

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования
"БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

Кафедра ремонта тракторов,
автомобилей и
сельскохозяйственных машин

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

*Методические указания
к практическим занятиям по дисциплине "Логистика"*

Минск БГАТУ 2009

УДК 339.18(07)

ББК 65.40я7

С 40

Рекомендовано научно-методическим советом факультета «Технический сервис в АПК» БГАТУ

Протокол № 3 от 19 марта 2009 г.

Рецензенты:

зав. сектором агросервиса Института системных исследований
в АПК НАН Беларуси, д-р экон. наук, проф. *А.С. Сайганов*;
зав. каф. технологии металлов БГАТУ, д-р техн. наук, проф.

В.М. Капцевич

Составители:

канд. экон. наук, доц. *П.А. Дроздов*;

ст. препод. *И.М. Морозов*

Методические указания к практическому занятию на тему: "Системы управления запасами" содержат теоретические основы систем управления запасами, а также пример по их практической реализации.

Составлены в соответствии с рабочими программами дисциплины "Логистика" и предназначены для студентов (специальности 1-74 06 03 "Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве" и 1-74 06 06 "Материально-техническое обеспечение агропромышленного комплекса"), руководителей и консультантов курсовых работ и дипломных проектов, слушателей ФПК.

УДК 339.18(07)

ББК 65.40я7

© БГАТУ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ЦЕЛЬ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ.....	5
2 ЗАДАНИЕ НА ПРОВЕДЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ.....	5
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СИСТЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ.....	5
4 ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ.....	16
5 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.....	32
ЛИТЕРАТУРА.....	35

ВВЕДЕНИЕ

Материальные запасы или продукция, ожидающая потребления, составляют значительную часть оборотных средств предприятия. Поэтому нерациональное управление запасами, например, на производственном предприятии приводит или к "замораживанию" денежного капитала, вложенного в создание необоснованно большого объема запасов, или может сорвать выполнение производственной программы, а также привести к ее изменению. В этой связи в современных условиях развития национальной экономики страны, когда имеет место острый дефицит "свободных" денежных средств на счетах отдельных организаций, важное значение приобретает проблема оптимизации управления материальными запасами на складах, то есть создания на складе минимально необходимого количества запасов.

Рациональное управление запасами предусматривает не только установление необходимой номенклатуры товаров, материалов и полуфабрикатов, которые должны храниться на складе, но даже в большей мере определение по отдельным позициям запасов:

- размера заказа;
- уровня запасов или фиксированного момента времени, когда следует делать очередной заказ;
- максимального желательного уровня запасов;
- минимального (страхового или гарантийного) уровня запасов на складе, необходимого для предотвращения дефицита при непредвиденных обстоятельствах, например, при задержках поставки;
- количества заказов, которые необходимо осуществить за установленный период времени.

В этой связи весьма актуальным для будущих специалистов материально-технического обеспечения агропромышленного комплекса и ремонтно-обслуживающего производства в сельском хозяйстве является приобретение знаний и навыков, необходимых для рационального управления материальными запасами.

1 ЦЕЛЬ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по определению расчетных параметров и построению графиков движения запасов основных и производных от основных систем управления запасами, а также по обоснованию экономически целесообразного выбора той или иной системы управления запасами для материальных запасов, имеющих различные характеристики спроса (потребления).

2 ЗАДАНИЕ НА ПРОВЕДЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

2.1. Используя лекционный материал, настоящие методические указания, а также учебную литературу [1–5] студенту необходимо в период самоподготовки изучить порядок определения основных параметров систем управления запасами и построения графиков движения запасов.

2.2. Студент в соответствии с заданием, осуществляет необходимые расчеты и строит графики движения запасов. По результатам выполненной работы делает выводы и предложения о целесообразности применения той или иной системы управления запасами.

2.3. После выполнения задания студент защищает результаты выполненной работы у приемной комиссии в составе преподавателя и студентов.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СИСТЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

Существуют две основные системы управления запасами, на которых базируются все остальные:

- 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 на протяжении установленного промежутка времени. 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 рекомендуется использовать одну из следующих аналитических зависимостей:

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e}}, \quad (1)$$

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

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

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

S – величина спроса (потребления) данного наименования товара за установленный промежуток времени, шт./кв. (шт./мес., 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.·кв. (тыс. руб./шт.·год) и т.д.;

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

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

Следует подчеркнуть, что зависимость (1) в теории управления запасами известна как формула Уилсона.

Коэффициент (E) может варьировать в следующих пределах:

1. Минимальный размер составляет величину, соответствующую депозитному проценту за период времени потребления величины (S). Так, например, установленный 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 должен определяться достигнутым уровнем рентабельности на предприятии и устанавливается в случае возможности дальнейшего наращивания производственной программы новых изделий. Его величину в соответствии с выбранным анализируемым периодом необходимо определять по следующей формуле:

$$E = \frac{R}{n \cdot 100\%} \cdot N_{об}, \quad (3)$$

где R – достигнутый среднегодовой уровень рентабельности на предприятии, %;

n – количество установленных промежутков времени (анализируемых периодов), за которое потребляется величина (S), в течение года;

$N_{об}$ – количество оборотов готовой продукции в течение года.

Например, достигнутый среднегодовой уровень рентабельности на предприятии составляет 12%; анализируемый период – один месяц; количество оборотов готовой продукции в течение года – 12 оборотов. Следовательно, в данном случае коэффициент (E), в отличие от первого пункта, равен 0,12 за один месяц.

После установления оптимального размера заказа (закупки) необходимо определить момент времени, когда требуется осуществлять заказ, который, в свою очередь, зависит от времени выполнения заказа. Так, например, в идеальном случае сугубо теоретической ситуации, когда величина интенсивности сбыта постоянна в течение длительного времени, а время выполнения заказа равно нулю, график движения запасов выглядит следующим образом (рисунок 1).

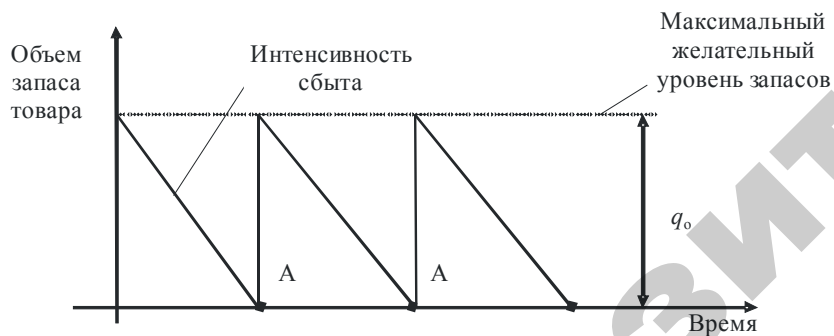


Рисунок 1 – Идеальная система с фиксированным размером заказа: точка А – момент времени, когда необходимо осуществлять заказ

Однако в реальных условиях изменяется не только интенсивность сбыта, но и время выполнения заказа. В такой 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 2).

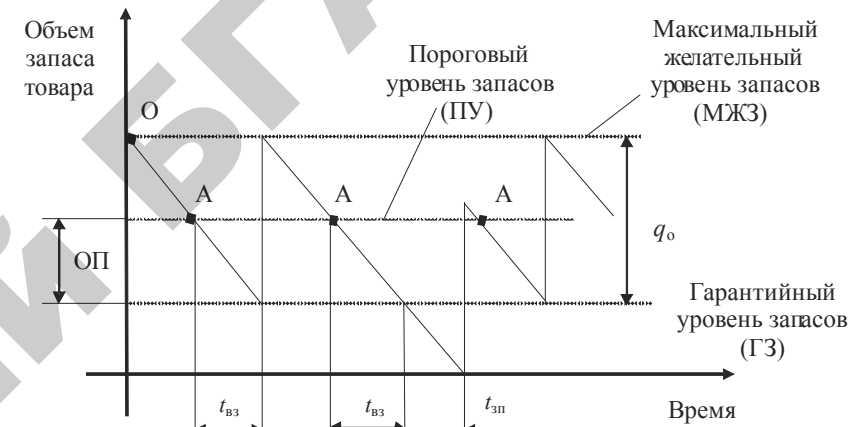


Рисунок 2 – График движения запасов в системе с фиксированным размером заказа:

точка О – момент времени начала работы системы; точка А – точка 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 О). 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. Так, служащий склада ежедневно отслеживает размер запаса товара и сравнивает его с величиной порогового уровня (расчетной). В случае, если текущий уровень запаса оказался равным или меньше порогового уровня (точка А), 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 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);
- оптимальный размер заказа (q_0);
- время выполнения заказа ($t_{вз}$);
- время задержки поставки ($t_{зп}$).

Порядок расчета основных параметров рассматриваемой системы.

1. 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.

2. Гарантийный запас на складе рассчитывается как произведение дневного потребления товара на складе и времени задержки поставки.

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

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

5. Максимальный желательный уровень запасов на складе определяется как сумма гарантийного запаса на складе и оптимального размера заказа.

Система с фиксированным интервалом времени между заказами

В данной системе заказы осуществляются в строго определенных 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_0) по следующей зависимости:

$$I = N : \frac{S}{q_0}, \quad (4)$$

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

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

График движения запасов для данной системы представлен на рисунке 3.

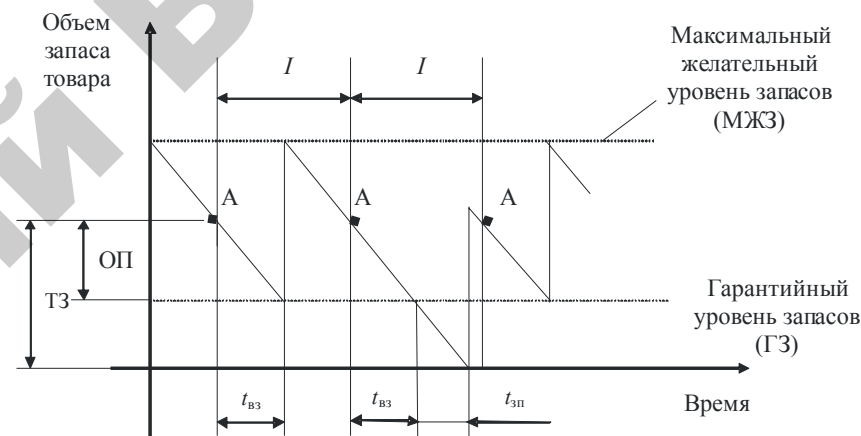


Рисунок 3 – График движения запасов в системе с фиксированным интервалом времени между заказами:

I – интервал времени между заказами; точка А – 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 в момент времени, когда необходимо осуществлять заказ

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);
- интервал времени между заказами (I);
- время выполнения заказа ($t_{вз}$);
- время задержки поставки ($t_{зп}$).

Порядок расчета основных параметров рассматриваемой системы.

1. 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.

2. Гарантийный запас на складе рассчитывается как произведение дневного потребления товара на складе и времени задержки поставки.

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

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

5. Размер заказа (РЗ) в данной системе – величина переменная и рассчитывается по следующей зависимости:

$$PЗ = MЖЗ - TЗ + ОП, \quad (5)$$

где МЖЗ – максимально желательный уровень запасов на складе, шт. (тонн, м³);

TЗ – текущий размер запасов на складе на момент осуществления заказа, шт. (тонн, м³);

ОП – ожидаемое потребление товара на складе за время выполнения заказа, шт. (тонн, м³).

Система с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня

В отличие от основных систем она 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 4).

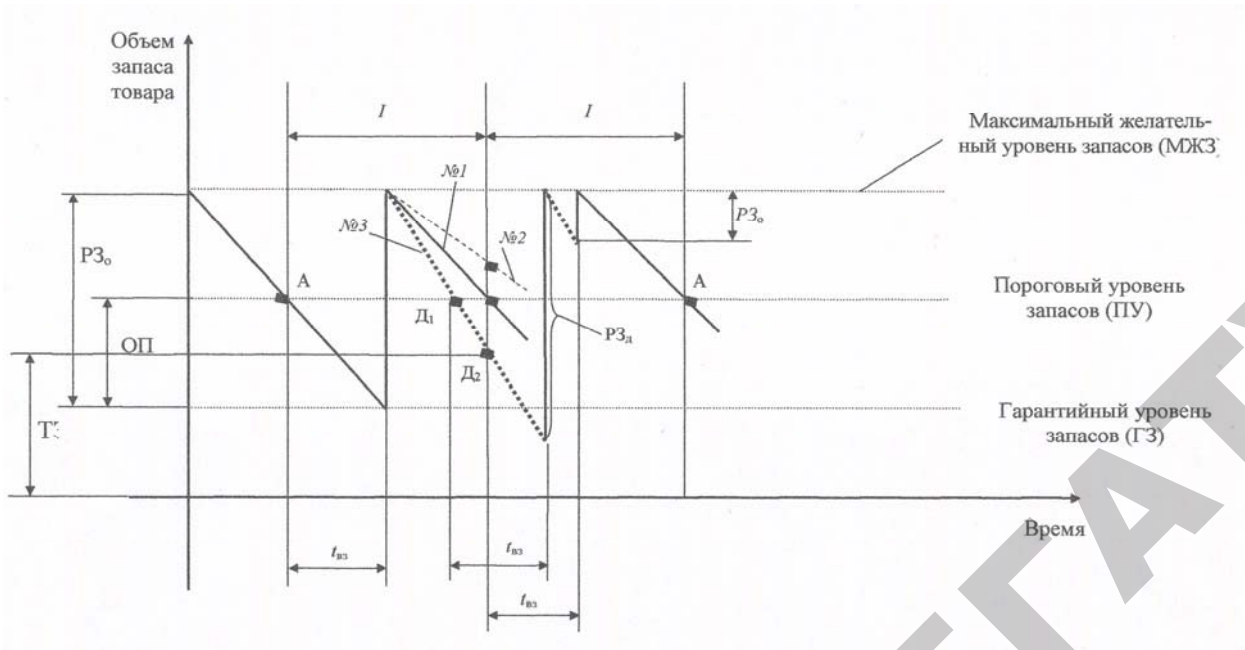


Рисунок 4 – График движения запасов в системе с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня:
 А, Д₂ – моменты времени, когда необходимо осуществлять основные заказы;
 Д₁ – момент времени, когда необходимо осуществлять дополнительный заказ

1. 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;

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

3. 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 запасы достигают порогового уровня. Этот заказ называется дополнительным, а его размер определяют по следующей зависимости:

$$PЗ_д = МЖЗ - ПУ + ОП. \quad (6)$$

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

$$PЗ_о = МЖЗ - ТЗ + ОП - PЗ_д, \quad (7)$$

или по формуле

$$PЗ_о = ОДП \cdot t, \quad (8)$$

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);
- оптимальный размер заказа ($q_о$);
- интервал времени между заказами (I);

- время выполнения заказа ($t_{вз}$);
- время задержки поставки ($t_{зп}$).

Порядок расчета основных параметров рассматриваемой системы.

1. 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.

2. Гарантийный запас на складе рассчитывается как произведение дневного потребления товара на складе и времени задержки поставки.

3. Пороговый уровень запасов на складе рассчитывается как сумма гарантийного запаса на складе и ожидаемого потребления товара на складе за время выполнения 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 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 настолько значительны, что становятся 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 запасы на складе в этот момент времени оказались равными или меньше установленного минимального уровня. В случае выдачи заказа его размер рассчитывается так, чтобы поставкаполнила 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 5).

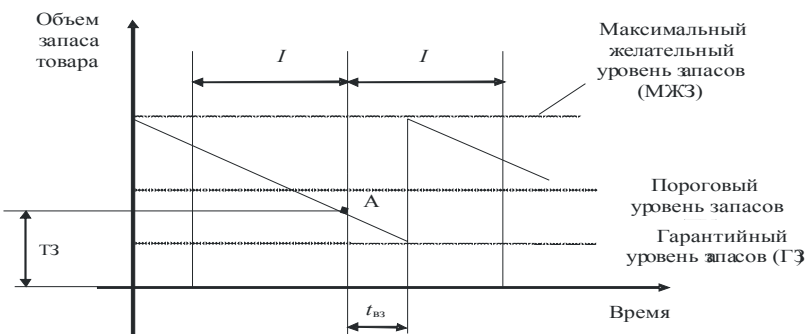


Рисунок 5 – График движения запасов в системе "минимум-максимум":

I – интервал времени между заказами; точка A – момент времени, когда необходимо осуществлять заказ; $TЗ$ – текущий запас в момент времени, когда необходимо осуществлять заказ

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

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

Порядок расчета основных параметров рассматриваемой системы.

1. 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.

2. Гарантийный запас на складе рассчитывается как произведение дневного потребления товара на складе и времени задержки поставки.

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

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

5. Размер заказа (РЗ) определяется по следующей зависимости:

$$PЗ = MЖЗ - TЗ + OП. \quad (9)$$

4 ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

Рассмотрим возможность применения основных и производных от основных систем управления запасами для следующей производственной ситуации: агросервисная организация планирует производство рабочих органов сельскохозяйственных машин. При этом известно, что в соответствии с технологией изготовления будет использоваться листовая сталь с линейными размерами 6000x1500x10 мм стоимостью 2700 тыс. руб. за одну тонну. 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 рабочих органов сельскохозяйственных 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 м² пола для склада по хранению стали составляет 8 т/м². Издержки по содержанию 1 м² за месяц составляет 3,0 тыс. руб. (собственное помещение) среднее количество стали, которое будет иметь место на складе 10 т. 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 месяце – 22 дня.

Таблица 1 – Потребление листовой стали по месяцам года, % (тонн)

январь	фев.	март	апр.	май	июнь	июль	авг.	сентяб.	окт.	нояб.	декаб.
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).

Рассчитаем **оптимальный размер заказа** листовой стали по формуле (2) с учетом исходных данных и того, что ее доставка будет осуществляться автотранспортом. Для этого, во-первых, опре-

делим транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_0^e) по доставке листовой стали из Москвы. По состоянию на 01.02.2009 г. величина тарифной ставки на оказание автотранспортных услуг составляла в среднем 1,9 тыс. руб. за один километр. Следовательно, издержки на выполнение одного заказа из Москвы (1500 км туда и обратно) составят 2850 тыс. руб. ($1500\text{км} * 1,9 \text{ тыс. руб./км}$).

Во-вторых, определим издержки на хранение одной тонны стали в течение года (C_{xp}^e). С учетом линейных размеров стального листа (6000x1500мм), допустимой нагрузки на 1 м^2 пола для складов по хранению стали (8 тонн/ 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 54,0 тыс. руб. ($15 \text{ м}^2 * 3,0 \text{ тыс. руб./}(мес.*\text{м}^2) * 12 \text{ мес.} : 10 \text{ тонн}$), где 10 тонн – это предполагаемое среднее количество стали, которое будет иметь место на складе.

Принимая величину коэффициента эффективности финансовых вложений (E) за период времени равный одному году на уровне 0,5 (то есть, предполагая возможность дальнейшего наращивания производственной программы новых изделий), определим оптимальный размер заказа согласно зависимости (2):

$$q_0 = \sqrt{2 \cdot \frac{C_0^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}} = \sqrt{2 \cdot \frac{2850 \cdot 100}{54,0 + 0,5 \cdot 2700}} = 20,2 \text{ тонн} \approx 20,0 \text{ тонн.}$$

Рассчитаем оптимальный размер заказа листовой стали по формуле Уилсона (1) с учетом исходных данных и того, что ее доставка предположительно будет осуществляться автотранспортом:

$$q_0 = \sqrt{2 \cdot \frac{C_0^e \cdot S}{C_{xp}^e}} = \sqrt{2 \cdot \frac{2850 \cdot 100}{54,0}} = 103 \text{ тонн.}$$

Полученный размер оптимального размера заказа согласно формуле Уилсона позволяет утверждать, что доставка листовой стали должна осуществляться не автомобильным, а железнодорожным транспортом, так как максимальный размер одной партии поставки автомобильным транспортом ограничивается грузоподъемностью автотранспортного агрегата (фуры), которая не превышает 25 тонн.

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 (6000x1500мм) с учетом допустимой нагрузки на 1 м^2 (8 т/м^2), максимально можно хранить не более 72 тонны стали. В этой связи, чтобы разместить 103 тонны стали с учетом ширины проходов и проездов потребуется не 15, а 30 м^2 площади склада.

Уточним оптимальный размер заказа по формуле Уилсона. Во-первых, пересчитаем транспортные расходы на выполнение одного заказа (C_0^e) по доставке листовой стали из Москвы. По состоянию на 01.02.2009 г. величина тарифной ставки на оказание услуг железнодорожного транспорта составляла в среднем 3,0 тыс. руб. за один километр. Следовательно, издержки на выполнение одного заказа из Москвы (750 км в одну сторону) составят 2250 тыс. руб. ($750\text{км} * 3,0 \text{ тыс. руб./км}$).

Во-вторых, пересчитаем издержки на хранение одной тонны стали в течение года (C_{xp}^e). Они составят 21,6 тыс. руб. ($30 \text{ м}^2 * 3,0 \text{ тыс. руб./}(мес.*\text{м}^2) * 12 \text{ мес.} : 50 \text{ тонн}$), где 50 тонн – это предполагаемое среднее количество стали, которое будет иметь место на складе.

Тогда уточненный размер заказа согласно формуле Уилсона составит:

$$q_0 = \sqrt{2 \cdot \frac{C_0^e \cdot S}{C_{xp}^e}} = \sqrt{2 \cdot \frac{2250 \cdot 100}{21,6}} = 145 \text{ тонн.}$$

Анализ полученных результатов показывает, что оптимальный размер заказа согласно формуле (2) в 7,25 раза меньше по сравнению с размером заказа согласно формуле Уилсона.

Определим размер годового экономического эффекта по следующей зависимости:

$$\mathcal{E} = C_{c1} - C_{c2},$$

где C_{c1} – совокупные годовые издержки на формировании и управлении запасами при размере заказа, рассчитанном согласно формуле Уилсона (1), тыс. руб.;

C_{c2} – совокупные годовые издержки на формирование и управление запасами при размере заказа, рассчитанном согласно формуле (2), тыс. руб.

Определим совокупные годовые издержки на формирование и управление запасами при размере заказа, рассчитанном согласно формуле Уилсона:

$$C_{c1} = P \cdot S + C_0^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P = 2700 \cdot 100 + 2250 \cdot \frac{100}{145} + 216 \cdot \frac{145}{2} + 0,5 \cdot \frac{145}{2} \cdot 2700 = 37 \text{ млн. руб.}$$

Определим совокупные годовые издержки на формирование и управление запасами при размере заказа, рассчитанном согласно формуле (2):

$$C_{c2} = P \cdot S + C_0^e \cdot \frac{S}{q} + C_{xp}^e \cdot \frac{q}{2} + E \cdot \frac{q}{2} \cdot P = 2700 \cdot 100 + 2850 \cdot \frac{100}{20} + 540 \cdot \frac{20}{2} + 0,5 \cdot \frac{20}{2} \cdot 2700 = 298 \text{ млн. руб.}$$

Тогда величина годового экономического эффекта при формировании и управлении запасами при размере заказа, рассчитанном согласно формуле (2) составит:

$$\mathcal{E} = C_{c1} - C_{c2} = 371,0 - 298,0 = 73,0 \text{ млн. руб.}$$

Следовательно, формирование материальных запасов путем осуществления заказов по отдельным наименованиям товаров в размерах, рассчитанных согласно зависимости (2) 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_{xp}^e) размер заказа, рассчитанный по формуле (2), может иметь незначительную величину, обуславливая тем самым необходимость очень частого (ежедневного) выполнения заказов. В этой связи с организационной точки зрения размер заказа может быть увеличен в пределах величины, рассчитанной по формуле Уилсона.

Пороговый уровень запасов (ПУ) стали листовой представляет собой произведение дневного потребления стали и суммы времени выполнения заказа и задержки поставки. Среднее дневное потреб-

ление составляет 380 кг. 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 15–16 листов.

Гарантийный запас (ГЗ) стали листовой рассчитывается как произведение среднего дневного потребления стали на время задержки поставки и составит 2,28 тонны (0,38 т * 6 дн.).

Максимальный желательный запас (МЖЗ) стали листовой определяется как сумма гарантийного запаса и оптимального размера заказа и составит 22,28 тонн (2,28 + 20 тонн).

На рисунке 6 представлен график движения запасов стали листовой за период январь–июнь в соответствии с планируемым потреблением стали (см. таблицу 1) 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 кг * (22+6)) или 27 листов. Тогда график движения запасов будет иметь следующий вид (рисунок 7).

Анализ рисунка 7 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

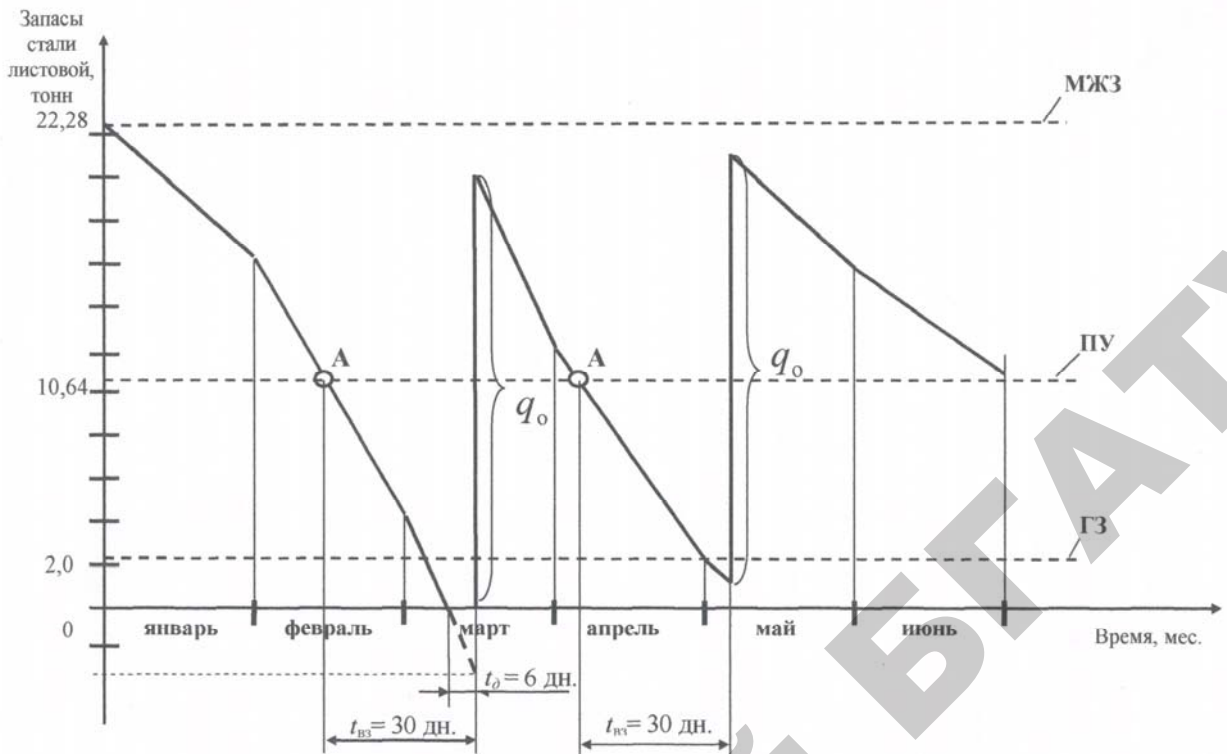


Рисунок 6 – График движения запасов стали листовой в системе с фиксированным размером заказа (вариант № 1)

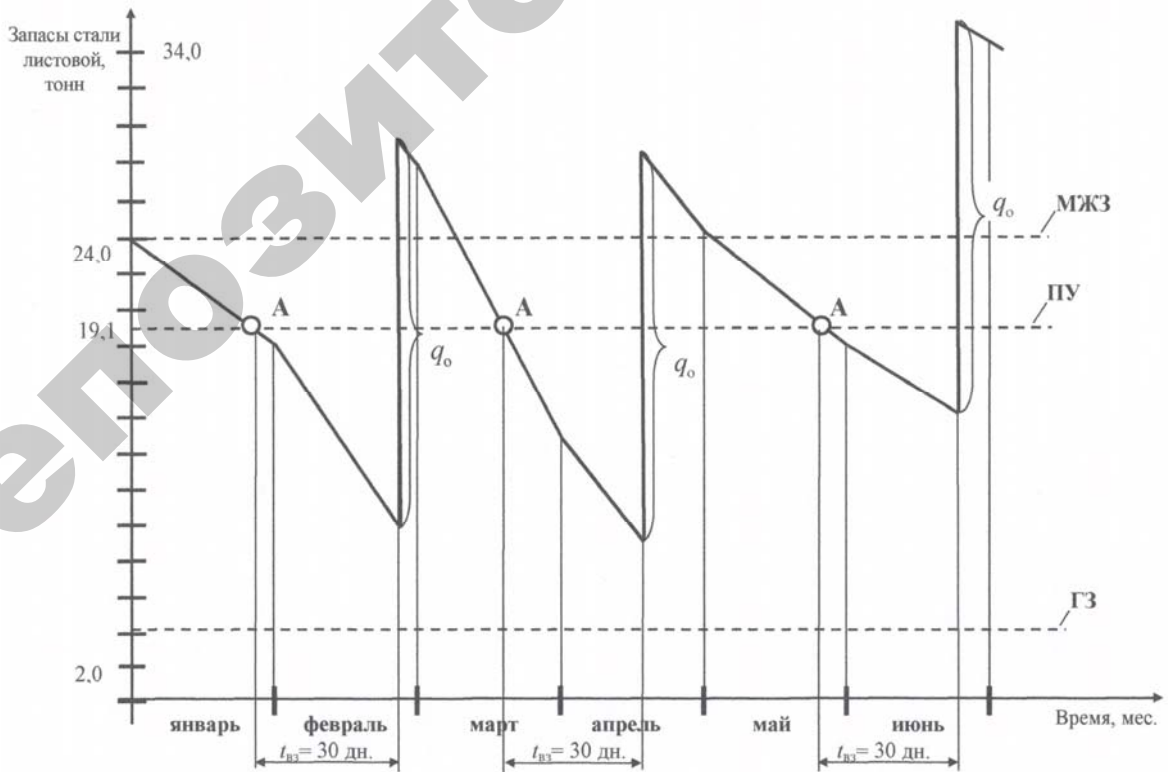


Рисунок 7 – График движения запасов стали листовой в системе с фиксированным размером заказа (вариант № 2)

листовой (35<72 тонны), где 72 тонны – допустимая нагрузка на 9 м². Прямые потери за месяц, связанные с общим увеличением уровня запасов стали ("замораживание" финансового капитала), составят порядка 1 млн. руб.:

$$(0,5 \cdot 9,0 \cdot 2,7) : 12 \text{ мес.} \approx 1,0 \text{ млн. руб.}$$

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

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

2,7 – 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.

Следовательно, общие потери производства, связанные с управлением запасами стали по варианту № 2 не превысят 12,0 млн. руб. за год. В свою очередь, управление запасами по варианту № 1 вызовет гораздо большие потери, связанные с простоем производства. Так, например, при стоимости производства на уровне 1 млрд руб. дневной простой рабочих мест обусловит прямые потери на уровне 3–5 млн руб., что более, чем в 3 раз превысит потери по варианту № 2.

Таким образом, несмотря на увеличение общего уровня запасов стали при управление 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 (4):

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

где 264 – количество рабочих дней в году.

Гарантийный запас (ГЗ) стали листовой рассчитывается как произведение среднего дневного потребления стали на время задержки поставки и составит 2,28 тонны (0,38 т * 6 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*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 среднего дневного потребления стали (380 кг) 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 8 представлен график движения запасов стали листовой за период январь–июнь в соответствии с планируемым потреблением стали (см. таблицу 1) 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 (5). Так, например, рассчитаем размер третьего заказа (PЗ₃):

$$PЗ_3 = \text{МЖЗ} - \text{ТЗ}_3 + \text{ОП} = 22,3 - 16,7 + 0,38 \cdot 22 = 14,0 \text{ тонн.}$$

Анализ графика показывает, в марте месяце образуется дефицит стали на недельный период (t₀ = 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 в данной системе заказы осуществляются в строго зафиксированные моменты времени. Наряду с этим, из-за непостоянства размера заказа, в течение года потребуются сделать на один заказ больше по сравнению с системой с фиксированным размером заказа.

Таким образом, принимая во внимание низкую 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 с организационно-экономической точки зрения нецелесообразно.

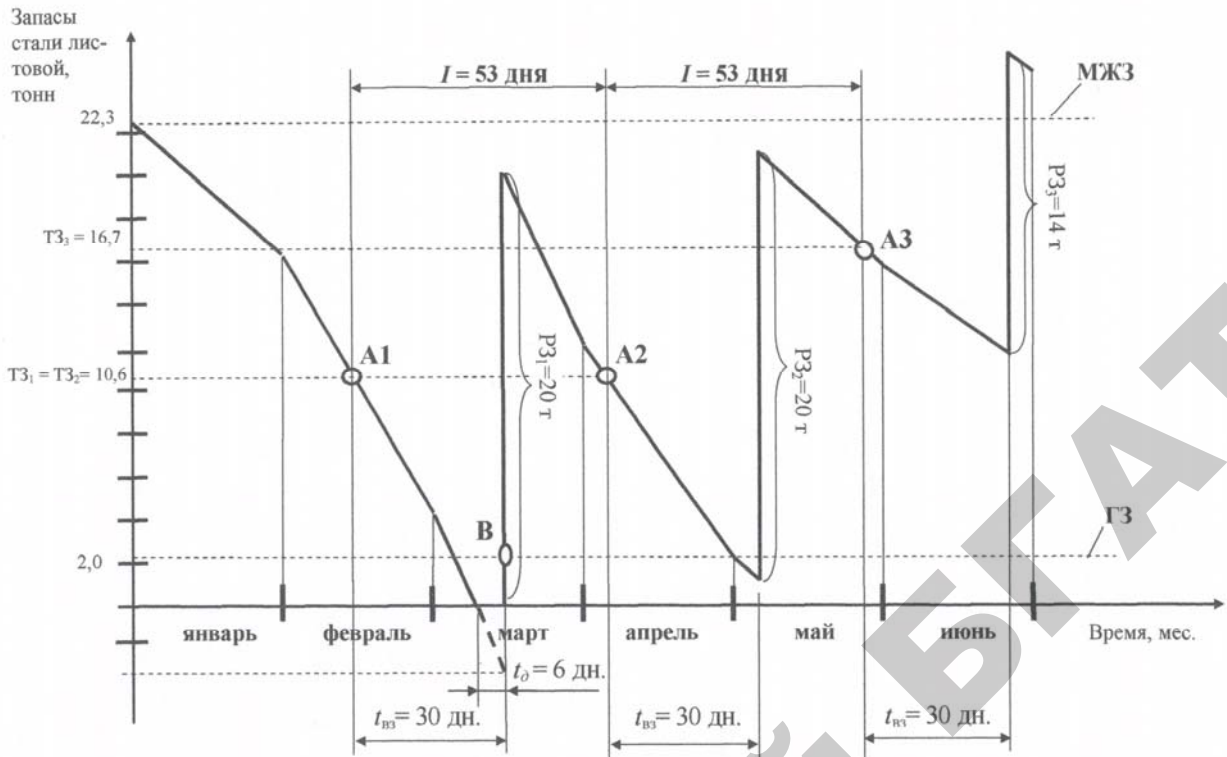


Рисунок 8 – График движения запасов стали листовой в системе с фиксированным интервалом времени между заказами

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. В этой связи график движения запасов для данной системы в соответствии с исходной информацией будет иметь аналогичный вид рисунку 8.

Однако, чтобы вскрыть особенности ее работы изменим исходную информацию. Допустим, потребление стали в феврале составит 15 тонн, а не 12 тонн, в свою очередь в марте 12 тонн, вместо 15 тонн.

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 дня, максимальный желательный запас (МЖЗ) – 22,3 тонны и гарантийный запас (ГЗ) – 2,28 тонны.

На рисунке 9 представлен график движения запасов. Из рисунка видно, что за период январь–феврале месяцы 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 (6)

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

При этом в точке А1 делается первый основной заказ ($PЗ_1$). Его размер определяется по формуле (8)

$$PЗ_1 = ОДП \cdot t = 0,680 \cdot 4 = 2,7 \text{ тонн.}$$

В точке А2 делается второй основной заказ ($PЗ_2$). Его размер согласно формуле (5) составит:

$$PЗ_2 = МЖЗ - ГЗ_2 + ОП = 22,3 - 12,9 + 0,38 \cdot 22 = 18,0 \text{ тонн.}$$

В точке А3 делается третий основной заказ ($PЗ_3$). Его размер согласно формуле (5) составит:

$$PЗ_3 = МЖЗ - ГЗ_3 + ОП = 22,3 - 16,7 + 0,38 \cdot 22 = 14,0 \text{ тонн.}$$

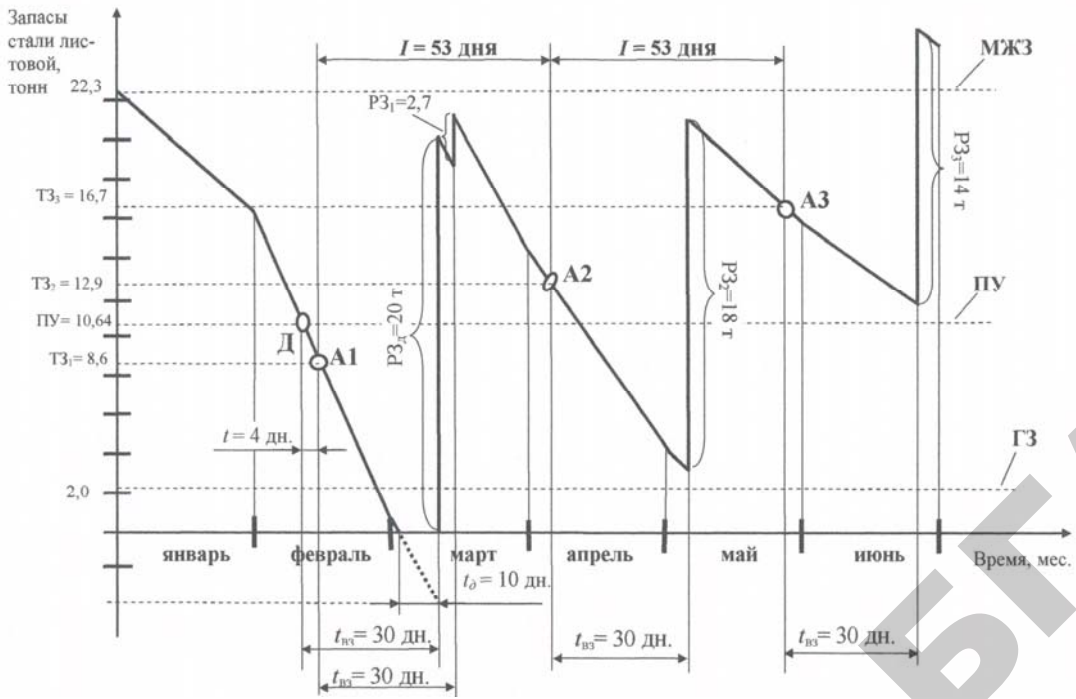


Рисунок 9 – График движения запасов стали листовой в системе с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня

Анализ рисунка 9 показывает, что, несмотря на тот факт, что система предусматривает осуществления 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 ($PZ_1 = 2,7$ тонны), 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.

Система "минимум-максимум"

Базовой для работы данной системы управления запасами является система 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 10 представлен график движения запасов в системе "минимум-максимум". В отличие от графика движения запасов в системе с фиксированным интервалом времени между заказами (рисунок 8) в системе "минимум-максимум" заказ № 3 делается не через 53 дня после заказа № 2, а через 106 дней (точка А3, см. рисунок 10). Принимая во внимание, что в августе потребность стали составит 15 тонн, очевидно, возникнет второй за год дефицит.

Следовательно, применение системы "минимум-максимум" крайне нецелесообразно для сырьевых (товарных) запасов, имеющих значительное потребление (спрос), а также отличающиеся значительными колебаниями потребления (спроса) в течение года или установленного периода времени (сезона).

Таким образом, анализ возможности применения основных и производных от основных систем управления запасами для рассмотренной производственной ситуации позволяет сделать следующие выводы и предложения:

1. В коммерческих организациях, у которых внедрены информационные системы управления производством (ERP-системы) или

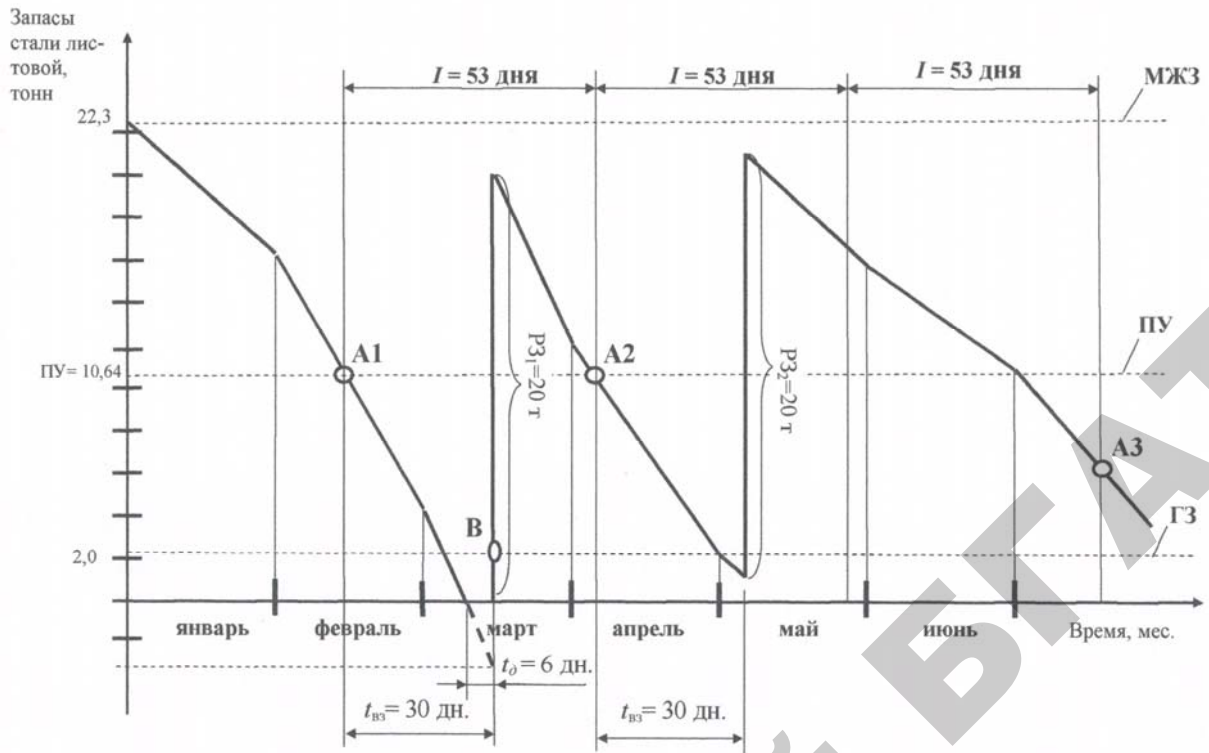


Рисунок 10 – График движения запасов стали листовой в системе "минимум-максимум"

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 производственного опыта или планируемого потребления, должны быть рассчитаны и внедрены в электронные таблицы два параметра: пороговый уровень запасов (ПУ) и фиксированный размер заказа (q_0). Это позволит в оперативном порядке осуществлять управление запасами.

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 склада 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 практически неизменным по величине спросом (потреблением) (товарные группы АХ и ВХ), 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 АУ, ВУ, АЗ и ВЗ), 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 СХ, СУ и СЗ), 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. Для товаров, которые характеризуются ярко выраженным сезонным спросом (потреблением), выбор и расчет параметров соответствующей системы управления запасами должен определяться отдельно для каждого из сезонов согласно представленным выше выводам и предложениям (см. п. 1 и 2).

5 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Рассчитайте параметры, постройте графики движения запасов, а также сделайте выводы о целесообразности применения основных и производственных систем управления запасами для следующей производственной ситуации: агросервисная организация планирует производство долот оборотных к плугам отечественного и импортного производства. При этом известно, что в соответствии с технологией изготовления будет использоваться листовая сталь с линейными размерами 3000x1500x12 мм стоимостью по состоянию на 01.02.2009 г. 2240 тыс. руб. за одну тонну. Процентное потребление листовой стали в разрезе по месяцам года представлено в таблице 2. Годовое потребление стали, удаленность поставщика от агросервисной организации, время выполнения заказа, время возможной задержки поставки отражены в таблице 3. Также известно, что допустимая нагрузка на 1 м² пола для склада по хранению металла составляет 6 т/м². Издержки по содержанию 1 м² за месяц составляет 3,0 тыс. руб. (собственное помещение). В результате письменных переговоров с поставщиком установлено, что время выполнения одного заказа составит 30 календарных дней. Время возможной задержки поставки – 7 дней. Среднее количество рабочих дней в месяце – 22 дня.

Таблица 2 – Потребление стали листовой по месяцам года, %

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

Таблица 3 – Данные для индивидуальной работы студентов

Номер варианта	Годовое потребление стали, тонн	Удаленность поставщика, км	Время выполнения заказа, дней	Время задержки поставки, дней
1	2	3	4	5
1	10	30	14	3
2	15	50	14	3
3	20	70	14	3
4	25	90	14	3
5	30	110	14	3

Продолжение таблицы 3

1		3	4	5
6	35	130	14	3
7	40	150	14	3
8	45	170	14	3
9	50	190	14	3
10	55	210	21	5
11	60	230	21	5
12	65	250	21	5
13	70	270	21	5
14	75	290	21	5
15	80	310	21	5
16	12	330	21	5
6	35	130	14	3
7	40	150	14	3
8	45	170	14	3
9	50	190	14	3
17	16	350	21	5
18	20	370	30	7
19	24	390	30	7
20	28	410	30	7
21	32	100	14	3
22	36	150	14	3
23	40	200	14	3
24	44	250	21	5
25	48	300	21	5
26	52	350	21	5
27	56	400	30	7

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается принципиальная разница между основной системой 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 основной 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?
10. В чем заключается необходимость создания гарантийного запаса?
11. В каких случаях система с фиксированным размером заказа может быть универсальной для сырьевых запасов?
12. Для каких товарных запасов целесообразно применять систему с фиксированным интервалом времени между заказами, а для каких – "минимум-максимум"?

ЛИТЕРАТУРА

1. Дроздов, П.А. Основы логистики [Текст]: учеб. пособие / П.А. Дроздов. – Минск: Изд-во Гревцова, 2008. – 208 с.
2. Дроздов, П.А. Логистика [Текст]: пособие / П.А. Дроздов, В.П. Миклуш. – Мн.: ГУ "Учебно-методический центр Минсельхозпрода", 2007. – 179 с.
3. Логистика [Текст]: учебник / под ред. Б. А. Аникина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 368 с.
4. Гаджинский, А. М. Логистика [Текст]: учебник для высших и средних специальных учебных заведений / А. М. Гаджинский. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2003. – 408 с.
5. Гаджинский, А. М. Практикум по логистике [Текст] / А. М. Гаджинский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2006. – 260 с.

Учебное издание

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

Методические указания

Составители:

Дроздов Петр Анатольевич
Морозов Иван Михайлович

Ответственный за выпуск *Г.И. Анискович*
Электронный набор, дизайн *П.А. Дроздов*
Компьютерная верстка *А.И. Стебуля*

Издано в редакции авторов

Подписано в печать 25.05.2009. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Ризография.
Усл. печ. л. 2,3. Уч.-изд. л. 1,8. Тираж 30 экз. Заказ 483.

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный аграрный технический университет
ЛИ № 02330/0133465 от 09.02.05. ЛП № 02330/0131507 от 02.02.05.
220023, г. Минск, п. ависимости, 99, к. 2.