

П.А. Дроздов

**УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ
В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Минск
ИБМТ БГУ
2014

УДК
ББК
Д

Рецензенты:

Т.Г. Зорина – доцент кафедры логистики и ценовой политики Белорусского государственного экономического университета, кандидат экономических наук;

И.И. Краснова – доцент кафедры экономики и логистики Белорусского национального технического университета, кандидат экономических наук.

Дроздов, П.А. Управление запасами в цепях поставок: учебно-методическое пособие / П.А. Дроздов. – Минск: ИБМТ БГУ, 2014. – 103 с.

В пособии раскрыта экономическая сущность материальных запасов, а также представлены передовые методы управления материальными запасами в цепях поставок, направленные на оптимизацию издержек и повышение уровня оборачиваемости вложенных в их создание финансовых средств.

Для магистрантов специальности 1-26 81 04 «Управление логистическими системами», студентов и слушателей специальности 1-26 02 85 «Логистика», а также руководителей и специалистов производственной сферы, занятых в процессах материально-технического обеспечения и распределения товарной продукции.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Тема 1. Основы управления материальными запасами в цепях поставок	5
1 Необходимость управления материальными запасами в цепях поставок.....	5
1 Понятие и виды запасов.....	6
2 Параметры движения запасов.....	8
3 Издержки при управлении запасами.....	10
Контрольные вопросы.....	11
Тема 2. Оптимизация размера заказа материальных запасов в цепях поставок	12
1 Основное уравнение издержек при формировании запасов. Оптимизация размера заказа.....	13
2 Примеры оптимизации размера заказа материальных запасов в цепях поставок.....	19
3 Определение оптимального уровня оборачиваемости производственных запасов.....	41
4 Определение объемов поставок в товаропроводящих сетях, включающих и не включающих распределительный центр.....	48
Контрольные вопросы.....	57
Тема 3. Системы управления запасами	58
1 Основные системы управления запасами.....	58
2 Производные от основных системы управления запасами.....	63
3 Пример реализации систем управления запасами	67
Контрольные вопросы.....	79
Тема 4. Построение систем управления запасами на практике.....	80
1 <i>ABC</i> –анализ.....	80
2 <i>ABC–XYZ</i> анализ.....	84
3 Пример реализации <i>ABC–XYZ</i> анализа.....	86
4 Методические основы выбора и применения систем управления запасами.....	90
Контрольные вопросы.....	92
Тестовые задания.....	93
Ответы на тестовые задания.....	101
Литература.....	102

ВВЕДЕНИЕ

Материальные запасы, или продукция, ожидающая потребления, составляют значительную часть оборотных средств предприятия. Поэтому нерациональное управление запасами, например, создание необоснованно большого количества товарных запасов в торговой деятельности приводит к снижению уровня оборачиваемости денежного капитала, вложенного в создание запасов, а также к увлечению затрат на их хранение и, наоборот, в случае недостаточный объем запасов сырья в производстве может сорвать выполнение производственной программы или привести к ее изменению.

Материальные запасы, являющиеся наименее ликвидными краткосрочными активами, представляют собой по сути «замороженные» денежные (оборотные) средства.

Между тем, некоторые менеджеры, опасаясь возможной нехватки товаров, а также при значительных «административных издержках» систематически создают избыточные запасы в целях подстраховки и уменьшения «головной боли», а также экономии на оптовых скидках.

Однако большинство предприятий малого и среднего бизнеса избегают больших запасов с низкой оборачиваемостью. Это позволяет увеличить уровень оборачиваемости оборотных средств, а также сократить издержки на содержание запасов.

В этой связи в современных условиях функционирования национальной экономики, когда имеет место острый дефицит свободных денежных средств на счетах отдельных организаций, большое значение приобретает проблема оптимизации управления материальными запасами в цепях поставок, то есть создания на всех уровнях функционирующих в республике логистических сетей (от поставщиков сырья до конечных потребителей товаров и услуг) минимально необходимого количества запасов для обеспечения надлежащей работы организаций, осуществляющих производство, продвижение и сбыт готовой продукции.

Решение данной проблемы возможно лишь при условии получения будущими специалистами глубоких и системных знаний по дисциплине «Управление запасами в цепях поставок», позволяющих в перспективе обеспечить экономически грамотную работу возглавляемых подразделений и организаций Республики Беларусь.

ТЕМА № 1

ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ЗАПАСАМИ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

Изучив материал данной темы, вы должны *уметь*:

- сформулировать определение и особенности понятия «цепь поставок»;
- обосновывать актуальность управления материальными запасами в цепях поставок;
- дать определение понятия материальных запасов, а также их классифицировать;
- охарактеризовать основные параметры движения запасов;
- сформулировать принцип определения издержек при управлении материальными запасами;
- классифицировать издержки при управлении запасами отдельного наименования товар.

1 Необходимость управления материальными запасами в цепях поставок

Трактовка понятия «цепь поставок» обычно дается с точки зрения процессного и объектного подходов.

С точки зрения процессного подхода **цепь поставок** (*Supply Chain*) представляет собой совокупность потоков и соответствующих им кооперационных и координационных процессов между различными участниками цепи создания стоимости для удовлетворения требований потребителей в товарах и услугах.

В свою очередь объектный подход рассматривает **цепь поставок** как совокупность организаций (предприятий-изготовителей, посредников, 3PL и 4PL операторов, экспедиторов, розничной торговли), взаимодействующих в материальных, финансовых и информационных потоках, а также потоках услуг от источников исходного сырья до конечного потребителя.

Отличительная особенность *цепи поставок*, например, от *канала распределения и сбыта*, заключается в **линейной упорядоченности** множества участников логистического процесса. Другими словами, в краткосрочной перспективе цепь поставок представляет собой совокупность постоянного числа организаций (звеньев, формирующих цепь). Данный факт позволяет утверждать, что в цепи поставок за каждым ее звеном (организацией) закреплена соответствующая (не дублирующая) роль по продвижению соответствующего материального потока. В этой связи в каждом звене цепи поставок формируется строго опре-

деленная номенклатура материальных запасов. При этом отсутствует проблема выбора: у кого заказать товар и на каких условиях?

Однако в *цепи поставок*, как и в *канале распределения и сбыта*, каждому звену для обеспечения бездефицитного потребления требуется знать когда (в какой момент времени) и в каком размере необходимо сделать очередной заказ у предшествующего звена.

Ответы на данные и другие не менее важные вопросы можно найти, изучив курс дисциплины «Управления запасами в цепях поставок».

2 Понятие и виды запасов

Материальные запасы являются ключевым понятием логистики.

Общепринятая формулировка гласит: *материальные запасы* – это находящиеся на разных стадиях производства и обращения продукция производственно-технического назначения, изделия народного потребления и другие товары, ожидающие вступления в процесс личного или производственного потребления.

Следовательно, запасы – это форма существования материального потока, который лишен подвижности.

Однако фиксация места нахождения запасов не ограничивает второго параметра – времени. Особенностью логистики запасов (управление запасами) является изучение запаса как постоянно меняющегося во времени объекта, который в процессе трансформации из одного вида в другой изменяет пространственное положение.

Таким образом, классификационными признаками запасов являются пространство и время, а также различают запасы в зависимости от исполняемой функции.

Классификация по месту нахождения.

Все запасы, имеющиеся в экономике, определены как **совокупные**. Они включают в себя сырье, основные и вспомогательные материалы, полуфабрикаты, детали, готовые изделия, а также запасные части для ремонта средств производства.

Совокупные запасы подразделяются на два вида: **производственные и товарные**.

Производственные запасы – это запасы, которые формируются в организациях-потребителях (сырье, детали и т. д.).

Товарные запасы находятся у организаций-изготовителей на складах готовой продукции, а также в каналах сферы обращения.

Запасы в каналах сферы обращения подразделяются на запасы в пути и

запасы на предприятиях торговли.

Запасы в пути (или транспортные запасы) находятся на момент учета в процессе транспортировки от поставщиков к потребителям.

Классификация по исполняемой функции.

Производственные запасы – это запасы, предназначенные для производственного потребления. Они обеспечивают бесперебойность производственного процесса. К ним относятся предметы труда, поступившие потребителю различного уровня, но еще не использованные и не подвергнутые переработке.

Товарные запасы – это запасы, которые необходимы для бесперебойного обеспечения потребителей материальными ресурсами.

Производственные и товарные запасы подразделяются на **текущие, гарантийные (страховые), подготовительные, сезонные и переходящие**.

Текущие запасы – это запасы на складе между двумя поставками. Они составляют основную часть производственных и товарных запасов, а их величина постоянно меняется.

Гарантийные или страховые запасы – это запасы, которые предназначены для непрерывного снабжения потребителя в случае непредвиденных обстоятельств: отклонения в периодичности и величине партий поставок от запланированных, изменения интенсивности потребления, задержки поставок в пути.

Гарантийные запасы в отличие от текущих имеют условно постоянную величину и при нормальных условиях работы эти запасы неприкосновенны.

Подготовительные или буферные запасы выделяются из производственных запасов при необходимости дополнительной их подготовки перед использованием в производстве (сушка пиломатериалов, отпуск станин). Эти запасы формируются в случае необходимости подготовить материальные ресурсы к отпуску потребителям.

Сезонные запасы образуются при сезонном характере производства товаров, их потребления или транспортировки (сельскохозяйственная продукция, сезонная одежда, топливо на север по морскому пути). Они должны обеспечить нормальную работу организации во время сезонного перерыва в производстве, потреблении или транспортировке продукции.

Переходящие запасы – это остатки материальных ресурсов на конец отчетного периода. Они предназначаются для обеспечения непрерывности производства и потребления в отчетном периоде и следующем за ним до очередной поставки.

Классификация по времени (рисунок 1).

Максимальный желательный запас определяет уровень запаса, экономически целесообразный в данной системе управления запасами. Этот уровень используется как ориентир при расчете полезной площади склада, необходимой для размещения товара, а в отдельных системах управления запасами при определении размера заказа.

Пороговый уровень запаса используется для определения момента времени выдачи (необходимости) очередного заказа.

Текущий запас соответствует уровню запаса в любой момент учета. Он может совпадать с любым уровнем запаса.

Гарантийный или страховой запас – это запас, который предназначен для обеспечения непрерывности интенсивности сбыта (потребления) в случае непредвиденных обстоятельств.

Интенсивность сбыта (потребления) запаса товара представляет собой зависимость, которая показывает (отражает) величину остатка товара на складе в каждый конкретный момент времени.

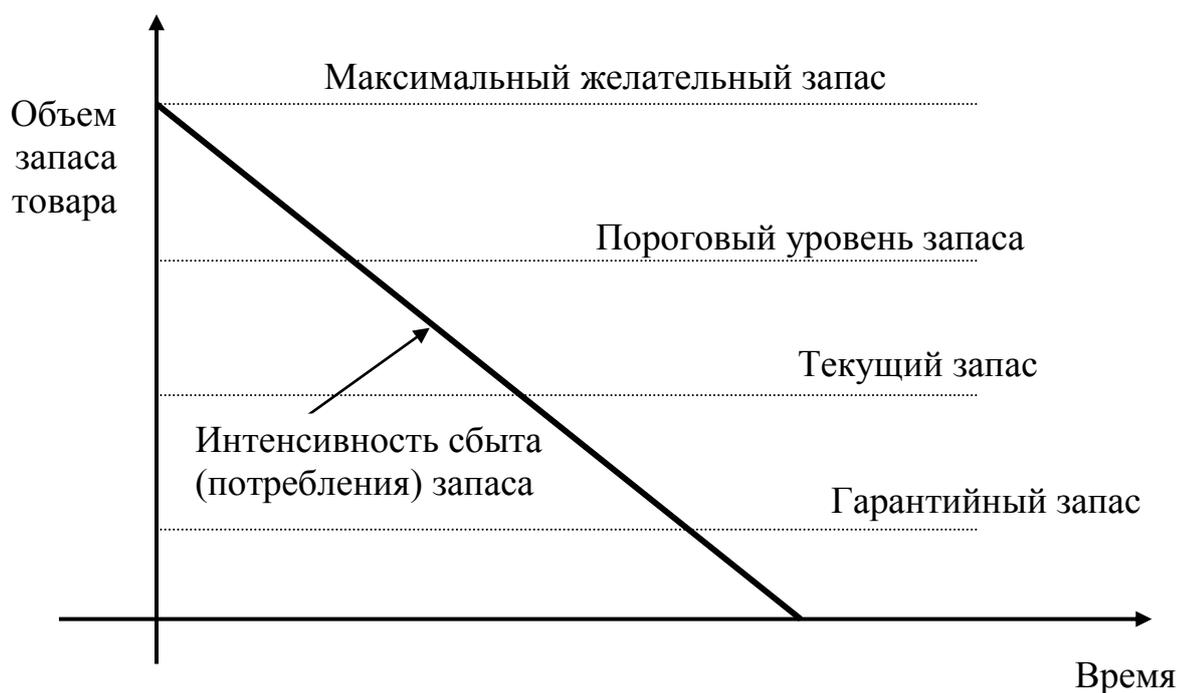


Рисунок 1 – Классификация запасов по времени

Кроме всех вышеназванных видов запасов, различают также **неликвидные запасы** – длительно неиспользуемые запасы (испортившийся и морально устаревший товар).

3 Параметры движения запасов

К основным параметрам движения запасов относится следующий ряд показателей:

1. Величина потребления (спроса или сбыта) определенного наименования товара за установленный промежуток времени (S) представляет объем оборота данного наименования товара в натуральном исчислении (шт., тонн,

пачек, рулонов, поддонов и т.д.) за анализируемый период времени (год, квартал, месяц, сезон и т.д.). Величина (S) имеет следующую размерность: шт./год, тонн/год, пачек/квартал и т.д.

При управлении запасами данный показатель выступает в качестве *исходного* параметра и определяется или, исходя из опыта работы, или из прогнозных (планируемых) объемов производства (продажи). Например, в производстве потребность в материалах в расчете на единицу готовой продукции определяется с учетом конструкторской документации и технологии ее изготовления.

2. Интенсивность сбыта (потребления) запаса товара представляет собой функцию, которая показывает (отражает) величину остатка данного наименования товара на складе в каждый конкретный момент времени.

3. Размер заказа товара (q) – объем партии одной поставки данного наименования товара, шт. (тонн, пачек, рулонов, поддонов и т.д.).

При управлении запасами данный показатель обычно выступает в качестве *расчетного* параметра.

4. Точка заказа – момент времени начала очередного заказа.

5. Время выполнения заказа ($t_{вз}$) – период времени необходимый для выполнения одной поставки, состоящий из продолжительностей времени необходимых для оформления документов, транспортировки (доставки) и разгрузки, дней.

При управлении запасами данный показатель выступает в качестве *исходного* параметра и определяется исходя из опыта работы или письменных переговоров с поставщиком.

6. Время задержки поставки ($t_{зп}$) – период времени с момента предполагаемого до момента фактического окончания выполнения заказа, дней.

При управлении запасами данный показатель выступает в качестве *исходного* параметра и определяется исходя из опыта работы.

7. Интервал времени между заказами (I) – период времени между соседними поставками, дней.

При управлении запасами данный показатель обычно выступает в качестве *расчетного* параметра.

8. Пороговый уровень запасов товара (ПУ) – остаток запасов на складе по данному наименованию товара, сигнализирующий о необходимости очередного заказа товара, шт. (тонн, пачек, рулонов, поддонов и т.д.).

При управлении запасами данный показатель выступает в качестве *расчетного* параметра.

9. Максимальный желательный уровень запасов товара (МЖЗ) – наибольший размер запаса на складе по данному наименованию товара, шт. (тонн, пачек, рулонов, поддонов и т.д.).

При управлении запасами данный показатель выступает в качестве

расчетного параметра.

10. Гарантийный (страховой) запас товара (ГЗ) – неприкосновенный размер запаса на складе по данному наименованию товара, потребляемый в случаях возникновения форс-мажорных ситуаций, шт. (тонн, пачек, рулонов, поддонов и т.д.).

При управлении запасами данный показатель выступает в качестве *расчетного* параметра.

11. Текущий запас товара (ТЗ) – остаток запасов на складе по данному наименованию товара в конкретный момент времени, шт. (тонн, пачек, рулонов, поддонов и т.д.).

12. Ожидаемое потребление товара на складе за время выполнения заказа (ОП) – величина потребления запаса на складе по данному наименованию товара за период времени необходимый для выполнения одной поставки, шт. (тонн, пачек, рулонов, поддонов и т.д.).

4 Издержки при управлении запасами

Определение издержек, связанных с управлением материальными запасами, должно строиться на принципе продвижения от частного к общему.

Данный принцип обусловлен тем фактом, что каждая отдельная позиция производственных или товарных запасов имеет свои (присущие только ей) характерные параметры: величину потребления, цену, поставщика, способ доставки и размещения на складе.

В этой связи издержки, связанные с управлением, например, строительными материалами как группой товаров, складывается из издержек, которые несет организация при формировании и управлении запасами отдельных наименований товаров, входящих в данную группу (например, издержки, связанные с формированием и управлением запасами цемента марки М-500).

Управление отдельными наименованиями материальных запасов предусматривает выполнение комплекса необходимых операций, связанных с **покупкой товара, его доставкой (погрузка, транспортировка, разгрузка) и хранением**. Издержки, связанные с выполнением данных трех операций относятся к **прямым (явным) издержкам**.

Следует отметить, что первая статья затрат (покупка товара), в подавляющем числе случаев имеет наибольшее значение (величину). В этой связи формирование заказа товара нельзя осуществлять только исходя из грузоподъемности (грузовместимости) имеющихся в наличии транспортных средств, так как затраты на доставку занимают в структуре совокупных затрат обычно не более 15,0 %.

Однако, кроме прямых затрат при управлении запасами организация не-

сет и так называемые **вмененные (неявные) издержки**, связанные с «замораживанием» финансовых (оборотных) средств, вложенных в создание запасов.

При этом важно указать, что величина затрат на хранение, а также издержек, связанных с «замораживанием» финансовых (оборотных) средств, вложенных в создание запасов по определенному наименованию товара, прямо пропорциональна среднему запасу (остатку) товара, который имеет место на складе в течение установленного промежутка времени.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается принципиальная разница между понятиями «цепь поставок» и «канал распределения и сбыта»?
2. Какие проблемные вопросы ставятся при управлении запасами в цепях поставок?
3. В чем заключается принципиальная разница между понятиями «материальный поток» и «материальный запас»?
4. Как классифицируются материальные запасы?
5. В чем заключается основное отличие между текущим запасом и гарантийным запасом товара?
6. Что показывает кривая интенсивности потребления (сбыта) запасов товара на складе?
7. Какие параметры движения материальных запасов выступают в качестве исходных?
8. Какие параметры движения материальных запасов выступают в качестве расчетных?
9. Как определяют величину потребления (спроса или сбыта) определенного наименования товара за установленный промежуток времени (S)?
10. Для чего рассчитывают пороговый уровень запасов товара (ПУ)?
11. Почему при управлении материальными запасами необходимо управлять отдельными наименованиями товаров, а не всей группой товаров сразу?
12. Какие издержки несет организация при управлении запасами определенного наименования товара?

ТЕМА № 2

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕРА ЗАКАЗА МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАПАСОВ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

Изучив материал данной темы, вы должны *уметь*:

- *составить формулу по определению издержек, связанных с формированием и управлением запасами по определенному наименованию товара за установленный промежуток времени;*
- *представить графические зависимости основных видов издержек при управлении запасами товара за установленный промежуток времени от размера заказа;*
- *вывести формулу по определению оптимального размера заказа;*
- *оптимизировать размер заказа определенного наименования товара с учетом финансового состояния организации, при незначительных и многократных колебаниях величины потребления запасов товара, при имеющих место оптовых скидах, при поставке товара параллельно с другими наименованиями товара;*
- *оптимизировать размер заказа графическим методом;*
- *оптимизировать уровень оборачиваемости материальных запасов определенного наименования товара;*
- *определять объемы поставок в товаропроводящих сетях, включающих и не включающих распределительный центр.*

1 Основное уравнение издержек при формировании запасов.

Оптимизация размера заказа

Как показывает практика, величина материальных запасов, хранящихся на складах, во многом зависит от размера заказываемых партий по отдельным наименованиям товаров.

В логистике запасов широкую известность получила зависимость по определению оптимального размера заказа, названная в честь ученого ее представившего, – формула Уилсона (1934 г.).

При ее выводе ученый исходил из условия идеальной системы управления запасами, суть которой заключается в том, что доставка нового заказа осуществляется в момент, когда предыдущий полностью закончился, тем самым, устанавливая средний размер запаса (остатка) товара на складе на уровне половины величины заказываемой партии. Так, если размер одной заказываемой и доставляемой партии равен q , то средняя величина запаса товара на складе составит $q/2$ ($[q+0]/2$).

При этом ученым учитывались лишь *прямые (явные) издержки*, связанные с *приобретением товара, его доставкой и хранением*. Так, например, за определенный период времени объем оборота (потребления или сбыта) определенного наименования товара составляет (S). Тогда затраты на приобретение (закупку) товара представляют собой произведение величины (S) на цену (P) за единицу товара. Установив транспортные и связанные с ними расходы на выполнение одного заказа на уровне (C_o^e), совокупные издержки (C_o) по доставке товара в течение периода времени, за которое потребляется величина (S), ученый предложил определять по формуле:

$$C_o = C_o^e \cdot \frac{S}{q} \quad (1)$$

Причем отношение (S/q) показывает, какое количество заказов будет сделано за период времени потребления величины (S).

Аналогично установив тариф на хранение единицы запасов в течение периода времени, за которое потребляется величина (S) в размере (C_{xp}^e) ученый предложил следующую зависимость по определению затрат на хранение (C_{xp}):

$$C_{xp} = C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} \quad (2)$$

Таким образом, было получено *основное уравнение по определению совокупных **прямых** издержек (C_c) при формировании и управлении запасами за установленный период времени потребления величины (S):*

$$C_c = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} \quad (3)$$

Важно подчеркнуть, что все составляющие (слагаемые) уравнения должны иметь одинаковую размерность, например, тыс. руб./год.

Следовательно, *оптимальный размер заказа товара* – это такой размер заказа, при котором *совокупные издержки (C_c) при формировании и управлении запасами* принимают минимальное значение.

Очевидно, оптимальный размер заказа будет достигнут, когда совокупные издержки принимают минимальное значение или когда первая производная уравнения по размеру заказа будет равна нулю.

$$C_c' = \frac{C_{xp}^e}{2} - C_o^e \cdot \frac{S}{q^2} = 0. \quad (4)$$

Откуда оптимальный размер заказа (q_o)

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e}}, \quad (5)$$

где q_o – оптимальный размер заказа по конкретному наименованию материальных запасов (товара), шт. (тонн, м³, рулонов, бухт);

C_o^e – транспортные и связанные с ними расходы (оформление документов, погрузка, разгрузка и т.д.) на выполнение одного заказа по данному наименованию товара, тыс. руб.;

S – величина спроса (потребления) данного наименования товара за установленный промежуток времени, шт./мес. (шт./кв., шт./год);

C_{xp}^e – издержки на хранение единицы (одной штуки, тонны и т.д.) товара в течение периода времени потребления величины (S), тыс. руб./шт.·мес. (тыс. руб./шт.·кв.), тыс. руб./шт.·год) и т.д.).

Данная зависимость в теории управления запасами известна как **формула Уилсона**.

Между тем, анализируя порядок вывода данной формулы, а также саму формулу можно утверждать, что она не учитывает потери («замораживание») финансового капитала, вложенного в создание запасов, или другими словами потери, обусловленные затормаживанием оборачиваемости вложенных в запасы денежных средств.

Так, применение формулы для различных по стоимости материалов (например, листовой стали обыкновенного качества и высоколегированной), цены на которые могут отличаться в десять и более раз, при одинаковых исходных данных (за исключением цены) даст один и тот же результат. Очевидно, это неправомерно с экономической точки зрения.

Поэтому для того, чтобы сократить влияние негативного эффекта («замораживание» денежного капитала, вложенных в создание запасов), совокупные издержки при формировании запасов должны дополнительно включать *вмененные (неявные)* расходы, обусловленные потерями от недополучения дохода (C_n). Величину этих потерь за период времени потребления величины (S) рекомендуется определять по следующей зависимости:

$$C_{\text{п}} = E \cdot \frac{q}{2} \cdot P, \quad (6)$$

где E – коэффициент эффективности финансовых вложений за период времени потребления величины (S), 1/мес. (1/кв., 1/год).

Коэффициент (E) показывает, какая доля суммы денежных (оборотных) средств ($P \cdot q/2$), которая в среднем имеет место на складе, «замораживается» при создании запасов за период времени потребления величины (S).

Таким образом, величина ($C_{\text{п}}$) имеет двойственную экономическую природу. С одной стороны она оценивает размер потерь, обусловленных вложением финансовых средств в создание запасов («замораживание»), а с другой – устанавливает величину дополнительного дохода, который можно было бы получить в случае отказа от создания запасов. Так, например, финансовые средства, необходимые для создания среднего запаса $q/2$, в размере ($P \cdot q/2$) можно было, как минимум, положить в банк и получать доход по депозиту или вложить в дальнейшее развитие организации с целью увеличения доходов в перспективе. По причине двойственной природы величину ($C_{\text{п}}$) не включают в структуру прямых производственных затрат (при бухгалтерском учете). Однако, при проведении расчетов по сравнительной экономической эффективности или при бизнес-планировании учет данной величины должен быть обязательным.

Коэффициент (E), который оценивает эффективность финансовых вложений за период времени потребления величины (S), может варьировать в следующих пределах.

1. Минимальный размер коэффициента (E), обуславливающий *максимальные* размеры заказов, устанавливается в случае наличия в организации достаточного количества свободных денежных (оборотных) средств и должен составлять величину, соответствующую депозитному проценту за период времени потребления величины (S). Так, например, анализируемый период – один месяц. Следовательно, депозитный процент за месяц при 12%-ом годовом составит 1%. В этом случае коэффициент (E) равен 0,01 за один месяц (1%/100%).

2. Максимальный размер коэффициента (E) устанавливается в случае отсутствия в организации свободных денежных средств или ее интенсивного развития. Это, в свою очередь, обуславливает *минимальные* размеры заказов, что в результате позволяет высвободить максимальное количество денежных (оборотных) средств для финансирования более важных сфер хозяйственной деятельности организации (оплата труда и т.п.).

Его величина определяется в зависимости от источника свободных денежных средств:

2.1. Свободные денежные средства формируются за счет привлечения кредитных ресурсов банков. В этом случае, размер коэффициента (E) должен составлять величину, соответствующую годовой процентной ставке по банковскому кредиту за

период времени потребления величины (S), согласно следующей зависимости:

$$E = \frac{1 + СК/100\%}{n}, \quad (7.1)$$

где СК – годовая процентная ставка по банковскому кредиту, %;

n – количество повторений в течение года установленного промежутка времени (анализируемого периода), за который потребляется величина (S).

2.2. Свободные денежные средства формируются за счет собственных резервов организации. В этом случае, величину коэффициента в соответствии с выбранным анализируемым периодом необходимо определять по следующей формуле:

$$E = \frac{R}{n \cdot 100\%} \cdot N_{об}, \quad (7.2)$$

где R – достигнутый среднегодовой уровень рентабельности готовой продукции на предприятии или рентабельности продаж в торговле, %;

$N_{об}$ – количество оборотов в течение года, которые совершают оборотные средства (денежные средства необходимые для производства и реализации продукции, участвующей в одном кругообороте).

Например, достигнутый среднегодовой уровень рентабельности продукции на предприятии составляет 12%; анализируемый период – один месяц; количество оборотов готовой продукции (оборотных средств) в течение года – 12 оборотов. Следовательно, в данном случае коэффициент (E), в отличие от первого пункта, равен 0,12 за один месяц. То есть в большинстве случаев (для производственных предприятий) минимальная величина коэффициента (E) отличается от максимальной на порядок (в 10 раз).

Важно подчеркнуть, что в торговых организациях минимальная величина коэффициента (E) может отличаться от максимальной на два порядка (в 100 раз).

Следовательно, численное значение коэффициента (E) устанавливается с учетом финансового состояния организации-потребителя. Другими словами, финансовое состояние организации обуславливает величину размера заказа. Так, если организация имеет критическое финансовое положение, коэффициент (E) должен принимать максимальное или близкое к нему значение. При этом, как отмечалось выше, будут получены минимальные размеры заказа, то есть такое финансовое состояние организации не позволяет делать большие по величине заказы. И наоборот, если организация отличается абсолютной финансовой устойчивостью, коэффициент (E) должен принимать минимальное или близкое к нему значение. При этом будут получены максимальные раз-

меры заказа, то есть такое финансовое состояние организации позволяет делать большие по величине заказы.

Таким образом, формула по определению оптимального размера заказа с учетом потерь от недополучения дохода ($C_{\text{п}}$) в отличие от формулы Уилсона будет иметь следующий вид:

$$q_0 = \sqrt{2 \cdot \frac{C_0^e \cdot S}{C_{\text{хр}}^e + E \cdot P}}, \quad (8)$$

где P – цена за единицу товара, тыс. руб./шт. (тыс. руб./тонну и т.д.).

Важно подчеркнуть, что такие составляющие формулы (8), как издержки на хранение единицы товара ($C_{\text{хр}}^e$), а также коэффициент эффективности финансовых вложений (E) должны быть привязаны к временному интервалу за который потребляется величина (S). Так, например, если величина потребления или сбыта (S) определенного наименования товара рассматривается за квартал, то и величины ($C_{\text{хр}}^e$) и (E) должны рассчитываться за квартал.

Важно также указать на ограничения применения формулы по определению оптимального размера заказ:

1. *Первым и наиболее весомым ограничением применения формулы является оптимизация размера заказа при имеющихся место оптовых скидках. Данное обстоятельство обусловлено, во-первых, тем, что при ее выводе не учитывалась зависимость затрат на закупку (произведение величины потребления (S) на цену (P) за единицу товара) от размера заказа. Во-вторых тем, что затраты на закупку имеют в подавляющем большинстве производственных ситуаций наибольшее значение по сравнению с другими статьями прямых затрат, связанных с управлением запасами.*

2. *Вторым ограничением применения формулы, которое носит сугубо математический характер, является тот факт, что при ее выводе предусматривалось, что транспортные и связанные с ними расходы на выполнение одного заказа (C_0^e) не зависят от размера заказа (постоянны). Однако, на самом деле, параметр (C_0^e) зависит от размера заказа, но эта зависимость (в большинстве случаев) оказывает лишь косвенное влияние на величину и характер изменения совокупных издержек (C_0) по доставке товара в течение периода времени, за которое потребляется величина (S). Между тем, данное обстоятельство указывает на необходимость дополнительных научных изысканий.*

3. *Третье ограничение представляет собой условие применения формулы, которое заключается в том, что издержки ($C_{\text{хр}}^e$) на хранение единицы товара в течение периода времени потребления величины (S) не должны зависеть от раз-*

мера заказа. Это достигается в случае эффективного использования площади складского помещения. Так, например, если на площади в 1 м^2 может храниться 3 тонны товара, то эту возможность необходимо использовать на 80–100%.

4. При определении максимального значения коэффициента (E) по формуле (7.2) желательно принимать средние значения количества оборотов ($N_{об}$), которые совершают оборотные средства в течение года. В противном случае, если показатель ($N_{об}$) пересчитывать с учетом коэффициента оборачиваемости по каждому наименованию запасов (смотри представленный ниже пример в п. 2.2) коэффициент (E) будет напрямую зависеть от размера заказа, что неправомерно с математической точки зрения. Другими словами при применении формулы (8) для соответствующей производственной задачи коэффициент (E) должен иметь постоянное значение независимо от размера заказа.

Оптимальный размер заказа можно определить, также используя графический метод, который основан на нахождении точки минимума графической зависимости совокупных издержек при формировании запасов (рисунок 2).

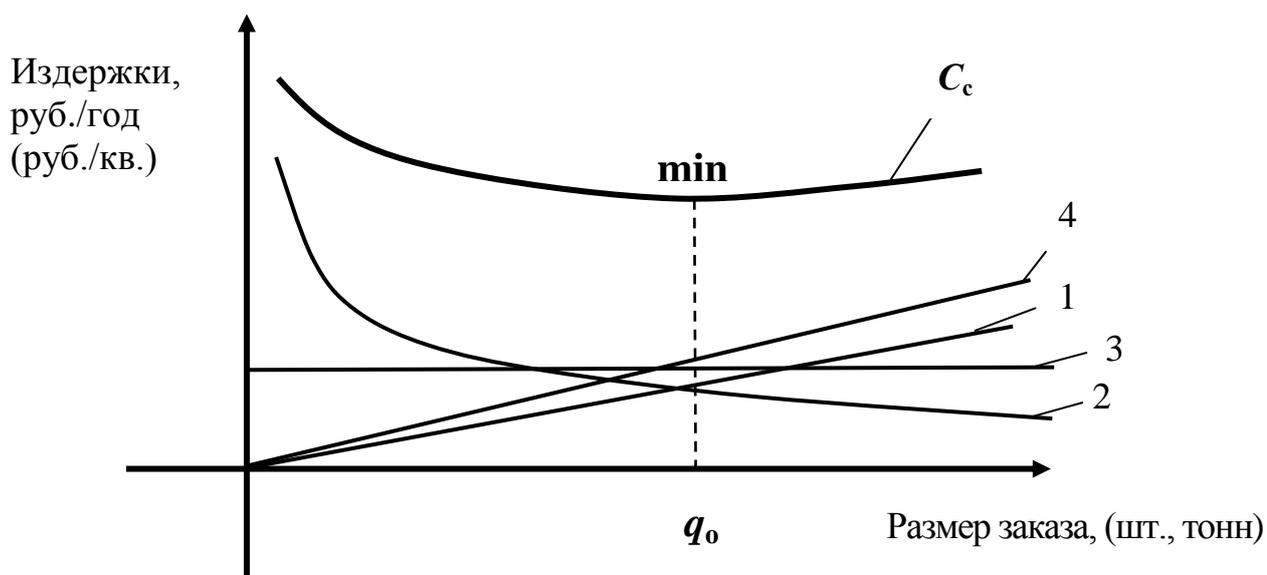


Рисунок 2 – Графический метод определения оптимального размера заказа

Для этого необходимо сложить:

- график № 1 издержек на хранение ($C_{хр}$), которые изменяются прямо пропорционально размеру заказа;
- график № 2 издержек на транспортные расходы ($C_0^e \cdot S/q$), который имеет для большинства производственных ситуаций гиперболическую форму (обратно пропорциональную зависимость);
- график № 3 издержек, связанных с закупкой товара ($P \cdot S$), представляет собой горизонтальную прямую, так как данные расходы не зависят от размера заказа, если не имеют место оптовые скидки;

– график № 4 издержек, обусловленных потерями от недополучения дохода (C_n), имеет линейный характер зависимости.

После чего на суммарной графической зависимости – кривая (C_c) – необходимо найти точку минимума, которая, в свою очередь, и определит оптимальный размер заказа (рисунок 2).

Как показывает опыт хозяйственной деятельности, на практике, как правило, не применяют ни формулу по определению оптимального размера заказа, ни графический метод. Данное обстоятельство обусловлено отсутствием необходимых навыков, которые можно приобрести из представленных ниже производственных примеров.

2 Примеры оптимизации размера заказа материальных запасов в цепях поставок

2.1 Оптимизация размера заказа при незначительных и многократных колебаниях величины потребления материальных запасов

Расчет оптимального размера заказа при незначительных и многократных колебаниях величины потребления материальных запасов в течение года рассмотрим на примере следующей производственной ситуации.

Организация планирует производство деталей рабочих органов машин. При этом известно, что в соответствии с технологией изготовления будет использоваться листовая сталь с линейными размерами $6000 \times 1500 \times 10$ мм стоимостью 8100 тыс. руб. за одну тонну (по состоянию на 01.01.2013 г.). Удаленность поставщика стали – 750 км. В соответствии с прогнозной годовой программой производства деталей машин потребуется 100 тонн листовой стали в год. При этом в соответствии с проведенными маркетинговыми исследованиями (возможных каналов сбыта готовой товарной продукции) планируемое потребление стали в разрезе по месяцам года представлена в таблице 1. Также известно, что допустимая нагрузка на 1 м^2 пола для склада по хранению стали составляет 4 т/м^2 . Издержки по содержанию 1 м^2 за месяц составляет 21,0 тыс. руб. (собственное помещение). В результате письменных переговоров с поставщиком установлено, что время выполнения одного заказа составит 30 календарных дней.

Таблица 1 – Планируемое потребление листовой стали по месяцам года, тонн

Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.
6	12	15	10	6	5	8	15	10	5	4	4

Рассчитаем *оптимальный размер заказа* листовой стали по формуле (8).

Так как транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e), а также затраты на хранение одной тонны листовой стали (C_{xp}^e) зависят от размера заказа, который еще предстоит определить, необходимо в качестве первого приближения интуитивно установить размер заказа.

В практике хозяйственной деятельности в качестве интуитивного размера заказа может выступать средняя фактическая величина заказа по данному наименованию товара.

При этом следует помнить одно важное правило: при формировании заказов необходимо подбирать транспортное средство в соответствии с оптимальным размером заказа, а не наоборот (размер заказа «подгонять» под грузоподъемность (грузовместимость) транспортного средства).

Принимаем размер заказа на уровне 10 тонн, тем самым, предполагая, что для транспортировки будет использоваться автотранспорт.

Во-первых, определим транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e) по доставке листовой стали из Москвы. По состоянию на 01.01.2013 г. величина тарифной ставки на оказание автотранспортных услуг для автотранспортного агрегата грузоподъемностью 10 тонн составляла в среднем 4,5 тыс. руб. за один километр. Следовательно, издержки на выполнение одного заказа из Москвы (1500 км туда и обратно) составят 6750 тыс. руб. (1500км · 4,5 тыс. руб./км).

Во-вторых, определим издержки на хранение одной тонны стали в течение года (C_{xp}^e). С учетом линейных размеров стального листа (6000×1500мм), допустимой нагрузки на 1 м² пола для складов по хранению стали (4 т/м²), а также ширины проходов и проездов минимально необходимая площадь хранения должна составлять 15 м². Рассчитаем издержки на хранение одной тонны стали (C_{xp}^e) за год. Они составят 756,0 тыс. руб. (15 м² · 21,0 тыс. руб./мес.·м²) · 12 мес. : 5 тонн), где 5 тонн – это среднее количество стали (средний остаток), которое будет иметь место на складе ($q/2 = 10/2$).

Принимая величину коэффициента эффективности финансовых вложений (E) за период времени равный одному году на уровне 0,5, то есть ближе к минимальному значению коэффициента (E) (таким образом, учитывая нормальное финансовое состояние организации), определим размер заказа согласно зависимости (8):

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{6750 \cdot 100}{756,0 + 0,5 \cdot 8100}} = 16,8 \text{ тонн.}$$

Полученный расчетный размер заказа (16,8 тонн) позволяет утверждать, что принятый интуитивно размер заказа на уровне 10 тонн имеет значительное отличие от оптимальной величины.

В этой связи осуществляем второе приближение. Для этого устанавливаем размер заказа с определенным опережением к уровню 16,8 тонн, принимая размер заказа равным 20 тонн.

Уточняем транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e) по доставке листовой стали из Москвы. По состоянию на 01.01.2013 г. величина тарифной ставки на оказание автотранспортных услуг для автотранспортного агрегата грузоподъемностью 20 тонн составляла в среднем 5,7 тыс. руб. за один километр. Следовательно, издержки на выполнение одного заказа из Москвы (1500 км туда и обратно) будут равны 8550 тыс. руб. ($1500 \text{ км} \cdot 5,7 \text{ тыс. руб./км}$).

Уточняем издержки на хранение одной тонны стали в течение года (C_{xp}^e). Они составят 378,0 тыс. руб. ($15 \text{ м}^2 \cdot 21,0 \text{ тыс. руб./}(\text{мес.} \cdot \text{м}^2) \cdot 12 \text{ мес.} : 10 \text{ тонн}$), где 10 тонн – это среднее количество стали (средний остаток), которое будет храниться на складе ($q/2 = 20/2$).

Уточняем размер заказа согласно зависимости (8):

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{8550 \cdot 100}{378,0 + 0,5 \cdot 8100}} = 19,7 \cong 20,0 \text{ тонн.}$$

Так как принятый размер заказа согласно второму приближению (20,0 тонн) практически не отличается от оптимальной величины (19,7 тонн), следовательно, окончательно устанавливаем размер заказа на уровне 20,0 тонн или 29 листов (с учетом того, что масса 1 листа равна 0,702 тонн).

На рисунке 3 представлен график, отражающий зависимость издержек, связанных с формированием и управлением запасами листовой стали, от размера заказа с учетом потерь (C_n) от недополучения дохода согласно формуле:

$$C_c = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P.$$

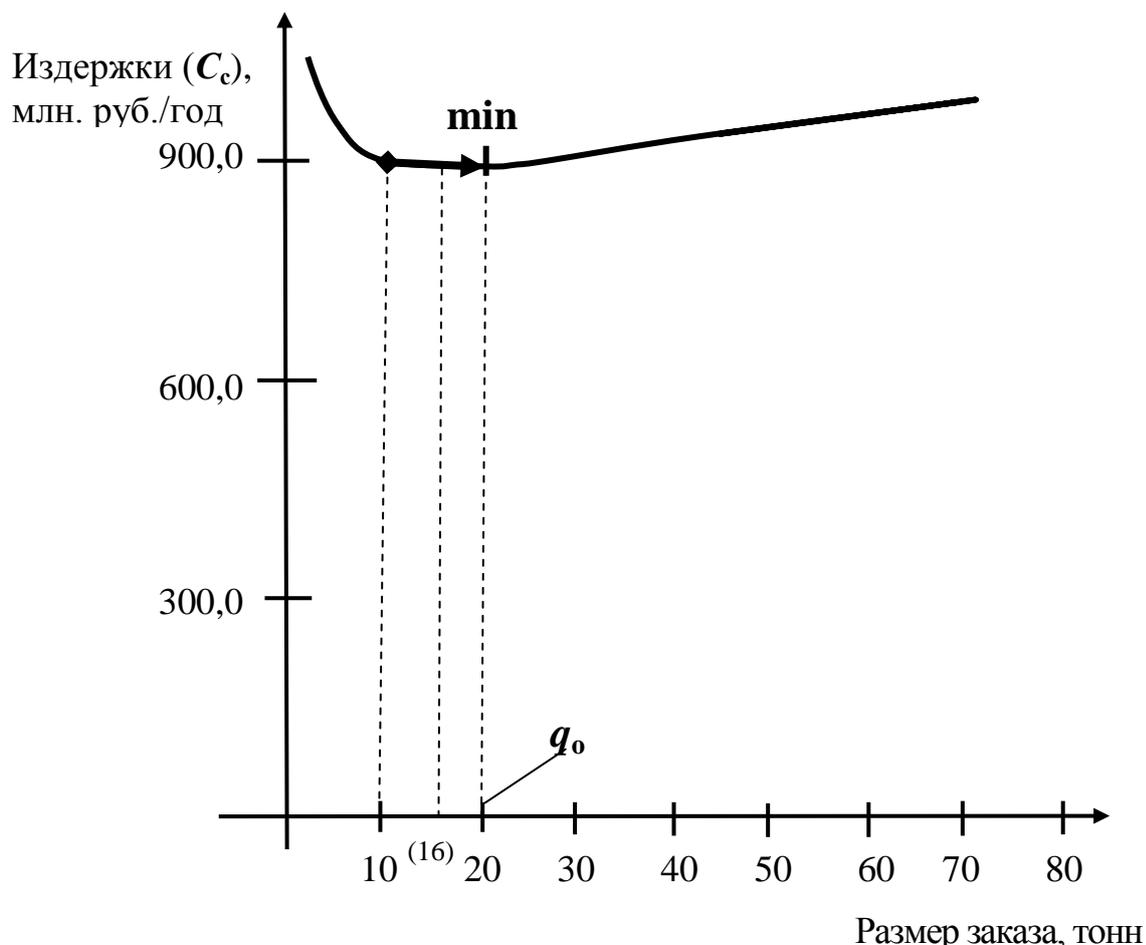


Рисунок 3 – Зависимость издержек, связанных с формированием и управлением запасами листовой стали, от размера заказа

Анализ графической зависимости издержек, связанных с формированием и управлением запасами, от размера заказа, показывает, что около точки соответствующей оптимальному размеру заказа наблюдается практически горизонтальная площадка. Данное обстоятельство позволяет утверждать, что при выполнении подобных расчетных работ допустимое относительное отличие интуитивного размера заказа от его оптимальной величины может быть достаточно значительным. Исходя из проведенных многовариантных расчетов, отличие не должно превышать 20 %.

Важно подчеркнуть, что формирование материальных запасов путем осуществления заказов по отдельным наименованиям товаров в размерах, рассчитанных согласно зависимости (8) в отличие от формулы Уилсона позволит получать значительный экономический эффект в результате ускорения оборачиваемости финансового капитала, вкладываемого в создание запасов, а также сокращения издержек, связанных с хранением товаров.

Однако, при небольших расстояниях транспортировки (доставки) товара

и относительно высоких издержках на хранение единицы товара ($C_{\text{хр}}^e$) размер заказа, рассчитанный по формуле (8), может иметь незначительную величину. В подобных ситуациях размер заказа следует увеличить с учетом ожидаемого потребления товара за время выполнения заказа. Так, для нашего примера ожидаемое потребление за время выполнения заказа (30 дней, см. исходные данные) составляет 12 тонн (0,4 тонны/день · 30 дней), где 0,4 тонны/день величина среднего дневного потребления стали листовой в течение года (100 тонн/год : 250 раб. дней/год). Следовательно, размер заказа можно оставить на уровне расчетного (20 тонн), так как его размер превышает ожидаемое потребление листовой стали за время выполнения заказа (20 > 12).

Полученный оптимальный размер заказа (20 тонн) был рассчитан исходя из годового потребления стали (100 тонн/год). Однако важно определить, как меняется размер заказа, если в качестве временного интервала берется другая величина, например, месяц.

Принимая во внимание данные таблицы 1, можно утверждать, что в течение года наблюдаются **многократные колебания величины потребления** листовой стали. Так, например, потребление за март почти в четыре раза превышает потребление за декабрь. Возникает вопрос: будет ли наблюдаться аналогичное колебание размера заказа, если в качестве временного интервала, за который рассматривается величина (S), выступает календарный месяц?

Рассчитаем оптимальный размер заказа по формуле (8), принимая временной интервал равный одному месяцу, на примере мая месяца.

Величина потребления листовой стали за май составляет 6 тонн ($S = 6$ тонн/мес.) (см. таблицу 1). Транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e) оставляем на прежнем уровне ($C_o^e = 8550$ тыс. руб.). В свою очередь, издержки на хранение одной тонны стали ($C_{\text{хр}}^e$) должны быть привязаны к временному интервалу (один месяц), то есть должны быть пересчитаны. Принимая во внимание ранее проведенный расчет, они составят 31,5 тыс. руб. ($15 \text{ м}^2 \cdot 21,0 \text{ тыс. руб.}/(\text{мес.} \cdot \text{м}^2) \cdot 1 \text{ мес.} : 10 \text{ тонн}$), где 10 тонн – это предполагаемое среднее количество стали, которое будет иметь место на складе ($q/2$). По этой же причине должен быть пересмотрен и коэффициент эффективности финансовых вложений (E). Так, за год его величина составляла 0,5, следовательно, за месяц он будет равен 0,042 (0,5/12).

Тогда оптимальный размер заказа согласно зависимости (8) составит:

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{\text{хр}}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{8550 \cdot 6}{31,5 + 0,042 \cdot 8100}} = 16,6 \text{ тонн.}$$

Пересчитаем издержки на хранение одной тонны стали (C_{xp}^e), за месяц исходя из полученного размера заказа. Они составят 37,95 тыс. руб. ($15 \text{ м}^2 \cdot 21,0 \text{ тыс. руб./}(\text{мес.} \cdot \text{м}^2) \cdot 1 \text{ мес.} : 8,3 \text{ тонн}$), где 8,3 тонн – это среднее количество стали, которое будет иметь место на складе (16,6/2).

Уточним оптимальный размер заказа согласно зависимости (8):

$$q_0 = \sqrt{2 \cdot \frac{C_0^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{8550 \cdot 6}{37,95 + 0,042 \cdot 8100}} = 16,5 \text{ тонн.}$$

Аналогичным образом были проведены расчеты для остальных месяцев года. Их результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет оптимального размера заказа по месяцам года

Наименование месяца	Величина потребления листовой стали, тонн/мес.	Затраты на хранение одной тонны стали за месяц (C_{xp}^e), тыс. руб./(\text{тонн} \cdot \text{мес.})	Коэффициент эффективности финансовых вложений (E), 1/мес.	Расчетный оптимальный размер заказа (q_0), тонн
Январь	6	37,95	0,042	16,5
Февраль	12	26,82	0,042	23,6
Март	15	24,00	0,042	26,5
Апрель	10	29,43	0,042	21,5
Май	6	37,95	0,042	16,5
Июнь	5	41,55	0,042	15,0
Июль	8	32,85	0,042	19,2
Август	15	24,00	0,042	26,5
Сентябрь	10	29,43	0,042	21,5
Октябрь	5	41,55	0,042	15,0
Ноябрь	4	46,47	0,042	13,3
Декабрь	4	46,47	0,042	13,3

Важно подчеркнуть, что при определении оптимального размера заказа за месяц (см. таблицу 2), не принималась во внимание зависимость расходов на выполнение одного заказа (C_0^e) от величины заказа. Данное обстоятельство объясняется тем, что величина этих затрат, зависит не только от размера заказа, но и от имеющихся в наличии автотранспортных агрегатов, которые могут использоваться для транспортировки листовой стали. Так, для транспортировки

15,0 тонн стали может применяться транспортный агрегат грузоподъемностью 15,0 тонн. При этом расходы на выполнение одного заказа с помощью данного агрегата, как правило, сопоставимы с расходами на транспортировку 20,0 тонн стали транспортным агрегатом грузоподъемностью 20,0 тонн.

Анализ полученных результатов показывает, что, несмотря на значительные колебания потребления листовой стали в течение года (4-х кратные), вариация оптимального размера заказа не превышает 2-х раз. Данный факт указывает на то, что оптимальный размер, в большинстве случаев, может рассчитываться, исходя из средних значений потребления материальных запасов, за достаточно продолжительный период времени, например, за квартал.

В противном случае, когда наблюдаются многократные колебания спроса (потребления), год целесообразно разбить, например, на два (и более) сезона (сезонов), в которых наблюдается минимальная и максимальная величина спроса (потребления). Затем необходимо определить оптимальные размеры заказов для соответствующих сезонов и использовать полученные величины при оперативной работе по управлению запасами в течение соответствующих сезонов.

2.2 Оптимизация размера заказа материальных запасов при имеющихся место оптовых скидах

Скидка – это установленное в процентах снижение цены продажи для ранее заявленной категории товара или категории покупателей, исполнивших условия для ее получения.

В свою очередь оптовые скидки – это вид скидок, предоставляемых с преysкурантной цены за значительное количество приобретаемого товара.

При этом различают следующие виды оптовых скидок:

1. ***Простая оптовая скидка*** устанавливается за разовый объем закупки и призвана стимулировать приобретения товара большими партиями;

2. ***Накопительная оптовая скидка*** предполагает снижение цены в случае превышения суммарной величины закупок на протяжении определенного периода, даже если эти закупки состояли из маленьких по объему отдельных партий.

Как показывает опыт коммерческой деятельности торговые организации (поставщики или продавцы) используют различные системы скидок, чтобы повысить уровень продаж товара, а также привлечь как можно большее число покупателей (потребителей), заинтересовать их более выгодными, чем у конкурентов, условиями. Более того, экономически выверенная система оптовых скидок позволяет продавцу не только привлекать новых покупателей, но и удерживать старых, превращая их в постоянных покупателей.

Однако, с другой стороны, возникает следующие правомерные вопросы с

точки зрения потребителя:

1. Всегда ли целесообразно потребителю осуществлять закупки крупными партиями, на которые распространяется действие оптовых скидок? Какие факторы являются определяющими при этом?

2. Как с экономической точки зрения сделать заключение о целесообразности закупок материальных запасов крупными партиями, на которые распространяется действие оптовых скидок.

Как отмечалось выше применение зависимости (8) при имеющих место оптовых скидках имеет определенные ограничения.

В этой связи возникает вопрос: в чем заключаются ограничения при применении зависимости (8) по определению оптимального размера заказа материальных запасов при имеющих место оптовых скидках?

Ответ на данный вопрос можно найти, рассмотрев следующую производственную ситуацию.

Организация осуществляет розничную торговлю цементом марки М-500. Средняя величина рентабельности продаж в организации составляет всего 5,0 %. В этой связи организация нуждается в свободных денежных средствах. При этом размер оборотных средств не позволяет ей осуществлять заказ цемента более 150 мешков. Среднемесячное потребление – 600 мешков. Мешки с цементом (масса нетто 50 кг) доставляются и хранятся на поддонах 1200×1000 мм грузоподъемностью 2500 кг. Закупочная цена – 55,0 тыс. руб./мешок при размере заказа до 250 мешков, 50 тыс. руб./мешок при размере заказа более 250 мешков. Габаритные размеры мешка массой 50 кг – длина×ширина×высота – 600×495×90 мм. Максимальная высота укладки мешков с цементом – 1,8 м. Издержки, связанные с эксплуатацией 1 м² арендуемого склада в течение месяца, составляют 60,0 тыс. руб.

Закупки цемента осуществляются у поставщика, удаленность которого составляет 30 км. Доставка обеспечивается собственными транспортными средствами грузоподъемностью 2000 кг, 3000, 5000, 8000, 10000 и 15000 кг, тарифные ставки на внутрихозяйственные грузоперевозки для которых составляют соответственно 1,5; 2,0; 2,3; 2,7; 3,0 и 3,5 тыс. руб./км. Требуется определить оптимальный размер заказ мешков с цементом.

Рассчитаем *размер заказа* мешков с цементом по формуле (8) и проверим его на оптимальность.

Так как транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_0^e) зависят от размера заказа, который еще предстоит определить, необходимо в качестве первого приближения интуитивно установить размер заказа.

Принимая во внимание относительно незначительное расстояние транспортировки, интуитивно устанавливаем размер заказа на уровне 100 мешков (два поддона), тем самым, предполагая, что для транспортировки будет использо-

ваться автотранспорт грузоподъемностью 5000 кг (100 мешков · 50 кг/мешок).

Во-первых, определим транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_0^e) по доставке мешков с цементом указанным транспортным средством. Издержки на выполнение одного заказа на расстояние 60 км (туда и обратно) составят 138,0 тыс. руб. (60 км · 2,3 тыс. руб./км).

Во-вторых, определим издержки на хранение одного мешка с цементом в течение месяца (C_{xp}^e). С учетом линейных размеров поддона (1200×1000мм), его площадь составляет 1,2 м². Следовательно, два поддона будут занимать 2,4 м², а с учетом проходов и проездов – не менее 3,0 м² пола склада. Таким образом, издержки на хранение одного мешка с цементом (C_{xp}^e) за месяц составят 3,6 тыс. руб. (3,0 м² · 60,0 тыс. руб./мес.·м²) · 1 мес. : 50 мешков), где 50 мешков – это среднее количество мешков на двух поддонах в течение месяца ($q/2 = 100/2$).

Исходя из постановки задачи (организация нуждается в свободных денежных средствах, но не остро), коэффициент (E) должен приниматься на уровне 50,0–70,0 % от его максимального значения.

Рассчитаем максимальное значение коэффициента (E_{max}) за период равный одному месяцу по формуле (7.1):

$$E_{max} = \frac{1 + СК/100\%}{n} = \frac{1 + 36\%/100\%}{12} = 0,113 \text{ 1/мес.},$$

где 36 % – годовая процентная ставка по банковскому кредиту по состоянию на 01.04.2013 г.

Как отмечалось выше (см. ограничения применения зависимости 8) коэффициент (E) должен иметь постоянное значение независимо от размера заказа. Рассчитаем максимальное значение коэффициента (E) за период равный одному месяцу по формуле (7.2). Так, количество оборотов, которые совершают оборотные средства, задействованные в торговле цементом, за год равно величине коэффициента оборачиваемости за год и составляет 120 оборотов ($S/(q/2) \cdot 12 \text{ мес.} = 500/50 \cdot 12 \text{ мес.}$, где $q/2$ (50 мешков) – средний запас (остаток) на складе мешков с цементом в течение месяца. Принимая во внимание, что рентабельность продаж составляет 5 %, получим

$$E = \frac{R}{n \cdot 100\%} \cdot N_{об} = \frac{5\%}{12 \cdot 100\%} \cdot 120 = 0,5 \text{ 1/мес.}$$

Принимая во внимание порядок расчета коэффициента (E) согласно зависимости (7.2), можно утверждать, что его размер напрямую зависит от размера за-

каза, что недопустимо при применении зависимости (8). В этой связи оставляет величину коэффициента (E), рассчитанную согласно зависимости (7.1).

Таким образом, принимая величину коэффициента эффективности финансовых вложений (E) за период времени равный одному месяцу на уровне 0,068 (60%/100% · 0,113), определим размер заказа согласно зависимости (8):

$$q_0 = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{138 \cdot 600}{3,6 + 0,068 \cdot 55,0}} = 150 \text{ мешок.}$$

Полученный расчетный размер заказа (150 мешок) позволяет утверждать, что принятый интуитивно размер заказа на уровне 100 мешков имеет значительное отличие от оптимальной величины (на 50,0 %).

В этой связи осуществляем второе приближение. Для этого устанавливаем размер заказа с определенным опережением к уровню 150 мешков, принимая в качестве второго приближения размер заказа равный 200 мешков (четыре поддона), тем самым, предполагая, что для транспортировки будет использоваться автотранспорт грузоподъемностью 10000 кг (200 мешков · 50 кг/мешок).

Транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e) по доставке мешков с цементом указанным транспортным средством составят 180,0 тыс. руб. (60 км · 3,0 тыс. руб./км).

Издержки на хранение одного мешка с цементом в течение месяца (C_{xp}^e) не изменятся и составят 3,6 тыс. руб. ($6,0 \text{ м}^2 \cdot 60,0 \text{ тыс. руб.}/(\text{мес.} \cdot \text{м}^2) \cdot 1 \text{ мес.} : 100 \text{ мешков}$), где 100 мешков – это среднее количество мешков на четырех поддонах в течение месяца ($q/2 = 200/2$).

Пересчитаем размер заказа согласно зависимости (8):

$$q_0 = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{180 \cdot 600}{3,6 + 0,068 \cdot 55,0}} = 172 \text{ мешка.}$$

Полученный расчетный оптимальный размер заказа (172 мешка) незначительно отличается от размера заказа, принятого в качестве второго приближения (200 мешков) (14,0 %), следовательно, размер заказа должен находиться в пределах 150–200 мешков.

Таким образом, полученный согласно зависимости (8) размер заказа находится за пределами действия оптовой скидки.

Между тем, очевидным является вопрос: целесообразно ли привлечение кредитных ресурсов банка для осуществления заказов размером 250 мешков с целью получения оптовой скидки?

Ответ на данный вопрос можно найти посредством применения зависимости издержек, связанных с формированием и управлением запасами, от размера заказа с учетом потерь, связанных с «замораживанием» денежного капитала, вложенных в создание запасов:

$$C_c = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P. \quad (9)$$

Следует подчеркнуть, что при расчете четвертого слагаемого ($E \cdot q/2 \cdot P$) важно учитывать какой денежной суммой располагает организация для закупки товара. В нашем примере (согласно условию производственной задачи) торговая организация имеет свободные денежные средства, размер которых позволяет осуществлять заказ цемента на уровне 150 мешков. В этом случае определение величины четвертого слагаемого при размере заказа равном 250 мешкам будет иметь следующий вид:

$$E_{min} \cdot \frac{150}{2} \cdot 50,0 + E_{max} \cdot \frac{250-150}{2} \cdot 50,0 = 0,027 \cdot \frac{150}{2} \cdot 50,0 + 0,113 \cdot \frac{250-150}{2} \cdot 50,0,$$

где 0,027 – минимальное значение коэффициента (E_{min}) за период времени равный одному месяцу при годовой процентной ставке по депозиту на уровне 32 % (по состоянию на 01.04.2013 г.).

Итак, определим совокупные месячные издержки, связанные с управлением запасами цемента, при размере заказа 150 мешков, то есть размере, полученном согласно зависимости (8). Более того, именно этот размер заказа организация может осуществить без привлечения кредитных ресурсов банка (за счет имеющихся в организации финансовых ресурсов). Их размер составит:

$$\begin{aligned} C_c^{150} &= P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P = \\ &= 55,0 \cdot 600 + 162,0 \cdot \frac{600}{150} + 3,6 \cdot \frac{150}{2} + 0,027 \cdot \frac{150}{2} \cdot 55,0 = 34029,4 \text{ тыс. руб./мес.} \end{aligned}$$

где 162,0 – транспортные расходы на выполнение одного заказа размером 150 мешков или 7500 кг для транспортного средства грузоподъемностью 8000 кг (60 км · 2,7 тыс. руб./км), тыс. руб.

В свою очередь, при размере заказа равном 250 мешкам совокупные месячные затраты составят:

$$\begin{aligned}
C_c^{250} &= P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P = \\
&= 50,0 \cdot 600 + 210,0 \cdot \frac{600}{250} + 3,6 \cdot \frac{250}{2} + 0,027 \cdot \frac{150}{2} \cdot 50,0 + \\
&+ 0,113 \cdot \frac{250 - 150}{2} \cdot 50,0 = 31337,8 \text{ тыс. руб./мес.},
\end{aligned}$$

где 210,0 – транспортные расходы на выполнение одного заказа размером 250 мешков или 12500 кг для транспортного средства грузоподъемностью 15000 кг (60 км · 3,5 тыс. руб./км), тыс. руб.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что решение о привлечении кредитных ресурсов банка с целью осуществления заказов размером 250 мешков является экономически целесообразным. При этом экономический эффект за месяц составит 2691,6 тыс. руб.

Так как дальнейшее увеличение размера заказа (более 250 мешков) будет сопровождаться увеличением месячных затрат, следовательно, 250 мешков цемента является оптимальным размером заказа.

Следовательно, данный пример (предусматривающий оптовые скидки) ярко указывает на «проблему» формулы (8) по определению оптимального размера заказа, так как полученный с ее помощью размер заказа (150–200 мешков) не является оптимальным. Даже, если в формулу подставить цену, соответствующую оптовой скидке (50,0 тыс.руб./мешок), все равно результат будет неверным:

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{180 \cdot 600}{3,6 + 0,068 \cdot 50,0}} = 176 \text{ мешков.}$$

Таким образом, **наиболее весомым ограничением** применения формулы (8) является оптимизация размера заказа **при имеющихся место оптовых скидках**.

Однако, несмотря на данное заключение, использование формулы (8) для подобного рода задач оправдано, если полученный посредством ее применения размер заказа находится в пределах размеров партий заказов, на которые распространяется действие оптовой скидки.

Представленный выше материал для данной производственной ситуации позволяет сделать следующий вывод:

1. Если полученный размер заказа согласно зависимости (8) будет находиться за пределами партий заказов, на которые распространяется действие оптовой скидки (в нашем примере до 250 мешков), в этом случае требуется рассчитать издержки согласно формулы (9) для полученного размера заказа согласно

зависимости (8) и минимального размера заказа, с которого начинается действие оптовой скидки (в нашем примере 250 мешков). Минимальный размер издержек, позволит ответить на вопрос: какой размер заказа является оптимальным?

2. Если полученный размер заказа согласно зависимости (8) будет находиться в пределах партий заказов, на которые распространяется действие оптовой скидки (для нашего примера более 250 мешков), его величина является оптимальной.

2.3 Оптимизация размера заказа материальных запасов при многопродуктовых поставках

Расчет оптимального размера заказа материальных запасов при многопродуктовых поставках рассмотрим на примере следующей производственной ситуации.

Организация осуществляет розничную и мелкооптовую торговлю бумагой офисной формата А-4 в пачках по 500 листов. Пачки бумаги доставляются и хранятся в коробках, вмещающих 5 пачек. Закупочная цена – 45,0 тыс. руб./пачку при размере заказа до 200 пачек, 40 тыс. руб./пачку при размере заказа от 200 пачек. Среднемесячное потребление бумаги – 1000 пачек. Габаритные размеры коробки – длина×ширина×высота – 300×220×275 мм. Масса брутто одной коробки – 12,5 кг. Коробки хранятся на полках стеллажа СТ-031 (рисунок 4). Максимальная нагрузка на полку стеллажа – 200 кг. Издержки, связанные с эксплуатацией 1 м² арендуемого склада в течение месяца, составляют 50,0 тыс. руб.

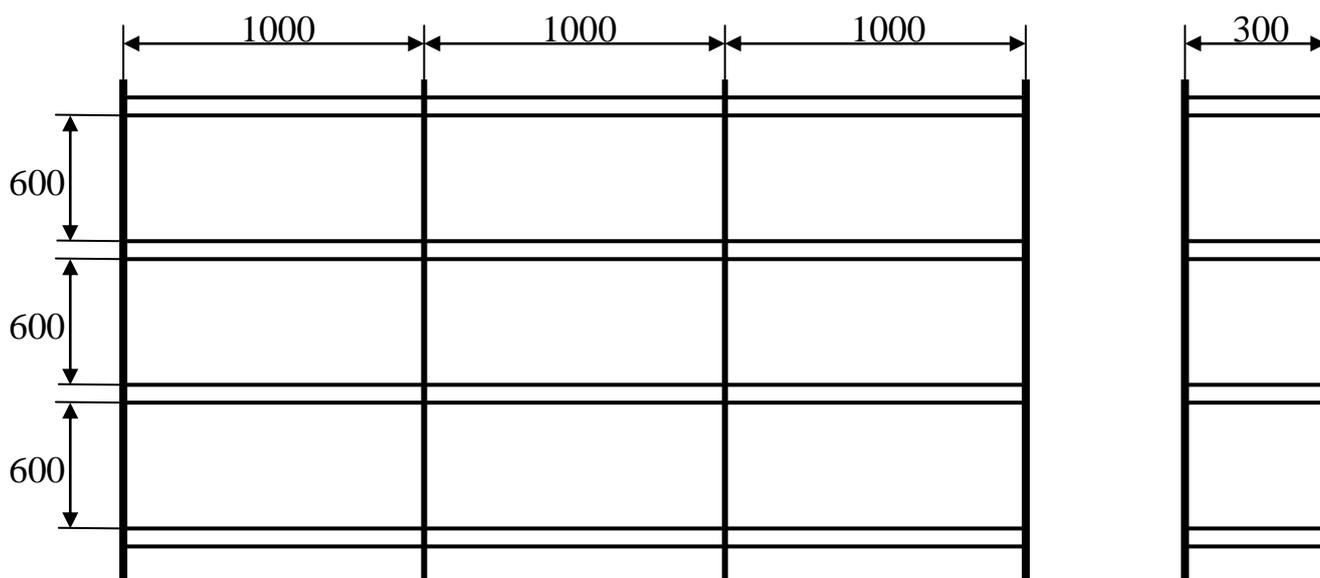


Рисунок 4 – Размеры стеллажа СТ-031

Закупки бумаги осуществляются у поставщика, удаленность которого составляет 40 км. Доставка обеспечивается собственными транспортными средст-

вами грузоподъемностью 1000, 2000 и 3000 кг, тарифные ставки на внутривозвратные грузоперевозки для которых составляют соответственно 1,5; 2,2 и 2,5 тыс. руб./км. *Доставка бумаги может производиться параллельно с другими видами товарной продукции.* Рентабельность продаж в организации составляет в среднем 15,0 %. В этой связи, организация не нуждается в свободных денежных средствах.

Несмотря на то, что производственная задача предусматривает наличие оптовой скидки, определим *оптимальный размер заказа* бумаги по формуле (8). При этом, если полученный размер заказа (как уже отмечалось) будет находиться в пределах действия оптовой скидки (более 200 пачек), то это решение экономически целесообразно.

Условие производственной задачи также предусматривает, что доставка бумаги может производиться параллельно с другими видами товарной продукции. В соответствии с ранее проведенными научными изысканиями было установлено, что **при заказе товара у одного поставщика (с одного склада) параллельно с другими видами необходимой продукции до полной загрузки транспортного средства** наблюдается тот факт, что с уменьшением размера заказа товара сокращаются также и совокупные затраты (C_c) (рисунок 5). Другими словами, чем меньше размер заказа, тем лучше это с экономической точки зрения. Данный факт обусловлен тем, что при заказе товара у одного поставщика параллельно с другими видами необходимой продукции **до полной загрузки транспортного средства** издержки (C_o) (см. формулу 1) по доставке товара в течение периода времени, за которое потребляется величина (S), *будут иметь постоянную величину независимо от размера заказа* (см. рисунок 5).

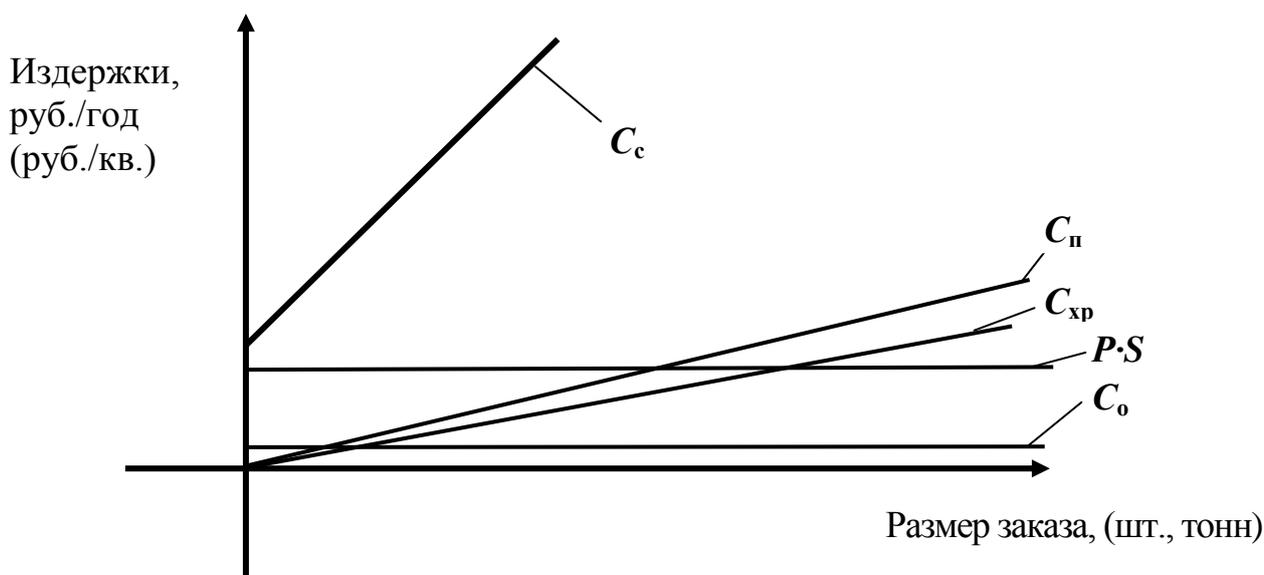


Рисунок 5 – Графики издержек, связанных с формированием и управлением запасами, от размера заказа при поставке товара со склада одного поставщика параллельно с другими видами необходимой продукции до полной загрузки транспортного средства

Однако данная ситуация на практике встречается крайне редко, так как лишь в отдельных случаях один поставщик способен обеспечить поставку по всей номенклатуре производственных запасов. В этой связи, чтобы обеспечить полную загрузку транспортного средства в соответствии с его грузоподъемностью, требуется прибегать к услугам, как правило, двух и более поставщиков, что в результате обуславливает рост затрат на выполнение одного заказа (C_0), а их зависимость от размера заказа будет носить традиционный (гиперболический) характер.

Более того, размер заказа не может стремиться к нулю, так как он в большинстве производственных ситуаций должен быть больше величины потребления товара за время выполнения заказа.

Принимая во внимание относительно незначительное расстояние транспортировки, интуитивно устанавливаем размер заказа на уровне 100 пачек (20 коробок). Масса заказа 250 кг (12,5 кг/1коробка · 20 коробок) обуславливает применение транспортного средства грузоподъемностью 1000 кг. При этом предусматривается, что параллельно с бумагой у поставщика будет заказываться другой товар. Допустим, его масса будет также равна 250 кг. Следовательно, расходы на транспортировку бумаги, в структуре совокупных транспортных затрат будут занимать 50 %.

Во-первых, определим транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_0^e) по доставке бумаги. Издержки на выполнение одного заказа на расстояние 80 км (туда и обратно) составят 60,0 тыс. руб. ($50\%/100\% \cdot 80 \text{ км} \cdot 1,5 \text{ тыс. руб./км}$).

Во-вторых, определим издержки на хранение одной пачки бумаги в течение месяца ($C_{\text{хр}}^e$). Так как при стеллажном размещении товаров затраты на хранение единицы запасов ($C_{\text{хр}}^e$) не зависят от размера заказа, расчет данных затрат целесообразно производить не с учетом интуитивного размера заказа, а руководствуясь количеством товара, вмещающегося на одной полке стеллажа. Линейные размеры одной полки (ячейки) стеллажа СТ-031 позволяют разместить на ней 8 коробок бумаги или соответственно 40 пачек в коробках. Принимая во внимание рисунок 4, можно утверждать, что одна полка стеллажа занимает лишь $0,075 \text{ м}^2$ пола склада ($3 \text{ м} \cdot 0,3 \text{ м} : 12 \text{ полок}$), а с учетом проходов и проездов не более $0,1 \text{ м}^2$. Следовательно, издержки на хранение одной пачки бумаги ($C_{\text{хр}}^e$) за месяц составят 0,25 тыс. руб. ($0,1 \text{ м}^2 \cdot 50,0 \text{ тыс. руб./}(\text{мес} \cdot \text{м}^2) \cdot 1 \text{ мес.} : 20 \text{ пачек}$), где 20 пачек – это среднее количество пачек бумаги на одной полке стеллажа в течение месяца ($q/2 = 40/2$).

Так как организация не нуждается в свободных денежных средствах

(нормальное финансовое состояние), принимаем величину коэффициента эффективности финансовых вложений (E) за период времени равный одному месяцу на уровне близком к минимальному значению – 0,05. Тогда размер заказа согласно зависимости (8):

$$q_0 = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{60 \cdot 1000}{0,25 + 0,05 \cdot 45,0}} = 219 \text{ пачек.}$$

Полученный расчетный размер заказа (219 пачек) позволяет утверждать, что принятый интуитивно размер заказа на уровне 100 пачек имеет значительное отличие от оптимальной величины.

В этой связи осуществляем второе приближение. Для этого устанавливаем размер заказа с определенным опережением к уровню 219 пачек, принимая в качестве второго приближения размер заказа равный 250 пачек или 50 коробок. Масса заказа 625 кг (12,5 кг/1коробка · 50 коробок) обуславливает применение транспортного средства грузоподъемностью 1000 кг. При этом также предусматривается, что параллельно с бумагой у поставщика будет заказываться другой товар. Допустим, его масса (как в первом случае) будет равна 250 кг. Следовательно, расходы на транспортировку бумаги, в структуре совокупных транспортных затрат будут занимать 71,4 % ($625/(625+250) \cdot 100\%$).

Определим транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e) по доставке бумаги. Издержки на выполнение одного заказа на расстояние 80 км (туда и обратно) составят 85,68 тыс. руб. ($71,4\%/100\% \cdot 80 \text{ км} \cdot 1,5 \text{ тыс. руб./км}$).

Издержки на хранение одной пачки бумаги в течение месяца (C_{xp}^e) останутся прежними (0,25 тыс. руб.).

Тогда размер заказа согласно зависимости (8) с учетом оптовой скидки составит:

$$q_0 = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{85,68 \cdot 1000}{0,25 + 0,05 \cdot 40,0}} = 276 \text{ пачек.}$$

Полученный расчетный оптимальный размер заказа (276 пачек) отличается на 10,4 % от размера заказа, принятого в качестве второго приближения, что допустимо для подобного рода расчетов. Более того, его величина находится в пределах действия оптовой скидки. Следовательно, оптимальный размер заказа бумаги при заданных исходных данных и условии, что бумага будет доставляться параллельно с другими видами товаров, составляет около 250 пачек или

50 коробок.

Рассчитаем размер заказа для ситуации, когда бумага доставляется отдельно от других товаров. В данном случае, вся величина транспортных расходов на выполнение одного заказа (C_o^e) будет ложиться на затраты, связанные с формированием и управлением запасами бумаги. Их величина составит 120,0 тыс. руб. ($2 \cdot 40 \text{ км} \cdot 1,5 \text{ тыс. руб./км}$).

Тогда размер заказа согласно зависимости (8) составит:

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{\text{хр.}}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{120,0 \cdot 1000}{0,25 + 0,05 \cdot 40,0}} = 327 \text{ пачек.}$$

Таким образом, полученные результаты позволяют утверждать тот факт, что доставка определенного наименования товара параллельно с другими товарами посредством применения транспортных средств большой и особо большой грузоподъемности позволяет сократить размер заказа данного наименования товара по сравнению с ситуацией, когда товар доставляется отдельно от других видов продукции. При этом сокращение размера заказа данного наименования товара должно находиться в пределах величины его потребления за время выполнения заказа.

2.4 Оптимизация заказа материальных запасов при размерах, кратно превышающих грузоподъемность транспортного средства

Расчет оптимального заказа материальных запасов при размерах, кратно превышающих грузоподъемность транспортного средства рассмотрим на примере следующей производственной ситуации.

Организация планирует производство деталей рабочих органов машин. При этом известно, что в соответствии с технологией изготовления будет использоваться листовая сталь с линейными размерами $6000 \times 1500 \times 10$ мм стоимостью 8100 тыс. руб. за одну тонну (по состоянию на 01.01.2013 г.). Удаленность поставщика стали – 750 км. В соответствии с прогнозной годовой программой производства деталей машин потребуется 400 тонн листовой стали в год. Также известно, что допустимая нагрузка на 1 м^2 пола для склада по хранению стали составляет 4 т/м^2 . Издержки по содержанию 1 м^2 за месяц составляет 21,0 тыс. руб. (собственное помещение). В результате письменных переговоров с поставщиком установлено, что время выполнения одного заказа составит 10 календарных дней. Организация имеет нормальное финансовое состояние.

Рассчитаем *оптимальный размер заказа* листовой стали по формуле (8).

Так как транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e), а также затраты на хранение одной тонны листовой стали (C_{xp}^e) зависят от размера заказа, который еще предстоит определить, необходимо в качестве первого приближения интуитивно установить размер заказа.

Принимаем размер заказа на уровне 20 тонн, тем самым, предполагая, что для транспортировки будет использоваться автотранспорт.

Во-первых, определим транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e) по доставке листовой стали из Москвы. По состоянию на 01.01.2013 г. величина тарифной ставки на оказание автотранспортных услуг для автотранспортного агрегата грузоподъемностью 20 тонн составляла в среднем 5,7 тыс. руб. за один километр. Следовательно, издержки на выполнение одного заказа из Москвы (1500 км туда и обратно) будут равны 8550 тыс. руб. ($1500\text{км} \cdot 5,7 \text{ тыс. руб./км}$).

Во-вторых, определим издержки на хранение одной тонны стали в течение года (C_{xp}^e). С учетом линейных размеров стального листа ($6000 \times 1500\text{мм}$), допустимой нагрузки на 1 м^2 пола для складов по хранению стали (4 т/м^2), а также ширины проходов и проездов минимально необходимая площадь хранения должна составлять 15 м^2 . Рассчитаем издержки на хранение одной тонны стали (C_{xp}^e) за год. Они составят 378,0 тыс. руб. ($15 \text{ м}^2 \cdot 21,0 \text{ тыс. руб./}(мес. \cdot \text{м}^2) \cdot 12 \text{ мес.} : 10 \text{ тонн}$), где 10 тонн – это среднее количество стали (средний остаток), которое будет иметь место на складе ($q/2 = 20/2$).

Принимая величину коэффициента эффективности финансовых вложений (E) за период времени равный одному году на уровне 0,5, то есть ближе к минимальному значению коэффициента (E) (таким образом, учитывая нормальное финансовое состояние организации), определим размер заказа согласно зависимости (8):

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{8550 \cdot 400}{378,0 + 0,5 \cdot 8100}} = 39,3 \cong 40,0 \text{ тонн.}$$

Следую алгоритму в представленных выше примерах, сравниваем полученный расчетный размер заказа (40,0 тонн) с принятым интуитивно размером заказа (20,0 тонн). Последний имеет двукратное отличие от расчетной величины.

В этой связи осуществляем второе приближение. Для этого устанавливаем

размер заказа с определенным опережением к уровню 40,0 тонн, принимая его равным 60,0 тонн.

Принятый в качестве второго приближения размер заказа (60,0 тонн) может быть выполнен или с использованием железнодорожного транспорта, или автомобильного. Но в последнем случае потребуется три автотранспортных средства грузоподъемностью 20,0 тонн, то есть размер заказа кратно (в три раза) превышает грузоподъемность одного автомобиля. Выбираем последний вариант.

Уточняем транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e) по доставке листовой стали из Москвы. Они составят 25650,0 тыс. руб. ($3 \cdot 8550$ тыс. руб.).

Уточняем издержки на хранение одной тонны стали в течение года (C_{xp}^e). В свою очередь минимальная площадь склада, занимаемая сталью должна составлять уже не 15 м^2 , а не менее 30 м^2 . Это объясняется тем, что на 9 м^2 площади пола, которую занимает один стальной лист ($6000 \times 1500 \text{ мм}$) с учетом допустимой нагрузки на 1 м^2 (4 т/м^2), максимально можно хранить не более 36 тонн стали. В этой связи, чтобы разместить 60,0 тонн стали с учетом ширины проходов и проездов потребуется не 15, а 30 м^2 площади склада. Следовательно, издержки на хранение одной тонны стали в течение года (C_{xp}^e) составят 252,0 тыс. руб. ($30,0 \text{ м}^2 \cdot 21,0 \text{ тыс. руб./}(\text{мес.} \cdot \text{м}^2) \cdot 12 \text{ мес.} : 30 \text{ тонн}$), где 30 тонн – это среднее количество стали (средний остаток), которое будет храниться на складе ($q/2 = 60/2$).

Уточняем размер заказа согласно зависимости (8):

$$q_0 = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{25650 \cdot 400}{252,0 + 0,5 \cdot 8100}} = 69,1 \cong 70,0 \text{ тонн.}$$

Если принять в качестве третьего приближения размер заказа 80,0 тонн и уточнить размер заказа согласно зависимости (8) его размер составит 80,0 тонн.

Однако возникает вопрос: оптимален ли размер заказа, который обеспечивается несколькими транспортными средствами (в нашем примере четыре автомобиля грузоподъемностью 20,0 тонн)?

Для ответа на данный вопрос сравним размеры годовых затрат, связанных с формированием и управлением запасами листовой стали, для двух размеров заказа: 20,0 и 80,0 тонн. Используя зависимость (9) соответственно получим:

$$C_c^{20} = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P =$$

$$= 8100,0 \cdot 400 + 8550,0 \cdot \frac{400}{20} + 378,0 \cdot \frac{20}{2} + 0,5 \cdot \frac{20}{2} \cdot 8100,0 = 3455280,0 \text{ тыс. руб./год,}$$

$$C_c^{80} = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P =$$

$$= 8100,0 \cdot 400 + 34200,0 \cdot \frac{400}{80} + 283,5 \cdot \frac{80}{2} + 0,5 \cdot \frac{80}{2} \cdot 8100,0 = 3584340,0 \text{ тыс. руб./год.}$$

Сравнивая размеры годовых затрат можно утверждать, что полученный размер заказа согласно зависимости (8) на уровне 80,0 тонн не является оптимальным, так как годовые затраты (C_c^{80}) при размере заказа в 80,0 тонн на 129,06 млн. руб. больше, чем годовые затраты (C_c^{20}) при размере заказа в 20,0 тонн.

Полученное «противоречие» обусловлено тем, что, устанавливая размер заказа в качестве второго и третьего приближения на уровне 60,0 и 80,0 тонн стали (3 и 4 автомобиля) соответственно, была допущена ошибка, связанная со вторым ограничением применения формулы (8) (см. раздел 1). В нашем примере расходы на выполнение одного заказа (C_o^e) зависят от размера заказа **напрямую**, что недопустимо при применении зависимости (8). Так, при размере заказа в 20,0 тонн их размер составлял 8550,0 тыс. руб., а при 60,0 тоннах 25650,0 тыс. руб. или ровно в три раза, то есть во столько же раз, на сколько отличаются размеры заказа.

Таким образом, анализируя полученные результаты можно утверждать, что заказы, размеры которых кратно превышают грузоподъемность самых больших транспортных средств соответствующего вида транспорта (фура для автотранспорта, вагон для железнодорожного транспорта) с экономической точки зрения нецелесообразны (неоптимальны). Другими словами, если стоит проблема выбора: заказать один автомобиль (фуру) или два (одни вагон или два), то при прочих равных условиях с экономической точки зрения более правильным будет сделать заказ равный одному автомобилю (одному вагону) независимо от того какой бы большой не была величина годового потребления товара.

Однако необходимо помнить, что с организационной точки зрения, размер заказа не должен быть меньше величины потребления товара за время выполнения заказа. Так как в нашем примере за время выполнения заказа (10 дней) потребуется 16 тонн стали (10 дней · 400 тонн/250 раб. дней), следовательно, размер заказа в 20 тонн целесообразен одновременно и с экономической, и организационной точки зрения.

2.5 Оптимизация размера заказа материальных запасов при имеющихся место инфляционных процессах

Ответ на вопрос о влиянии инфляционных процессов на оптимальный размер заказа материальных запасов следует искать с учетом зависимости (9) издержек, связанных с формированием и управлением запасами. Так, например, в качестве интервала времени, за который будет рассматриваться величина потребления материальных запасов товара (S), выбираем один квартал, а оценку влияния инфляционных процессов осуществим по итогам одного календарного года. При этом принимаем, что величина потребления (S) по кварталам года имеет незначительную вариацию. Допустим, что инфляция за год составляет 15,0 %, то есть на начало второго квартала 5,0 % от первоначальной цены (на начало первого квартала), на начало третьего квартала 10,0 % от первоначальной цены и соответственно 15,0 % от первоначальной цены на начало четвертого квартала.

Учитывая тот факт, что инфляционные процессы затрагивают все сферы хозяйственной деятельности организации, следовательно, рост цен с течением времени будет наблюдаться не только на материальные запасы (товары), но также на их доставку и хранение.

Таким образом, с учетом исходной информации согласно зависимости (9) размер годовых издержек, связанных с формированием и управлением запасами данного наименования товара, в общем виде можно определить по следующей формуле:

$$C_c = (P_1 \cdot S + P_2 \cdot S + P_3 \cdot S + P_4 \cdot S) + \left(C_{o1}^e \cdot \frac{S}{q} + C_{o2}^e \cdot \frac{S}{q} + C_{o3}^e \cdot \frac{S}{q} + C_{o4}^e \cdot \frac{S}{q} \right) + \left(C_{xp1}^e \cdot \frac{q}{2} + C_{xp2}^e \cdot \frac{q}{2} + C_{xp3}^e \cdot \frac{q}{2} + C_{xp4}^e \cdot \frac{q}{2} \right) + \left(E \cdot \frac{q}{2} \cdot P_1 + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P_2 + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P_3 + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P_4 \right).$$

где P_1, P_2, P_3, P_4 – цены за единицу данного наименования товара соответственно на начало первого, второго, третьего и четвертого кварталов, тыс. руб./шт.;

S – величина спроса (потребления) данного наименования товара за квартал, шт./кв.;

$C_{o1}^e, C_{o2}^e, C_{o3}^e, C_{o4}^e$ – транспортные и связанные с ними расходы (оформление документов, погрузка, разгрузка) на выполнение одного заказа по данному наименованию товара соответственно на начало первого, второго, третьего и четвертого кварталов, тыс. руб.;

q – размер заказа по данному наименованию товара, шт.;

$C_{xp1}^e, C_{xp2}^e, C_{xp3}^e, C_{xp4}^e$ – издержки на хранение одной штуки данного наименования товара в течение квартала соответственно на начало первого, второго, третьего и четвертого кварталов, тыс. руб./(шт. · кв.);

E – коэффициент эффективности финансовых вложений за квартал, 1/кв.

В результате преобразования формулы размер годовых издержек, связанных с формированием и управлением запасами данного наименования товара, в общем виде можно определить по следующей формуле:

$$\begin{aligned}
 C_c &= (P_1 \cdot S + P_1 \cdot (1+k) \cdot S + P_1 \cdot (1+2 \cdot k) \cdot S + P_1 \cdot (1+3 \cdot k) \cdot S) + \\
 &+ \left(C_{o1}^e \cdot \frac{S}{q} + C_{o1}^e \cdot (1+k) \cdot \frac{S}{q} + C_{o1}^e \cdot (1+2 \cdot k) \cdot \frac{S}{q} + C_{o1}^e \cdot (1+3 \cdot k) \cdot \frac{S}{q} \right) + \\
 &+ \left(C_{xpl}^e \cdot \frac{q}{2} + C_{xpl}^e \cdot (1+k) \cdot \frac{q}{2} + C_{xpl}^e \cdot (1+2 \cdot k) \cdot \frac{q}{2} + C_{xpl}^e \cdot (1+3 \cdot k) \cdot \frac{q}{2} \right) + \\
 &+ \left(E \cdot \frac{q}{2} \cdot P_1 + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P_1 \cdot (1+k) + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P_1 \cdot (1+2 \cdot k) + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P_1 \cdot (1+3 \cdot k) \right) = \\
 &= 4 \cdot P_1 \cdot S \cdot (1+k) + 4 \cdot C_{o1}^e \cdot \frac{S}{q} \cdot (1+k) + 4 \cdot C_{xpl}^e \cdot \frac{q}{2} \cdot (1+k) + 4 \cdot E \cdot \frac{q}{2} \cdot P_1 \cdot (1+k) = \\
 &= 4 \cdot P_1 \cdot S \cdot (1+0,05) + 4 \cdot C_{o1}^e \cdot \frac{S}{q} \cdot (1+0,05) + 4 \cdot C_{xpl}^e \cdot \frac{q}{2} \cdot (1+0,05) + 4 \cdot E \cdot \frac{q}{2} \cdot P_1 \cdot (1+0,05).
 \end{aligned}$$

где k – коэффициент, отражающий размер инфляции за один квартал. В соответствии с исходной информацией нашего примера коэффициент (k) равен 0,05 (5,0%/100,0%).

Очевидно, оптимальный размер заказа будет достигнут, когда совокупные издержки принимают минимальное значение или когда первая производная уравнения по размеру заказа будет равна нулю.

$$C_c' = \frac{4 \cdot C_{xpl}^e \cdot (1+k)}{2} + \frac{4 \cdot E \cdot P_1 \cdot (1+k)}{2} - 4 \cdot C_{o1}^e \cdot (1+k) \cdot \frac{S}{q^2} = 0.$$

Откуда оптимальный размер заказа (q_o):

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{4 \cdot (1+k) \cdot C_{o1}^e \cdot S}{4 \cdot (1+k) \cdot C_{xpl}^e + 4 \cdot (1+k) \cdot E \cdot P_1}} = \sqrt{2 \cdot \frac{C_{o1}^e \cdot S}{C_{xpl}^e + E \cdot P_1}}.$$

Таким образом, полученный результат позволяет утверждать, что инфляционные процессы, имеющие место в экономике страны, не оказывают влияние на оптимальный размер заказа материальных запасов.

3 Определение оптимального уровня оборачиваемости производственных запасов

В экономике понятие оборачиваемости оборотных средств или их структурных составляющих встречается довольно часто. На специализированных тематических Интернет-форумах данный показатель рассматривается как один из основных, а при управлении запасами особое внимание уделяют вопросу скорости оборачиваемости материальных запасов.

Материальные запасы на разных уровнях цепи поставок формируют соответственно оборотные производственные фонды (производственные запасы) и фонды обращения (товарные запасы).

Рассмотрим влияние размера заказа на скорость оборачиваемости материальных запасов на примере производственных запасов.

Производственные запасы, являются структурной составляющей **оборотных производственных фондов**, потребляются в каждом цикле производства, полностью переносят свою стоимость на производимую продукцию и возмещаются после каждого производственного цикла.

Производственные запасы включают следующие элементы: сырье, основные и вспомогательные материалы, покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия, топливо, тара, запасные части для ремонта оборудования, малоценные и быстроизнашивающиеся предметы. К категории малоценных и быстроизнашивающихся предметов относят: предметы, служащие менее одного года, специальные инструменты и специальные приспособления, сменное оборудование независимо от их стоимости; специальная одежда, специальная обувь независимо от их стоимости и срока службы и др.

Как показывает анализ (с учетом длительности производственного цикла) производственные запасы в структуре оборотных производственных фондов занимают обычно не менее 50 %, а при незначительных по величине производственных циклах, их доля может составлять более 90 %.

Как отмечалось выше, большинство предприятий малого и среднего бизнеса избегает больших запасов с низкой оборачиваемостью. Это позволяет увеличить оборачиваемость запасов, а также сократить издержки на содержание запасов.

При этом менеджерами различных уровней часто подчеркивается (без особой на то аргументации) тот факт, что чем большее количество оборотов совершают денежные средства, вложенные в создание, например, товарных запасов в торговой организации, тем это лучше с экономической точки зрения.

Осуществим экономическое обоснование, отвечая на два вопроса:

- на самом ли деле верным является утверждение: «чем большее количество оборотов совершают денежные средства, вложенные в создание матери-

альных запасов, тем это лучше с экономической точки зрения»?

- как определить оптимальный уровень оборачиваемости производственных запасов?

Важнейшим показателем, который позволяет рассчитать количество оборотов финансовых средств, вложенных в создание запасов, в течение установленного промежутка времени, является *коэффициент оборачиваемости* ($K_{об}$), который определяется делением объема потребления запасов (S) за установленный промежуток времени на средний остаток ($O_{ср}$) на складе за данный промежуток времени:

$$K_{об} = S / O_{ср} . \quad (10)$$

Следует подчеркнуть, что объема потребления запасов (S), также как и средний остаток ($O_{ср}$) могут иметь как денежное исчисление, так и натуральное. Причем денежное исчисление незаменимо, когда необходимо определить *коэффициент оборачиваемости* по всей номенклатуре запасов склада. В свою очередь натуральное исчисление, отличающееся более высокой точностью расчетов, целесообразно применять при оценке оборачиваемости отдельных наименований запасов.

Необходимо также отметить, что *средний остаток* ($O_{ср}$) в литературе часто называют (отождествляют со) *средним запасом* товара на складе. Как показывает практика, средний запас товара может варьировать. Так, средний запас (остаток) на уровне половины заказа ($q/2$) получается, если доставка нового заказа осуществляется в момент, когда предыдущий полностью закончился (идеальная система управления запасами). В противном случае, если при управлении запасами предусматривается страховой запас, средний запас (остаток) может меняться в пределах $(0,6 \dots 1,0) \cdot q$.

Итак, осуществим экономическое обоснование, отвечая на вопрос: на самом ли деле верным является утверждение: «чем большее количество оборотов совершают денежные средства, вложенные в создание материальных запасов, тем это лучше с экономической точки зрения»?

Для этого рассмотрим следующий пример. Сервисной организации для проведения ремонтных работ на период с декабря по февраль месяц включительно потребуется около 300 деталей одного наименования, транспортировка и хранение которых осуществляется в ящике с линейными размерами $800 \times 600 \times 600$ мм. Удаленность поставщика составляет 55 км. Цена одной детали – 210,0 тыс. руб. Требуется определить, какое влияние оказывает скорость оборачиваемости на совокупные затраты, связанные с формированием и управлением запасами деталей, за период с декабря по февраль месяц.

Рассчитаем совокупные расходы на формирование и управления запасами деталей за период с декабря по февраль месяц включительно для следующих

размеров заказов: 150, 100 и 50 деталей, учитывая, что их доставка будет осуществляться собственным транспортом грузоподъемностью 0,8 т. При этом возможны следующие ситуации:

1. Доставка только деталей без догрузки транспортного средства до величины грузоподъемности;
2. Доставка деталей осуществляется от одного поставщика параллельно с другими запасными частями до полной загрузки транспортного средства (в соответствии с величиной грузоподъемности);
3. Доставка деталей осуществляется от одного поставщика параллельно с другими запасными частями с частичной догрузкой транспортного средства.

Однако для выработки конкретных предложений рассмотрим лишь две крайние по сути ситуации (1 и 2).

Рассмотрим первую ситуацию – доставка только деталей без догрузки транспортного средства до величины грузоподъемности.

Определим затраты на выполнение одного заказа (C_o^e) с учетом того, что внутрихозяйственная тарифная ставка на выполнение транспортной работы в организации составляет 1,8 тыс. руб./км. Так как транспортное средство осуществляет доставку деталей одного наименования, следовательно, затраты на выполнение одного заказа не зависят от размера заказа и составят 198,0 тыс. руб. ($[55\text{км} + 55\text{км}] \cdot 1,8 \text{ тыс. руб./км}$).

Рассчитаем затраты на хранение деталей ($C_{\text{хр}}$) за период с декабря по февраль, принимая во внимание тот факт, что при размере заказа в 150 штук для хранения потребуется два ящика, а при размере 100 и менее штук – один ящик, а издержки на эксплуатацию 1 м^2 пола склада за месяц – 15,0 тыс. руб. Один ящик занимает $0,5 \text{ м}^2$ пола склада. Однако, учитывая размеры проходов вдоль ящика, на каждый ящик потребуется не менее 1 м^2 . Таким образом, для размера заказа 150 деталей затраты на хранение двух ящиков за период с декабря по февраль составят 90,0 тыс. руб. ($2\text{ящика} \cdot 1\text{м}^2 \cdot 15,0 \text{ тыс. руб./}(\text{м}^2 \cdot \text{мес.}) \cdot 3\text{мес.}$). В свою очередь, для размеров заказа (100 и 50 деталей) – 45,0 тыс. руб. ($1\text{ящик} \cdot 1\text{м}^2 \cdot 15 \text{ тыс. руб./}(\text{м}^2 \cdot \text{мес.}) \cdot 3\text{мес.}$).

Коэффициент эффективности финансовых вложений (E) за три месяца примем на уровне 0,08, то есть, предусматривая нормальное финансовое состояние организации.

Таким образом, совокупные расходы на формирование и управления запасами деталей за период с декабря по февраль месяц включительно для размеров заказов: 150, 100 и 50 деталей соответственно составят:

$$C_{c150}^1 = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P =$$

$$= 210,0 \cdot 300 + 198,0 \cdot \frac{300}{150} + 90,0 + 0,08 \cdot \frac{150}{2} \cdot 210,0 = 64746,0 \text{ тыс.руб.},$$

$$C_{c100}^1 = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P =$$

$$= 210,0 \cdot 300 + 198,0 \cdot \frac{300}{100} + 45,0 + 0,08 \cdot \frac{100}{2} \cdot 210,0 = 64479,0 \text{ тыс.руб.},$$

$$C_{c50}^1 = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P =$$

$$= 210,0 \cdot 300 + 198,0 \cdot \frac{300}{50} + 45,0 + 0,08 \cdot \frac{50}{2} \cdot 210,0 = 64653,0 \text{ тыс.руб.}$$

Анализ полученных результатов для первой ситуации позволяет сделать следующие выводы и предложения:

1. Когда выполнение заказа предусматривает доставку лишь одного наименования товара негативное влияние на совокупные затраты (C_c) оказывает как большие, так незначительные по величине размеры заказа.

2. Большие заказы обуславливают рост совокупных затрат (C_c), из-за «затормаживания» оборачиваемости финансовых средств, вложенных в создание запасов, а также увеличения затрат на хранения запасов.

3. Незначительные по величине заказы, несмотря на то, что способствуют ускорению оборачиваемости финансовых средств, вложенных в создание запасов, также являются причиной роста совокупных затрат (C_c). Данное обстоятельство объясняется тем, что «маленькие» заказы требуют большого количества заказов в течение установленного периода времени. Так, при размере заказа в 50 штук потребуется сделать 6 заказов, то есть в два раза больше, чем при размере заказа в 100 штук или в три раза, чем при размере заказа в 150 штук.

Рассмотрим вторую ситуацию – доставка деталей осуществляется от одного поставщика параллельно с другими запасными частями до полной загрузки транспортного средства (в соответствии с величиной грузоподъемности).

Очевидно, что доставка деталей в соответствии со второй ситуацией, окажет влияние лишь на величину затрат, связанных с выполнением одного заказа (C_o^e). При указанных величинах заказов: 150, 100 и 50 деталей грузоподъемность транспортного средства будет использована на 94,0 %, 63% и 31% соответственно. С учетом данного обстоятельства совокупные расходы на формирова-

ние и управления запасами деталей за период с декабря по февраль месяц включительно для размеров заказов: 150, 100 и 50 деталей соответственно составят:

$$C_{c150}^2 = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P =$$

$$= 210,0 \cdot 300 + 0,94 \cdot 198,0 \cdot \frac{300}{150} + 90,0 + 0,08 \cdot \frac{150}{2} \cdot 210,0 = 64722,2 \text{ тыс.руб.},$$

$$C_{c100}^2 = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P =$$

$$= 210,0 \cdot 300 + 0,63 \cdot 198,0 \cdot \frac{300}{100} + 45,0 + 0,08 \cdot \frac{100}{2} \cdot 210,0 = 64259,2 \text{ тыс.руб.},$$

$$C_{c50}^2 = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P =$$

$$= 210,0 \cdot 300 + 0,31 \cdot 198,0 \cdot \frac{300}{50} + 45,0 + 0,08 \cdot \frac{50}{2} \cdot 210,0 = 63833,3 \text{ тыс.руб.}$$

Анализ полученных результатов для второй ситуации позволяет сделать следующие выводы и предложения:

Когда выполнение заказа предусматривает доставку деталей от одного поставщика параллельно с другими запасными частями до полной загрузки транспортного средства (в соответствии с величиной грузоподъемности) с уменьшением размера заказа сокращаются также и совокупные затраты (C_c). Другими словами для второй ситуации можно утверждать, что «чем большее количество оборотов совершают денежные средства, вложенные в создание материальных запасов, тем это лучше с экономической точки зрения».

Как отмечалось ранее, сокращение размера заказа имеет определенное ограничение. Оно связано с тем, что размер заказа не должен быть меньше ожидаемого потребления указанного наименования товара за время выполнения заказа. Так, например, если время выполнения заказа, которое включает оформление, оплату и доставку заказа деталей, составляет не более 3 дней, то минимальный размер заказа при 5 дневной рабочей неделе составит 15 деталей (3 дня · 300 деталей : 60 раб. дней).

Важно подчеркнуть, что вторая ситуация на практике встречается крайне редко, так как лишь в отдельных случаях один поставщик (с одного склада) способен обеспечить поставку по всей номенклатуре производственных запасов. В этой связи, чтобы обеспечить полную загрузку транспортного средства в соответствии с его грузоподъемностью, требуется прибегать к услугам, как

правило, двух и более поставщиков, что в результате обуславливает рост затрат на выполнение одного заказа по определенному наименованию товара по сравнению со второй ситуацией.

Таким образом, исходя из представленного выше обоснования, можно сделать вывод, что утверждение – «чем большее количество оборотов совершают денежные средства, вложенные в создание материальных запасов, тем это лучше с экономической точки зрения» – в большинстве производственных ситуаций с экономической точки зрения неправомерно.

Для ответа на второй вопрос (как определить оптимальный уровень оборачиваемости производственных запасов?) обратимся к зависимости (10) определения *коэффициент оборачиваемости* ($K_{об}$).

Анализ данной зависимости показывает количество оборотов, которое совершают производственные запасы определенного наименования в течение периода времени потребления величины (S), обратно пропорционально величине их среднего остатка ($O_{ср}$) или среднего запаса на складе.

В свою очередь, размер среднего остатка (среднего запаса) определенного наименования товара прямо пропорционален размеру заказа по данному наименованию.

Из представленного выше обоснования с экономической точки зрения нецелесообразно делать как «большие», так и «маленькие» заказы.

Таким образом, оптимальный уровень оборачиваемости производственных запасов будет обеспечен при оптимальном размере заказа товара.

Рассчитаем оптимальный размер заказа для нашего примера, допуская, что доставка деталей будет осуществляться без догрузки транспортного средства до величины грузоподъемности.

Транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e) составят 198,0 тыс. руб. (см. первую ситуацию).

Рассчитаем затраты на хранение одной детали в течение трех месяцев принимая ($C_{хр}^e$), что средний запас (остаток) деталей на складе равен половине заказа ($q/2$), то есть допуская, что доставка нового заказа осуществляется в момент, когда предыдущий полностью закончился. Они составят 1,5 тыс. руб. ($1 \text{ ящик} \cdot 1 \text{ м}^2 \cdot 15,0 \text{ тыс. руб.}/(\text{м}^2 \cdot \text{мес.}) \cdot 3 \text{ мес.} : 30 \text{ деталей}$), где 30 деталей – предполагаемый средний запас (остаток) на складе.

Коэффициент эффективности финансовых вложений (E) за три месяца примем на уровне 0,08, то есть, предусматривая нормальное финансовое состояние организации.

Тогда, предварительно, оптимальный размер заказа составит:

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{198,0 \cdot 300}{1,5 + 0,08 \cdot 210,0}} = 81,0 \text{ деталь.}$$

Пересчитаем затраты на хранение одной детали в течение трех месяцев принимая (C_{xp}^e), так как средний запас деталей на складе равен не 30, а 40 штук. Они составят 1,125 тыс. руб. ($1 \text{ ящик} \cdot 1 \text{ м}^2 \cdot 15,0 \text{ тыс. руб./}(\text{м}^2 \cdot \text{мес.}) \cdot 3 \text{ мес.} : 40 \text{ деталей}$).

Следовательно, окончательно, оптимальный размер заказа составит:

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{198,0 \cdot 300}{1,125 + 0,08 \cdot 210,0}} = 81,0 \text{ деталь.}$$

Исходя из оптимального размера заказа, средний размер запаса (средний остаток) составит 40 деталей ($81/2$). В свою очередь, **оптимальный уровень оборачиваемости деталей** за период с декабря по февраль месяц включительно согласно зависимости (10) составит:

$$K_{об} = S / O_{cp} = 300 / 40 = 7,5 \text{ оборотов.}$$

Таким образом, скорость оборачиваемости финансовых средств, вкладываемых в создание производственных запасов, должна иметь оптимальные значения, что достигается путем эффективного управления запасами, предусматривающего оптимальные размеры заказов по отдельным наименованиям товарной номенклатуры склада.

4 Определение объемов поставок в товаропроводящих сетях, включающих и не включающих распределительный центр

Распределительный центр – это склад, с которого идут отгрузки на другие склады компании. При этом торговля в подобных центрах если и осуществляется, то занимает в структуре товарооборота незначительную величину. При этом в отличие от центрального склада распределительный центр специализируется в основном на быстром распределении товаров, а центральный склад, как правило, используется и как склад длительного хранения.

Распределительный центр закупает товары у предприятий-производителей или организаций оптовой торговли (например, которые находятся в других регионах страны или за границей) и распределяет их более мелкими партиями заказчикам (организациям-потребителям мелкооптовой и розничной торговли) через свою или их товаропроводящую сеть (рисунок 6).

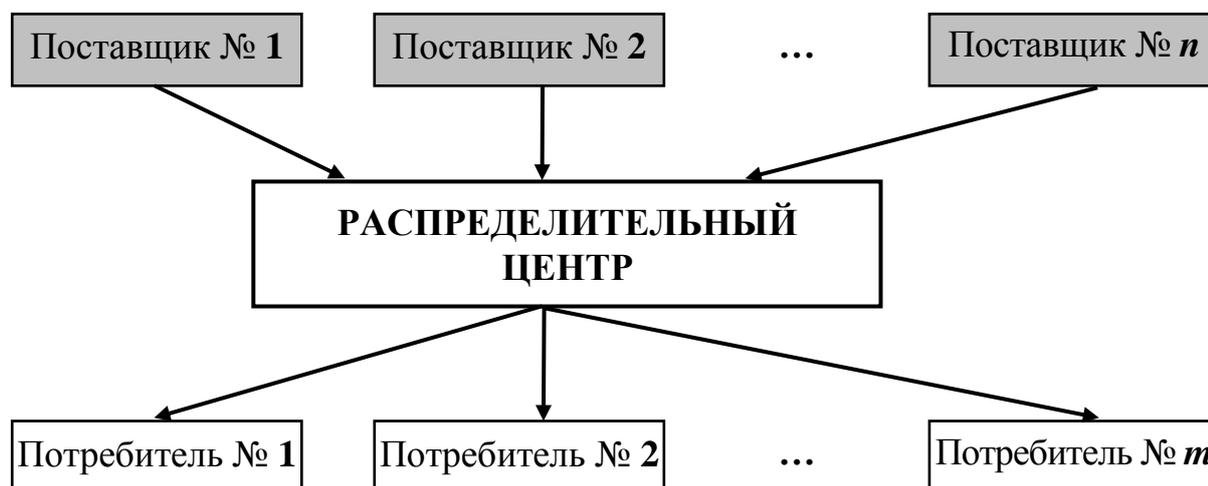


Рисунок 6 – Место распределительного центра в товаропроводящей сети

В соответствии со своим основным функциональным предназначением распределительный центр решает целый комплекс задач:

1. Централизованные заказы (как правило, крупными партиями) согласно суммарным потребностям мелкооптовой и розничной торговли товаропроводящей сети.

2. Разгрузка, приемка и размещение товара на складе.

3. Хранение товара.

4. Комплектование заказов, предусматривающее при необходимости перестроение поступивших на склад укрупненных грузовых единиц, упаковку, штрихкодирование, стикеровку товара.

5. Отгрузка и доставка.

6. Приемка из точек розничной торговли, хранение, а также отгрузка (возврат) поставщикам недоброкачественной продукции.

7. В отдельных случаях сертификация и таможенное оформление товара и другие.

Закономерным является вопрос: всегда ли целесообразно создание распределительного центра?

Данный вопрос обусловлен тем, что в сфере распределения и сбыта, имеют место абсолютно противоположные мнения и проявления. Так, например, компания «Евроопт», насчитывающая в Республике Беларусь более 130 торговых точек различных форматов, осуществляет поставку товара, входящего в ТОП-4000 продаж за предыдущий период через распределительный центр. При этом исключения составляют следующие группы товаров: скоропортящиеся, вода/напитки, товары прикассового ассортимента. По указанным позициям поставка товара осуществляется напрямую от поставщика в каждый магазин сети, минуя распределительный центр.

Иностранное предприятие «Рестораны МакДональдс», которое работает в Беларуси с 1996 года и насчитывающее (по состоянию на 01.06.2013 г.) лишь 7 ресторанов, также имеет собственный распределительный центр.

С другой стороны, не менее популярная торговая сеть универсамов «Рублевский» успешно развивается без создания собственного распределительного центра.

Так, что может и должно стать критериями по определению целесообразности создания собственного распределительного центра?

Ответ на данный вопрос следует искать, исходя из понимания, что распределительный центр представляет собой важный логистический инфраструктурный элемент, необходимый, в первую очередь, для «зарабатывания» денежных средств. При этом важно понимать тот факт, что распределительный центр не может рассматриваться в отрыве от всей товаропроводящей сети, для обслуживания которой он предназначен.

Причем цель создания распределительного центра должна подчиняться общей цели логистики, а именно: управлению материальными и связанными с ними финансовыми и информационными потоками, направленному на оптимизацию издержек и длительностей циклов в сфере обращения готовой продукции, что в итоге позволяет получать максимальный размер прибыли в расчете на один рубль вложенных финансовых (оборотных) средств.

В результате проведенных исследований было установлено, что создание распределительного центра должно отвечать ряду предпосылок (предварительных условий):

1. Распределительный центр не может быть создан в товаропродающих цепях по распространению скоропортящихся товаров. Данная предпосылка обусловлена объективной причиной, заключающейся в том, что на выполне-

ние любой операций, а тем более комплекса операций требуется некоторое количество времени. Так, в нашем случае, если продолжительность выполнения операций по продвижению товара через распределительный центр превышает (по разным оценкам и товарам) 20–50% срока его хранения, то данные товарные позиции должны продвигаться напрямую от поставщика в точки розничной торговли.

2. Объемы потребления товара в натуральном исчислении за установленный промежуток времени по позициям товарной номенклатуры. Принимая во внимание опыт работы компании «Евроопт», товарная номенклатура которой включает несколько десятков тысяч наименований (позиций товара), через распределительный центр проходят только товары, входящие в ТОП-4000. Другими словами распределительный центр, в первую очередь, должен специализироваться на товарах, которые отличаются от других позиций товарной номенклатуры значительной величиной потребления (спроса) в натуральном исчислении. Экономическое обоснование данного утверждения лежит в плоскости сравнения затрат, связанных с управлением запасами, а также результатов торговой деятельности для двух вариантов функционирования товаропроводящей сети:

вариант № 1 – товаропроводящая сеть включает распределительный центр;

вариант № 2 – товаропроводящая сеть не включает распределительный центр.

На первый взгляд вариант № 1 функционирования товаропроводящей сети, включающий дополнительное звено, будет иметь большие затраты по сравнению с вариантом № 2. Однако в большинстве случаев это не так. Достоверность данного утверждения может быть подтверждена на практике хозяйственной деятельности.

Итак, рассмотрим следующий пример: организация, осуществляющая розничную продажу канцелярских товаров, имеет две торговых точки. Обоснуем целесообразность создания распределительного центра на примере одного наименования товара (бумаги офисной формата А-4 в пачках по 500 листов) с учетом следующей исходной информации. Размеры реализации бумаги у торговых точек в течение одного месяца имеют практически равную величину и составляют в среднем 70 пачек/месяц. Закупки бумаги осуществляются у одного поставщика, который равноудален от торговых точек на 200 км. Закупочная цена – 45,0 тыс. руб./пачку при размере заказа до 200 пачек, 40 тыс. руб./пачку при размере заказа от 200 пачек.

Цены реализации бумаги офисной у обеих точек розничной торговли равны между собой и составляют 60,0 тыс. руб./пачку.

Пачки бумаги доставляются и хранятся в коробках, вмещающих 5 пачек. Габаритные размеры коробки – длина×ширина×высота – 300×220×275 мм.

Масса брутто одной коробки – 12,5 кг. Доставка обеспечивается собственными транспортными средствами грузоподъемностью 700, 1500 и 3000 кг, тарифные ставки на внутривозвратные грузоперевозки для которых составляют соответственно 1,5; 2,2 и 2,5 тыс. руб./км. Коробки хранятся на полках стеллажа СТ-031 (см. рисунок 4). Максимальная нагрузка на полку стеллажа – 200 кг. Издержки, связанные с эксплуатацией 1 м² складов торговых точек и распределительного центра, равны между собой и составляют 50,0 тыс. руб./месяц.

Организация отличается нормальным финансовым состоянием.

Схемы товаропроводящих сетей при отсутствии и наличии распределительного центра представлены на рисунке 7.

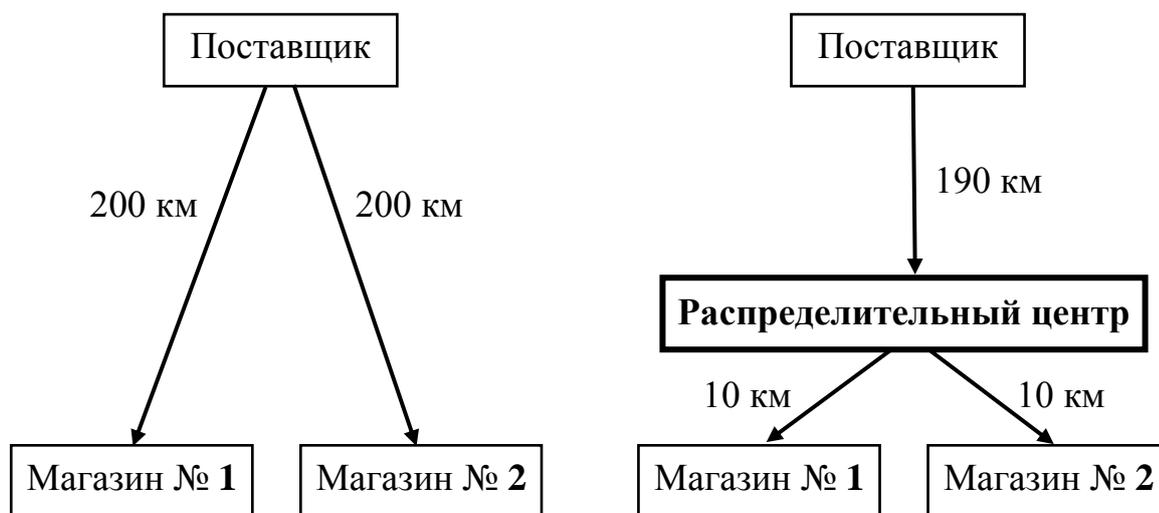


Рисунок 7 – Взаимное расположение поставщика, точек розничной торговли (магазина № 1 и № 2) и распределительного центра для двух вариантов товаропроводящих сетей

В соответствии с исходной информацией поставленной задачи, объемы реализации за месяц бумаги офисной в денежном исчислении для двух вариантов товаропроводящих сетей равны между собой и суммарно составляют 8,4 млн. руб./месяц ($2 \cdot 70 \text{ пачек} \cdot 60,0 \text{ тыс. руб./пачку}$).

В этой связи размер полученной прибыли по итогам работы в течение месяца будет большим для того варианта товаропроводящей сети, у которого будут обеспечены наименьшие издержки, связанные с формированием и управлением запасами бумаги по ее продвижению от поставщика к магазинам № 1 и № 2.

Итак, рассчитаем издержки, связанные с формированием и управлением запасами бумаги по ее продвижению от поставщика к магазинам № 1 и № 2, для первого варианта товаропроводящей сети, включающей распределительный центр (см. рисунок 7). Они будут включать издержки, связанные с формированием и управлением запасами бумаги офисной, на распределительном центре и в точках розничной торговли (магазины № 1 и № 2).

Определим издержки, связанные с формированием и управлением запасами бумаги офисной, на распределительном центре. Для этого рассчитаем оптимальный размер заказа бумаги офисной распределительным центром по формуле (8).

Так как транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e) зависят от размера заказа, который еще предстоит определить, необходимо в качестве первого приближения интуитивно установить размер заказа. Принимая во внимание сравнительно большое расстояние транспортировки, интуитивно устанавливаем размер заказа на уровне 200 пачек (40 коробок). Масса заказа 500 кг ($12,5 \text{ кг/коробка} \cdot 40 \text{ коробок}$) обуславливает применение транспортного средства грузоподъемностью 700 кг.

Определим транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e) по доставке бумаги, рассматривая худший вариант доставки (без дозагрузки транспортного средства другим товаром). Издержки на выполнение одного заказа на расстояние 380 км (туда и обратно) составят 570,0 тыс. руб. ($380 \text{ км} \cdot 1,5 \text{ тыс. руб./км}$).

Во-вторых, определим издержки на хранение одной пачки бумаги в течение месяца (C_{xp}^e). Так как при стеллажном размещении товаров затраты на хранение единицы запасов (C_{xp}^e) не зависят от размера заказа, расчет данных затрат целесообразно производить не с учетом интуитивного размера заказа, а руководствуясь количеством товара, вмещающегося на одной полке стеллажа. Линейные размеры одной полки (ячейки) стеллажа СТ-031 позволяют разместить на ней 8 коробок бумаги или соответственно 40 пачек в коробках. Принимая во внимание рисунок 4, можно утверждать, что одна полка стеллажа занимает лишь $0,075 \text{ м}^2$ пола склада ($3 \text{ м} \cdot 0,3 \text{ м} : 12 \text{ полок}$), а с учетом проходов и проездов не более $0,1 \text{ м}^2$. Следовательно, издержки на хранение одной пачки бумаги (C_{xp}^e) за месяц составят 0,25 тыс. руб. ($0,1 \text{ м}^2 \cdot 50,0 \text{ тыс. руб./}(мес \cdot \text{м}^2) \cdot 1 \text{ мес.} : 20 \text{ пачек}$), где 20 пачек – это среднее количество пачек бумаги на одной полке стеллажа в течение месяца ($q/2 = 40/2$).

Так как организация отличается нормальным финансовым состоянием, принимаем величину коэффициента эффективности финансовых вложений (E) за период времени равный одному месяцу на уровне близком к минимальному значению – 0,05. Тогда размер заказа согласно зависимости (8):

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{570 \cdot 140}{0,25 + 0,05 \cdot 40,0}} = 266 \text{ пачек.}$$

где 140 – суммарная величина спроса торговых точек за месяц ($70 + 70$), пачек.

Так как полученный размер заказа находится в пределах действия оптовой скидки, окончательно принимаем размер заказа на уровне 265 пачек или 53 коробки.

Тогда издержки, связанные с формированием и управлением запасами бумаги офисной за месяц, на распределительном центре согласно зависимости (9) составят:

$$C_c^{p.ц} = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P =$$

$$= 40 \cdot 140 + 570 \cdot \frac{140}{265} + 0,25 \cdot \frac{265}{2} + 0,05 \cdot \frac{265}{2} \cdot 40,0 = 6199,3 \text{ тыс. руб./мес.}$$

Определим издержки, связанные с формированием и управлением запасами бумаги офисной, в точках розничной торговли (магазины № 1 и № 2), которые будут равны между собой. Для этого определим оптимальный размер заказа бумаги офисной в одной из точек розничной торговли по формуле (8).

Так как транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e) зависят от размера заказа, который еще предстоит определить, необходимо в качестве первого приближения интуитивно установить размер заказа. Принимая во внимание небольшое расстояние транспортировки, интуитивно устанавливаем размер заказа на уровне 50 пачек (10 коробок). Масса заказа 125 кг (12,5 кг/1коробка · 10 коробок) обуславливает применение транспортного средства грузоподъемностью 700 кг.

Определим транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e) по доставке бумаги, рассматривая худший вариант доставки (без дозагрузки транспортного средства другим товаром). Издержки на выполнение одного заказа на расстояние 20 км (туда и обратно) составят 30,0 тыс. руб. (20 км · 1,5 тыс. руб./км).

Тогда размер заказа согласно зависимости (8):

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{30 \cdot 70}{0,25 + 0,05 \cdot 40,0}} = 43 \text{ пачки.}$$

Окончательно принимаем размер заказа 45 пачек.

Принимая во внимание определение понятия «распределительный центр» издержки, связанные с формированием и управлением запасами бумаги офисной за месяц в магазине розничной торговли, не будут включать затраты связанные с покупкой бумаги и потери из-за «замораживания» денежных средств,

вложенных в создание запасов. Данный факт обусловлен тем, что магазины не закупают бумагу у распределительного центра, а просто получают ее в соответствии с величиной спроса. Следовательно, размер издержек составит:

$$C_c^{M(1 \text{ вар.})} = C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} = 30 \cdot \frac{70}{45} + 0,25 \cdot \frac{45}{2} = 52,3 \text{ тыс. руб./мес.}$$

Таким образом, совокупные издержки за месяц, связанные с формированием и управлением запасами бумаги по ее продвижению от поставщика к магазинам № 1 и № 2, для первого варианта товаропроводящей сети, включающей распределительный центр, составят:

$$C_c^{1 \text{ вар.}} = C_c^{p.c} + 2 \cdot C_c^M = 6199,3 + 2 \cdot 52,3 = 6303,9 \text{ тыс. руб./мес.}$$

Рассчитаем издержки, связанные с формированием и управлением запасами бумаги по ее продвижению от поставщика к магазинам № 1 и № 2, для второго варианта товаропроводящей сети, не включающей распределительный центр (см. рисунок 7). Они будут включать издержки, связанные с формированием и управлением запасами бумаги офисной в точках розничной торговли (магазины № 1 и № 2), которые будут равны между собой.

Определим издержки одной точки розничной торговли. Для этого рассчитаем оптимальный размер заказа бумаги офисной в точку розничной торговли по формуле (8).

Так как транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e) зависят от размера заказа, который еще предстоит определить, необходимо в качестве первого приближения интуитивно установить размер заказа. Принимая во внимание сравнительно большое расстояние транспортировки, интуитивно устанавливаем размер заказа на уровне 100 пачек (20 коробок). Масса заказа 250 кг (12,5 кг/1коробка · 40 коробок) обуславливает применение транспортного средства грузоподъемностью 700 кг.

Определим транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_o^e) по доставке бумаги, рассматривая худший вариант доставки (без дозагрузки транспортного средства другим товаром). Издержки на выполнение одного заказа на расстояние 400 км (туда и обратно) составят 600,0 тыс. руб. (400 км · 1,5 тыс. руб./км).

Тогда размер заказа согласно зависимости (8):

$$q_0 = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{600 \cdot 70}{0,25 + 0,05 \cdot 45,0}} = 183 \text{ пачки.}$$

Так как полученный размер заказа близок к величине партии заказа, при которой действует оптовая скидка, окончательно принимаем размер заказа для точки розничной торговли на уровне 200 пачек.

Тогда издержки, связанные с формированием и управлением запасами бумаги офисной за месяц, в точке розничной торговли (магазине) согласно зависимости (9) составят:

$$\begin{aligned} C_c^{M(2 \text{ вар.})} &= P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P = \\ &= 40 \cdot 70 + 600 \cdot \frac{70}{200} + 0,25 \cdot \frac{200}{2} + 0,05 \cdot \frac{200}{2} \cdot 40,0 = 3235,0 \text{ тыс. руб./мес.} \end{aligned}$$

Тогда совокупные издержки за месяц, связанные с формированием и управлением запасами бумаги по ее продвижению от поставщика к магазинам № 1 и № 2, для второго варианта товаропроводящей сети, не включающей распределительный центр, будут равны:

$$C_c^{2 \text{ вар.}} = 2 \cdot C_c^{M(2 \text{ вар.})} = 2 \cdot 3235,0 = 6470,0 \text{ тыс. руб./мес.}$$

Таким образом, сравнение совокупных издержек за месяц для двух вариантов товаропроводящей сети позволяет утверждать, что вариант, предусматривающий создание распределительного центра является с экономической точки зрения более целесообразным решением.

Полученный, на первый взгляд, небольшой по величине экономический эффект в размере 166,1 тыс. руб./месяц (6470,0 – 6303,9) представляет собой минимальный размер эффекта. Данное утверждение можно аргументировать тем фактом, что точки розничной торговли в большинстве случаев не способны заказывать партии, при которых действуют оптовые скидки, из-за небольших размеров имеющихся в магазинах складских помещений.

Так, например, если площадь склада магазина не позволяет принять размер заказа, превышающий 100 пачек, издержки, связанные с формированием и управлением запасами бумаги офисной за месяц, в точке розничной торговли (магазине) согласно зависимости (9) составят:

$$C_c^{M(2 \text{ вар.})} = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P =$$

$$= 45 \cdot 70 + 600 \cdot \frac{70}{100} + 0,25 \cdot \frac{100}{2} + 0,05 \cdot \frac{100}{2} \cdot 45,0 = 3807,5 \text{ тыс. руб./мес.}$$

В этом случае размер экономического эффекта за месяц составит уже 1311,1 тыс. руб./месяц ($2 \cdot 3807,5 - 6303,9$) или около 20,0 % от величины месячных затрат.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы и предложения:

1. Создание распределительного центра в компаниях с достаточно разветвленной сетью точек розничной торговли и значительными товарными номенклатурами в подавляющем большинстве случаев является экономически целесообразным решением.

2. Создание распределительного центра в товаропроводящих сетях позволяет получать экономический эффект за счет:

- сокращения суммарной величины товарных запасов, что влечет за собой уменьшения размера складов точек розничной торговли, а следовательно, сокращения издержек на хранение, а также потерь из-за «замораживания» денежных средств, необходимых для создания товарных запасов;

- возможности получения значительных оптовых скидок, так как размеры заказов распределительного центра формируются исходя из суммарных потребностей точек розничной торговли;

- применения кольцевых развозочных маршрутов, в случае доставки товара в точки розничной торговли транспортными средствами распределительного центра;

- более высокого уровня дисциплины поставок (по срокам и количеству) в точки розничной торговли. Другими словами распределительный центр может стать буфером при некачественном выполнении своих обязательств поставщиками.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какую размерность должны иметь слагаемые формулы по определению издержек, связанных с формированием и управлением запасами по определенному наименованию товара за установленный промежуток времени?
2. В чем заключается главный недостаток формулы Уилсона?
3. Какие ограничения при ее применении имеет формула (8) по определению оптимального размера заказ?
4. Каким образом при оптимизации заказа с помощью аналитической зависимости (8) учитывается финансовое состояние организации?
5. Какое влияние на размер заказа оказывают незначительные и многократные колебания величины потребления запасов товара за установленный промежуток времени?
6. В чем заключается алгоритм применения формулы (8) по определению оптимального размера заказ при имеющихся место оптовых скидках и многопродуктовых поставках?
7. Чем ограничивается максимальная величина оптимального размер заказа с экономической точки зрения?
8. Чем ограничивается минимальная величина размер заказа с организационной точки зрения?
9. Как обеспечить оптимальный уровень оборачиваемости материальных запасов определенного наименования товара?
10. В чем заключаются цель создания и задачи в процессе функционирования распределительного центра?
11. Какими достоинствами отличаются товаропроводящие сети, включающие распределительный центр?
12. Как определяются объемы поставок в товаропроводящих сетях, включающих и не включающих распределительный центр?

ТЕМА № 3

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

Изучив материал данной темы, вы должны *уметь*:

- изложить суть основных систем управления запасами, а также производных от основных систем управления запасами;
- определять параметры движения запасов по определенному наименованию товара для соответствующих систем управления запасами, а также строить графики движения запасов;
- устранять дефицит запасов товара при использовании соответствующей системы управления запасами.

1 Основные системы управления запасами

Существуют две основные системы управления запасами, на которых базируются множество остальных систем (производных от основных систем):

- система с фиксированным размером заказа;
- система с фиксированным интервалом времени между заказами.

Система с фиксированным размером заказа

Размер заказа здесь строго зафиксирован и не меняется в течение установленного промежутка времени или сезона. Поэтому определение величины заказа является основной задачей, которая решается при работе с данной системой. Объем закупки (заказа) должен быть оптимальным, то есть самым лучшим для определенных условий. В большинстве случаев для его расчета необходимо использовать формулу (8) по определению оптимального размера заказа (q_0).

После установления оптимального размера заказа (закупки) необходимо определить момент времени, когда требуется осуществлять заказ (точку заказа). Так, например, для идеальной системы управления запасами, которую рассматривал Уилсон при выводе формулы по определению оптимального размера заказа, (доставка нового заказа осуществляется в момент, когда предыдущий полностью закончился) неясно, когда делается заказ (рисунок 8).

В этой связи в реальной ситуации должен быть предусмотрен, во-первых, пороговый уровень запасов, который обеспечивает бездефицитную работу склада на время выполнения заказа, тем самым, определяя уровень запасов и момент времени, когда необходимо делать очередной заказ. Во-вторых, гарантийный (страховой) запас, который позволяет обеспечить необходимую потребность в

товаре в период времени предполагаемой задержки поставки. В этом случае график движения запасов примет следующий вид (рисунок 9).

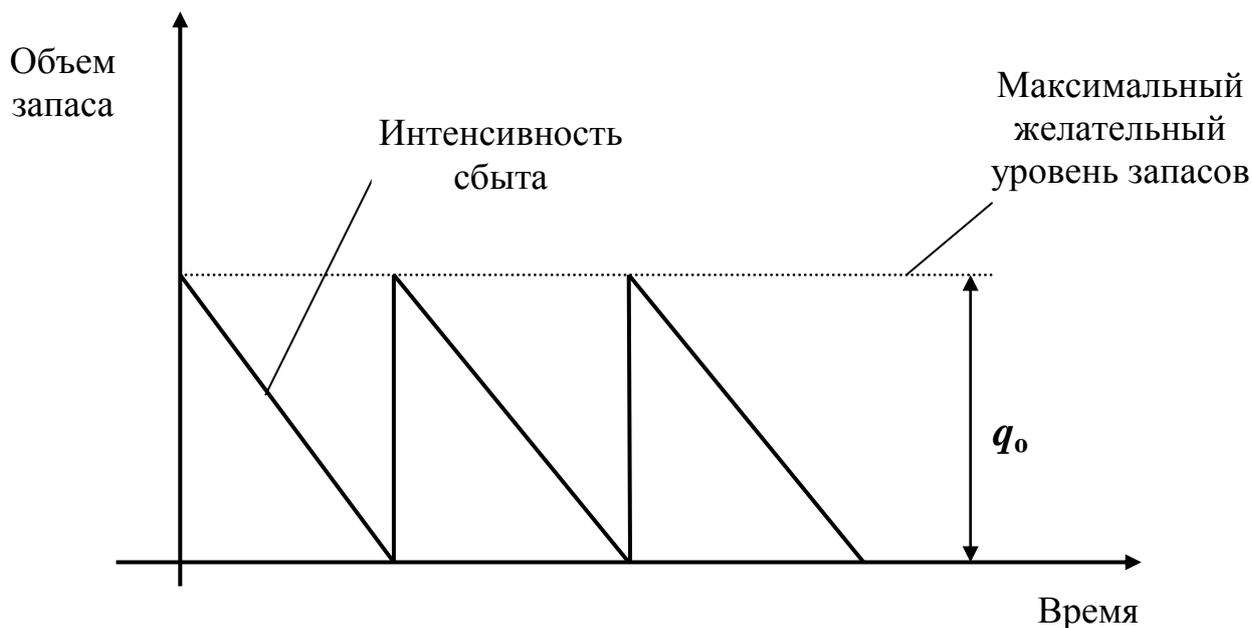


Рисунок 8 – Идеальная система с фиксированным размером заказа

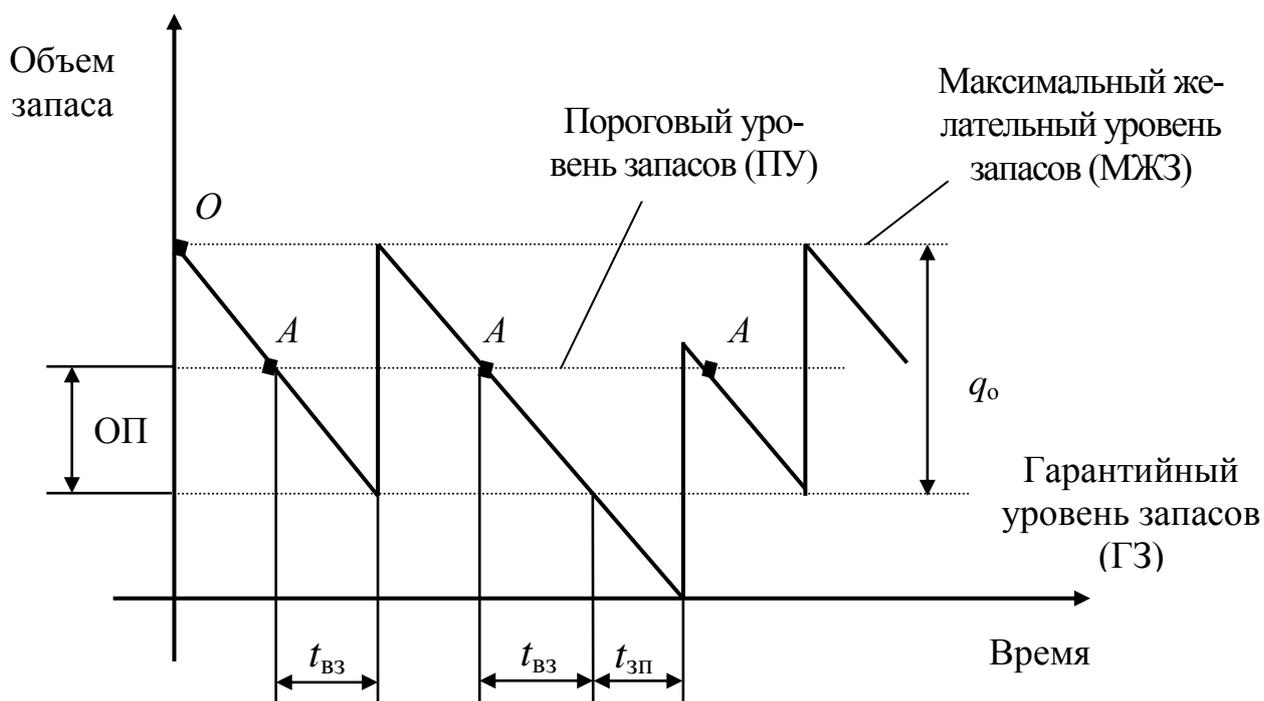


Рисунок 9 – График движения запасов в системе с фиксированным размером заказа:

точка O – момент времени начала работы системы; точка A – точка начала формирования нового заказа по уровню запаса (пороговому уровню); $t_{вз}$ – время выполнения заказа; $t_{зп}$ – время задержки поставки; ОП – ожидаемое потребление товара на складе за время выполнения заказа

Данная система управления запасами работает следующим образом. После выполнения заказа размер запасов на складе по определенному наименованию товара равен максимальному желательному уровню запасов (точка O). С течением времени уровень запаса товара на складе уменьшается в соответствии с интенсивностью потребления (в нашем случае ее величина постоянная). То обстоятельство, что в данной системе предусмотрен пороговый уровень запасов, обуславливает необходимость постоянного контроля уровня запасов. В случае, если текущий уровень запаса (остаток) оказался равным или меньше порогового уровня (точка A), то необходимо делать заказ. В противном случае заказ не делается. За время выполнения заказа размер запаса товара на складе уменьшается на величину ожидаемого потребления (ОП). В случае задержки поставки потребляется гарантийный запас товара. После выполнения заказа уровень запаса товара на складе (остаток) пополняется на величину оптимального размера заказа (q_0).

Для расчета параметров системы необходимы следующие исходные данные:

- объем оборота (потребления или сбыта сырья, полуфабрикатов или готовой продукции) за определенный период (S);
- время выполнения заказа ($t_{вз}$);
- время задержки поставки ($t_{зп}$).

Порядок расчета основных параметров движения запасов рассматриваемой системы.

1. Оптимальный размер заказа (q_0) определяете по формуле (8) с учетом методики, рассмотренной в рассмотренных ранее примерах оптимизации размера заказа материальных запасов в цепях поставок.

2. Дневное потребление товара на складе (ДП) определяется как отношение объема оборота (потребления или сбыта сырья, полуфабрикатов или готовой продукции) за определенный период (S) к количеству рабочих дней в данном определенном периоде.

3. Гарантийный запас на складе (ГЗ) рассчитывается как произведение дневного потребления товара на складе и времени задержки поставки. В случае отсутствия производственного опыта размер гарантийного запаса принимается с учетом существующих нормативов на уровне не более 50% от величины оптимального размера заказа.

4. Ожидаемое потребление товара на складе за время выполнения заказа (ОП) определяется как произведение дневного потребления товара на складе и времени выполнения заказа.

5. Пороговый уровень запасов на складе (ПУ) рассчитывается как сумма гарантийного запаса на складе и ожидаемого потребления товара на складе за время выполнения заказа.

6. Максимальный желательный уровень запасов на складе (МЖЗ) определяется как сумма гарантийного запаса на складе и оптимального размера заказа.

Важно подчеркнуть, что величину оптимального размера заказа по i -му наименованию товара (q_o^i) требуется всегда сравнивать с величиной порогового уровня запасов по данному наименованию товара ($ПУ_i$). Так, если рассчитанный размер заказа (q_o^i) меньше порогового уровня запасов ($ПУ_i$), размер заказа рекомендуется увеличить до величины, численно составляющей не менее $(1,2 \cdot ПУ_i)$. В противном случае, если оставить все на своих местах (q_o^i меньше $ПУ_i$) система работать не будет.

Система с фиксированным интервалом времени между заказами

В данной системе заказы осуществляются в строго определенные моменты времени, которые отстоят друг от друга на равные интервалы. Причем в данной системе размер заказа – величина переменная.

Определить интервал времени между заказами (I) можно с учетом оптимального размера заказа (q_o) по следующей зависимости:

$$I = N : \frac{S}{q_o}, \quad (11)$$

где N – количество рабочих дней в периоде времени, за который потребляется величина (S).

Интервал времени между заказами (I) должен округляться до целого числа дней, а также может незначительно корректироваться с учетом времени выполнения заказа.

График движения запасов для данной системы представлен на рисунке 10.

Для расчета параметров системы с фиксированным интервалом времени между заказами необходимы следующие исходные данные:

- объем оборота (потребления или сбыта сырья, полуфабрикатов или готовой продукции) за определенный период (S);
- время выполнения заказа ($t_{вз}$);
- время задержки поставки ($t_{зп}$).

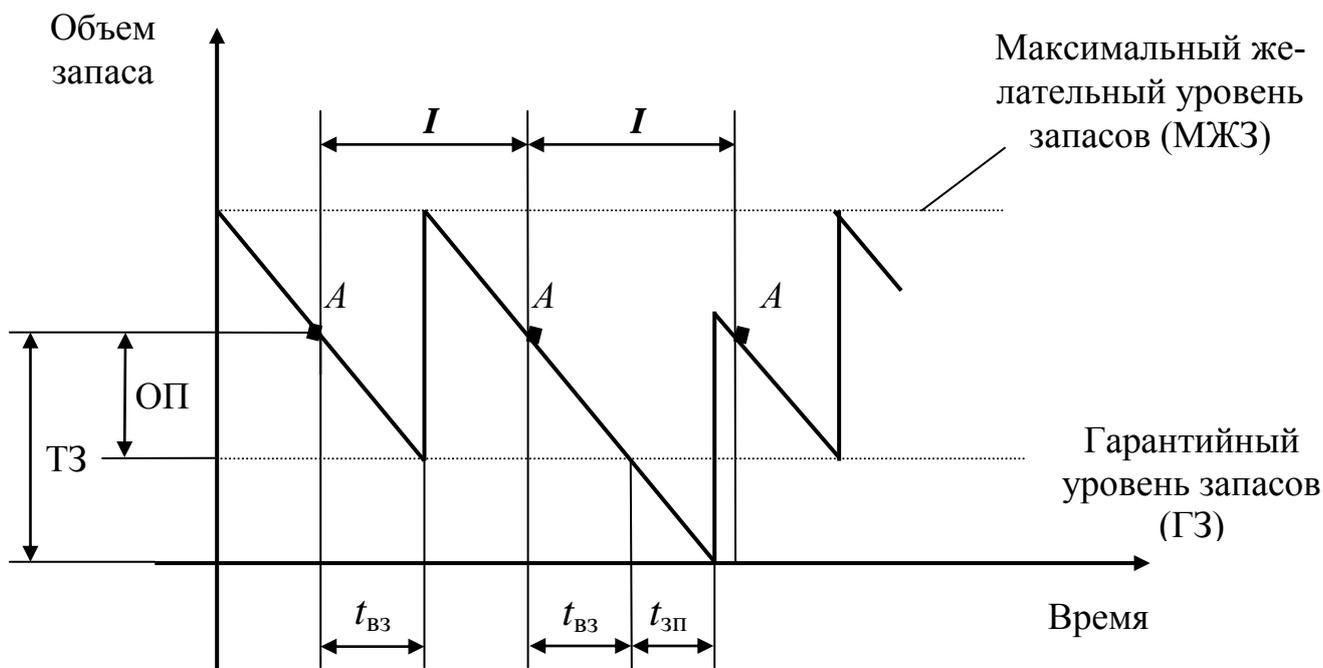


Рисунок 10 – График движения запасов в системе с фиксированным интервалом времени между заказами:

I – интервал времени между заказами; точка A – точка начала формирования нового заказа по времени (фиксированному интервалу); $t_{вз}$ – время выполнения заказа; $t_{зп}$ – время задержки поставки; ОП – ожидаемое потребление товара на складе за время выполнения заказа; ТЗ – текущий запас товара в точке заказа (A)

Порядок расчета основных параметров движения запасов рассматриваемой системы.

1. Интервал времени между заказами (I) определяете по формуле (11).

2. Дневное потребление товара на складе определяется как отношение объема оборота (потребления или сбыта сырья, полуфабрикатов или готовой продукции) за определенный период (S) к количеству рабочих дней в данном определенном периоде.

3. Гарантийный запас на складе ($ГЗ$) рассчитывается как произведение дневного потребления товара на складе и времени задержки поставки. В случае отсутствия производственного опыта размер гарантийного запаса принимается с учетом существующих нормативов на уровне не более 50% от величины оптимального размера заказа.

4. Ожидаемое потребление товара на складе за время выполнения заказа (ОП) определяется как произведение дневного потребления товара на складе и времени выполнения заказа.

5. Максимальный желательный уровень запасов на складе (МЖЗ) определяется как сумма гарантийного запаса на складе и произведения интервала времени между заказами и ожидаемого дневного потребления товара на складе.

6. Размер заказа ($PЗ$) в данной системе – величина переменная и рассчитывается по формуле (12).

тывается по следующей зависимости:

$$PЗ = MЖЗ - TЗ + ОП, \quad (12)$$

где MЖЗ – максимально желательный уровень запасов на складе, шт., т;

TЗ – текущий размер запасов на складе на момент осуществления заказа, шт., тонн;

ОП – ожидаемое потребление товара на складе за время выполнения заказа, шт., тонн.

Таким образом, каждая из основных систем управления запасами имеет свои особенности работы. Так, для работы системы с фиксированным размером заказа требуется постоянный контроль уровня запасов на складе и сравнения его с пороговым уровнем, что при большой номенклатуре запасов обуславливает необходимость применения современных методов учета. В свою очередь, для системы с фиксированным интервалом времени между заказами отсутствует необходимость постоянного контроля наличия запасов на складе, так как заказы здесь производятся в соответствии с фиксированным (расчетным) интервалом времени между заказами, то есть согласно графику выполнения заказов. Однако подобная работа не позволяет применять эту систему для товаров, которые имеют значительную вариацию спроса (потребления) в течение установленного промежутка времени.

2 Производные от основных системы управления запасами

Система с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня

Данная система ориентирована на работу с товарами, которые имеют значительную величину и колебания потребления. Поэтому, чтобы предотвратить завышение объемов запасов, содержащихся на складе, или их дефицит, данная система включает элементы двух основных: установленную периодичность оформления заказа и отслеживание порогового уровня запасов. Однако при этом базовой для работы данной системы является система с фиксированным интервалом времени между заказами. Это выражается в следующем (рисунок 11).

Если с течением времени потребность в товаре не меняется (интенсивность потребления № 1), данная система работает как система с фиксированным интервалом времени между заказами, то есть заказы (далее основные заказы) делаются через фиксированные интервалы времени.

Если кратковременно потребность сократилась (интенсивность потребления № 2), то, как и в первом случае, заказ необходимо производить с установленной периодичностью.

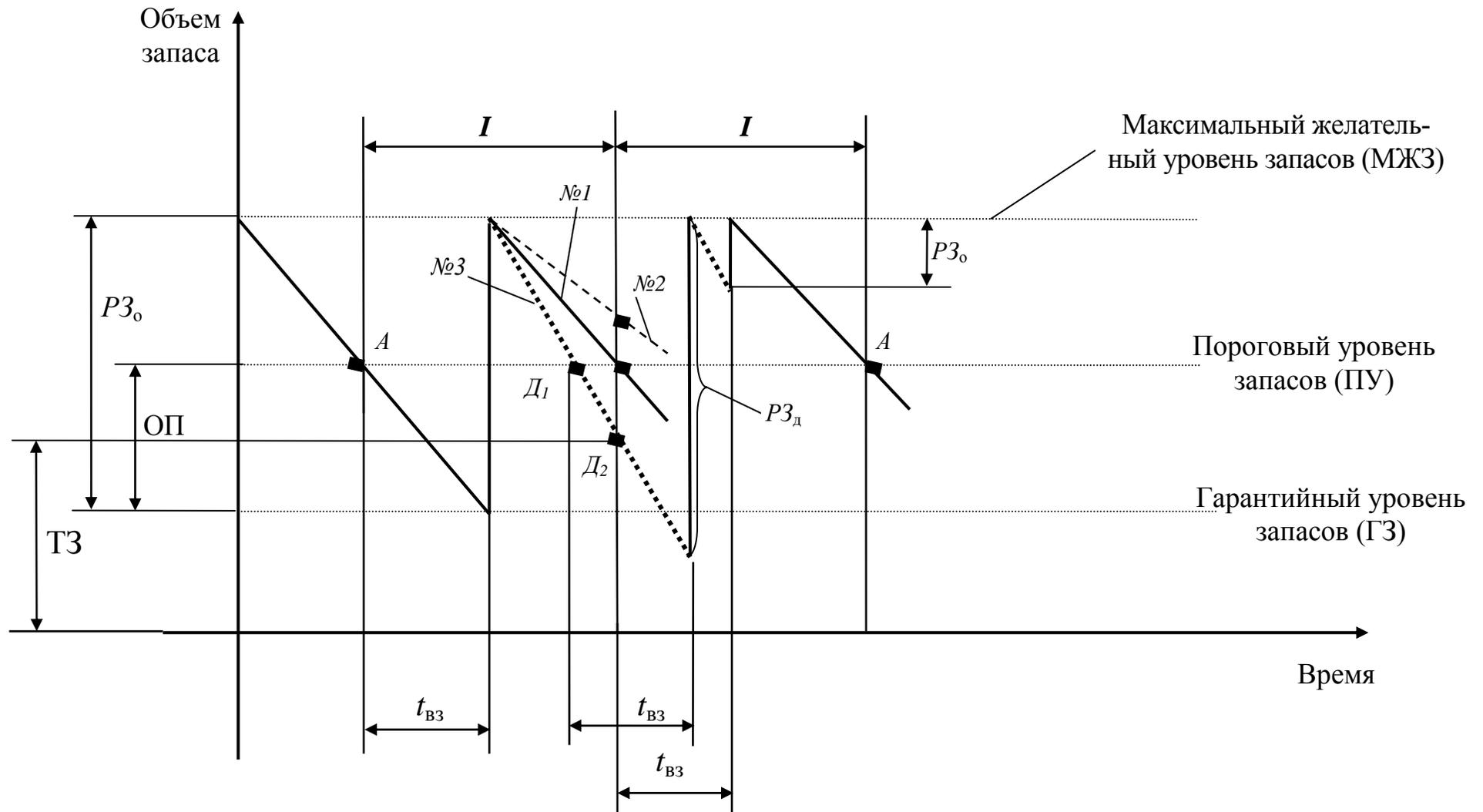


Рисунок 11 – График движения запасов в системе с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня:

A , D_2 – моменты времени (точки заказа), когда необходимо осуществлять основные заказы ($P3_o$);

D_1 – момент времени (точка заказа), когда необходимо осуществлять дополнительный заказ

Если потребность кратковременно увеличилась (интенсивность потребления № 3), в действие вступает система с фиксированным размером заказа, устраняя при этом дефицит и пополняя запасы до максимального желательного уровня. Первый заказ в данной ситуации делается в точке D_1 , когда запас товара (остаток) достигает порогового уровня. Этот заказ называется дополнительным, а его размер определяют по следующей зависимости:

$$PZ_d = MЖЗ - ПУ + ОП. \quad (13)$$

Второй заказ – основной – делается, как в первых двух случаях, в фиксированный момент времени (точка D_2). Его размер необходимо определять по формуле

$$PZ_o = MЖЗ - ТЗ + ОП - PZ_d, \quad (14)$$

или по формуле

$$PZ_o = ОДП \cdot t, \quad (15)$$

где ОДП – ожидаемое дневное потребление после момента времени начала дополнительного заказа;

t – период между дополнительным и основным заказами, рабочих дней.

Для расчета параметров системы с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня необходимы следующие исходные данные:

- объем оборота (потребления или сбыта сырья, полуфабрикатов или готовой продукции) за определенный период (S);
- время выполнения заказа ($t_{вз}$);
- время задержки поставки ($t_{зп}$).

Порядок расчета основных параметров рассматриваемой системы.

1. Интервал времени между заказами (I) определяете по формуле (11).

2. Дневное потребление товара на складе определяется как отношение объема оборота (потребления или сбыта сырья, полуфабрикатов или готовой продукции) за определенный период (S) к количеству рабочих дней в данном определенном периоде.

3. Гарантийный запас на складе ($ГЗ$) рассчитывается как произведение дневного потребления товара на складе и времени задержки поставки. В случае отсутствия производственного опыта размер гарантийного запаса принимается с учетом существующих нормативов на уровне не более 50% от величины оптимального размера заказа.

4. Пороговый уровень запасов на складе (ПУ) рассчитывается как сумма гарантийного запаса на складе и ожидаемого потребления товара на складе за время выполнения заказа.

5. Ожидаемое потребление товара на складе за время выполнения заказа (ОП) определяется как произведение дневного потребления товара на складе и времени выполнения заказа.

6. Максимальный желательный уровень запасов на складе (МЖЗ) определяется как сумма гарантийного запаса на складе и произведения интервала времени между заказами (I) и ожидаемого дневного потребления товара на складе.

Система «минимум–максимум»

Данная система ориентирована на ситуацию, когда затраты на учет запасов и издержки на оформление и доставку заказа соизмеримы с потерями от дефицита запасов товара. В этой связи ее целесообразно применять для товаров, имеющих незначительную величину спроса. Поэтому в рассматриваемой системе заказы производятся не через каждый фиксированный интервал времени между ними, а только при условии, что уровень запасов на складе в этот фиксированный момент времени оказался равным или меньше установленного минимального уровня. В случае выдачи заказа его размер рассчитывается так, чтобы поставка пополнила запасы до максимально желательного уровня, поэтому данная система работает лишь с двумя уровнями запасов – минимальным и максимальным. Роль минимального уровня в данной системе выполняет пороговый уровень (рисунок 12).

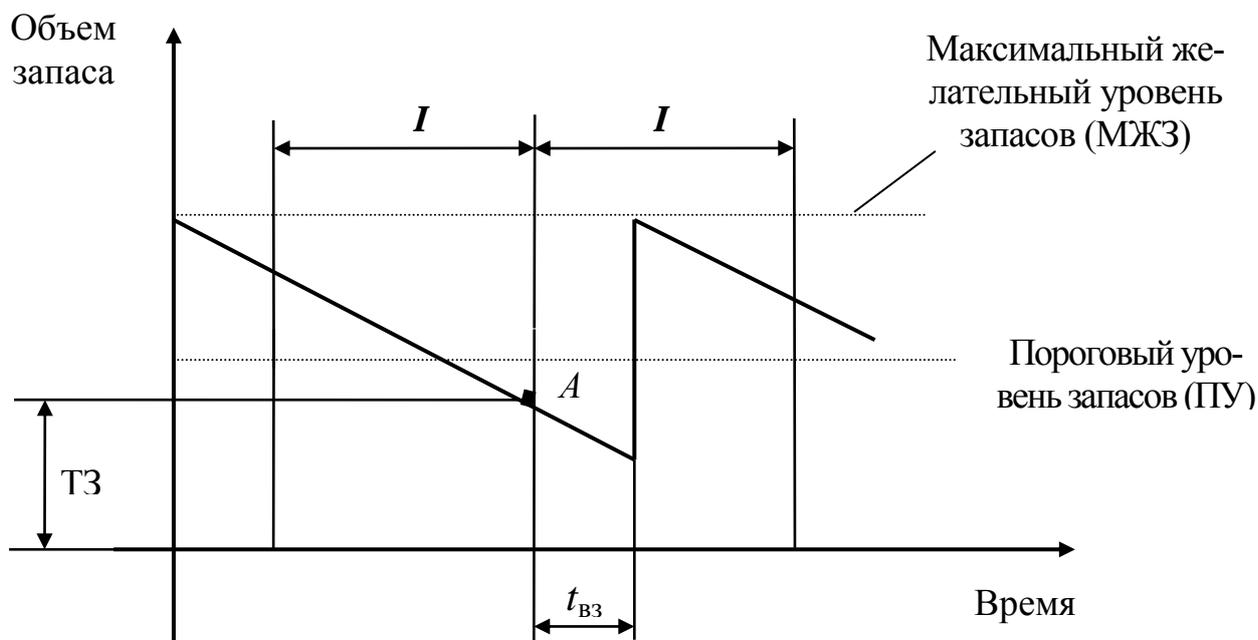


Рисунок 12 – График движения запасов в системе «минимум–максимум»:

I – интервал времени между заказами; точка A – точка заказа;

$TЗ$ – текущий запас товара в точке заказа (A)

Для расчета параметров системы «минимум-максимум» необходимы следующие исходные данные:

- объем оборота (потребления или сбыта сырья, полуфабрикатов или готовой продукции) за определенный период (S);
- время выполнения заказа ($t_{вз}$);
- время задержки поставки ($t_{зп}$).

Порядок расчета основных параметров рассматриваемой системы.

1. Интервал времени между заказами (I) определяете по формуле (11).

2. Дневное потребление товара на складе (ДП) определяется как отношение объема оборота (потребления или сбыта сырья, полуфабрикатов или готовой продукции) за определенный период (S) к количеству рабочих дней в данном определенном периоде.

3. Пороговый уровень запасов на складе (ПУ) рассчитывается как произведение дневного потребления товара на складе и суммы времени выполнения заказа и задержки поставки.

4. Максимальный желательный уровень запасов на складе (МЖЗ) определяется как произведение ожидаемого дневного потребления товара на складе и суммы времени задержки поставки и интервала времени между заказами (I).

5. Размер заказа (РЗ) определяется по формуле (12).

3 Пример реализации систем управления запасами

Рассмотрим возможность применения основных и производных от основных систем управления запасами для следующей производственной ситуации: организация планирует производство деталей рабочих органов машин. При этом известно, что в соответствии с технологией изготовления будет использоваться листовая сталь с линейными размерами $6000 \times 1500 \times 10$ мм стоимостью 8100 тыс. руб. за одну тонну (по состоянию на 01.01.2013 г.). Поставщиком стали будет «Торговый дом Волгоградского металлургического завода "Красный октябрь"» (г. Москва). Расстояние транспортировки в одну сторону – 750 км. В соответствии с прогнозной годовой программой производства деталей машин потребуется 100 тонн листовой стали в год. При этом в соответствии с проведенными маркетинговыми исследованиями (возможных каналов сбыта готовой товарной продукции) планируемое потребление стали в разрезе по месяцам года представлено в таблице 3. Также известно, что допустимая нагрузка на 1 м^2 пола для склада по хранению стали составляет 4 т/м^2 . Издержки на содержание 1 м^2 склада за месяц составляют 21,0 тыс. руб. В результате письменных переговоров с торговым домом установлено, что время выполнения одного заказа составит 30 календарных дней. Время возможной задержки поставки – 7 дней. Среднее количество рабочих дней в меся-

це – 22 дня.

Таблица 3 – Потребление листовой стали по месяцам года, % (тонн)

январь	февр.	март	апр.	май	июнь	июль	авг.	сен.	окт.	нояб.	дек.
6	12	15	10	6	5	8	15	10	5	4	4
(6)	(12)	(15)	(10)	(6)	(5)	(8)	(15)	(10)	(5)	(4)	(4)

Система с фиксированным размером заказа

Важнейшими параметрами, необходимыми для работы системы, являются оптимальный размер заказа (q_0) и пороговый уровень запасов (ПУ).

Так как рассматриваемый пример идентичен первому примеру лекции № 1, в этой связи принимаем результаты ранее сделанного расчета. Оптимальный размер заказа равен 20,0 тонн или 29 листов стали.

Дневное потребление (ДП) стали листовой на складе определяем как отношение объема ее оборота за год к количеству рабочих дней в году. Его величина будет равна 0,380 тонн (100 тонн : 264 раб. дня).

Пороговый уровень запасов (ПУ) стали листовой представляет собой произведение дневного потребления стали и суммы времени выполнения заказа и задержки поставки. Среднее дневное потребление за рабочий день составляет 380кг. Согласно исходной информации время выполнения заказа ($t_{вз}$) и задержки ($t_{зп}$) составляет соответственно 30 и 7 календарных дней или 22 и 6 рабочих дней соответственно. Следовательно, пороговый уровень стали листовой составит 10,64 тонны (380 кг · (22+6)) или 15 листов.

Сравнивая размер заказа (29 листов) и пороговый уровень (15 листов), можно утверждать, что система будет работать.

Гарантийный запас (ГЗ) стали листовой рассчитывается как произведение среднего дневного потребления стали на время задержки поставки и составит 2,28 тонны (380 кг · 6 дн.) или 3 листа.

Максимальный желательный запас (МЖЗ) стали листовой определяется как сумма гарантийного запаса и оптимального размера заказа и составит 22,28 тонн (2,28 + 20 тонн) или 32 листа. Данный показатель в системе с фиксированным размером заказа используется лишь для того, чтобы определить, сколько места на складе следует выделить для хранения стали листовой, если она хранится в штабеле. Принимая во внимание, что на 9 м² площади пола, которую занимает один стальной лист (6000×1500мм) с учетом допустимой нагрузки на 1 м² (4 т/м²), максимально можно хранить не более 36 тонн стали, можно утверждать, что для хранения стали потребуется один штабель, который с учетом проходов и проездов на складе будет занимать не более 15 м².

На рисунке 13 представлен график движения запасов стали листовой за период январь–июнь в соответствии с планируемым потреблением стали (см. таблицу 3) и расчетными параметрами. При этом принималось, что в нулевой момент времени уровень запасов стали на складе составлял максимальный желательный запас (22,28 тонн).

Анализ графика показывает, в марте месяце образуется дефицит стали на недельный период ($t_0 = 6$ дней) в размере 4 тонн. Это обусловит значительные потери производства, связанные с простоем рабочих мест. Данное обстоятельство вызвано неравномерностью потребления стали в течение года, а также тем, что пороговый уровень запасов рассчитывался исходя из средней величины потребления (380 кг за день) притом, что в марте дневное потребление составит около 680 кг.

Решение данной проблемы возможно в результате пересчета порогового уровня запасов (ПУ), исходя не из среднего, а из максимального месячного потребления стали.

Так, в нашем примере, максимальное месячное потребление составляет 15 тонн или 680 кг за рабочий день. Следовательно, пороговый уровень стали листовой составит 19,1 тонны ($680 \text{ кг} \cdot (22+6)$) или 27 листов. Тогда график движения запасов будет иметь следующий вид (рисунок 14).

Анализ рисунка 14 показывает, что при установлении порогового уровня запасов стали из расчета ее максимального дневного потребления, будет наблюдаться бездефицитная работа производства. Однако, при этом будет превышен максимальный желательный уровень запасов. Так, максимальная величина превышения составит порядка 13 тонн (по сравнению с вариантом № 1) или на 60 %. Между тем, это не вызовет увеличения площади склада, занятую сталью листовой ($35 < 36$ тонн), где 36 тонн – допустимая нагрузка на 9 м^2 . Прямые потери за месяц, связанные с общим увеличением уровня запасов стали («замораживание» финансового капитала), составят порядка 3 млн. руб.:

$$(0,5 \cdot 9,0 \cdot 8,1) : 12 \text{ мес.} \approx 3,0 \text{ млн.руб.}$$

где 0,5 – коэффициента эффективности (E) за период времени равный одному году;

9,0 – среднее увеличения уровня запасов на складе для варианта № 2 по сравнению с вариантом № 1, тонн;

8,1 – цена 1 тонны стали, млн. руб.

Кроме того, увеличение уровня запасов обусловит выполнения дополнительного заказа стали. Однако, связанные с этим издержки, носят разовый характер и распространяются на весь период работы производства. Поэтому ими можно пренебречь.

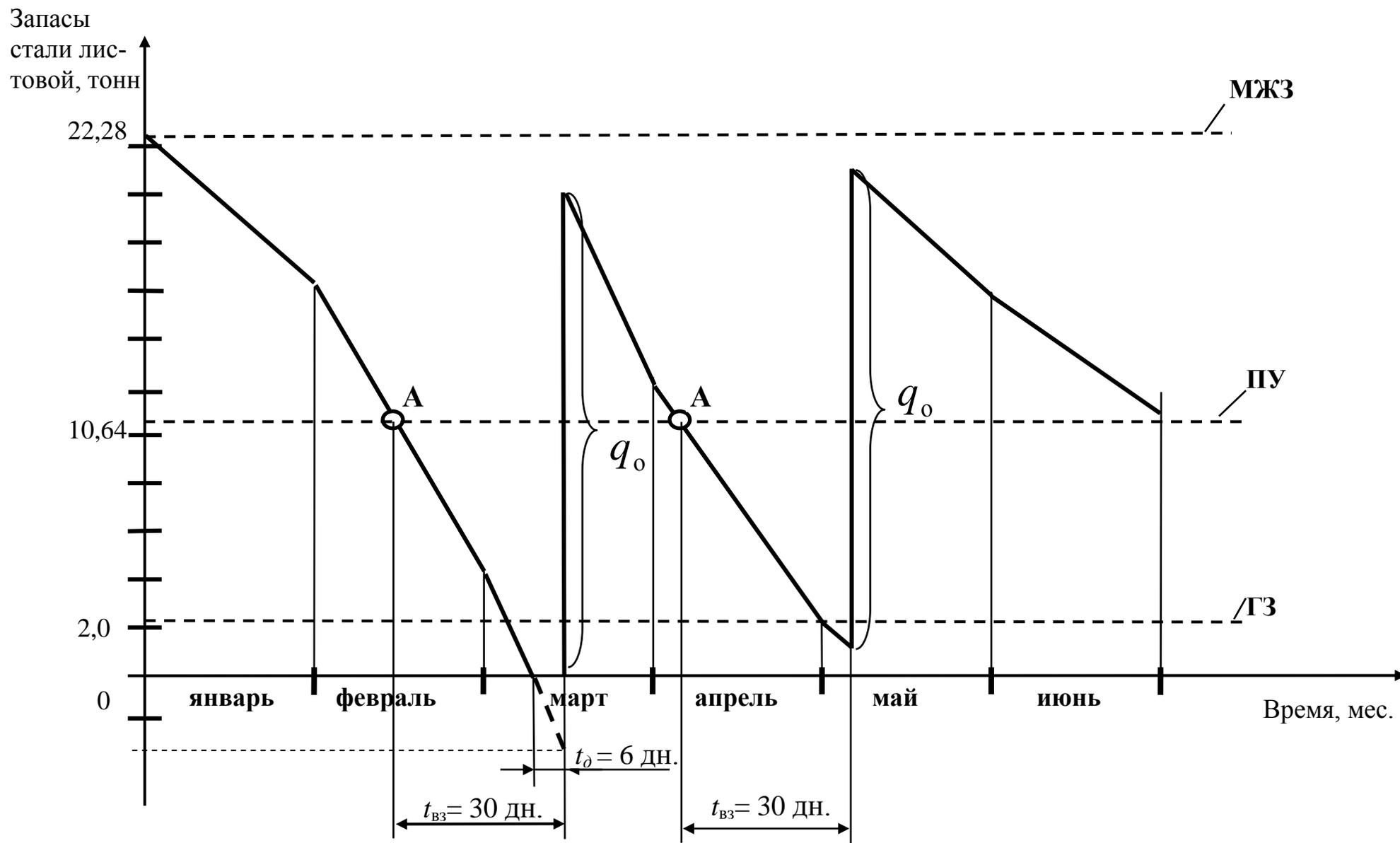


Рисунок 13 – График движения запасов стали листовой в системе с фиксированным размером заказа (вариант № 1)

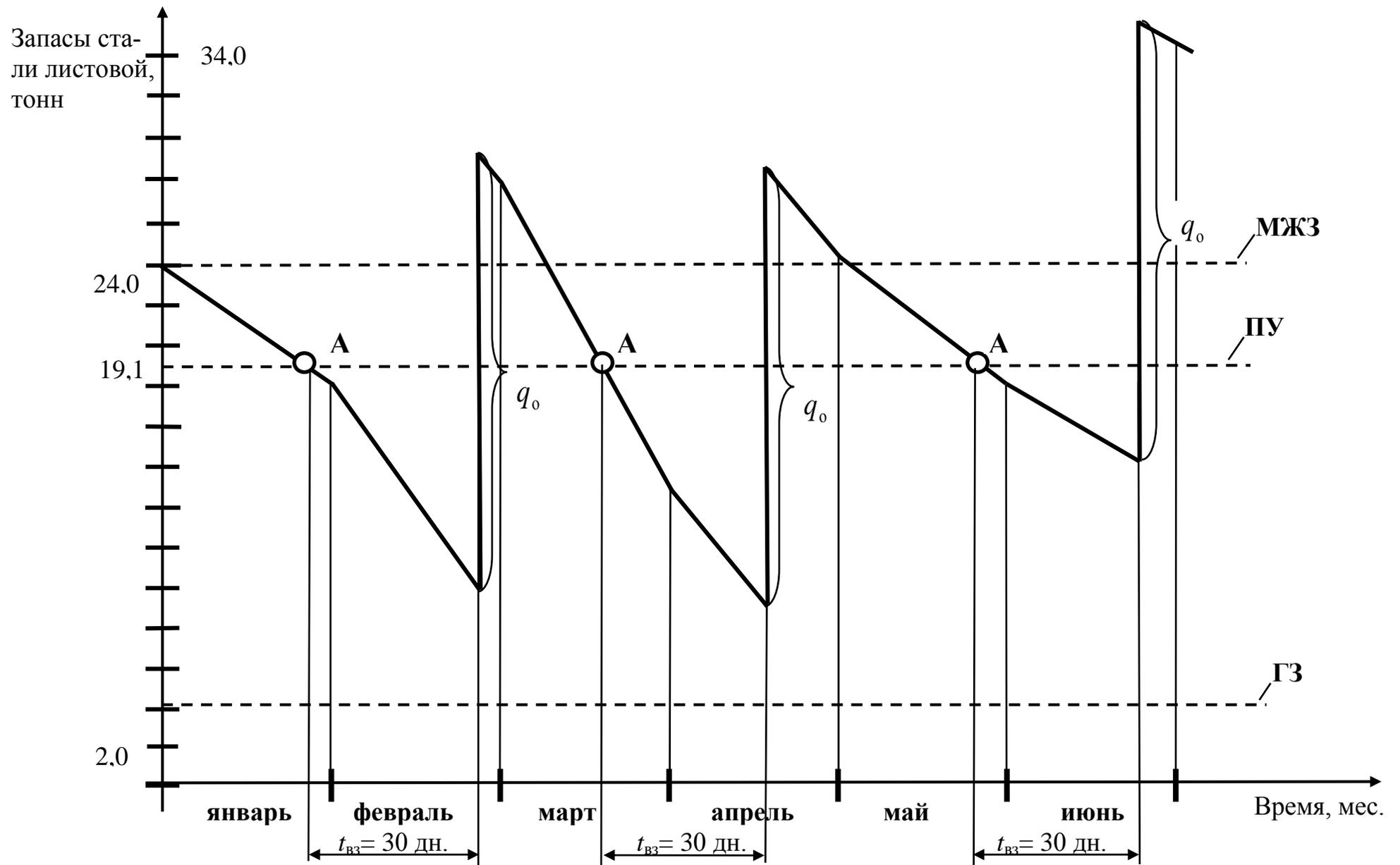


Рисунок 14 – График движения запасов стали листовой в системе с фиксированным размером заказа (вариант № 2)

В свою очередь, управление запасами по варианту № 1 вызовет гораздо большие потери, связанные с простоем производства. Так, например, при стоимости производства на уровне 3 млрд руб. дневной простой рабочих мест обусловит прямые потери на уровне 9–15 млн. руб., что более, чем в 3 раз превысит потери по варианту № 2.

Таким образом, несмотря на увеличение общего уровня запасов стали при управлении ими согласно системе с фиксированным размером заказа по варианту № 2, данный вариант является более предпочтительным с экономической точки зрения.

Система с фиксированным интервалом времени между заказами

Важнейшими параметрами, необходимыми для работы системы, являются фиксированный интервал времени между заказами (I) и максимальный желательный уровень запасов (**МЖЗ**).

Рассчитаем **фиксированный интервал времени между заказами** по формуле (11):

$$I = 264 : \frac{100}{20} = 53 \text{ рабочих дня,}$$

где 264 – количество рабочих дней в году.

Как показывает практика, для простоты применения рассматриваемой системы, фиксированный интервал времени между заказами рекомендуется измерять не в рабочих, а в календарных днях. В нашем случае его размер составит 74 календарных дня ($7 \cdot 53/5$). При этом следует подчеркнуть, что в случае, если имеет место 7-ми дневная рабочая неделя, число календарных дней будет равно числу рабочих дней.

Гарантийный запас (ГЗ) стали листовой рассчитывается как произведение среднего дневного потребления стали на время задержки поставки (рабочих дней) и составит 2,28 тонны ($380 \text{ кг} \cdot 6 \text{ дн.}$).

Максимальный желательный запас (МЖЗ) стали листовой определяется как сумма гарантийного запаса и произведения среднего дневного потребления стали на фиксированный интервал времени между заказами и составит 22,3 тонны ($2,28 + 0,38 \cdot 53$).

Для системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами важно определить момент времени первого заказа. Обычно придерживаются следующего алгоритма:

1. Исходя из величины планируемого потребления стали определяют момент времени (дату), когда уровень запасов стали достигнет гарантийного уровня запасов (в нашем примере точка В).

2. От указанного момента времени (даты) отнимают время выполнения

заказа (в нашем примере 30 дней). Полученное число (дата) соответствует моменту времени первого заказа.

На рисунке 15 представлен график движения запасов стали листовой за период январь–июнь в соответствии с планируемым потреблением стали (см. таблицу 3) и расчетными параметрами. При этом принималось, что в нулевой момент времени уровень запасов стали на складе составлял максимальный желательный запас (22,3 тонны).

Следует подчеркнуть, что в системе с фиксированным интервалом времени между заказами размер заказа величина переменная и рассчитывается по формуле (12). Так, например, рассчитаем размер первого заказа ($PЗ_1$):

$$PЗ_1 = MЖЗ - TЗ_1 + ОП = 22,3 - 14,6 + 0,38 \cdot 22 = 16,06 \text{ тонн} \approx 23 \text{ листа.}$$

Анализ графика показывает, в апреле и в мае месяце образуется 30-ти дневной дефицит стали. Это обусловит значительные потери производства, связанные с простоем рабочих мест. Данное обстоятельство вызвано неравномерностью потребления стали в течение года, а также тем, что в данной системе заказы осуществляются в строго зафиксированные моменты времени. Кроме того, параметры движения запасов определялись исходя из среднего дневного потребления товара. Наряду с этим, из-за непостоянства размера заказа, могут потребоваться не только различные модели автотранспорта, но виды транспорта. Так, например, из-за большой величины размера заказа (более 20–25 тонн), необходимо будет прибегать к использованию железнодорожного транспорта.

Решение проблемы дефицита в системе с фиксированным интервалом времени между заказами возможно путем применения одного из ниже представленных методов:

1. При расчете размера заказа ($PЗ$) по формуле (12) ожидаемое потребление товара за время выполнения заказа ($ОП$) необходимо считать не из среднего, а фактического дневного потребления товара во время выполнения заказа.

2. Пересчета максимального желательного уровня запасов ($MЖЗ$) исходя не из среднего, а максимального дневного потребления товара в течение года (сезона). Так, в нашем примере его уровень составит 40,12 тонны ($0,68 \cdot 6 + 0,68 \cdot 53$). Однако в этом случае будет наблюдаться высокий уровень запасов товара на складе, что потребует выделение большего размера полезной площади склада. Более того, будут наблюдаться самые большие расчетные размеры заказа.

Таким образом, принимая во внимание сравнительно невысокую эффективность работы данной системы с сырьевыми запасами, отличающимися непостоянством потребления в течение установленного периода, применение системы с фиксированным интервалом времени между заказами для управления запасами стали листовой в соответствии с исходной информацией нецелесообразно с организационно-экономической точки зрения.

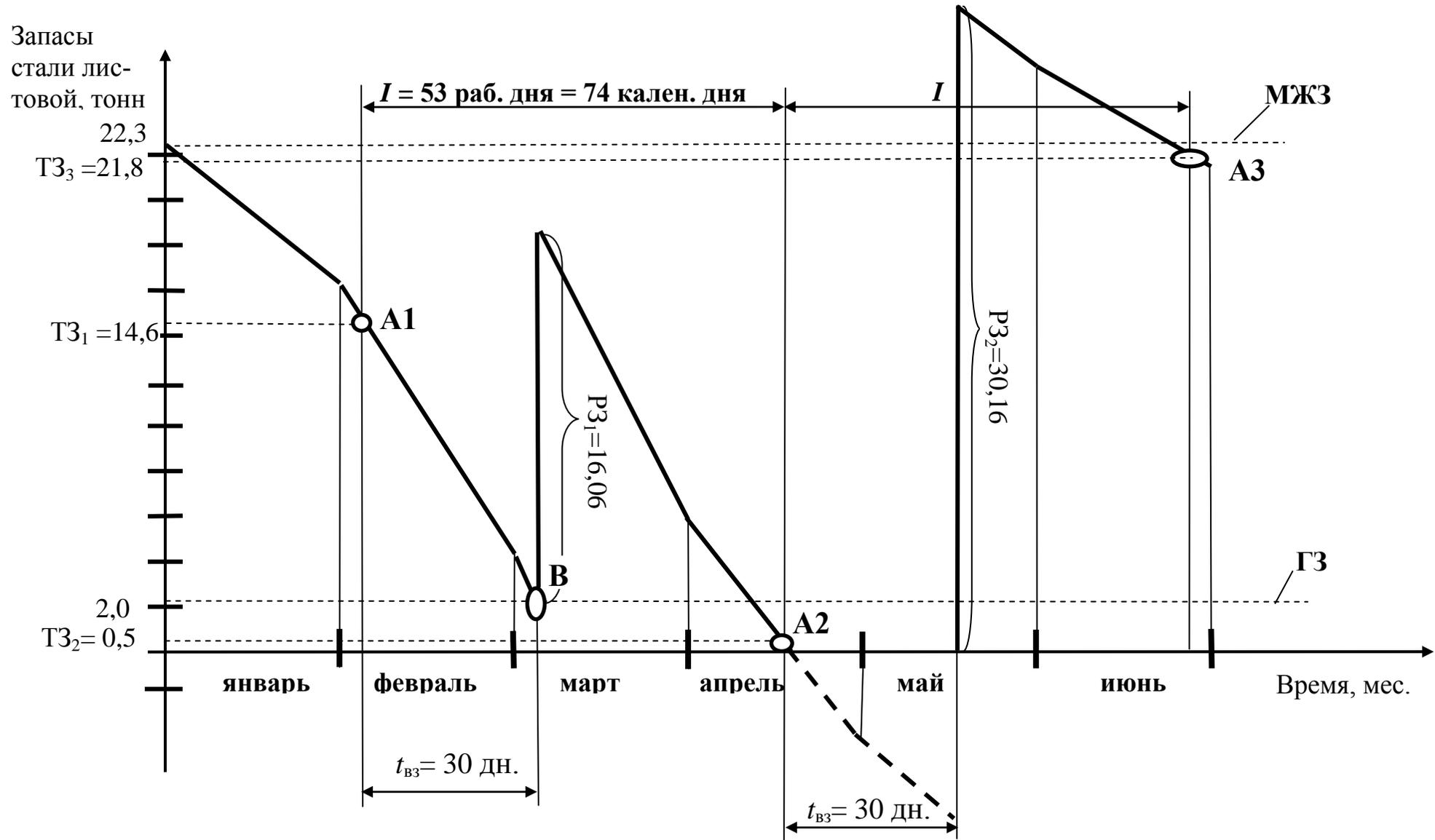


Рисунок 15 – График движения запасов стали листовой в системе с фиксированным интервалом времени между заказами

Система с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня

Система с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня является производной от первых двух рассмотренных выше.

Необходимые параметры для работы данной системы рассчитаны выше в соответствующих системах. Так, пороговый уровень запасов (ПУ) – 10,64 тонны, фиксированный интервал времени между заказами (I) – 53 рабочих дня или 74 календарных дня, максимальный желательный запас (МЖЗ) – 22,3 тонны и гарантийный запас (ГЗ) – 2,28 тонны.

На рисунке 16 представлен график движения запасов. Из рисунка видно, что в марте месяце интенсивность потребления стали превышает среднюю расчетную за год (380 кг за рабочий день). В этой связи в точке Д делается дополнительный заказ. Его размер определяется по зависимости (13)

$$PЗ_{д} = МЖЗ - ПУ + ОП = 22,3 - 10,64 + 0,38 \cdot 22 = 20,0 \text{ тонн.}$$

В точке А2 делается второй основной заказ ($PЗ_2$). Его размер согласно формуле (14) составит:

$$PЗ_2 = МЖЗ - ТЗ_2 + ОП - PЗ_{д} = 22,3 - 0,5 + 0,38 \cdot 22 - 20,0 = 10,16 \text{ тонн.}$$

В точке А3 делается третий основной заказ ($PЗ_3$). Его размер согласно формуле (12) составит:

$$PЗ_3 = МЖЗ - ТЗ_3 + ОП = 22,3 - 17,0 + 0,38 \cdot 22 = 13,66 \text{ тонн.}$$

Анализ рисунка 16 показывает, что, несмотря на тот факт, что система предусматривает осуществление как основных, так и дополнительных заказов, она не гарантирует бездефицитную работу. Более того, из-за большой частоты заказов (в период интенсивного потребления товара) имеют место незначительные по величине заказы ($PЗ_2 = 10,16$ тонн), выполнение которых при значительных расстояниях транспортировки становится экономически нецелесообразным. В этой связи применение системы управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня для производственной ситуации нашего примера является нерациональным решением.

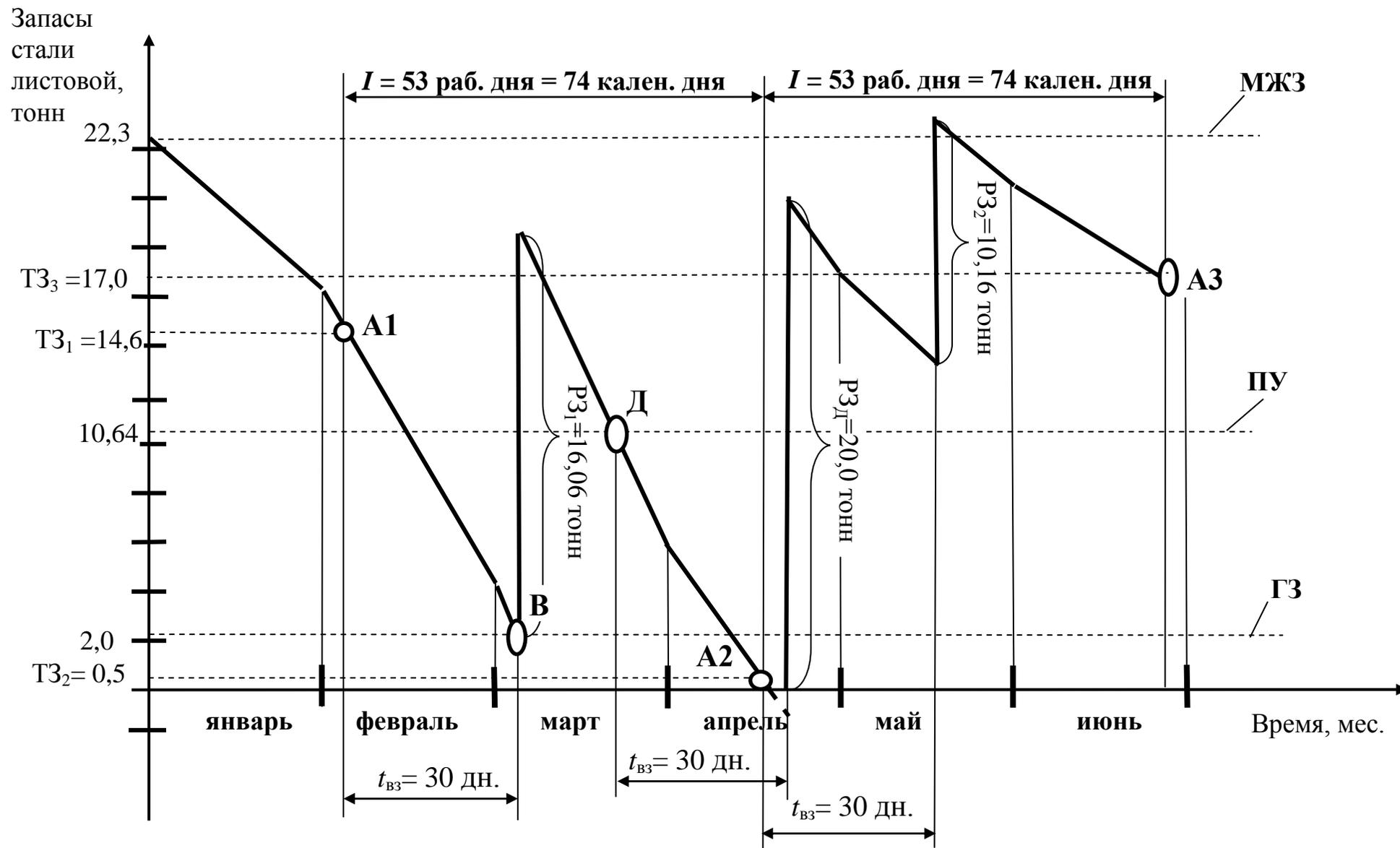


Рисунок 16 – График движения запасов стали листовой в системе с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня

Система «минимум-максимум»

Базовой для работы данной системы управления запасами является системе с фиксированным интервалом времени между заказами. Однако, заказы осуществляются не через каждый фиксированный интервал времени, а лишь в том случае, если в данный фиксированный момент времени уровень запасов товара на складе равен или меньше порогового уровня запасов.

На рисунке 17 представлен график движения запасов в системе «минимум-максимум». В отличие от графика движения запасов в системе с фиксированным интервалом времени между заказами (рисунок 15) в системе «минимум-максимум» заказ № 1 (точка A1) не делается, так как в этот фиксированный момент времени текущий уровень запасов превышает пороговый уровень (минимум). Первый заказ будет сделан лишь во второй фиксированный момент времени. Поэтому за период с марта по май месяцы образуется более чем двухмесячный дефицит стали.

Однако решение проблемы дефицита в системе «минимум-максимум» возможно посредством пересчета размера порогового уровня запасов (ПУ) исходя не из среднего, а максимального дневного потребления товара в течение года (сезона). Так, в нашем примере его уровень составит 19,04 тонны ($0,68 \cdot (22+6)$).

Между тем, данный пример указывает на тот факт, что применение системы «минимум-максимум» крайне нецелесообразно для сырьевых запасов, имеющих значительное потребление, а также отличающиеся многократными колебаниями потребления в течение года или установленного периода времени (сезона).

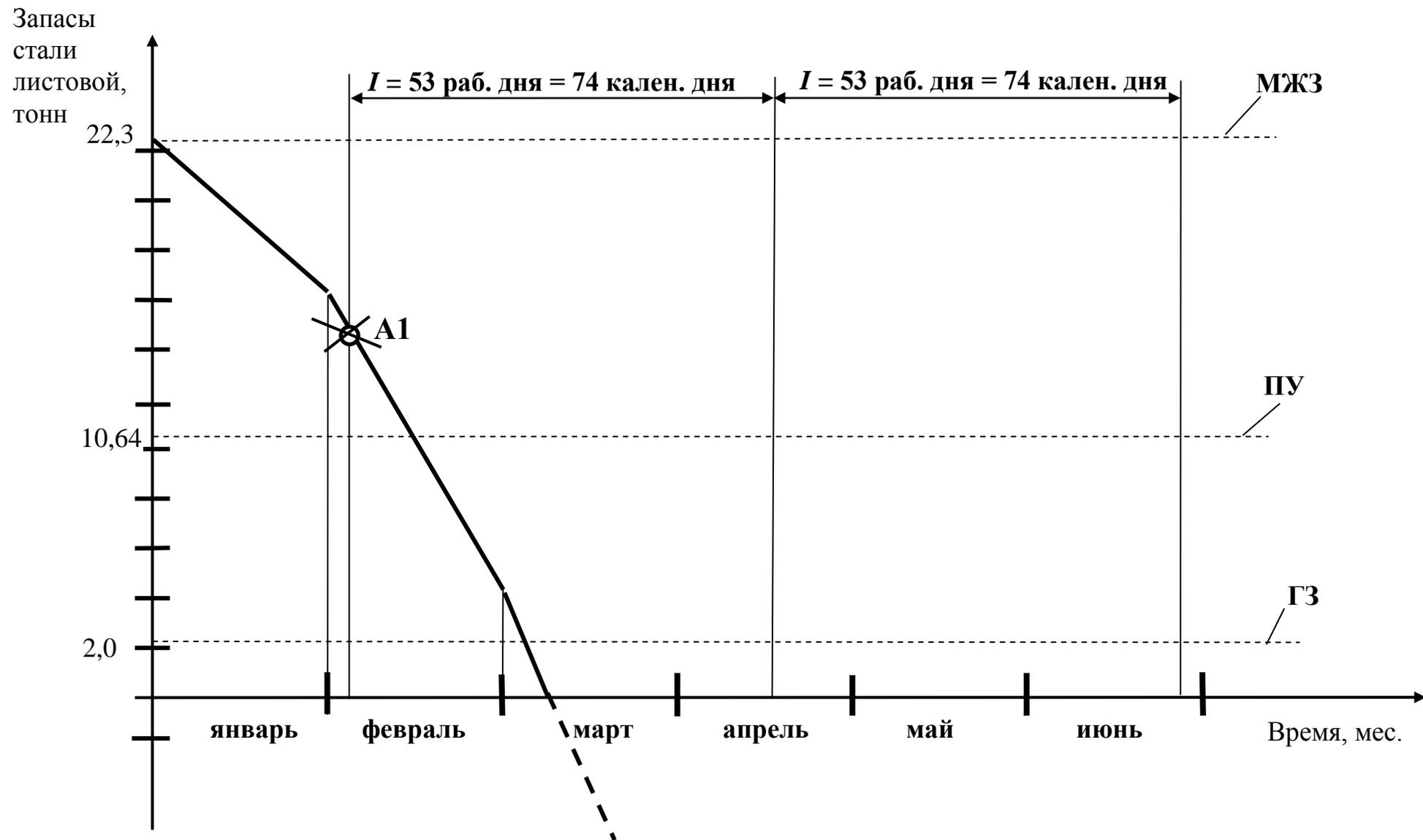


Рисунок 17 – График движения запасов стали листовой в системе «минимум-максимум»

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается принципиальная разница между основными системами управления запасами?
2. Какая система из числа основных является базовой для производных от основных систем управления запасами?
3. Для товаров, с какими характеристиками спроса целесообразно применять систему с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня?
4. В чем заключаются ограничения применения системы с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня?
5. Как работают производные от основных системы управления запасами?
6. Что собой представляет пороговый уровень запасов?
7. Как рассчитывается фиксированный размер заказа?
8. Как определяется фиксированный интервал времени между заказами?
9. Как определяется максимальный желательный уровень запасов на складе? Необходимость его расчета в основных системах управления запасами.
10. В чем заключается необходимость создания гарантийного запаса?

ТЕМА № 4

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ НА ПРАКТИКЕ

Изучив материал данной темы, вы должны *уметь*:

- анализировать величину и прогнозируемость спроса по товарным позициям в пределах номенклатуры запасов с применением ABC-XYZ анализа;
- производить выбор системы управления запасами, а также моделирование параметров движения запасов для соответствующей системы с учетом результатов ABC-XYZ анализа;
- осуществлять построение системы управления запасами на практике с применением информационных системах управления ресурсами предприятия.

1 ABC-анализ

Идея ABC-анализа состоит в том, чтобы из всего множества однотипных объектов, к примеру, ассортимента товаров, выделить наиболее значимые с точки зрения обозначенной цели.

Следует указать, что **товарный ассортимент** – это группа товаров, тесно связанных хотя бы одним признаком, например, назначением, общей потребительской группой и т. д. (хлебобулочные изделия, моторные масла и т.п.)

В свою очередь, **товарная номенклатура** – совокупность всех ассортиментных групп товаров и товарных единиц, предлагаемых для продажи.

Исторически происхождение метода связано с решением снабженческих проблем управления ассортиментной политикой, с необходимостью концентрации усилий на тех запасах, которые имеют наибольший вес в общей стоимости сырья и материалов.

ABC-анализ опирается на гипотезу о том, что в реальности обычно около 20% элементов обеспечивают около 80% результата. Эта гипотеза основывается на так называемом принципе (правиле) Парето, который был выдвинут итальянским инженером, экономистом и социологом Вильфредо Парето и утверждает, что в пределах заданной группы или совокупности отдельные объекты имеют гораздо большее значение, чем то, которое соответствует их доле в численности этой группы.

Этот метод размещения товаров прост в расчетах, не требует больших исследований исходящего материало потока, поскольку основан только на данных о средних величинах спроса (потребления) по каждому наименованию запасов.

Существует метод, основанный на более сложном рассмотрении характеристик спроса (потребления). Метод предполагает ABC-анализ с построением кривой Лоренца: соотношения количества наименований запасов и его доли в

общем обороте фирмы. По результатам анализа наименования товара делятся на три группы: *A* – 20% ассортимента, составляющие 80% оборота; *B* – 30% ассортимента, составляющие 15% оборота; *C* – 50% ассортимента, составляющие 5% оборота (рисунок 18).

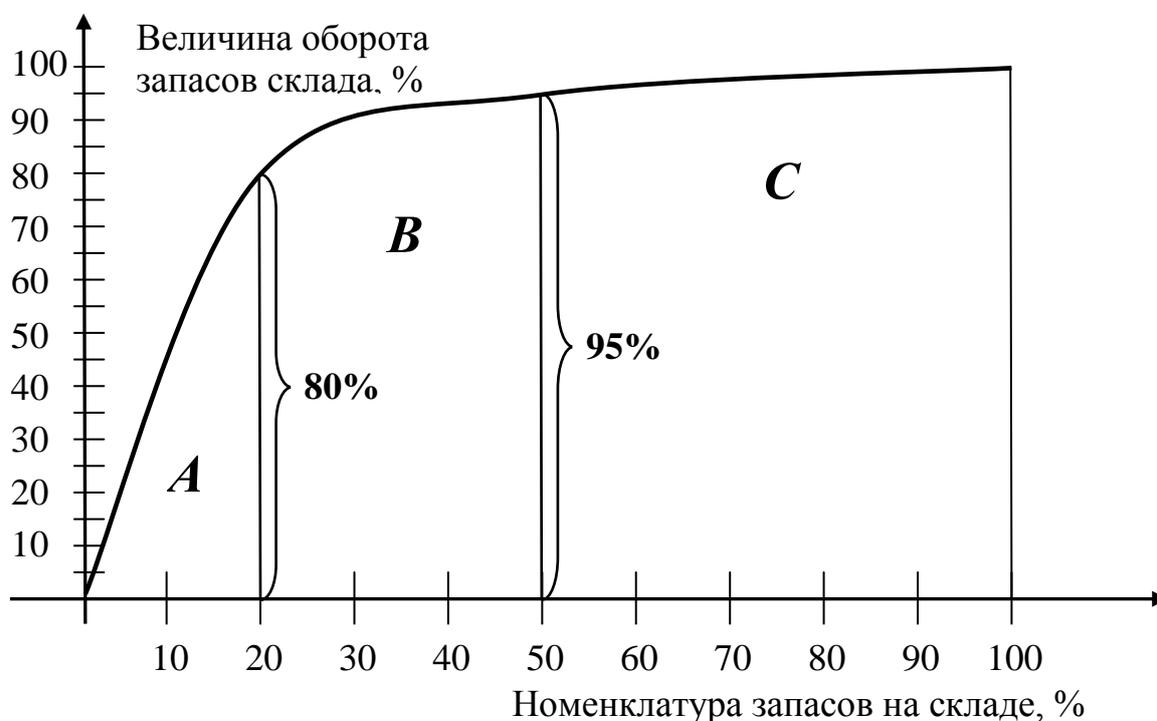


Рисунок 18 – Кривая Лоренца ABC-анализа

Анализ рисунка показывает, что товары групп *A* и *B* обеспечивают основной товароборот. Поэтому необходимо обеспечивать постоянное их наличие на складе.

Между тем актуальной является проблема выбора признака, на основании которого будет осуществляться классификация объектов управления (материальных запасов). Как показывает опыт действующей практики применения *ABC-анализа*, разбиение ассортиментных групп осуществляется с учетом значимости отдельных товарных позиций. При этом понятие «значимость» предполагает определение доли того или иного наименования запасов в общем объеме реализации. В свою очередь измерение объем реализации осуществляется или в денежном, или в натуральном исчислении. Причем, как правило, предпочтение отдается денежной форме без особой на то аргументации. Так, например, в группу *A* обязательно войдет товарная позиция, которая обеспечивает наибольший годовой объем реализации (выручки и прибыли), независимо от того в каком количестве (натуральном исчислении) был реализован товар в течение года.

Осуществим экономическое обоснование, отвечая на вопрос: какой же

форме исчисления (денежной или натуральной) следует отдавать предпочтение при разбиении ассортиментной группы товаров при *ABC-анализе*?

Рассмотрим следующий пример. В ассортиментную группу товаров входит 30 позиций. Причем, как показал опыт, наибольший объем реализации за год был обеспечен по товарным позициям № 1 и № 4, который составил (без учета торговых надбавок) соответственно 10,0 и 9,5 млн. руб. Следуя традиционному порядку разбиения ассортиментной группы, в группе *A* не первом месте будет находиться товар под № 1. Однако возникает вопрос: на сколько правомерно данное утверждение с экономической точки зрения.

Для ответа на поставленный вопрос необходимо провести более детальное сравнение, определив уровень рентабельности торговой деятельности по указанным товарным позициям. Из опыта работы было установлено, что закупочная цена по товарам № 1 и № 4 была равна 2000,0 и 500,0 тыс. руб./шт. соответственно. При этом товары заказывались у одного и того же поставщика. Кроме того, известно, что по указанным позициям велась бездефицитная работа, а средний размер запаса (средний остаток), который имел место на складе в течение года по позициям № 1 и № 4, составлял 2 и 3 шт. соответственно.

Определим годовой уровень рентабельности торговой деятельности (R) по указанным товарным позициям по следующей формуле:

$$R = \frac{O_p - C_c}{C_c} \cdot 100\%, \quad (16)$$

где O_p – годовой объем реализации по товарной позиции, тыс. руб.;

C_c – совокупные годовые затраты на формирование и управление запасами по товарной позиции, тыс. руб.

Годовой объем реализации по товарной позиции (O_p) рекомендуется определять по следующей зависимости:

$$O_p = P \cdot S \cdot (1 + k_{т.н}), \quad (17)$$

где P – закупочная цена товара (товарной позиции), тыс. руб./шт.;

S – величина спроса (потребления) по товарной позиции за год, шт./год (в нашем примере, согласно условию, по товару № 1 – 5 шт./год, по товару № 4 – 19 шт./год);

$k_{т.н}$ – коэффициент, отражающий величину торговой надбавки (в нашем примере при 30,0 % торговой надбавке равен 0,3).

Рассчитаем совокупные годовые затраты на формирование и управление запасами по товарным позициям № 1 и № 4 согласно зависимости (9), учитывая,

что транспортные и связанные с ними расходы (погрузка, разгрузка) на выполнение одного заказа (C_o^e) по указанным товарным позициям равны между собой и составляют 50,0 тыс. руб., а издержки на хранение единицы товара в течение года (C_{xp}^e) также равны и составляют 10,0 тыс. руб. за единицу товара (штуку).

По товарной позиции № 1:

$$C_{c1} = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P =$$

$$= 2000,0 \cdot 5 + 50,0 \cdot \frac{5}{4} + 10,0 \cdot \frac{4}{2} + 0,5 \cdot \frac{4}{2} \cdot 2000,0 = 12082,5 \text{ тыс.руб.}$$

По товарной позиции № 4:

$$C_{c4} = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P =$$

$$= 500,0 \cdot 19 + 50,0 \cdot \frac{19}{6} + 10,0 \cdot \frac{6}{2} + 0,5 \cdot \frac{6}{2} \cdot 500,0 = 10438,3 \text{ тыс.руб.}$$

С учетом исходной информации и результатов проведенных расчетов по формуле (16) определим годовой уровень рентабельности торговой деятельности (R) по товарной позиции № 1:

$$R_1 = \frac{13000,0 - 12082,5}{12082,5} \cdot 100\% = 7,6 \%,$$

где 13000 – годовой объем реализации по товарной позиции № 1 (2000,0 тыс. руб./шт. · 5 шт. · 1,3), тыс. руб.

В свою очередь по товарной позиции № 4:

$$R_4 = \frac{12350,0 - 10438,3}{10438,3} \cdot 100\% = 18,3 \%.$$

Более чем двукратное превышение годового уровня рентабельности по позиции № 4 по сравнению с позицией № 1 обусловлено более высоким уровнем (коэффициентом) оборачиваемости финансовых средств, вкладываемых в формирование и управление запасами. Так, по товарной позиции № 4 финансовые средства совершают около 6 оборотов (19/3), тогда как по товарной позиции № 1 лишь 2,5 оборота (5/2).

Данный пример позволяет утверждать, что «значимость» (как оценочный показатель при разбиении ассортиментной группы товаров на *A*, *B* и *C* группы *ABC-анализа*) должна определяться, в первую очередь, величиной спроса (потребления) за год (другой установленный промежуток времени) в натуральном исчислении. Так, в нашем примере величина спроса по товарной позиции № 4 составляет 19 шт./год, а по товарной позиции № 1 лишь 5 шт./год. Следовательно, товарная позиция № 4 должна иметь более высокую значимость для торговой организации, нежели товарная позиция № 1.

Таким образом, исходя из классической формулировки *ABC-анализа*, а также представленных выше рассуждений рекомендуется следующий алгоритм разбиения товарной номенклатуры на *A*, *B* и *C* группы:

1. Товарная номенклатура организации (склада) разбивается на ассортиментные группы товаров, то есть *ABC-анализ* нельзя применять напрямую к товарной номенклатуре (разнородным товарам);

2. Товары в пределах отдельных ассортиментных групп разбиваются на три группы *A*, *B* и *C*. Причем в группу *A* должны войти 15,0–25,0% товаров от их общего числа в ассортиментной группе, которые имеют наибольшую величину спроса (потребления) в натуральном исчислении (шт., ед., т, м³, рулонов, бухт и т.п.). В группу *B* – следующее (по величине спроса) 20,0–40,0% товаров от их общего числа в ассортиментной группе. В группу *C* – оставшиеся 35,0–65,0% товаров данной ассортиментной группы.

3. Формируются группы *A*, *B* и *C* в пределах товарной номенклатуры организации (склада) путем объединения соответствующих групп по всем ассортиментным группам товаров.

Таким образом, метод ABC-анализа позволяет оценить величину спроса на товары в пределах всей номенклатуры запасов.

2 *ABC–XYZ* анализ

Основанный на данных о средних величинах спроса за установленный промежуток времени *ABC-анализ не позволяет спрогнозировать спрос на товары.*

В связи с этим возник метод, основанный на более сложном рассмотрении характеристик спроса на товары, предполагает первоначально *ABC*, а затем *XYZ-анализ*. Последний предусматривает разбиение всей номенклатуры товаров на три группы *X*, *Y* и *Z* в зависимости от прогнозируемости спроса (потребления) на них.

Прогнозируемость спроса (потребления) на товар определяется с помощью коэффициента вариации спроса на товар. Данный коэффициент рассчитывается по следующей зависимости:

$$\eta = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}}{\bar{x}} \cdot 100\%, \quad (18)$$

где i – номер интервала;

n – количество (число) интервалов, на которое разбивается установленный период. Например, год разбивается на 12 интервалов (месяцев);

x_i – i -е значение величины спроса по товарной позиции за i -ый интервал времени. Например, за первый интервал, то есть январь месяц, шт./мес.;

\bar{x} – среднее значение величины спроса по товарной позиции за один интервал времени в течение установленного периода. Например, за один месяц в течение года ($\sum x_i / n$), шт./мес.

После расчета коэффициента вариации спроса для всех позиций товарной номенклатуры их необходимо упорядочить по соответствующим группам (X , Y и Z). Предлагаемый алгоритм деления товарной номенклатуры представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Алгоритм деления товарной номенклатуры на X , Y и Z группы

Группа	Интервал значений коэффициента (η)	Характеристика группы
X	$0 \leq \eta \leq 10\%$	Хорошая прогнозируемость спроса (потребления) на товары
Y	$10 < \eta \leq 25\%$	Удовлетворительная прогнозируемость спроса (потребления) на товары
Z	$25\% < \eta$	Неудовлетворительная прогнозируемость спроса (потребления) на товары

Следует отметить, что интервалы могут принимать другие значения.

После проведения XYZ -анализа заполняется матрица по следующей форме (таблица 5).

Таблица 5 – Матрица ABC - XYZ анализа

AX	AY	AZ
BX	BY	BZ
CX	CY	CZ

В соответствующую клетку матрицы вносятся номера (наименования) то-

варов, одновременно относящихся к двум группам, например, *A* и *X*.

Матрица *ABC–XYZ анализа* позволяет охарактеризовать спрос (потребление) на товары по двум оценочным показателям: величине и прогнозируемости. Так, например, товары, которые вошли в ячейку *AX* отличаются большим спросом и хорошей прогнозируемостью спроса. В свою очередь, товары *CZ* – небольшим по величине спросом и неудовлетворительной прогнозируемостью.

Важно подчеркнуть, что *ABC–XYZ анализ* должен обязательно предшествовать выбору оптимальной системы управления запасами для соответствующей товарной позиции. При этом система управления запасами должна отвечать требованиям, предъявляемым к наличию товаров на складе. Например, для сугубо торговой организации по товарной продукции, которая входит в группы *AX* и *BX*, *AУ* и *ВУ*, *AZ* и *BZ* должна обеспечиваться бездефицитная работа, так как данные товары отличаются большой и средней величиной спроса (потребления) на них. И, наоборот, по товарным позициям, которые входят в группы *СУ* и *CZ*, целесообразно работать под заказ, то есть, тем самым, допуская дефицит указанных товаров.

Таким образом, применения *ABC–XYZ анализ* обуславливает необходимость сбора информации об изменении величины спроса на товары. Реализация данной предпосылки невозможна без внедрения в практику хозяйственной деятельности коммерческих организаций современных методов учета материальных запасов, предусматривающих использование информационных систем управления производством (*ERP-систем*).

3 Пример реализации *ABC–XYZ анализа*

Рассмотрим возможность применения *ABC–XYZ анализа* для следующей производственной ситуации.

С целью совершенствованию управления производственными запасами в ОАО «МАЗ» на складе листового проката и тонкостенных труб перед инженером отдела материально-технического снабжения была поставлена задача: провести *ABC–XYZ анализ*.

Номенклатура производственных запасов склада листового проката и тонкостенных труб приведена в таблице 6.

В соответствии с алгоритмом проведения *ABC–XYZ анализа*, во-первых, необходимо провести *ABC–анализ*, который в первую очередь предусматривает разбиение товарной номенклатуры склада на ассортиментные группы товаров. Однако, так как указанный склад отличается высоким уровнем специализации (исходя из названия), вся номенклатура стального проката (см. таблицу 6) представляет собой одну ассортиментную группу.

Таблица 6 – Номенклатура запасов склада листового проката и тонкостенных труб

№ позиции	Наименование материальных запасов	Годовое потребление, тонн/год	Потребление по кварталам года, тонн/квартал			
			I	II	III	IV
Сталь листовая						
1	1,5×1250×2500	839,7	286,1	194,3	232,6	126,7
2	2,0×1250×2500	809,4	240,3	205,1	213,5	150,5
3	2,0×1500×2500	745,5	196,6	190,1	218,3	140,5
4	2,5×1250×2500	627,7	170,3	150,8	160,4	146,2
5	3,0×1000×2500	645,0	120,8	171,4	190,0	162,8
6	3,0×1250×2500	610,5	150,0	158,0	172,4	130,1
7	4,0×1500×2500	618,7	139,3	129,0	180,4	170,0
8	5,0×1500×2500	688,6	190,0	173,2	170,1	155,3
9	6,0×1500×2500	410,7	112,1	121,3	99,3	78,0
10	8,0×1500×6000	395,3	134,0	103,2	80,7	77,4
Трубы профильные						
11	4,0×35,0×35,0	183,4	49,6	35,2	41,9	56,7
12	4,0×32,0×32,0	155,3	41,2	31,0	37,8	45,3
13	4,0×25,0×25,0	180,4	39,2	48,3	40,0	52,9
14	10,0×160,0×160,0	205,3	41,0	48,0	55,0	61,3
15	6,0×90,0×90,0	166,9	38,8	33,6	38,5	56,0
16	7,0×100,0×100,0	154,3	42,0	41,3	39,1	31,9
17	10,0×125,0×125,0	139,9	37,0	33,8	39,2	29,9
18	7,0×80,0×80,0	146,0	44,0	37,1	25,0	39,9
19	6,0×63,0×63,0	190,0	49,7	48,1	55,2	37,0
20	3,0×40,0×40,0	188,6	47,3	45,0	59,1	37,2
21	15,0×15,0×1,5	11,0	2,1	3,4	2,1	3,4
22	20,0×20,0×1,5	12,4	2,8	3,4	2,8	3,4
23	20,0×20,0×2,0	15,6	3,5	3,9	4,6	3,7
24	25,0×25,0×1,5	19,6	4,6	5,3	5,3	4,5
25	25,0×25,0×2,0	22,8	5,3	6,6	6,4	4,5
26	30,0×30,0×1,5	22,6	4,9	5,1	6,0	6,6
27	30,0×30,0×2,0	20,5	4,6	4,0	6,6	5,2
28	40,0×40,0×2,5	33,2	7,8	8,1	11,8	5,4
29	40,0×40,0×2,0	29,3	5,8	9,3	11,2	3,0
30	40,0×40,0×3,0	34,9	7,5	6,9	13,1	7,4

В соответствии с алгоритмом проведения *ABC–XYZ анализа*, во-первых, необходимо провести *ABC–анализ*, который в первую очередь предусматривает разбиение товарной номенклатуры склада на ассортиментные группы товаров.

Однако, так как указанный склад отличается высоким уровнем специализации (исходя из названия), вся номенклатура стального проката (см. таблицу 6) представляет собой одну ассортиментную группу.

В связи с установленной методикой *ABC-анализа* в группу *A* должны войти 15,0–25,0 % товаров от их общего числа в ассортиментной группе (5–8 позиций из 30), которые имеют наибольшую величину потребления. Это товарные позиции № 1, № 2, № 3, № 4, № 5, № 6, № 7 и № 8. В группу *B* – следующее по величине потребления 20,0–40,0 % товаров (6–12 позиций из 30) – товарные позиции № 9, № 10, № 11, № 12, № 13, № 14, № 15, № 16, № 17, № 18, № 19 и № 20. В группу *C* – оставшиеся наименования – товарные позиции № 21, № 22, № 23, № 24, № 25, № 26, № 27, № 28, № 29 и № 30.

Во-вторых, необходимо провести *XYZ-анализ*. Для этого, определим величину коэффициента вариации спроса по формуле (18) по всем наименованиям товаров на примере товарной позиции № 1:

$$\eta_1 = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}}{\bar{x}} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{\sqrt{\frac{(286,1 - 209,9)^2 + (194,3 - 209,9)^2 + (232,6 - 209,9)^2 + (126,7 - 209,9)^2}{4}}}{209,9} \cdot 100\% = 27,7\%.$$

Аналогичным образом был сделан расчет по остальным 29 наименованиям производственных запасов (таблица 7).

Таблица 7 – Величины коэффициентов вариации спроса по товарным позициям склада листового проката и тонкостенных труб

№ позиции	Коэф-т вариации спроса, %								
1	27,7	7	13,7	13	12,7	19	13,9	25	14,4
2	16,1	8	7,2	14	14,8	20	16,7	26	12,1
3	15,3	9	15,8	15	20,4	21	24,2	27	19,0
4	5,9	10	22,9	16	10,4	22	10,8	28	27,7
5	15,7	11	17,6	17	10,0	23	10,1	29	42,8
6	10,0	12	15,5	18	19,4	24	8,0	30	29,1

С учетом полученных результатов упорядочим товарные позиции по группам *X*, *Y* и *Z* (таблица 8).

Таблица 8 – Группы товаров *XYZ*–анализа

Наименование группы	Номера позиций
группа <i>X</i>	4, 8, 24
группа <i>Y</i>	2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27
группа <i>Z</i>	1, 28, 29, 30

Заполняем матрицу *ABC*–*XYZ* анализа (таблица 9).

Таблица 9 – Матрица *ABC*–*XYZ* анализа

<i>AX</i> 4, 8	<i>AY</i> 2, 3, 5, 6, 7	<i>AZ</i> 1
<i>BX</i> –	<i>BY</i> 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	<i>BZ</i> –
<i>CX</i> 24	<i>CY</i> 21, 22, 23, 25, 26, 27	<i>CZ</i> 28, 29, 30

Проведенный *ABC*–*XYZ* анализ производственных запасов склада листового проката и тонкостенных труб позволяет сделать следующие выводы и предложения:

- учитывая специализацию склада, необходимо по всем без исключения товарным позициям обеспечить бездефицитную работу;

- по товарным позициям, которые вошли в группы *AY* и *BY*, *AZ* и *BZ* (1, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20) пороговый уровень запасов (уровень запасов, определяющий момент выдачи очередного заказа), а также страховой запас должны рассчитываться исходя из максимального дневного потребления, что гарантированно обеспечит бездефицитную работу по данным наиболее значимым производственным запасам;

- по товарным позициям, которые вошли в группы *CX* и *CY* (21, 22, 23, 24, 25, 26, 27) пороговый уровень запасов, а также страховой запас должны рассчитываться исходя из среднего дневного потребления. Это позволит сократить общий размер запасов по данным менее значимым наименованиям запасов. По товарам *CZ* (28, 29, 30) пороговый уровень запасов, а также страховой запас должны рассчитываться исходя из максимального дневного потребления, что гарантированно обеспечит бездефицитную работу по данным производственным запасам;

- по товарным позициям № 4 и № 8 (группа *AX*), отличающихся хорошей прогнозируемостью спроса, пороговый уровень запасов, а также страховой запас должны рассчитываться исходя из среднего дневного потребления. Это позволит

сократить общий размер запасов по данным значимым наименованиям запасов.

Важно подчеркнуть, что если бы слад носил товарную, а не производственную направленность по товарам, которые вошли в ячейки *CY* (21, 22, 23, 25, 26, 27) и *CZ* (28, 29, 30) целесообразно организовывать работу под конкретный заказ, то есть допуская дефицит по данным товарным позициям.

4 Методические основы выбора и применения систем управления запасами

Анализ особенностей основных и производных от основных систем управления запасами, а также возможностей их применения на практике позволяет сделать следующие выводы и предложения:

1. В коммерческих организациях, у которых внедрены информационные системы управления производством (*ERP*-системы) или хотя бы используются прикладные конфигурации типа «1С:Склад» для всех без исключения наименований запасов целесообразно применять систему управления запасами с фиксированным размером заказа. При этом для всех наименований запасов, исходя из фактического или планируемого значения величины потребления (S), должны быть рассчитаны и внедрены в электронные таблицы два параметра: пороговый уровень запасов (**ПУ**) и фиксированный (оптимальный) размер заказа (q_0). Это позволит в оперативном порядке осуществлять управление запасами: как только остатки данного наименования товара достигают расчетного порогового уровня (**ПУ**) машина (персональный компьютер) сигнализирует о необходимости заказа товара в размере (q_0). Эффективность управления запасами в этом случае зависит от применяемых методов их учета, а также от уровня партнерских взаимоотношений между потребителем и поставщиком (поставщиками). Так, максимальная эффективность будет обеспечена в том случае если внедрены:

– система учета материальных запасов, основанная на технологии автоматизированной идентификации штриховых кодов (например, работа кассовых терминалов в торговле) или *RFID*-технологии идентификации;

– система электронного обмена данными *EDI* (*Electronic Data Interchange*) между потребителем и поставщиком на базе процессных моделей *CPFR* (*collaborative planning, forecasting and replenishment* – совместное планирование, прогнозирование и размещение) и *VMI* (*vendor managed inventory* – запасы, управляемые поставщиком), позволяющая в реальном масштабе времени сигнализировать поставщику о необходимости заказа товара в размере (q_0), а также об интенсивности потребления товара, таким образом, повышая уровень тактического и оперативного планирования в цепи поставок.

Следует подчеркнуть, что для товаров, спрос на которые характеризуется значительной величиной и колебанием в течение установленного периода (года) пороговый уровень необходимо рассчитывать не из среднего, а из максимального дневного потребления. Это обеспечит бездефицитную работу по данным наименованиям товаров.

2. В коммерческих организациях, у которых не внедрены информационные системы управления производством, а применяется карточная система учета запасов, рекомендуется следующий алгоритм применения систем управления запасами:

– для товаров, которые характеризуются большим и средним, а также практическим неизменным по величине спросом (потреблением) (товарные группы *AX* и *BX*), целесообразно использовать систему с фиксированным интервалом времени между заказами;

– для товаров, которые отличаются большим и средним, а также средним и значительным колебанием спроса (потребления) (товарные группы *AY*, *BY*, *AZ* и *BZ*), целесообразно использовать систему с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня, но лишь в том случае, когда расстояния транспортировки имеют сравнительно небольшую величину, позволяющую делать как дополнительные, так и основные заказы. В противном случае, если транспортные расходы имеют значительную величину, альтернативой является система с фиксированным размером заказа. При этом пороговый уровень должен рассчитываться не из среднего, а из максимального дневного потребления. Это обеспечит бездефицитную работу склада по данным наименованиям товаров;

– для жидких и газообразных товаров (дизельное топливо, бензин, сжиженный газ и т.п.), которые доставляются специальным транспортом (с фиксированным размером цистерны) должна применяться система с фиксированным размером заказа. При этом пороговый и максимальный желательный уровень запасов, которые определяют размеры емкостей для хранения подобных товаров, должны рассчитываться из величины максимального дневного потребления;

– для товаров, которые отличаются относительно небольшой величиной спроса (потребления) (товарные группы *CX*, *CY* и *CZ*), целесообразно использовать систему «минимум-максимум». Однако следует подчеркнуть, что в случае, если в указанные товарные группы входят такие сырьевые запасы, дефицит которых вызовет остановку производства, для них необходимо применять систему с фиксированным размером заказа.

3. В торговых организациях, где заказы осуществляется с фиксированным интервалом времени между заказами (например, машина направляется за продукцией за границу раз в две недели), для всех без исключения наименований товаров целесообразно применять систему управления запасами «минимум-максимум». При этом для товаров, спрос на которые характеризуется значительной величиной и колебанием в течение установленного периода (года) пороговый уровень необходимо рассчитывать не из среднего, а из максимального дневного потребления. В свою очередь для товаров группы *C* – из среднего или минимального дневного потребления.

4. Для товаров, которые характеризуются ярко выраженным сезонным спросом (потреблением), выбор и расчет параметров соответствующей системы управления запасами должен осуществляться отдельно для каждого из сезонов согласно представленным выше выводам и предложениям (см. п. 1, 2 и 3).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какую характеристику спроса оценивает *ABC–анализ*?
2. Какую характеристику спроса оценивает *XYZ–анализ*?
3. Почему *ABC–анализ* нельзя применять напрямую к товарной номенклатуре?
4. Что можно сказать о прогнозируемости спроса на товар, если коэффициент вариации спроса для него за анализируемый период равен нулю?
5. Как можно охарактеризовать товары группы *AХ*?
6. Как можно охарактеризовать товары группы *CZ*?
7. Для каких товаров целесообразно применение системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами?
8. По товарам каких групп должна обеспечиваться бездефицитная работа торговой организации?
9. Что заставляет торговые организации вовлекать в оборот товары, отличающиеся незначительной величиной спроса?
10. В каких случаях система с фиксированным размером заказа может быть универсальной для сырьевых запасов?
11. Как определяются параметры движения запасов по определенному наименованию товара для соответствующей системы управления запасами в случае сезонного характера потребления товара?
12. Как построить систему управления запасами на практике с применением информационных систем управления ресурсами предприятия?

Тестовые задания

Задание № 1. Какую размерность имеют слагаемые формулы по определению совокупных издержек (C_c)?

$$C_c = P \cdot S + C_o^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P.$$

- а) руб.;
- б) руб./шт.;
- в) руб./шт. · период времени потребления величины (S);
- г) руб./период времени потребления величины (S).

Задание № 2. Величина оптимального размера заказа означает:

- а) его минимальный размер;
- б) его максимальный размер;
- в) его максимально возможный размер;
- г) его минимально необходимый размер;
- д) его максимально необходимый размер.

Задание № 3. Какую размерность имеет величина (C_{xp}^e) в формуле по определению оптимального размера заказа?

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}}.$$

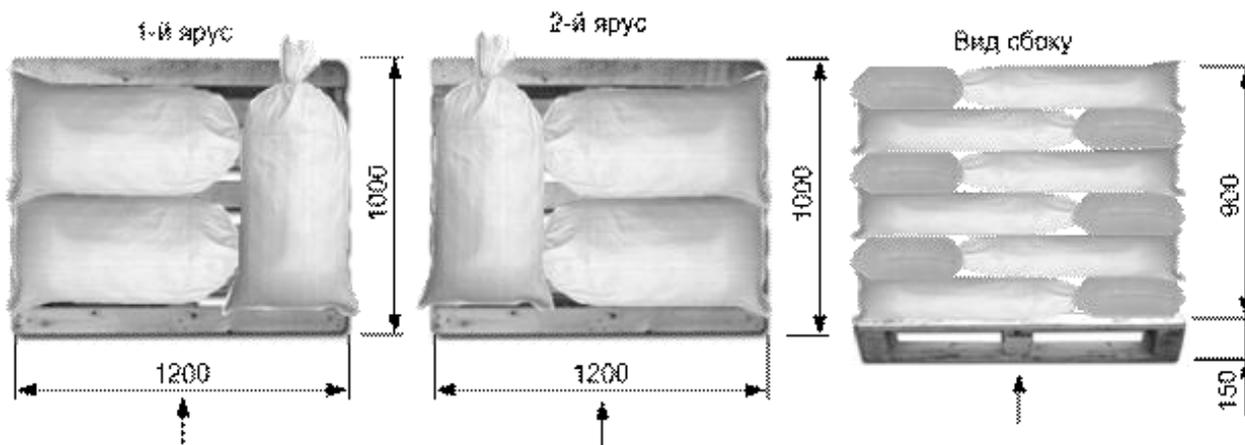
- а) руб.;
- б) руб./шт.;
- в) руб./шт. · период времени потребления величины (S);
- г) руб./период времени потребления величины (S).

Задание № 4. Определите прямые годовые затраты на формирование и хранение запасов товара. Известно, что годовое потребление товара на складе – 1000 ед., оптимальный размер заказа товара – 100 ед., издержки на доставку одного заказа – 200,0 тыс. руб., затраты на хранение единицы товара в течение месяца 5,0 тыс. руб. Цена товара – 150,0 тыс. руб./шт.

- а) 152250,0 тыс. руб./год;
- б) 155000,0 тыс. руб./год.

Задание № 5. Рассчитайте оптимальный размер заказа мешков с сахаром для организации, осуществляющей розничную и мелкооптовую торговлю сахаром. Размер оборотных средств организации не позволяет сделать заказ более 54 мешков (3 поддона). Среднемесячное потребление – 540 мешков. Мешки с сахаром (масса нетто 50 кг) доставляются и хранятся на поддонах 1200×1000 мм (рисунок). Закупочная цена – 300,0 тыс. руб./мешок при размере заказа до 108 мешков и 280,0 тыс. руб./мешок при размере заказа свыше 108 мешков. Издержки, связанные с эксплуатацией 1 м² арендуемого склада в течение месяца, составляют 90,0 тыс. руб.

Закупки сахара осуществляются у поставщика, удаленность которого составляет 30 км. Доставка обеспечивается собственным транспортом грузоподъемностью 3,0 и 6,0 тонн, тарифные ставки на внутрихозяйственные грузоперевозки для которых составляют соответственно 2,0 и 2,7 тыс. руб./км.



- а) 54 мешка;
- б) 108 мешков.

Задание № 6. В какой момент времени делается заказ в системе управления запасами «минимум–максимум»?

- а) при достижении остатков товара на складе порогового уровня запаса;
- б) при достижении остатков товара на складе порогового уровня запаса, а также через фиксированный интервал времени между заказами;
- в) через фиксированный интервал времени между заказами, но лишь в том случае, если в этот момент времени уровень остатков товара на складе равен пороговому уровню запасов или ниже его;
- г) через фиксированный интервал времени между заказами.

Задание № 7. В какой момент времени делается заказ в системе управления запасами с фиксированным размером заказа?

- а) при достижении остатков товара на складе порогового уровня запаса;
- б) при достижении остатков товара на складе порогового уровня запаса, а также через фиксированный интервал времени между заказами;
- в) через фиксированный интервал времени между заказами, но лишь в том случае, если в этот момент времени уровень остатков товара на складе равен пороговому уровню запасов или ниже его;
- г) через фиксированный интервал времени между заказами.

Задание № 8. В какой момент времени делается заказ в системе управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами?

- а) при достижении остатков товара на складе порогового уровня запаса;
- б) при достижении остатков товара на складе порогового уровня запаса, а также через фиксированный интервал времени между заказами;
- в) через фиксированный интервал времени между заказами, но лишь в том случае, если в этот момент времени уровень остатков товара на складе равен пороговому уровню запасов или ниже его;
- г) через фиксированный интервал времени между заказами.

Задание № 9. В чем заключается главная особенность работы системы управления запасами с фиксированным размером заказа?

- а) в наличии фиксированного размера заказа;
- б) в заниженном уровне максимального желательного уровня запасов;
- в) в необходимости регулярного (ежедневного) контроля уровня запасов.

Задание № 10. Для каких целей определяют максимальный желательный уровень запасов товара в системе управления запасами с фиксированным размером заказа?

- а) для расчета размера заказа;
- б) для определения момента времени очередного заказа;
- в) для определения минимально необходимой площади пола склада, выделяемой для хранения товара.

Задание № 11. Что представляет собой отношение величины оборота товара на складе за определенный промежуток времени (S) к величине оптималь-

ного размера заказа (см. формулу определения фиксированного интервала времени между заказами)?

- а) оборачиваемость товара на складе;
- б) среднюю величину заказа за промежуток времени потребления величины (S);
- в) количество заказов за время потребления величины (S).

Задание № 12. Для каких целей определяют максимальный желательный уровень запасов товара в системе управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами?

- а) для расчета размера заказа;
- б) для определения момента времени очередного заказа;
- в) для определения минимально необходимой площади пола склада, выделяемой для хранения товара.

Задание № 13. Чему равен пороговый уровень запаса, если известно, что время выполнения заказа – 3 дня, время возможной задержки поставки – 2 дня, размер гарантийного запаса – 100 ед.?

- а) 300 ед.;
- б) 350 ед.;
- в) 250 ед.

Задание № 14. Чему равен размер заказа товара в системе с фиксированным интервалом времени между заказами?

- а) оптимальному размеру заказа;
- б) сумме дневного потребления товара на складе и разности максимального желательного уровня запасов и текущего уровня запасов в момент времени, когда необходимо делать очередной заказ;
- в) сумме произведения времени выполнения заказа и дневного потребления товара на складе и разности максимального желательного уровня запасов и текущего уровня запасов в момент времени, когда необходимо делать очередной заказ.

Задание № 15. В какой системе управления запасами не применяется пороговый уровень запасов?

- а) в системе с фиксированным размером заказа;
- б) в системе с фиксированным интервалом времени между заказами;
- в) в системе с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня;
- г) в системе «минимум–максимум».

Задание № 16. Какой параметр движения запасов в системе с фиксированным размером заказа должен быть больше: размер заказа товара или пороговый уровень запасов товара?

- а) пороговый уровень запасов товара;
- б) размер заказа товара.

Задание № 17. Как устранить дефицит запасов на складе по товарным позициям, имеющих значительную величину вариации потребления, для управления которыми применяется система с фиксированным размером заказа?

- а) посредством пересчета порогового уровня запасов (ПУ), исходя не из среднего, а из максимального потребления товара за установленный период времени;
- б) при определении размера заказа ожидаемое потребление товара за время выполнения заказа (ОП) необходимо считать не из среднего, а фактического дневного потребления товара во время выполнения заказа;
- в) посредством пересчета максимального желательного уровня запасов (МЖЗ) исходя не из среднего, а максимального дневного потребления товара за установленный период времени.

Задание № 18. Как устранить дефицит запасов на складе по товарным позициям, имеющих значительную величину вариации потребления, для управления которыми применяется система «минимум-максимум»?

- а) посредством пересчета порогового уровня запасов (ПУ), исходя не из среднего, а из максимального потребления товара за установленный период времени;
- б) при определении размера заказа ожидаемое потребление товара за время выполнения заказа (ОП) необходимо считать не из среднего, а фактического дневного потребления товара во время выполнения заказа;
- в) посредством пересчета максимального желательного уровня запасов (МЖЗ) исходя не из среднего, а максимального дневного потребления товара за установленный период времени.

Задание № 19. Как устранить дефицит запасов на складе по товарным позициям, имеющих значительную величину вариации потребления, для управления которыми применяется система с фиксированным интервалом времени между заказами?

- а) посредством пересчета порогового уровня запасов (ПУ), исходя не из среднего, а из максимального потребления товара за установленный период времени;
- б) при определении размера заказа ожидаемое потребление товара за время выполнения заказа (ОП) необходимо считать не из среднего, а фактического дневного потребления товара во время выполнения заказа;
- в) посредством пересчета максимального желательного уровня запасов (МЖЗ) исходя не из среднего, а максимального дневного потребления товара за установленный период времени.

Задание № 20. По какой характеристике спроса идет разбиение всей номенклатуры товаров на складе на группы *A*, *B* и *C* при анализе *ABC*?

- а) по прогнозируемости спроса;
- б) по величине спроса.

Задание № 21. По какому показателю спроса идет разбиение всей номенклатуры товаров на складе на группы *X*, *Y* и *Z* при анализе *XYZ*?

- а) по прогнозируемости спроса;
- б) по величине спроса.

Задание № 22. В каких единицах следует измерять величину спроса (потребления) по товарным позициям номенклатуры склада при *ABC*-анализе?

- а) в денежном исчислении;
- б) в натуральном исчислении.

Задание № 23. Что можно сказать о прогнозируемости спроса на товар, если коэффициент вариации спроса за анализируемый период равен нулю?

- а) товар обладает хорошей прогнозируемостью спроса;
- б) товар пользуется постоянным спросом;
- в) товар обладает неудовлетворительной прогнозируемостью спроса.

Задание № 24. Товары, которые вошли в ячейку *AX* матрицы *ABC-XYZ*-анализа, обладают спросом:

- а) большим по величине и удовлетворительным по прогнозируемости;
- б) значительным по величине и колебанию;
- в) большим по величине и хорошим по прогнозируемости;
- г) незначительным по колебанию и величине.

Задание № 25. Товары, которые вошли в ячейку *CX* матрицы *ABC-XYZ*-анализа, обладают спросом:

- а) большим по величине и удовлетворительным по прогнозируемости;
- б) значительным по величине и колебанию;
- в) большим по величине и хорошим по прогнозируемости;
- г) незначительным по колебанию и величине.

Задание № 26. Для каких товаров целесообразно применение системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами?

- а) пользующихся большим спросом;
- б) пользующихся незначительным спросом;
- в) имеющих неудовлетворительную прогнозируемость спроса;
- г) имеющих хорошую прогнозируемость спроса;
- д) пользующихся большим спросом и имеющих хорошую прогнозируемость спроса;
- е) пользующихся большим спросом и имеющих неудовлетворительную прогнозируемость спроса.

Задание № 27. В каких случаях целесообразно применение системы управления запасами с фиксированным размером заказа для всех позиций товарной номенклатуры?

- а) если товарная номенклатура включает 10 позиций (на предприятии не применяется конфигурация «1С:Склад»);
- б) если товарная номенклатура включает 100 и более позиций (на предприятии не применяется конфигурация «1С:Склад»);
- в) если на предприятии применяется конфигурация «1С:Склад».

Задание № 28. Для каких товаров целесообразно применение системы управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до

установленного уровня?

- а) пользующихся большим спросом;
- б) пользующихся незначительным спросом;
- в) имеющих неудовлетворительную прогнозируемость спроса;
- г) имеющих хорошую прогнозируемость спроса;
- д) пользующихся большим спросом и имеющих удовлетворительную прогнозируемость спроса;
- е) пользующихся большим спросом и имеющих неудовлетворительную прогнозируемость спроса.

Задание № 29. Для каких товаров целесообразно применение системы управления запасами «минимум–максимум»?

- а) пользующихся большим спросом;
- б) пользующихся незначительным спросом;
- в) имеющих неудовлетворительную прогнозируемость спроса;
- г) имеющих хорошую прогнозируемость спроса;
- д) пользующихся большим спросом и имеющих хорошую прогнозируемость спроса;
- е) в торговых организациях, где заказы осуществляется с фиксированным интервалом времени между заказами.

Задание № 30. Какими достоинствами обладают товаропроводящие сети, имеющие в своем составе распределительные центры?

- а) максимальной величиной совокупных товарных запасов товаропроводящей сети;
- б) минимальной величиной совокупных товарных запасов товаропроводящей сети;
- в) возможностью получения значительных оптовых скидок;
- г) возможностью применения кольцевых развозочных маршрутов, в случае доставки товара в точки розничной торговли транспортными средствами распределительного центра;
- д) возможностью применения маятниковых маршрутов с обратным холостым пробегом, в случае доставки товара транспортными средствами точек розничной торговли;
- е) высоким уровнем дисциплины поставок (по срокам и количеству) в точки розничной торговли.

Ответы на тестовые задания

Номер тестового задания	Ответ
1	Г
2	Г
3	В
4	б
5	б
6	В
7	а
8	Г
9	В
10	В
11	В
12	В
13	В
14	В
15	б
16	б
17	а
18	а
19	б, В
20	б
21	а
22	б
23	б
24	В
25	Г
26	Г, Д
27	а, В
28	д, е
29	б, е
30	б, в, Г, е

ЛИТЕРАТУРА

1. Кристофер, М. Логистика и управление цепочками поставок: как сократить затраты и улучшить обслуживание потребителей: пер. с англ. / М. Кристофер. – СПб.: Питер принт, 2004. – 315 с.
2. Дроздов, П.А. Основы логистики в АПК: учебник / П.А. Дроздов. – 2-е издание. – Минск: Изд-во Гревцова, 2013. – 288 с.
3. Дроздов, П.А. Логистика в АПК. Практикум: учебное пособие / П.А. Дроздов. – Минск: Изд-во Гревцова, 2013. – 224 с.
4. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. (Дыбская В.В., Зайцев Е.И., Сергеев В.И., Стерлигова А.Н. и др.) – М.: Инфра-М, 2004.– 976 с.
5. Степанов, В. И. Логистика: учебник / В. И. Степанов. – Москва: ТК «Велби»; Изд-во «Перспект», 2006. – 488 с.
6. Гаджинский, А. М. Логистика: учебник для высших и средних специальных учебных заведений / А. М. Гаджинский. – 20-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2012. – 484 с.
7. Логистика: учебник / Б.А. Аникин [и др.]; под ред. Б. А. Аникина, Т.А. Родкиной. – Москва: Проспект, 2007. – 408 с.
8. Гаджинский, А.М. Практикум по логистике / А.М. Гаджинский. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2012. – 312 с.
9. Аникин, Б. А. Практикум по логистике: учеб. пособие / Б. А. Аникин.– 2-е изд. – Москва: Инфра-М, 2006. – 276 с.
10. Дыбская В.В. Управление складированием в цепях поставок. – Альфа-пресс. М., 2009. – 720 с.
11. Дыбская В.В., Зайцев Е.И., Сергеев В.И., Стерлигова А.Н. Логистика: интеграция и оптимизация логистических бизнес-процессов в цепях поставок / Учебник под ред. проф. В.И. Сергеева. – М.: Эксмо, 2008. – 944с. (Полный курс МВА).
12. Бауэрсокс, Д. Д. Логистика: интегрированная цепь поставок: пер. с англ. / Д. Д. Бауэрсокс, Д. Д. Клосс. – 2-е изд. – Москва: Олимп-Бизнес, 2005. – 639 с.

Учебное издание

Дроздов Пётр Анатольевич

УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

для магистрантов и студентов высших учебных заведений

Редактор
Компьютерная верстка

Подписано в печать
Формат 60x84^{1/16} Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать ризографическая.
Усл. печ. л. Уч.-изд. л.
Тираж экз. Заказ №

Издатель:

Отпечатано на