поставок

Процесс движения запаса можно разделить на этапы накопления и потребления. Накопление запаса происходит в результате организации поставок товарно-материальных ценностей. В конкретный момент поставщику выдается заказ за пополнение запаса партией определенного размера. Через фиксированный период времени заказанная партия товарно-материальных ценностей поставляется на склад, принимается и приходуется. Все параметры этого процесса пополнения запаса рассчитываются заранее.

Принятие решения об обновлении запаса могут исполнять в зависимости от организационной структуры предприятия и закрепления функций работники следующих подразделений: отдела логистики; группы управления запасами; отдела закупок (снабжения).

Принятие решения о моменте и размере выдачи заказа определяется или поддерживается деятельностью следующих подразделений: производственные, продаж (или коммерческий отдел), маркетинга, информационных технологий, планово-экономический, складское хозяйство, финансов, бухгалтерия.

От момента выдачи заказа на пополнение запаса и до момента учета пришедшей на склад партии товарно-материальных ценностей проходит интервал времени, называемый временем выполнения заказа (см. рис. 3.1).

**Время выполнения заказа** включает продолжительность следующих действий, выполняемых при обработке заказа:

- 1) передача заказа поставщику;
- 2) прием заказа поставщиком;
- 3) производство или подбор заказа поставщиком;
- 4) проверка качества поставщиком;
- 5) подготовка поставщиком заказа к отгрузке;
- 6) отгрузка;
- 7) перевозка;
- 8) складирование груза на складах при перегрузке на другие виды транспорта;
- 9) погрузка-разгрузка партии при смене вида транспорта;
- 10) задержки в пути;
- 11) выполнение операций по таможенному оформлению груза;
- 12) приемка партии заказа;
- 13) разгрузка;
- 14) проверка качества партии заказа;
- 15) размещение товарно-материальных ценностей на складе.

Перечисленные выше работы выполняют различные подразделения организации, содержащей запас, а также ее различные контрагенты.

Таким образом, в обновлении запаса участвуют следующие подразделения и организации:

- заказчик, содержащий запас;
- поставщик;
- перевозчик;
- транспортно-экспедиторская компания;
- логистический оператор.

По завершении времени выполнения заказа запас учтен на складе и предназначен для отгрузок потребителю.

Для предотвращения исчерпания запаса необходимо через некоторый период времени повторить заказ на пополнение запаса. Определение интервала времени между заказами, как и интервала времени между поставками, является существенным элементом процесса управления запасом.

Со стороны отдела логистики (группы управления запасами или отдела закупок), который принимает решения о характеристиках входящего и выходящего материальных потоков, в движении запаса

актуальны циклы обновления запаса, которые включают процессы принятия решения об обновлении запаса, время выполнения заказа и время подготовки выдачи заказа на пополнение запаса. Со стороны складского хозяйства, содержащего физический запас, в движении запаса выделяются циклы приемки и отгрузки.

### 3.2. Понятие страхового запаса. Методы расчета нормы страхового запаса

**Страховой запас** (гарантийный запас) предназначен для непрерывного обеспечения потребления при появлении возможных обстоятельств:

- отклонений в периодичности и размере партий поставок от запланированных;
- изменений интенсивности потребления;
- задержки поставок в пути и др.

При нормальных условиях работы страховой запас не расходуется. Страховой запас имеет те же единицы измерения, что и текущий запас (натуральные единицы, единицы объема, длины, массы или дни обеспечения потребности).

При расчете страхового запаса может использоваться формула прямого счета, позволяющая связать возможное и нежелательное отклонение от плановых показателей и уровень страхового запаса. Например, если страховой запас создается для предотвращения дефицита запаса при задержке поставки, он может быть рассчитан следующим образом:

$$Z_s = P_c * t_{zn}, \quad (3.1)$$

где  $Z_s$  — страховой запас, единиц;

$P_c$  — среднесуточный объем потребления, единиц/день;

$t_{zn}$  — время задержки поставки, дни.

Величина страхового запаса (в днях) может быть определена как средневзвешенная величина отклонения продолжительности поставки от плановой (средней) величины на основе статистических данных о ранее выполненных поставках:

$$Z_s = \frac{\sum_{i=1}^n (t_{\phi i} - \bar{t}) * Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}, \quad (3.2)$$

где  $t_{\phi i}$  — фактический интервал между поставками в  $i$ -том периоде;

$i = \overline{1, n}$  – количество поставок;

$\bar{t}$  – средний интервал между поставками;

$Q_i$  – размер заказа  $i$  на пополнение запаса, единиц.

Для определения значения страхового запаса в иных единицах измерения необходимо умножить значение формулы (3.2) на величину среднесуточного потребления  $P_c$ . Имеется много способов расчета страхового запаса. Приведем две наиболее популярные и вполне надежные формулы

$$Z_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{\phi i} - \bar{t})^2}{n}} * P_c, \quad (3.3)$$

$$Z_s = k * \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{\phi i} - \bar{t})^2 * Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}} * P_c, \quad (3.4)$$

где  $k$  – коэффициент надежности (равен 1 или 2)/

Как показала практика, надежность результатов расчета по формуле (3.4) выше, чем по формуле (3.3).

#### **Тема 4. Расчет оптимального размера заказа на пополнение запаса (экономичный объем заказа)**

##### **4.1. Роль и состав затрат, связанных с запасами**

Затраты, связанные с запасами, в своем стоимостном измерении представляют собой часть логистических издержек. Они являются главной составляющей частью издержек на логистику. В среднем затраты на запасы составляют от 12 до 40% совокупных логистических затрат. При этом производственные предприятия имеют более низкий уровень этого показателя, а оптовые и розничные компании – довольно высокий удельный вес затрат, связанных с запасами (до 50%).

Затраты, связанные с запасами, включают:

- затраты на закупку;
- затраты на пополнение запаса;
- затраты на содержание запаса.

**Затраты на закупку** запаса — расходы финансовых ресурсов на непосредственную закупку товарно-материальных ценностей запаса у поставщика.

**Затраты на пополнение** запаса представляют собой расходы материальных, финансовых, информационных, трудовых и других видов ресурсов, необходимых для обеспечения пополнения запаса. Они включают затраты при планировании, осуществлении и контроле закупки. Затраты на пополнение запаса связаны с деятельностью подразделений, участвующих в принятии и реализации решений о пополнении запаса в целях обеспечения предполагаемой или заявленной потребности.

К таким подразделениям относятся отдел маркетинга, продаж (или коммерческий отдел), производственные подразделения, отделы закупок, логистики, информационных технологий, бизнес-аналитики, планово-экономический отдел, управленческого учета, финансов, бухгалтерия и др.

**Затраты на содержание** запаса представляют собой расходы материальных, финансовых, информационных, трудовых и других видов ресурсов, необходимых для обеспечения сохранности и поддержания качества товарно-материальных ценностей, находящихся в запасе на определенной территории или на транспортном средстве. Затраты на содержание запаса связаны с деятельностью складского хозяйства и транспортного отдела, выполняющих работы непосредственно с физическим запасом.

В отличие от других логистических издержек затраты, связанные с запасами, не находят полного отражения в балансе предприятия и в отчете о прибылях и убытках. Статья «Запасы» находится в разделе активов баланса. Затраты, связанные с запасами, не имеют отдельной статьи отражения. Между тем финансовые средства, вложенные в запасы, отвлекаются от других направлений инвестиций компании. Затраты, связанные с обслуживанием запаса, отрывают финансовые ресурсы от иных видов деятельности. Экономия на запасах, таким образом, существенно отражается на общих результатах бизнеса. Таким образом, затраты, связанные с запасами, оказывают существенное влияние на финансовое положение компании и требуют учета и анализа.

При этом необходимо помнить, что снижение уровня наличных запасов снижает затраты на содержание запаса, но требует увеличения затрат на размещение заказов и транспортные расходы. Следовательно, решение об уровне запаса должно сопровождаться

комплексной оценкой изменения связанных с этим решением статей затрат не только в сфере логистики, но и в иных областях деятельности компании.

Определение целевых показателей движения запаса (скорости обращения и времени оборота и др.), обеспечивающих заданный уровень обслуживания потребителей и заданный уровень рентабельности логистической системы, также имеет связь с затратами и оказывает принципиальное влияние на финансовые результаты работы организации.

Для правильного учета всех аспектов работы с запасами, связанными с финансовыми результатами деятельности компании, необходимо знать состав статей затрат, связанных с запасами.

#### 4.2. Определение затрат на закупку

Затраты на закупку запаса рассчитываются следующим образом:

$$C_p = C * Q, \quad (4.1)$$

где  $C_p$  — затраты на закупку запаса, руб.;

$C$  — закупочная цена единицы товара, руб.;

$Q$  — размер заказа, единиц.

При отсутствии оптовых скидок при проведении закупок изменение затрат на закупку имеет прямо пропорциональную зависимость от размера партии закупки (рис. 4.1 и формула (4.1)).

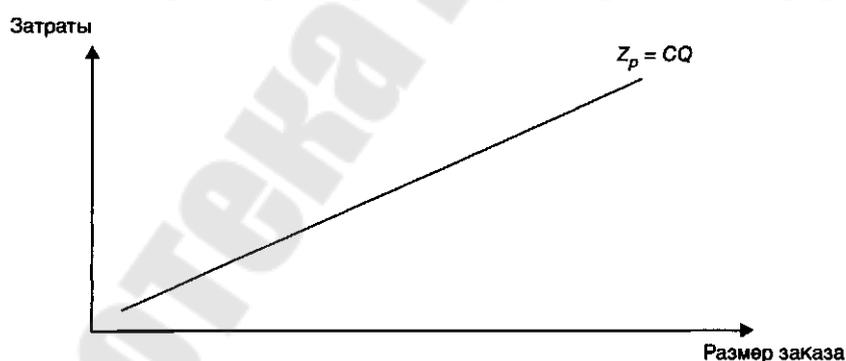


Рисунок 4.1. Зависимость затрат на закупку от размера партии при отсутствии оптовых скидок

В этом случае уровень цены за единицу товара фиксирован и не зависит от размера партии закупки (рис. 4.2).

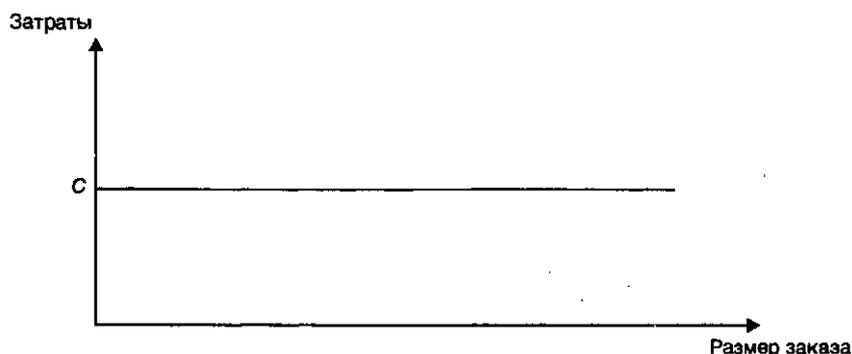


Рисунок 4.2. Уровень цены на закупку единицы товара при отсутствии оптовых скидок

При наличии оптовых скидок затраты на закупку меняются дискретно в соответствии со схемой изменения цены, согласованной с поставщиком. Пример схемы изменения цены при наличии оптовых скидок приведен на рис. 4.3.

Зависимость затрат на закупку от размера партии закупки при наличии оптовых скидок приведена на рис. 4.4.

Затраты на закупку составляют основную часть капитальных затрат, связанных с запасами. Удельный вес финансовых ресурсов, замороженных в запасе, в общих затратах, связанных с запасами, достаточно велик. В капитальных затратах, как правило, также учитываются альтернативные затраты, формирующиеся в процессе хранения запаса, и прибыль, которая могла быть получена при использовании финансовых ресурсов, вложенных в запас, в иных целях.

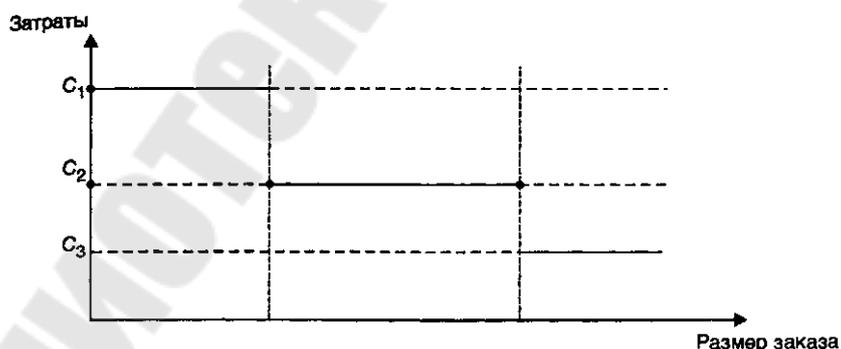


Рисунок 4.3. Уровень цены на закупку единицы товара при наличии оптовых скидок

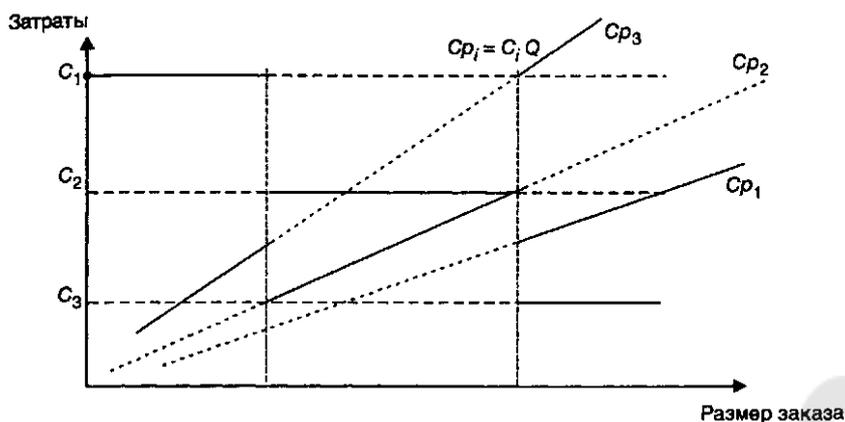


Рисунок 4.4. Зависимость затрат на закупку от размера партии при наличии оптовых скидков

### 4.3. Основные статьи затрат на выполнение заказа

Затраты на пополнение запаса — вторая группа затрат, связанных с запасами. Затраты на пополнение запаса — расходы материальных, финансовых, информационных, трудовых и других видов ресурсов, необходимых для оформления и получения заказа. Они включают затраты при планировании, осуществлении и контроле закупки.

Если общая потребность в единичный период времени составляет  $S$  единиц, а восполнение этой потребности ведется партиями по  $Q$  единиц, то отношение  $S/Q$  определяет число заказов в единичный период. Тогда затраты на пополнение запаса составят:

$$C_{p3} = S/Q * A, \quad (4.2)$$

где  $C_{p3}$  — затраты на пополнение запаса, руб.;

$S$  — объем потребности в запасе, единиц;

$Q$  — размер заказа, единиц;

$A$  — затраты на выполнение одного заказа, руб.

Затраты на выполнение одного заказа  $A$  включают постоянные затраты на подготовку, размещение, контроль исполнения и приемку одного заказа. Величина  $A$ , как и постоянные затраты, не зависит от объема заказа. Они связаны с процедурой выдачи заказов. В состав затрат на выполнение одного заказа входят, например, затраты на следующие виды работ:

- на подготовку заказа;
- на анализ статистической информации по движению запаса;
- на поиск поставщика;

- на ведение переговоров;
- представительские расходы;
- на определение нужного объема заказа;
- на оформление заказа; на пополнение запаса:
- на передачу заказа;
- на контроль выполнения; на приемку заказа:
- на отслеживание процесса транспортировки заказа;
- на контроль качества поставки;
- на оформление претензий по качеству при необходимости;
- на регистрацию полученного заказа в компьютерной системе и пр.

Чем больший размер заказа пополняет запас в единичный период времени, тем реже приходится делать заказ, тем, следовательно, меньше затраты, связанные с пополнением запаса (рис. 4.5).

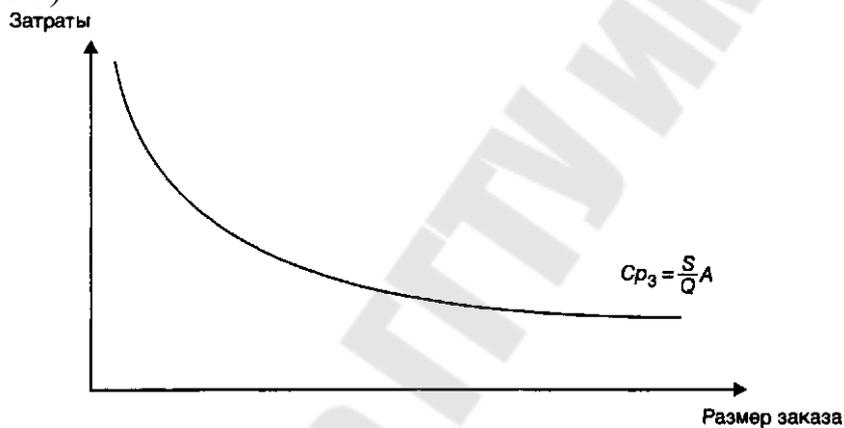


Рисунок 4.5. Зависимость затрат на пополнение запаса от размера партии закупки

Затраты на выполнение заказа могут быть определены как отношение общих годовых затрат на содержание отдела, осуществляющего заказы (это может быть отдел закупок или отдел логистики), на число подаваемых за год заказов:

$$A = \frac{O_{op}}{N_Q}, \quad (4.3)$$

где  $A$  — затраты на выполнение одного заказа, руб.;

$O_{op}$  — совокупные годовые затраты на содержание отдела, выполняющего заказы на восполнение запаса, руб.;

$N_Q$  — число выданных за год заказов по всем позициям запаса.

При использовании формулы (4.3) затраты на подачу каждого заказа будут завышены.

Другой метод оценки затрат на выполнение одного заказа  $A$  — хронометраж и выборочное обследование в целях определения средних затрат времени на подготовку и подачу одного заказа. Стоимость этого метода высокая. Получение результата требует длительного времени для сбора и обработки данных.

При хорошо налаженном управленческом учете данные о затратах на выполнение одного заказа накапливаются в корпоративной информационной системе. Их сбор и обработка не требуют ни значительных средств, ни времени. В случае если статистику о затратах на выполнение одного заказа сложно получить, можно прибегнуть к методу экспертной оценки.

#### 4.5. Основные статьи затрат на содержание запаса.

Затраты на содержание запаса представляют собой расходы материальных, финансовых, информационных, трудовых и других видов ресурсов, необходимых для обеспечения сохранности и поддержания качества товарно-материальных ценностей, находящихся в запасе на определенной территории или на транспортном средстве. Затраты на содержание запаса рассчитываются по следующей формуле (4.4):

$$C_c = \bar{Z} * I, \quad (4.4)$$

где  $C_c$  — затраты на содержание запаса, руб.;

$\bar{Z}$  — средний уровень запаса, единиц;

$I$  — затраты на содержание единицы запаса, руб.

Средний уровень запаса  $\bar{Z}$  может быть рассчитан по формуле (4.5) или исходя из следующих соображений. Если воспользоваться общепринятым подходом к расчету среднего уровня запаса, то средний уровень запаса при восполнении его партиями по  $Q$  единиц равен половине этой величины, т.е.  $Q/2$ .

$$\bar{Z} = \frac{Q}{2} \quad (4.5)$$

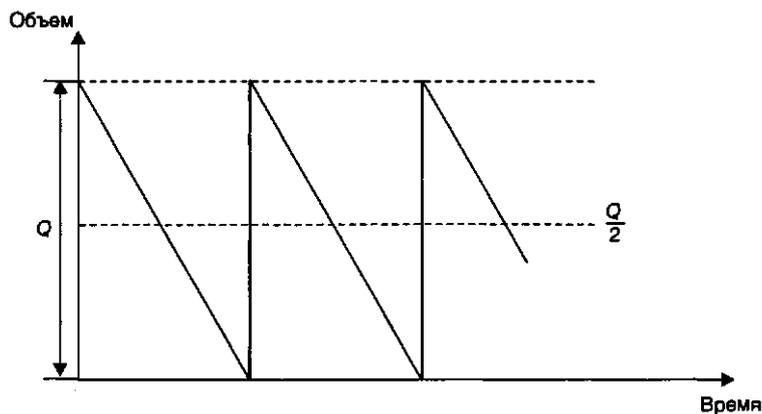


Рисунок 4.6. Расчет среднего запаса в звене цепей поставок

При учете наличия страхового запаса средний уровень запаса будет рассчитан иначе (рис. 4.7):

$$\bar{Z} = Z_s + \frac{Q}{2}, \quad (4.6)$$

где  $Z_s$  — страховой уровень запаса, единиц.

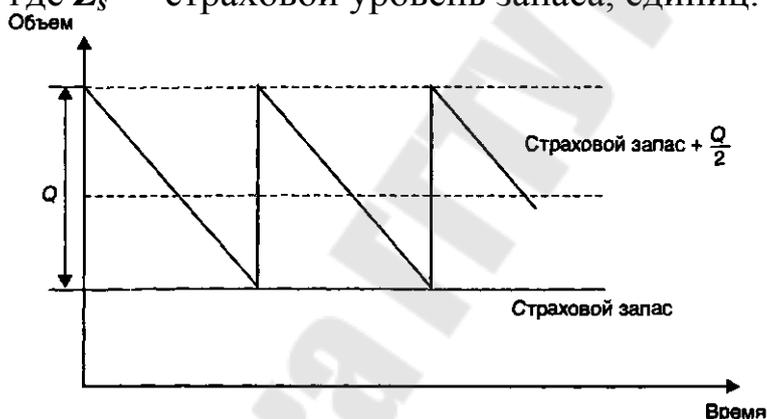


Рисунок 4.7. Расчет среднего запаса с учетом наличия страхового запаса

Функция затрат на содержание запаса может иметь один из следующих видов:

при ситуации рис. 4.6:

$$C_c = (Q/2) * I, \quad (4.7)$$

или (рис. 4.7):

$$C_c = (Z_s + Q/2) * I, \quad (4.8)$$

где  $C_c$  — затраты на содержание запаса, руб.;

$Z_s$  — размер страхового запаса, единиц;

$Q$  — размер заказа, единиц;

$I$  — затраты на содержание единицы запаса, руб.

Часто затраты на содержание запаса оцениваются в процентах от стоимости наличного запаса. В таком случае затраты на содержание запаса следует рассчитывать по формуле (4.9).

$$C_c = \bar{Z} * C * i, \quad (4.9)$$

где  $C_c$  — затраты на содержание запаса, руб.;

$\bar{Z}$  — средний уровень запаса, единиц;

$C$  — стоимость единицы запаса, руб.;

$i$  — затраты на содержание единицы запаса, %.

Затраты на содержание запаса в общем случае прямо пропорционально зависят от размера заказа: чем большими партиями пополняется запас, тем дороже стоит содержание запаса.

К затратам на содержание единицы запаса могут быть отнесены:

**1. Затраты на содержание склада:**

- амортизационные отчисления на машины, оборудование и технические средства;
- основная и дополнительная заработная плата работников склада и отдела снабжения, связанных с работой склада;
- стоимость аренды складского помещения;
- коммунальные платежи;
- расходы на оплату управленческого персонала;
- затраты на регламентные работы с хранимыми товарно-материальными ценностями;
- затраты на инвентаризацию запаса и пр.

**2. Затраты на обеспечение движения запаса:**

- оплата труда работников, задействованных в приемке;
- стоимость израсходованных при приемке материалов;
- расходы на подачу транспорта;
- расходы на погрузоразгрузочные работы;
- затраты на транспортировку из зоны приемки к месту хранения;
- затраты на упаковку и затаривание;
- оплата труда работников, задействованных в отгрузке запаса со склада, и пр.

**3. Расходы на обслуживание запаса:**

- стоимость страхования;
- процент за полученные кредиты;

- налоги и пр.
4. **Стоимость рисков, связанных с содержанием запаса:**
- порча товарно-материальных ценностей в результате хранения;
  - потери от естественной убыли;
  - моральное старение;
  - кражи.
5. **Альтернативные затраты.**

*Альтернативные затраты* представляют собой финансовые затраты, замороженные в приобретенных товарно-материальных ценностях. Наличие запаса требует собственных или заемных финансовых ресурсов, замороженных в запасе. Эти ресурсы могли бы быть направлены в иные сферы деятельности, включая инвестиционные. Поэтому затраты, понесенные при закупке и последующем хранении запаса, имеют так называемую альтернативную составляющую, определяющую норму прибыли, которая могла бы быть получена при использовании данных финансовых ресурсов в иных целях. Отсутствие прибыли в связи с наличием замороженного (иммобилизованного) капитала в запасах означает, что компания, содержащая запасы, несет потери.

#### **4.6. Формирование общих затрат, запасами в звене цепей поставок**

Общие затраты, связанные с запасами, представляют собой сумму затрат на закупку, пополнение запаса и содержание запаса. Учитывая выражения, определяющие объем этих групп затрат (формулы (4.1), (4.2), (4.8)), общие затраты, связанные с запасами, могут быть рассчитаны следующим образом:

$$T = C_p + C_{p3} + C_c, \quad (4.10)$$

где  $T$  — общие затраты, связанные с запасом, руб.

или

$$T = C * S + S/Q * A + (Z_s + Q/2) * I \quad (4.11)$$

где  $T$  — общие затраты, связанные с запасом, руб.;  $C$  — закупочная цена единицы товара, руб.;  $Q$  — размер заказа, единиц;  $S$  — объем потребности в запасе, единиц;  $A$  — затраты на выполнение одного заказа, руб.;  $Z_s$  — размер страхового запаса, единиц;  $I$  — затраты на содержание единицы запаса, руб.

Иллюстрация формирования общих затрат, связанных с запасами, приведена на рис. 4.8.

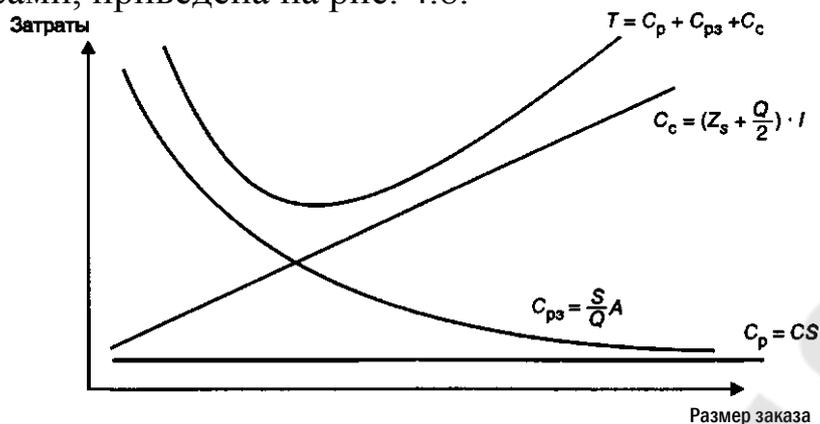


Рисунок 4.8. Формирование общих затрат, связанных с запасами в звене цепей поставок

#### 4.7. Процесс управления запасами в звеньях цепей поставок

Для того чтобы запас мог обеспечивать имеющуюся потребность, необходима реализация процесса управления запасами. Под управлением запасами понимается деятельность, направленная на обеспечение требуемого уровня запаса. Процесс управления запасами требует наличия алгоритма управления запасами. Процедура разработки такого алгоритма включает несколько этапов:

- 1) определение объема потребности в запасе;
- 2) определение состава статей затрат, связанных с созданием и поддержанием запаса;
- 3) расчет оптимального размера заказа, пополняющего запас;
- 4) согласование условий пополнения запаса;
- 5) проектирование алгоритма управления запасами.

**Определение объема потребности в запасе** позволяет определить предполагаемые характеристики выходящего материального потока. В работах по определению потребности в запасе могут принимать участие (в зависимости от отрасли деятельности) отделы маркетинга, продаж (или коммерческий), производственные подразделения (или планово-экономические отделы, обслуживающие производство), отделы логистики, информационных технологий (или бизнес-аналитики).

**Определение состава статей затрат, связанных с запасами,** является основой принятия решений по управлению запасами.

Затраты, связанные с запасами, представляют собой основной критерий оптимизации уровня запаса. В работе по согласованию состава статей затрат, организации их учета и использованию величин затрат в управлении запасами принимают участие планово-экономический отдел, отдел управленческого учета, бухгалтерия, отделы логистики, информационных технологий (или бизнес-аналитики).

**Расчет оптимального размера заказа**, пополняющего запас, позволяет предварительно определить характеристики входящего материального потока. Учитывая, что исходной информацией работы с запасом являются характеристики потребления, формирование характеристик входящего потока представляет собой главный инструмент манипуляции с запасом. Определение оптимального размера заказа — фактически основная возможность оптимизации уровня запаса. Расчет оптимального размера заказа проводится отделом логистики при участии транспортного отдела, складского хозяйства, производственных подразделений, отдела информационных технологий.

**Согласование условий пополнения запаса** проводится с представителями поставяющего звена (поставщиком) на основе результатов расчета оптимального размера заказа, проведенного на предыдущем этапе разработки алгоритма управления запасом. Такое согласование проводится в рамках переговоров с поставщиком и предполагает учет позиции и интересов поставщика. Результат четвертого этапа, как правило, приводит к определению характеристик входящего материального потока, отличных от рассчитанных на третьем этапе. В работе по этому этапу участвуют отдел закупок, отдел логистики, юридический отдел, финансовый отдел.

К началу пятого этапа у разработчика алгоритма управления запасом имеются определенные характеристики выходящего материального потока (результат первого этапа) и входящего материального потока (результат четвертого этапа). Запас формируется в результате расхождения этих характеристик. Пятый этап разработки алгоритма управления запасами обеспечивает **формирование алгоритма**, который позволит поддерживать созданный запас на оптимальном (для организации, содержащей запас) уровне. Разработку алгоритма управления запасами ведут отдел логистики или специалисты отдела (группы) бизнес-аналитики.

Состав подразделений организации, участвующих в процедуре разработки алгоритма управления запасами, зависит от организационной структуры конкретного предприятия и распределения функций между этими подразделениями.

#### 4.8. Классическая модель Уилсона для обоснования оптимального размера заказа

Размер заказа, пополняющего запас, существенно влияет на уровень запаса в организации.

Исходя из формулы (4.4) сравним затраты на содержание запаса при одноразовом пополнении запаса в объеме  $Q_1$ , равном годовой потребности, и при ежеквартальном пополнении запаса в объеме  $Q_2 = Q_1/4$ . В первом случае затраты на содержание запаса будут в 4 раза выше (рис. 4.9).



Рисунок 4.9. Зависимость среднего уровня запаса от размера заказа

Расчеты иллюстрируют целесообразность сокращения размера заказа для экономии затрат на содержание запаса. В то же время с увеличением числа заказов, вызванным сокращением размера заказа, увеличиваются затраты на пополнение запаса.

Таким образом, увеличивая число закупок в год, организация снижает размеры заказа и средний уровень запаса сырья, экономя на затратах, связанных с содержанием запаса. При этом увеличиваются затраты, связанные с оформлением, выдачей и приемкой заказов, теряется возможность воспользоваться оптовыми скидками, растут расходы на доставку и пр.

Иногда складывается ситуация, когда размер заказа определяется по каким-либо частным организационным соображениям, например удобству транспортировки или возможности загрузки складских помещений. Между тем объем закупки должен быть не только рациональным, но и оптимальным. Форма зависимости соответствует закономерности, зафиксированной на рис. 4.8.

Поскольку проблема управления запасами рассматривается в логистической системе, то критерием оптимизации должен быть минимум общих затрат на хранение запаса и повторение заказа. Данный критерий учитывает три фактора, воздействующих на величину общих затрат:

- затраты на содержание запаса;
- затраты на пополнение запаса;
- закупочную стоимость заказанного товара.

Эти факторы тесно взаимосвязаны между собой, причем направления их действия неодинаковы, например:

- желание сэкономить затраты на содержание запаса вызывает рост затрат на оформление заказов и оплату заказанной продукции;
- экономия затрат на пополнение запаса приводит к потерям, связанным с содержанием излишних складских помещений;
- при максимальной загрузке складских помещений значительно увеличиваются затраты на содержание запаса, растет риск появления неликвидных запасов.

Задача оптимизации совокупных затрат позволяет найти компромисс между рассматриваемыми факторами и обеспечить наиболее выгодное их сочетание.

В основе оптимизации уровня запаса лежит расчет размера заказа, который может обеспечить оптимальный уровень запаса при обслуживании потребности на заданном уровне. Критерием оптимизации при этом является, как правило, минимум общих затрат, связанных с запасами (рис. 4.8).

Формула расчета оптимального размера заказа была разработана в 1915 г. и с тех пор претерпела не принципиальные, но многообразные переработки, вызванные развитием условий и возможностей бизнеса.

**Формула Уильсона** — наиболее известный и широко применяемый метод расчета размера заказа. Она была получена в

результате дифференцирования функции общих затрат (см. формулу (4.11)) по размеру заказа  $Q$ .

$$Q' = \frac{dT}{dQ} = \frac{d(C * S + \frac{S}{Q} * A + (Z_s + \frac{Q}{2}) * I)}{dQ} \quad (4.12)$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AS}{I}}, \quad (4.13)$$

где  $T$  — общие затраты, связанные с запасом, руб.;  $C$  — закупочная цена единицы товара, руб.;  $Q$  — размер заказа, единиц;  $S$  — объем потребности в запасе, единиц;  $A$  — затраты на выполнение одного заказа, руб.;  $Z_s$  — размер страхового запаса, единиц;  $I$  — затраты на содержание единицы запаса, руб.;  $Q^*$  — оптимальный размер заказа, единиц.

Формула Уильсона малочувствительна к ошибкам в исходной информации или в прогнозе спроса из-за малой кривизны графика общих затрат в области оптимального размера заказа.

На рис. 4.10 видно, что рост значений общих затрат при снижении размера заказа относительно оптимального размера идет значительно более интенсивно, чем при отклонениях размера заказа в большую сторону от оптимального размера заказа. Поэтому можно сказать, что иногда гораздо дороже заказывать меньше, чем больше оптимального аргумента функции общих затрат  $Q^*$ .

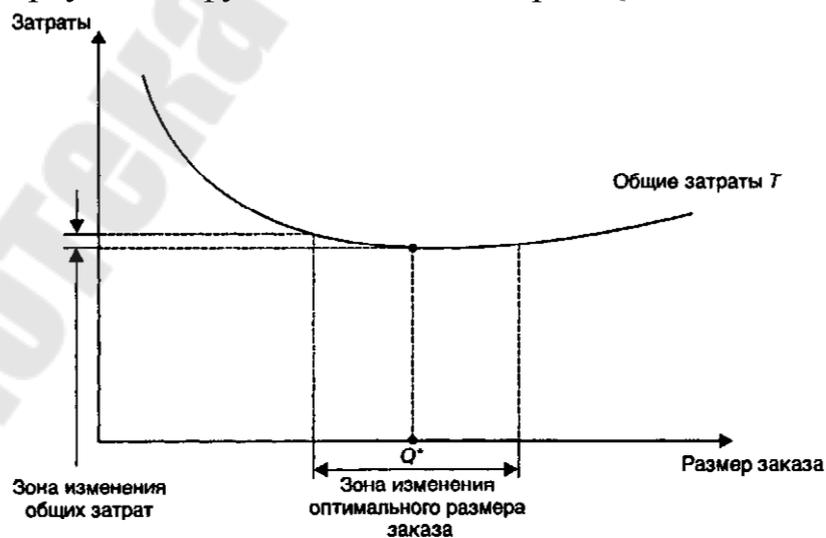


Рисунок 4.10. Зоны изменения оптимального размера заказа и общих затрат, связанных с запасами в сети поставок

Несмотря на кажущуюся привлекательность формулы Уильсона для решения задачи оптимизации размера заказа, ее использование даже теоретически ограничено. Вывод формулы основывается на ряде допущений, абсолютное большинство которых не может быть применено в практике бизнеса. К таким допущениям можно отнести следующие:

- модель применяется для одного наименования запаса;
- уровень спроса постоянный в течение планового периода;
- средний уровень запаса составляет половину размера заказа;
- интервал времени между поставками постоянный;
- время доставки постоянное;
- затраты на содержание запаса определяются исходя из среднего уровня запаса;
- затраты на выполнение заказа постоянные;
- цены на закупку заказа постоянные;
- каждый заказ приходит отдельной поставкой;
- поставка приходится на склад одновременно, т.е. в рамках одного учетного периода (мгновенная поставка);
- вследствие постоянного темпа потребления и отгрузки приемка осуществляется в момент времени, когда уровень запаса равен нулю;
- транспортный (транзитный), подготовительный, сезонный и страховой (гарантийный) запасы отсутствуют;
- отсутствуют ограничения на производственные мощности склада;
- отсутствуют потери от дефицита.

Отмеченное в списке условий применения формулы Уильсона отсутствие учета страхового запаса может быть преодолено дополнительными расчетами.

#### **4.9. Модификация модели Уилсона для работы с многономенклатурным заказом**

Предприятия чаще работают с многономенклатурными заказами, когда в одной партии поставки присутствует целая гамма различных наименований товарно-материальных ценностей. Для расчета оптимальных размеров заказа каждого из наименований необходимо воспользоваться следующей формулой (4.14).

$$Q_i^* = S_i^* \sqrt{\frac{2A}{\bar{S}^* \bar{I}}}, \quad (4.14)$$

где  $Q_i^*$  — оптимальный размер заказа, единиц;  
 $S_i$  — объем потребности в запасе наименования  $i$ , единиц;  
 $A$  — затраты на выполнение одного заказа, руб.;  
 $\bar{S}$  — вектор потребностей в запасе различных наименований, единиц;  
 $\bar{I}$  — вектор затрат на содержание единицы запаса различных наименований, руб.;

Вектор потребностей в запасе различных наименований  $\bar{S}$  включает множество чисел, соответствующее количеству наименований товарно-материальных ценностей в поставке: например, вектор со значениями  $\bar{S}$  (5; 7; 10; 12) соответствует работе с четырьмя наименованиями товарно-материальных ценностей в одном заказе, причем первое наименование имеет потребность в запасе в объеме 5 единиц, второе наименование — 7, третье наименование — 10, четвертое наименование — 12 единиц;

Вектор затрат на содержание единицы запаса различных наименований  $\bar{I}$  включает множество чисел, соответствующее количеству наименований товарно-материальных ценностей в поставке: например, вектор со значениями  $\bar{I}$  (28; 32; 30; 40) соответствует работе с четырьмя наименованиями товарно-материальных ценностей в одном заказе, причем первое наименование имеет затраты на содержание на единицу запаса в объеме 28 единиц, второе — 32, третье — 30 и четвертое — 40 единиц;

$\bar{S} \bar{I}$  — произведение векторов, которое рассчитывается для рассматриваемого примера как сумма произведений потребности на плановый период и затрат на содержание единицы запаса соответствующего наименования:  $5 \cdot 28 + 7 \cdot 32 + 10 \cdot 30 + 12 \cdot 40 = 1144$  руб.

## Тема 5. Модели управления запасами

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

Название модели говорит о ее ключевом параметре — размере заказа. Он строго зафиксирован и не меняется при изменении условий

движения запаса. Так как размер восполняющего заказа представляет собой исходную информацию для расчета других параметров модели, требуется зафиксировать оптимальный или близкий к оптимальному размер заказа.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AS}{I}} \quad (5.1)$$

где  $S$  — объем потребности в запасе, единиц;  $A$  — затраты на выполнение одного заказа, руб.;  $I$  — затраты на содержание единицы запаса, руб.;  $Q^*$  — оптимальный размер заказа, единиц.

Методика управления запасами на основе фиксации размера заказа заключается в том, что заказы на пополнение запаса делаются в момент снижения запаса до заранее определенного, порогового уровня запаса в объеме, равном оптимальному размеру заказа (рис. 5.1). Все параметры модели рассчитываются таким образом, что при соблюдении исходных данных модель гарантирует бездефицитное обслуживание потребности в условиях определенности (т.е. в условиях постоянного темпа потребления).

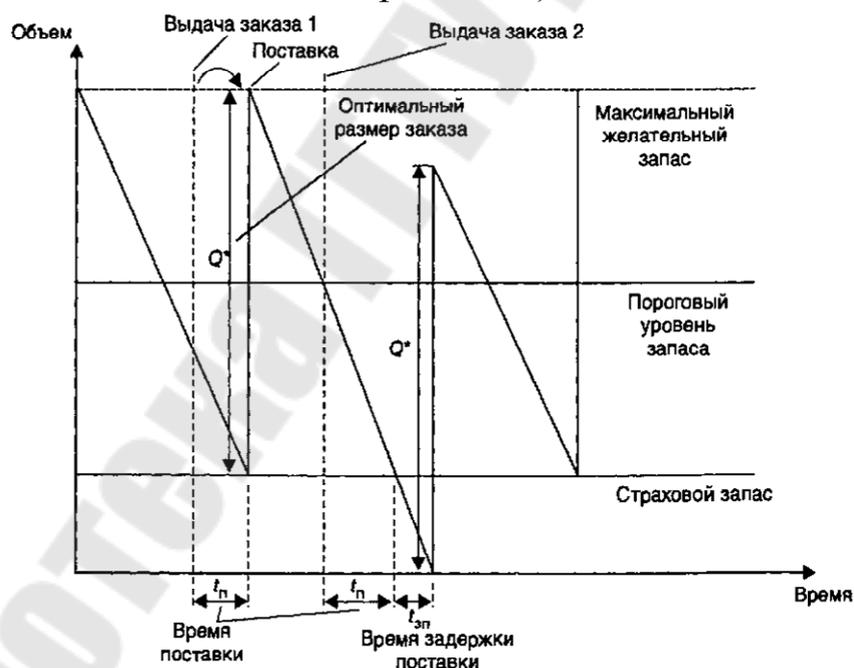


Рисунок 5.1. Иллюстрация движения запаса при фиксированном размере заказа

Исходные данные для расчета параметров модели с фиксированным размером заказа:

- объем потребности в запасе ( $S$ ), единиц;

- оптимальный размер заказа ( $Q^*$ ), единиц;
- время выполнения заказа ( $t_n$ ), дни;
- возможная задержка поставки ( $t_{3n}$ ), дни.

Время выполнения заказа  $t_n$  включает длительность периода от момента принятия решения о восполнении запаса до момента оприходования поступившего заказа на склад.

Время задержки поставки  $t_{3n}$  представляет собой оценку возможного отклонения от заданного времени выполнения заказа, проводимую, как правило, на основе анализа статистики выполнения заказов прошлых периодов.

Расчетные параметры модели с фиксированным размером заказа:

- максимальный желательный запас (МЖЗ), единиц;
- пороговый уровень запаса (ПУ), единиц;
- страховой запас ( $Z_s$ ), единиц.

*Максимальный желательный запас* в отличие от последующих двух основных параметров не имеет непосредственного воздействия на движение запаса в целом. Этот уровень запаса определяется для отслеживания целесообразной загрузки площадей склада с точки зрения критерия минимизации совокупных затрат.

Для расчета максимального желательного запаса можно использовать следующую формулу (5.2)

$$МЖЗ = Z_s + Q^*, \quad (5.2)$$

где  $МЖЗ$  — максимальный желательный запас, единиц;  $Z_s$  — страховой запас, единиц;  $Q^*$  — оптимальный размер заказа.

*Пороговый уровень запаса* (или точка повторного заказа) определяет уровень запаса, при достижении которого производится очередной заказ. Величина порогового уровня должна быть рассчитана 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.

Пороговый уровень запаса рассчитывается следующим образом:

$$ПУ = ОП + Z_s \quad (5.3)$$

где ПУ — пороговый уровень запаса, единиц;  $Z_s$  — страховой запас, единиц; ОП — ожидаемое потребление за время выполнения заказа.

Ожидаемое потребление за время выполнения заказа ОП рассчитывается как произведение ожидаемого дневного потребления на время выполнения заказа:

$$\text{ОП} = \text{ОДП} * t_n, \quad (5.4)$$

где ОП — ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц; ОДП — ожидаемое дневное потребление, единиц;  $t_n$  — время выполнения заказа, дни.

Ожидаемое дневное потребление *ОДП* рассчитывается исходя из ожидаемой потребности в запасе за весь период:

$$\text{ОДП} = \frac{S}{N}, \quad (5.5)$$

где ОДП — ожидаемое дневное потребление, единиц;  $S$  — объем потребности в запасе, единиц;  $N$  — число рабочих дней в плановом периоде.

*Страховой* (или гарантийный) запас позволяет удовлетворять потребность в запасе на время предполагаемой задержки поставки. При этом под возможной задержкой поставки подразумевается максимальная возможная задержка. Восполнение страхового запаса производится во время последующих поставок путем создания порогового уровня запаса.

Размер страхового запаса может быть рассчитан методом прямого счета:

$$Z_s = \text{ОДП} * t_{зп}, \quad (5.6)$$

где *ОДП* — ожидаемое дневное потребление, единиц;  $t_{зп}$  — время задержки поставки, дни.

## **5.2. Модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами**

В модели с фиксированным интервалом времени между заказами, как ясно из названия, заказы делаются в строго определенные моменты времени, которые отстоят друг от друга на равные интервалы, например 1 раз в месяц, 1 раз в неделю, 1 раз в 14 дней и т.п.

Фиксированный интервал времени между заказами должен иметь оптимальный размер. Оптимизация уровня запаса связывается с оптимизацией размера заказа на восполнение запаса. Таким образом,

определять оптимальный интервал времени между заказами следует на основе оптимального размера заказа. Оптимальный размер заказа позволяет минимизировать совокупные затраты на содержание и пополнение запаса, а также достичь наилучшего сочетания таких факторов, как используемая площадь складских помещений, издержки на хранение запаса и стоимость заказа.

Расчет интервала времени между заказами можно производить следующим образом:

$$t_{МЗ} = \frac{N * Q^*}{S}, \quad (5.7)$$

где  $t_{МЗ}$  — интервал времени между заказами, дни;  $N$  — число рабочих дней в плановом периоде, дни;  $Q^*$  — оптимальный размер заказа, единиц;  $S$  — объем потребности в запасах, единиц.

Полученный с помощью формулы (5.7) интервал времени между заказами не является обязательным. Он может быть скорректирован на основе экспертных оценок. Например, при расчетном результате в 4 дня можно использовать интервал в 5 дней, чтобы производить заказы 1 раз в неделю.

Методика управления запасами на основе фиксации интервала между заказами заключается в том, что заказы на пополнение запаса делаются в заранее определенный момент через фиксированные интервалы между заказами в размере, который обеспечивает пополнение запаса до максимально желательного уровня (рис. 5.2). На рисунке видно, что размер заказа должен быть равен

$$Q_i = МЖЗ - Z_{Ti} + ОП - Z_n, \quad (5.8)$$

где  $Q_i$  — размер заказа  $i$ , единиц;  $МЖЗ$  — максимальный желательный запас, единиц;  $Z_{Ti}$  — уровень текущего запаса при выдаче заказа  $i$ , единиц;  $Z_n$  — объем запаса в пути, не полученного к моменту выдачи заказа  $i$ , единиц;  $ОП$  — ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц.

Размер заказа  $Q_i$  является постоянно пересчитываемой величиной. Как видно из формулы (5.8), размер заказа рассчитывается таким образом, что при условии точного соответствия фактического потребления ожидаемому поставка пополняет запас на складе до максимального желательного уровня. Действительно, разница максимально желательного и текущего запасов определяет величину заказа, необходимую для восполнения запаса до максимального желательного уровня на момент расчета, а ожидаемое потребление за

время выполнения заказа обеспечивает это восполнения в момент осуществления поставки.

Уровень текущего запаса  $Z_{Ti}$  определяется на момент выдачи заказа по учетной информации о состоянии запаса на складе.

Объем запаса в пути  $Z_n$  относится к заказам, выполненным ранее, но не полученным к моменту выдачи заказа, для которого ведется расчет размер заказа.

Все параметры модели рассчитываются таким образом, что при соблюдении исходных данных модель гарантирует бездефицитность обслуживания запасом потребности в условиях определенности (т.е. в условиях постоянного темпа потребления).

**Исходными данными** для расчета параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами являются следующие показатели:

- объем потребности в запасе ( $S$ ), единиц;
- интервал времени между заказами ( $t_{MЗ}$ ), дни;
  - время выполнения заказа ( $t_n$ ), дни;
  - возможная задержка поставки ( $t_{3n}$ ), дни.

**Расчетными параметрами** модели с фиксированным интервалом времени между заказами являются (см. рис. 5.2):

- максимальный желательный запас (МЖЗ), единиц;
- страховой запас ( $Z_s$ ), единиц.

При получении поставки в срок рассчитанный по формуле (5.7) размер заказа восполняет запас до максимального желательного уровня. При наличии сбоев поставок бездефицитность обслуживания потребления обеспечивает страховой запас.

**Максимальный желательный запас** определяется для отслеживания целесообразной загрузки площадей склада с точки зрения критерия минимизации совокупных затрат.

**Максимальный желательный запас** рассчитывается как сумма страхового запаса и произведения интервала времени между заказами на ожидаемое дневное потребление по формуле (5.9).

$$МЖЗ = ОДП * t_{MЗ} + Z_s, \quad (5.9)$$

где  $Z_s$  — объем страхового запаса, единиц; ОДП — ожидаемое дневное потребление, единиц — расчет по формуле (5.5);  $t_{MЗ}$  — интервал времени между заказами, дни.

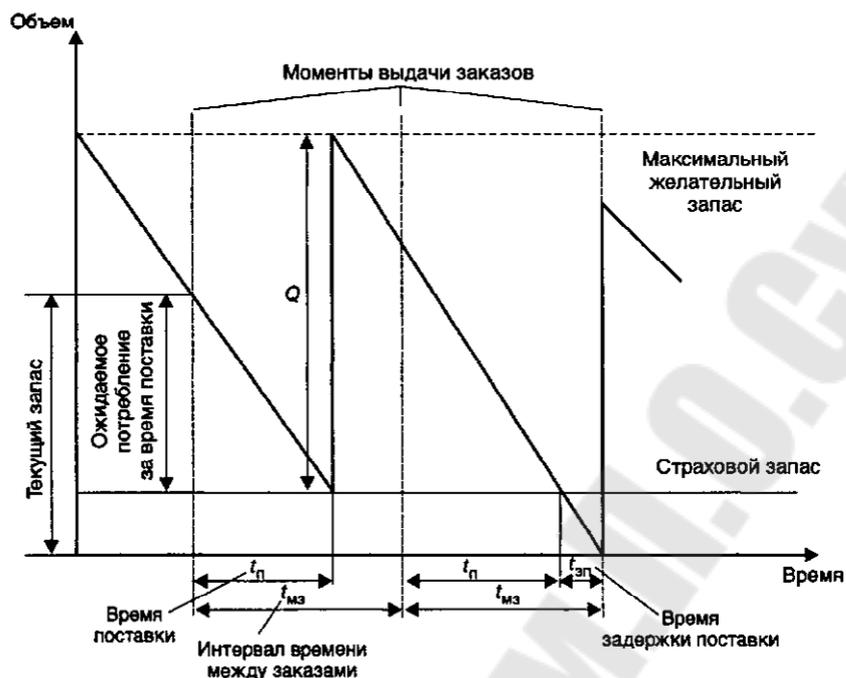


Рисунок 5.2. Иллюстрация движения запаса при фиксированном интервале времени между заказами

**Страховой** (или **гарантийный**) **запас** позволяет удовлетворять потребность в запасе на время предполагаемой задержки поставки. При этом под возможной задержкой поставки подразумевается максимальная возможная задержка формула (5.6).

### 5.3. Модель управления запасами с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня

Основные модели управления запасами можно успешно использовать в условиях относительно стабильного потребления запаса. Между тем довольно часто потребность в запасе имеет колебания сезонного или общего характера. Обеспечение бесперебойного снабжения потребителя в таких условиях требует доработки основных моделей. Одним из результатов проектирования новых моделей, предназначенных для управления запасами при наличии колебаний потребности, является модель с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня. Эта модель предполагает, что дефицит запаса недопустим. Следовательно, модель ориентирована на ситуацию, когда затраты на содержание запаса ниже издержек в результате дефицита, что приводит к необходимости накапливать достаточно большой объем запаса.

В модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня заказы производятся в установленные моменты времени (как в модели с фиксированным интервалом времени между заказами) и при снижении запаса до порогового уровня (как в модели с фиксированным размером заказа). Таким образом, рассматриваемая модель включает элемент модели с фиксированным интервалом времени между заказами (установленная периодичность выдачи заказа на пополнения запаса) и элемент модели с фиксированным размером заказа (отслеживание порогового уровня запаса). Совместное использование этих элементов позволяет предохранить логистическую систему от дефицитного состояния без излишнего завышения объема запаса.

Отличительную особенность модели с установленной периодичностью пополнения запаса до установленного уровня состоит в том, что заказы делятся на две категории. Плановые заказы производятся через заданные интервалы времени. Возможны дополнительные или внеочередные заказы, если запас на складе снижается до порогового уровня.

**Исходные данные** для расчета параметров модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня совпадают с моделью управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами. Такими показателями являются:

- объем потребности в запасе ( $S$ ), единиц;
- интервал времени между заказами ( $t_{MЗ}$ ), дни;
  - время выполнения заказа ( $t_n$ ), дни;
  - возможная задержка поставки ( $t_{3n}$ ), дни.

**Расчетные параметры** модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня совпадают с расчетными параметрами модели с фиксированным размером заказа. К ним относятся:

- максимальный желательный запас (МЖЗ), единиц – формула (5.9);
- пороговый уровень запаса (ПУ), единиц – формула (5.3);
- страховой запас ( $Z_s$ ), единиц – формула (5.6).

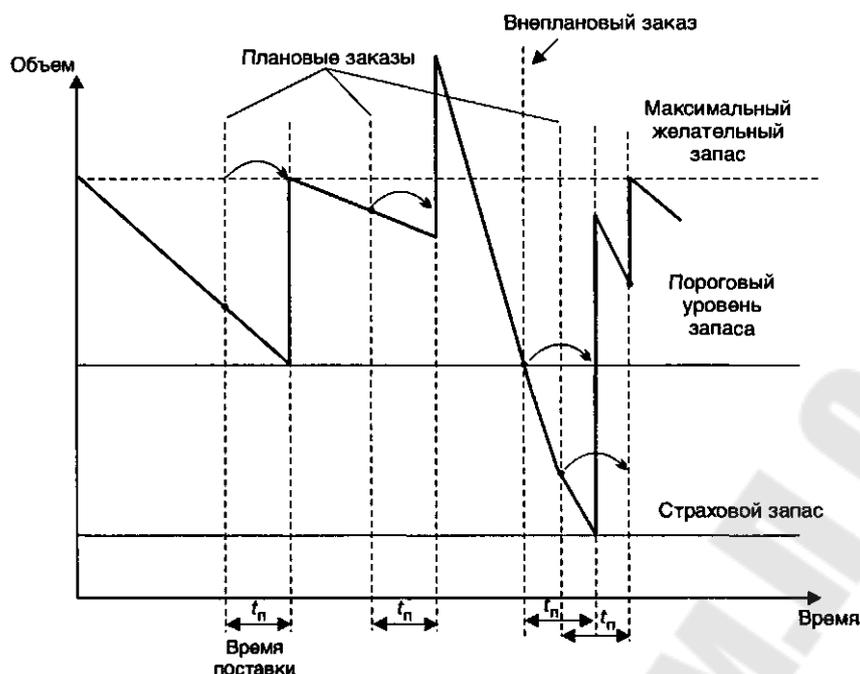


Рисунок 5.3. Иллюстрация движения запаса при установленной периодичности пополнения запаса до постоянного уровня

На рис. 5.3 приведена иллюстрация движения запаса при использовании модели управления запаса с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня. Заранее определены моменты выдачи плановых заказов. Интервал времени между заказами устанавливается как исходная величина, которая может быть рассчитана по формуле (5.7). Плановые заказы выдаются в объеме, который определяется либо по известной формуле из модели с фиксированным интервалом времени между заказами (см. формулу (5.1)), либо экспертно с учетом возможного изменения потребности в запасах в будущие периоды. Дополнительные заказы, рассчитанные по тем же принципам, делаются только при снижении запаса до порогового уровня и рассчитываются по формуле (5.8).

#### 5.4. Модель управления запасами «минимум-максимум»

Еще одним вариантом доработки основных моделей для условий колебаний потребности в запасах является модель управления запасами «минимум-максимум». В отличие от модели с периодическим пополнением запаса до постоянного уровня эта модель разработана для условий, когда издержки содержания запаса превышают издержки в результате дефицита. В такой ситуации

наличие определенного уровня дефицита оправдано, а содержание большого запаса нежелательно. Поэтому в модели «минимум-максимум» заказы производятся не в каждый заданный момент времени, как в модели с фиксированным интервалом времени между заказами, а только в те заданные моменты, когда запас оказался меньшим или равным установленному минимальному уровню запаса. В случае выдачи заказа его размер определяется экспертно, чтобы поставка пополнила запас до максимального желательного уровня. Таким образом, данная модель работает с двумя уровнями запаса — минимальным и максимальным, чему и обязана своим названием.

Как и предыдущая модель с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня, модель «минимум-максимум» содержит в себе элементы основных моделей управления запасами. Как и в модели с фиксированным интервалом времени между заказами, здесь используется постоянный интервал времени между возможными заказами. Из модели с фиксированным размером заказа заимствована идея отслеживания некоторого порогового уровня, который здесь называется минимальным.

Исходные данные для расчета параметров модели «минимум-максимум» совпадают с моделью управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами:

- объем потребности в запасе ( $S$ ), единиц;
- интервал времени между заказами ( $t_{МЗ}$ ), дни – формула (5.7);
- время выполнения заказа ( $t_n$ ), дни;
- возможная задержка поставки ( $t_{3n}$ ), дни.

Расчетными параметрами модели «минимум-максимум» являются:

- максимальный запас, единиц;
- минимальный запас, единиц;
- страховой запас, единиц.

Расчет максимального запаса может быть проведен по формуле (5.9) расчета максимального желательного запаса. Роль минимального уровня запаса аналогична роли порогового уровня запаса в модели с фиксированным размером заказа (см. формула (5.3)). Отличие состоит в том, что в расчете минимального уровня запаса следует учитывать не только ожидаемое потребление за время выполнения заказа и уровень страхового запаса (как это делается при расчете порогового уровня запаса), но и возможное отклонение потребности от запланированной величины.

То есть, ожидаемое дневное потребление  $ОДП$  рассчитывается по формуле (5.10):

$$ОДП = \frac{S}{N} + \Delta ОДП, \quad (5.10)$$

где  $ОДП$  — ожидаемое дневное потребление, единиц;  $S$  — объем потребности в запасе, единиц;  $N$  — число рабочих дней в плановом периоде;  $\Delta ОДП$  — отклонение потребности, определенное на основе средних за предшествующий период.

Порядок расчета всех остальных параметров модели «минимум-максимум» аналогичен расчету параметров модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня. Заказы выдаются в объеме, который определяется либо по известной формуле из модели с фиксированным интервалом времени между заказами (см. формулу (5.8)), либо экспертно — с учетом возможного изменения потребности в запасе в будущие периоды.

На рис. 5.4 приведена иллюстрация движения запаса при использовании модели «минимум-максимум». Заранее определены моменты выдачи плановых заказов. Интервал времени между заказами устанавливается как исходная величина, которая может быть рассчитана по формуле (5.7). От плановых заказов, возможно, потребуется отказаться, если в заданный момент заказа уровень запаса будет выше порогового уровня.

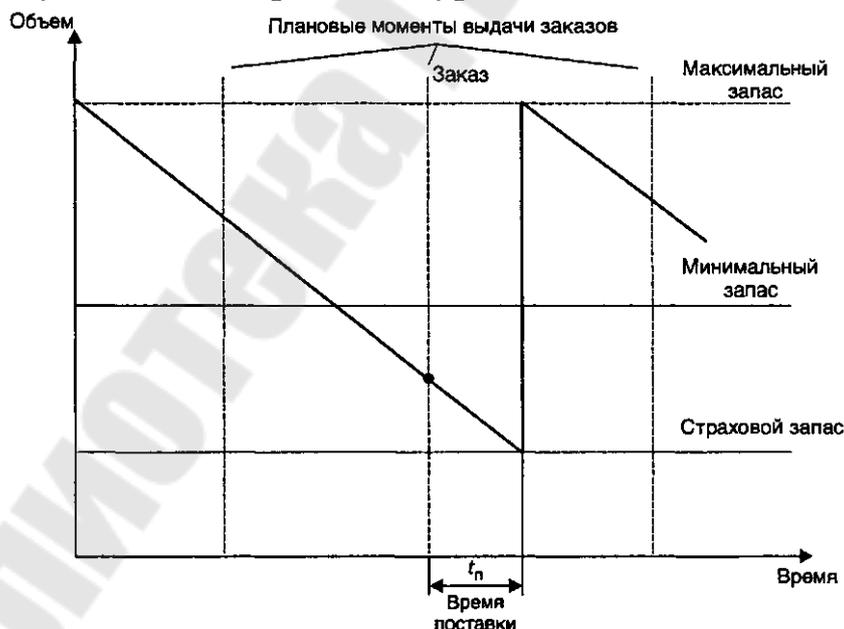


Рисунок 5.4. График движения запасов в системе управления запасами «минимум-максимум»

## Тема 6. Управление различными группами позиций запасов

### 6.1. Метод ABC-анализа как инструмент классификации номенклатуры запаса по степени влияния на результат деятельности предприятия

ABC-классификация, или метод ABC, известный также как метод или закон Парето, а также закон 80/20, является хорошо развитым инструментом классификации номенклатуры запаса в целях выявления степени воздействия состояния запаса на результаты деятельности организации.

Обратимся к классическому порядку проведения ABC-классификации, который включает следующие этапы:

1. Выбор критерия классификации.
2. Расчет нарастающего итога значения критерия классификации.
3. Выделение классификационных групп.

Первый этап — **выбор критерия классификации** — является единственным неформализованным шагом. Выбор критерия зависит прежде всего от стратегии компании.

Для каждого функционального подразделения (или функциональных областей) организации действующая стратегия может быть связана со специфической работой данного подразделения. Например, стратегия удержания рынка за счет расширения ассортимента ряда продукции на этапе закупок может быть достигнута за счет экономии затрат на закупку и транспортных расходов, в сфере производства — сокращения запаса незавершенного производства, в сфере продаж — с повышением уровня обслуживания заказов потребителей и ростом прибыли от реализации.

Выбор критерия ABC-классификации, таким образом, требует совместного обсуждения этого вопроса службой логистики (или иным подразделением, отвечающим за движение запаса), руководителями высшего уровня и руководителями подразделений, связанных друг с другом логистической цепью движения материального потока. Будет ли на предприятии использоваться один или несколько (для каждой функциональной области логистики — свой) критериев классификации — задача, связанная с реализацией стратегии предприятия. Недостаток внимания к этому этапу классификации

сведет на нет все усилия использовать этот инструмент в практике управления деятельностью организации в целом.

В качестве критериев классификации могут выступать:

- цена закупки;
- прибыль от продаж;
- доля прибыли;
- доход от продаж;
- доля в обороте;
- рентабельность продаж;
- средний уровень запаса в тех или иных единицах;
- доля в созданных запасах;
- период (скорость) оборота запаса и т.п.

Второй этап ABC-классификации включает расчет **нарастающего итога значения критерия классификации** по номенклатурным позициям.

Удельный вес значения конкретного критерия классификации рассчитывается как отношение значения критерия каждой позиции к итоговой сумме значения критерия классификации второго столбца.

Третий этап — **выделение групп классификации** — в классическом ABC-методе проводится на основе закона Парето, утверждающего, что 80% значений качественного критерия определяется 20% количества выбранной совокупности объектов. В нашем случае позиции, имеющие до 80% нарастающего итога критерия классификации, относятся к группе *A*. В группу *B* включаются позиции, имеющие от 80 до 90% нарастающего итога. Оставшиеся номенклатурные позиции включены в группу *C*.

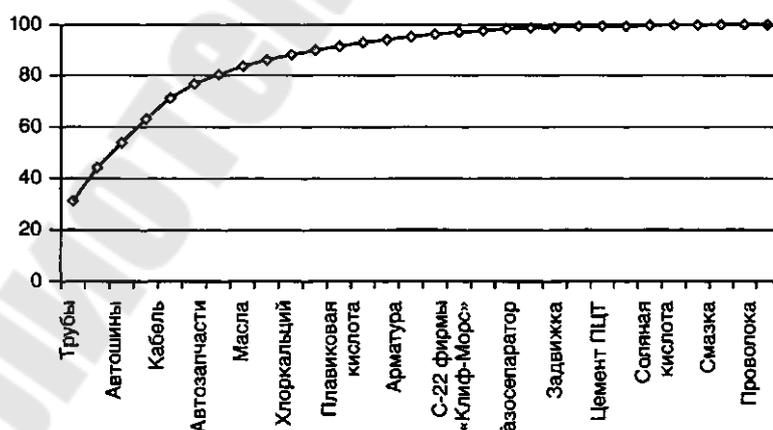


Рисунок 6.1. Иллюстрация ABC-классификации

Приоритетное внимание к группе *A* выражается в повышении уровня контроля над состоянием запаса. Эта политика требует использования модели управления запасами с *фиксированным уровнем заказа*, модели с *установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня* или их различных модификаций. Группа *C* — группа наименьшего приоритета — довольствуется периодическим контролем, который реализуется в модели управления с *фиксированным интервалом времени* между заказами модели «*минимум-максимум*» или их модификациях

## 6.2. Современные модификации в ABC–классификации.

Метод *ABC*- классификации в последние десятилетия претерпел значительные изменения в связи с бурным развитием бизнеса и экономико-математических исследований. Эти изменения коснулись всех этапов реализации метода *ABC*.

Особенность *ABC*-классификации на первом этапе (**выявление критерия классификации**) состоит в том, что современная бизнес-ситуация не может быть описана единственным критерием. Зачастую требуется от двух до четырех критериев.

Как провести *ABC*-классификацию в таком случае, учитывая, что классический алгоритм классификации дает возможность использования только одного из них? Для этого можно воспользоваться одним из трех предложений.

1. При очень широком круге позиций запаса (десятки и сотни тысяч единиц) хороший результат дает **механизм последовательного использования критериев**. Первоначально классификация выполняется по наиболее существенному критерию. Затем для группы *A* проводится классификация по второму критерию и т.д.

Последовательная классификация приводит к относительно немногочисленному составу группы *A*, которая дает возможность сконцентрировать усилия управленческого персонала на повышении эффективности решений применительно к этой наиболее важной группе номенклатуры запаса.

2. Можно провести *ABC*-классификации для каждого критерия отдельно (параллельно), а затем методом парных сравнений определить совокупности номенклатурных позиций, входящих в группу *A*, *AB*, *BC* и *C* во всех проведенных классификациях. **Параллельная классификация** более трудоемкая и не позволяет значительно сузить численность выделяемых групп, но дает

обширную информацию об особенностях каждой из групп номенклатуры.

3. Третий подход заключается в **формировании синтетического критерия классификации**. Для каждого выбранного критерия классификации определяется удельный вес, соответствующий значимости данного критерия в реализации стратегии предприятия. Например, пусть выбраны три критерия классификации:

- закупочная цена единицы запаса (Ц);
- рентабельность продажи единицы запаса (Р);
- период оборота единицы запаса данной номенклатуры (О).

Пусть в результате согласования стратегии и позиций руководителей служб и подразделений определены следующие весовые коэффициенты критериев  $w_{ц}=0,3$ ;  $w_{р}=0,5$ ;  $w_{о}=0,2$ .

Следует провести расчет синтетического критерия классификации для каждой позиции номенклатуры по следующей формуле (8.1).

$$CK_i = \sum_j K_{ij} * w_j, \quad (8.1)$$

где  $CK_i$  – синтетический критерий  $i$ -той позиции запаса;  $K_{ij}$  –  $j$ -тый критерий  $i$ -той позиции запаса;  $w_j$  – весовой коэффициент  $j$ -того критерия.

В нашем случае:

$$CK_i = \sum_j K_{ij} * w_j = C_i * 0,3 + P_i * 0,5 + O_i * 0,2$$

Значение  $CK_i$  не имеет экономического смысла, но дает возможность одним числом охарактеризовать каждую номенклатурную позицию, включенную в классификацию, и провести ABC-классификацию по классической схеме с использованием одного критерия классификации.

Второй этап ABC-классификации — **расчет нарастающего итога критерия классификации** — четко формализован.

В связи с множественностью используемых критериев классификации иногда встает задача сортировки таблицы ABC. Выбор направления классификации (по возрастанию или по убыванию) определяется экономическим содержанием критерия классификации. Стоимостные критерии сортируются по убыванию, так как экономия, например, на закупке требует наибольшего внимания к позициям с высокой закупочной ценой (группу А).

Критерий скорости оборота или периода оборота запаса может потребовать сортировки по возрастанию значения критерия, так как в

группу *A* по общепризнанной логике должны включаться позиции, имеющие максимальную частоту заявок на обслуживание потребителей.

Третий этап ABC-классификации — **выделение групп классификации** — в классическом подходе основывается на предположении, что закон Парето действует в сфере бизнеса и, в частности, проявляется в статистике движения запаса. Практика зарубежных предприятий и анализ статистики отечественных предприятий показывают, что это не так. Закон Парето не отражает объективной взаимосвязи между качественными характеристиками и номенклатурными позициями запаса. Следовательно, популярное соотношение 80/20 не следует применять автоматически при проведении ABC-классификации в управлении запасами. Целесообразно использовать экспертный или эмпирический подход определения границы групп, в которых рекомендуемые значения качественных границ групп классификаций определяются специалистами, исходя из особенностей сферы бизнеса и группы номенклатуры.

ABC-метод привлекателен объективностью группирования номенклатуры запаса на значимые позиции. Следовательно, при решении вопроса о числе и границах групп следует прибегать не к экспертным оценкам, а к максимально формализованным процедурам. Популярным инструментом является метод построения кумулятивной кривой (линии нарастающего удельного веса). Он заключается в построении на базе таблицы ABC-классификации графика кривой взаимосвязи качественных и количественных значений. Далее необходимо соединить прямой крайние точки кривой и найти точку касания параллельной полученной прямой линии. Эта точка будет определять группу номенклатуры, для которой характер накопления качественного критерия однороден. Эта точка определит границы группы *A* (рис. 6.2). Далее процедура повторяется, соединяется прямой начальная и конечная точки оставшейся части кривой и фиксируются границы следующей группы, проводя прямую, параллельную получившейся прямой в точке касания с кривой.

Описанный алгоритм позволяет автоматически определять границы и число групп, но не исключает анализа получившейся классификации руководителем или специалистом в целях внесения необходимых корректив. Тем не менее акцент на максимальную объективность аналитической процедуры дает гарантии эффективного применения классификации в будущем.

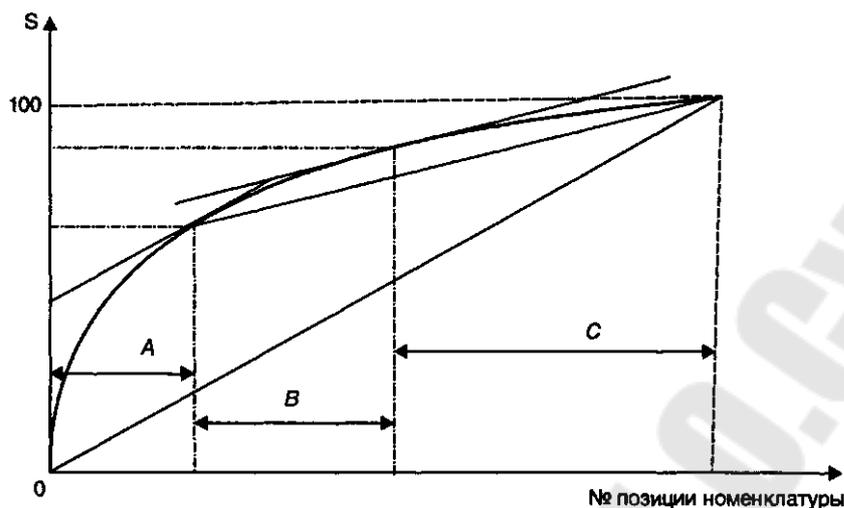


Рисунок 6.2. Иллюстрация определения числа и границ групп ABC-классификации

Вполне приемлем *эмпирический подход* к выделению групп *ABC*-классификации. Может быть выделено, например, 50, 100 или 500 наиболее приоритетных позиций, которые именуются группой *A*. Значение нарастающего итога критерия классификации в данном случае не рассматривается.

Другим вариантом эмпирического выделения группы является определение, например, 60, 70, 75 или 80% нарастающего итога критерия классификации как границы группы *A* и соответствующих интервалов границ групп *B*, *C* и т.д.

Следует отметить, что, хотя использование каждого из рекомендуемых подходов к выделению групп и их границ в классификации *ABC* дает различные результаты, это не снижает практическую значимость каждого из подходов в определении приоритетных номенклатурных позиций при управлении запасами.

Итак, современные подходы к *ABC*-классификации требуют внимания к следующим вопросам.

1. Выбор критерия классификации в связи с реализуемой предприятием стратегией и соответствующий мониторинг состава критериев и их значений.
2. Использование более одного критерия классификации.
3. Невыполнение закона 80: 20 в сфере управления запасами.
4. Использование экспертного (эмпирического) метода и метода построения кумулятивной кривой для определения числа и границ групп *ABC*-классификации.

### 6.3. Метод XYZ-анализа как инструмент классификации номенклатуры запаса по степени колебания потребности в запасе

Классификация XYZ была предложена исключительно в целях классификации номенклатуры материальных ресурсов, незавершенного производства и готовой продукции.

В отличие от ABC метод XYZ использует единственный показатель — характеристику потребности в запасе. Независимо оттого, каким образом рассчитывается эта характеристика, ориентация метода XYZ на потребность в запасе делает его классическим инструментом не только классификации запаса, но и анализа состава и управления движением запасов в организации.

Для получения количественной оценки характеристики потребности требуется воспользоваться статистическим рядом отгрузок. В классическом варианте метода XYZ показателем, описывающим потребность в запасе, является коэффициент вариации  $V$ , представляющий собой отношение значения среднеквадратичного отклонения ряда к среднеарифметическому значению.

Зона X предполагает низкий коэффициент вариации – до 10%.

Выделение группы Y с ориентацией на границы коэффициента вариации от 10 до 25% гарантирует выделение группы номенклатуры, имеющей ярко выраженные тенденции потребления (роста, падения или стабилизации). Зона Z имеет коэффициент вариации более 25%.

Рекомендации по управлению группами XYZ-классификации запасов.

Группа X. Запас данной группы характеризуется высокой стабильностью спроса. Этот факт позволяет наладить работу с поставщиком или с поставляющим звеном таким образом, чтобы характеристики поставки максимально соответствовали требуемым характеристикам потребления (спроса). Запас является средством сглаживания расхождения характеристик спроса и поставки, обеспечивающей спрос. Следовательно, в группе X, для которой расхождение характеристик поставки и спроса может быть минимальным, **минимизация** является единственно верным подходом к управлению запасами данной группы номенклатуры.

При этом необходимо учесть, что минимизация как подход к управлению не требует минимизации размера запаса. Главное в минимизации — акцент на налаживание взаимоотношений с поставщиком, результатом которого будет поставка, близкая к схеме

«точно в срок». Запас группы *X* может рассматриваться как отрицательное явление в организации.

Расчетная составляющая работы с запасом категории *X* должна быть основана на моделях *оптимального размера заказа*, но она отодвигается на второй план. Группа *X* — прерогатива организационной работы — налаживание взаимодействия между звеньями логистической цепи. Этим занимаются руководители групп, отделов и департаментов, а не исполнители.

Поставщики группы *A* могут рассматриваться как объект стратегической работы.

**Группа *Y*.** Потребление продукции номенклатуры запаса по группе *Y* имеет явно выраженные тенденции. Сезонные колебания, устойчивый рост или снижение — типичные характеристики спроса на эти позиции. Успешная организация поставок по схеме «точно в срок» как от внешних поставщиков, так и от внутренних звеньев маловероятна. Запас этой группы выполняет свою основную функцию — служит буфером, сглаживающим расхождение характеристик возможных поставок и имеющегося спроса. Главным является вопрос *оптимизации* уровня запаса, который должен обеспечить заданный уровень обслуживания потребителей при минимуме общих затрат на его создание и поддержание.

Таким образом, в отношении группы *Y* должен применяться подход, основанный на оптимизации уровня запаса. Запас группы *Y* необходим для поддержания обслуживания потребителей. Главный акцент — на расчет оптимального уровня запаса. Главные исполнители — работники групп, отделов, ответственные за закупки и содержание запаса. Весь блок оптимизационных методов и моделей теории управления запасами предназначен именно для работы с запасом группы *Y*. Ни в группе *X*, ни в группе *Z* эти методы и модели не дадут лучшего результата, а потому и использовать их надо лишь в отношении группы *Y*.

**Группа *Z*.** К группе *Z* относятся номенклатурные позиции, не имеющие ни тенденций, ни постоянства спроса. Следовательно, прогноз потребности в этих позициях возможен с довольно низкой точностью. В такой ситуации оптимизационный подход к управлению запасами принципиально непригоден, так как лишен расчетной базы. *Выбор остается между минимизацией* (вплоть до исключения) *или максимизацией* (исходя из имеющихся финансовых возможностей) запаса группы *Z*. Вопрос должен быть решен на основе серьезного обсуждения работниками или руководителями (как правило, заинтересованных подразделений) возможных последствий решения.

Например, часто представительский товар относится к группе Z, но не может быть исключен из состава запаса, так как его отсутствие может повлечь сокращение продаж товаров группы У и группы X. Иногда выделение группы Z помогает руководству убедиться в целесообразности удаления из номенклатуры продаж позиций, появившихся там случайно или под влиянием прекративших действовать временных факторов.

При выборе любого подхода к управлению (минимизация или максимизация) расчетная составляющая работы с запасом уходит на второй план. На первом плане остается либо организационная работа (при минимизации), часто имеющая стратегический характер и выполняемая, как правило, руководителями низового и среднего звеньев, либо учетная работа (при максимизации), выполняемая рядовыми работниками.

Группа Z требует особого внимания в связи с тем, что руководству предстоит альтернативное решение: является запас группы Z положительным (при максимизации) или отрицательным (при минимизации) для предприятия. Выбор решения основывается, как правило, на субъективно определяемом наборе факторов и опыте руководителей. В отличие от этой группы подход к управлению группами X и Y — эффективный критерий.

#### **6.4. Использование матрицы ABC–XYZ при управлении запасами в звене цепей поставок**

Объединение результатов ABC- и XYZ -классификаций в матрице ABC—XYZ — популярный и очень информативный инструмент управления запасами. На рис. 6.3 приведена иллюстрация общепризнанного варианта составления такой матрицы.

В каждую ячейку матрицы ABC—XYZ попадают те позиции номенклатуры запаса, которые были отнесены к каждой из двух указанных в ячейке групп номенклатуры. Например, в ячейку AX должны быть записаны позиции, отнесенные к группе А при классификации по методу ABC и к группе X по методу XYZ.

Очевидно, что не все ячейки матрицы ABC—XYZ будут заполнены. Если в ABC-классификации присутствие групп А, В и С обязательно, то при классификации XYZ вполне возможно отсутствие одной или даже двух групп. Как отмечалось выше, классификация XYZ отвечает некоторому «здоровому смыслу» в организации бизнеса. Если бизнес имеет традиционный характер, в идеальном случае будет преобладать группа X, группа У может быть представлена незначительно, а группа Z отсутствовать. Если бизнес ориентирован

на новую продукцию или выход на новые рынки сбыта, группа  $X$  может отсутствовать, а преобладать группа  $Y$  или (и) группа  $Z$ .

Сам характер заполнения матрицы  $ABC$ — $XYZ$  может многое сказать менеджерам о состоянии работы в организации. Отсутствие групп  $AX$  и  $AY$  может вызвать серьезные вопросы в традиционном бизнесе — это свидетельствует об отсутствии стабильного и эффективного характера работы. Наличие группы  $ZC$  по номенклатуре готовой продукции должно обсуждаться с руководителями службы маркетинга, рекламы, отдела продаж и технического отдела.

Общие рекомендации по работе с запасами групп  $ABC$ -классификации и выбор подходов к управлению запасами  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  групп могут быть объединены для выбора конкретных решений в работе с запасами номенклатуры матрицы  $ABC$ — $XYZ$ , учитывая новую информацию. Например, общая рекомендация ориентации группы  $X$  на работу по схеме «точно в срок» по подгруппе  $AX$  может привести к успешной реализации технологии «точно в срок» и к грандиозному провалу в случае срыва поставок и в силу высокой значимости группы  $A$ .

Работа с группой  $Z$  в подгруппе  $C$  может привести к замораживанию крупного капитала. При отрицательном отношении к группе  $Z$  и минимизации запаса подгруппы  $AZ$  возможны серьезные потери, если в качестве критерия  $ABC$ -классификации были приняты показатели, следящие за реализацией продукции  $A$ -класса. Дефицит в таком случае будет крайне нежелателен. Поэтому для группы  $Z$  при совмещении с классификацией  $ABC$  возможна комбинация подходов минимизации и максимизации в зависимости от групп  $A$ ,  $B$  и  $C$ .

В общем случае группа  $AZ$  в номенклатуре запаса (особенно готовой продукции) должна быть подвергнута серьезному анализу. Возможно, что единичный и крайне выгодный заказ должен быть исключен из номенклатуры классификации как нетипичный. Наличие такого заказа в общем списке номенклатуры может привести к нежелательному искажению информации.

Позиции  $CX$  в силу привлекательного для традиционного бизнеса постоянного характера потребления не могут быть исключены из сферы внимания, в целом такое отношение типично для группы  $C$ . Именно эта группа может стать полигоном отработки навыков поставки по схеме «точно в срок», так как вероятные срывы и высокие риски, свойственные такой работе, не будут фатальными для организации.

Матрица  $ABC$ — $XYZ$  дает хорошую информацию для стратегического перемещения позиций номенклатуры. Например, появление

позиций группы CZ может быть вызвано пренебрежением отдела маркетинга к продвижению продукции группы С, что является в целом целесообразным. Возможно изучение рынка продукции подгруппы CZ. Проведение маркетинговых мероприятий позволит переместить эти позиции в группу СУ с выраженной тенденцией спроса, что в дальнейшем может привести к перемещению их в группу ВУ.

При анализе матрицы ABC—XYZ важно учитывать этапы жизненного цикла товарно-материальных ценностей запаса. На начальных этапах жизненного цикла товар может объективно попадать в группу Z или Y. Этап насыщения рынка (или зрелости товара), как правило, связан с группой X. Факторы жизненного цикла товара могут быть не связаны с критериями ABC-классификации, и их необходимо учитывать отдельно при анализе матрицы ABC—XYZ.

Группа В может рассматриваться как переходная от А к С или от С к А, поэтому зачастую требует особого анализа. Номенклатурные позиции В матрицы ABC—XYZ поэтому также могут требовать индивидуального подхода, к какому классу — А или С они могут быть отнесены. Часто целесообразно переименовывать эти позиции запаса для сокращения числа используемых методов, моделей и подходов.

Таким образом, матрица ABC—XYZ может быть использована не только как инструмент управления запасами, но и как объект стратегического анализа, результаты которого могут во многом помочь в принятии решений по стратегическому развитию бизнеса.

В целом инструмент ABC- и ATZ-классификаций еще раз подчеркивает первостепенное значение качества управления запасами для обеспечения эффективной деятельности предприятия в целом.

Качественная оценка	высокая	A	AX	AY	AZ
	средняя	B	BX	BY	BZ
	низкая	C	CX	CY	CZ
			X	Y	Z
			высокая	средняя	низкая
		Точность прогнозирования			

Рисунок 6.3 Иллюстрация составления матрицы ABC—XYZ

## **Тема 7. Информационно-технологическое обеспечение управления запасами**

### **7.1. Системы «планирования потребности в материалах/производственного планирования потребности в ресурсах» (MRPI/MRP II)**

Одной из наиболее популярных в мире логистических концепций, на основе которой разработано и функционирует большое число микрологистических систем, является концепция «планирования потребностей/ресурсов» (RP).

Системы планирования потребностей соотносят деятельность по производству, обслуживанию и использованию изделий с потребностями основного графика производства. Для определения потребностей такими системами необходим точный перечень сырья, материалов, комплектующих и т.п. для конечного продукта.

Целями планирования потребностей/ресурсов являются сокращение запасов, поддержание высокого процента оказания услуг и координация графика доставки и деятельности по производству и закупке. Эти цели достижимы одновременно, что является преимуществом данных систем.

Базовыми микрологистическими подсистемами, основанными на концепции «планирования потребностей/ресурсов», в производстве и снабжении являются системы «планирования потребности в материалах/производственного планирования потребности в ресурсах» (MRPI/MRP II).

В начале 60-х годов, в связи с ростом популярности вычислительных систем, возникла идея использовать их возможности для планирования производственных процессов. Необходимость этого была обусловлена тем, что основная масса задержек в процессе производства была связана с запаздыванием поступления отдельных комплектующих, в результате чего, как правило, параллельно с уменьшением эффективности производства, на складах возникал избыток материалов, поступивших в срок или ранее намеченного срока.

Реализация системы, работающей по этой методологии представляет собой компьютерную программу, позволяющую оптимально регулировать поставки комплектующих в производственный процесс, контролируя запасы на складе и саму технологию производства. Главной задачей MRP является обеспечение гарантии

наличия необходимого количества требуемых материалов и комплектующих в любой момент времени в рамках срока планирования, наряду с возможным уменьшением постоянных запасов, а, следовательно, разгрузкой склада.

Таким образом, основными **целями** систем *MRP* являются:

- удовлетворение потребности в материалах, компонентах и продукции для планирования производства и доставки потребителям;
- поддержание низкого уровня запасов материальных ресурсов, незавершенного производства, готовой продукции;
- планирование производственных операций, графиков доставки, закупочных операций.

Системы *MRP I* преимущественно используются, когда спрос на исходные материальные ресурсы сильно зависит от спроса потребителей на конечную продукцию. Система *MRP I* может работать с широкой номенклатурой материальных ресурсов (многоассортиментными исходными материальными потоками). Применение систем *MRP I* 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.

Микрологистические системы, основанные на *MRP I*-подходе, имеют ряд недостатков и ограничений, к основным из которых относятся:

- значительный объем вычислений, подготовки и предварительной обработки большого объема исходной информации, что увеличивает длительность производственного периода и 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 отказов в системе из-за ее большой размерности и перегруженности.

Отмеченные недостатки и ограниченность применения *MRP I* потребовали разработки второго поколения этих систем. Это

поколение логистических систем получило название системы *MRP II*, которые представляют собой интегрированные микрологистические системы, включающие финансовое планирование и логистические операции. Системы *MRP II* являются эффективным инструментом внутрифирменного планирования, позволяющим претворять на практике логистическую концепцию интеграции функциональных сфер бизнеса при управлении материальными потоками. Преимуществом систем *MRP II* перед системами *MRP I* является более полное удовлетворение потребительского спроса, достигаемое путем сокращения продолжительности производственных циклов, уменьшения запасов, лучшей организации поставок, более быстрой реакции на изменения спроса.

## **7.2. Система планирования ресурсов предприятия (ERP)**

Исторически концепция ERP (Система планирования ресурсов предприятия) стала развитием концепций *MRP I* / *MRP II*. Используемый в ERP-системах программный инструментарий позволяет проводить производственное планирование, моделировать поток заказов и оценивать возможность их реализации в службах и подразделениях предприятия, увязывая его со сбытом.

*ERP* связывают выполнение основных операций и обеспечивают повторяемый набор правил и процедур. Обработка заказов связывается с планированием производства и плановые потребности автоматически передаются к процессу закупки и обратно. Стоимость продукции и финансовый учет автоматически изменяются, а критическая информация об операциях, прибыльности продукции, результатах деятельности подразделений и так далее становятся доступны в реальном времени. Устанавливается систематическая, измеряемая методология. После внедрения такой методологии бизнеса, процесс его улучшения может быть определен, выполнен и повторен на предсказуемой основе.

Наиболее широко распространенной в мире логистической концепцией является концепция «точно в срок» (*just-in-time, JIT*). Основная ее идея заключается в следующем: если производственное расписание задано, то можно так организовать движение материальных потоков, что все материалы, компоненты и полуфабрикаты будут поступать в необходимом количестве, в нужное место (на сборочной линии - конвейере) и точно к назначенному сроку для производства или сборки готовой продукции. При этом

страховые запасы, иммобилизующие денежные средства фирмы, не нужны.

Для эффективной реализации технологии *ЛТ* должны работать с надежными телекоммуникационными системами и информационно-компьютерной поддержкой.

Основной целью логистической концепции *ЛТ* является максимальная интеграция всех логистических функций фирмы для минимизации уровня запасов в интегрированной логистической системе, обеспечение высокой надежности и уровня качества продукции и сервиса для максимального удовлетворения запросов потребителей. Системы, основанные на идеологии *ЛТ*, используют гибкие производственные технологии выпуска небольших объемов готовой продукции группового ассортимента на базе раннего предсказания покупательского спроса.

### **7.3. Система «товарно-материальные запасы, управляемые поставщиком» (VMI)**

**VMI** (товарно-материальные запасы, управляемые поставщиком)— представляет собой практику управления поставками, при которой товарно-материальные запасы контролируются, планируются и управляются поставщиком на основании ожидаемого объема спроса и заранее оговоренных минимальных и максимальных уровнях материальных запасов. Традиционно успех в управлении цепочками поставок зависит от понимания ключевых процессов и нахождения баланса между политикой компании в отношении запасов и уровнем сервисного обслуживания клиентов. Проекты VMI призваны улучшить оба параметра.

На сегодняшний день модель VMI реализуется, по крайней мере, на двух уровнях:

- **Дистрибьютор управляет запасами розничной сети.** VMI в этом контексте также называется ECR (Эффективная реакция заказчика). При этом розничная сеть владеет товарно-материальными запасами, несмотря на то, что заказ на пополнение осуществляется дистрибьютором.

- **Производитель управляет уровнем запасов на складах дистрибьютора.** При этом дистрибьютор владеет товарно-материальными запасами, несмотря на то, что заказ на пополнение осуществляется производителем.

Концепция VMI основана на убеждении в том, что производитель занимает лучшие позиции для управления товарно-

материальными запасами, так как имеет больше информации относительно производственных возможностей и сроков. Кроме того, передача производителю функции управления товарно-материальными запасами дистрибьютора сокращает логистическую цепочку, увеличивая прозрачность поставок и уменьшая общий уровень запасов. Для управления поставками в соответствии с VMI-подходом производителю на регулярной основе требуются данные по продажам, передаваемые дистрибьютором посредством электронного обмена данными. На основании полученных данных производитель видит актуальную картину по остаткам продукции на складах дистрибьютора, динамике спроса конечных потребителей и рассчитывает объем заказа для отгрузки дистрибьютору.

#### **Преимущества VMI-модели:**

- Снижение товарно-материальных запасов до оптимального уровня на каждом этапе цепочки поставок.
- Сокращение затрат на поддержание запаса, накладных расходов.
- Увеличение продаж за счет снижения дефицита товаров.
- Повышение скорости обмена актуальными и точными данными, формирования заказа на пополнение товарно-материальных запасов.

#### **Список использованных источников**

1. Логистика: Учебник/ Под ред. Б.А.Аникина: 3–е изд. Перераб. и доп. – М.: ИНФРА–М, 2004.-368с.
2. Стерлигова А.Н. Управление запасами в цепях поставок: Учебник. – М.: ИНФРА–М, 2010.- 430с.
3. Григорьев М.Н. Управление запасами в логистике. – С.-П.: Бизнес-Пресса, 2006.
4. Зеваков А.М. и др. Логистика производственных и товарных запасов. С.-П.: Из-во Михайлова, 2002.
5. Модели и методы теории логистики / Под ред. Лукинского В.С.- С.-П.: Питер, 2007.
6. Шрайбфедер Д. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.
7. Харольд Е., Линдерс М. Управление снабжением и запасами. –С.-П.: Victory, 2006.
8. Николайчук В.Е. Заготовительная и производственная логистика. С.-П.: Питер, 2001.

## Оглавление

Введение.....	3
Тема 1. Запасы в логистической системе. Цели и задачи управления запасами.....	4
1.1. Сущность материальных запасов .....	4
1.2. Основные причины формирования запасов .....	8
1.3 Классификация запасов .....	9
1.4. Способы движения запаса .....	15
1.5 Метод поставки «точно в срок», как способ сокращения запасов.....	19
1.6. Графическая интерпретация параметров уровней запаса и его частей .....	23
Тема 2. Прогноз спроса и потребление запаса .....	24
2.1 Виды потребности в запасе .....	24
2.2 . Анализ статистики поведения запаса .....	26
2.3 Показатели состояния запаса в звеньях цепей поставок .....	29
2.4 Статистические методы прогнозирования независимого спроса регулярно потребляемого товара.....	32
2.5 Эконометрические модели прогнозирования спроса регулярно потребляемого товара .....	35
2.6 Прогнозирование потребности в запасе на основе экспертных оценок .....	36
Тема 3. Цикл заказа и страхового запаса .....	40
3.1 Цикл заказа и его структура .....	40
3.2 Понятие страхового запаса. Методы расчета нормы страхового запаса .....	43
Тема 4. Расчет оптимального размера заказа на пополнение запаса (экономичный объем заказа).....	44
4.1 Роль и состав затрат, связанных с запасами .....	44
4.2 Определение затрат на закупку .....	46
4.3 Основные статьи затрат на выполнение заказа .....	48
4.4 Основные статьи затрат на содержание запаса. ....	50
4.5 Формирование общих затрат, связанных с запасами в звене цепей поставок.....	53
4.6 Процесс управления запасами в звеньях цепей поставок. ....	54
4.7 Классическая модель Уилсона для обоснования оптимального размера заказа. ....	56
4.8 Модификация модели Уилсона для работы с многономенклатурным заказом. ....	59
Тема 5. Модели управления запасами.....	60
5.1 Модель управления запасами с фиксированным размером заказа .	60
5.2 Модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами .....	63

5.3	Модель управления запасами с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня .....	66
5.4	Модель управления запасами «минимум-максимум» .....	68
Тема 6.	Управление различными группами позиций запасов .....	71
6.1	Метод ABC-анализа как инструмент классификации номенклатуры запаса по степени влияния на результат деятельности предприятия .....	71
6.2	Современные модификации в ABC-классификации.....	73
6.3	Метод XYZ-анализа как инструмент классификации номенклатуры запаса по степени колебания потребности в запасе .....	77
6.4	Использование матрицы ABC–XYZ при управлении запасами в звене цепей поставок .....	79
Тема 7.	Информационно-технологическое обеспечение управления запасами.....	82
7.1	Системы «планирования потребности в материалах/производственного планирования потребности в ресурсах» (MRPI/MRP II).....	82
7.2	Система планирования ресурсов предприятия (ERP).....	84
7.3	Система «товарно-материальные запасы, управляемые поставщиком» (VMI) .....	85
	Список использованных источников .....	86

**Соловьева Людмила Лукинична**

## **УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ**

**Курс лекций**

**по одноименной дисциплине для слушателей  
специальности 1-26 02 85 «Логистика»  
заочной формы обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку  
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного  
учебно-методического документа 02.10.12.

Рег. № 12Е.

<http://www.gstu.by>