

*Вахитова Регина Ханифовна,*

*студентка магистратуры,*

*Пищухин Александр Михайлович,*

*д-р техн. наук, профессор,*

*профессор кафедры управления и информатики в технических системах,*

*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,*

*г. Оренбург, Россия*

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СНАБЖЕНИЯ**

В статье рассматриваются вопросы обеспечения предприятия материально-техническими ресурсами и их влияния на эффективность функционирования предприятия. Рассмотрены существующие методы управления производственными запасами. Приведен разработанный алгоритм оптимального управления величиной заказа материально-технических ресурсов, позволяющий повысить эффективность работы предприятия.

**Ключевые слова:** материально-техническое снабжение, управление запасами, определение оптимальной величины заказа.

Большая часть оборотного капитала предприятий, зачастую, отвлечена в запасы (от 10 до 50% всех активов). В то же время на управление запасами, по результатам различных исследований, приходится до 40% логистических затрат предприятий. Оптимизация управления запасами материально-технических ресурсов является важным способом повышения эффективности всех аспектов коммерческой и производственной деятельности предприятия любой отрасли.

Вопросами обеспечения предприятия материально-техническими ресурсами (МТР) занимается отдел материально-технического снабжения и комплектации (МТСиК). Главной целью отдела МТСиК является рациональное и бесперебойное обеспечение производства необходимыми МТР. Для достижения данной цели решаются различные задачи, важнейшей из которых является задача управления величиной заказа МТР. Важность и актуальность решения данной задачи обусловлена несколькими факторами:

- материально-технические ресурсы в период своего нахождения в

запасах снижают оборачиваемость средств и предметов труда;

- для содержания МТР необходимы дополнительные затраты финансовых и трудовых ресурсов;

- увеличение складских остатков приводит к увеличению площади склада, что, в свою очередь, увеличивает арендную плату, количество сотрудников и подручных средств, необходимых для обслуживания склада.

В связи с этим, для повышения эффективности работы склада необходимо решение задачи оптимального управления величиной заказа. Для решения данной задачи необходимо:

- провести системный анализ существующих методов управления запасом;

- разработать алгоритм оптимального управления величиной заказа МТР.

Научная значимость заключается:

- в нахождении зависимости остатков на складе данного вида ресурса от времени;

- в нахождении зависимости объема заказа данного вида ресурса от времени;

- в разработке алгоритма оптимального управления величиной заказа материально-технических ресурсов.

### *Теория*

С целью обеспечения непрерывности производственного процесса необходимо постоянное поддержание возможности удовлетворения потребностей производства в материально-технических ресурсах, что достигается их хранением на предприятиях. Однако, учитывая высокую стоимость содержания запасов, необходимость их образования должна носить ограниченный характер. Так, в период нахождения в запасах материальные ресурсы не участвуют в создании стоимости, снижают оборачиваемость средств и предметов труда, а также их содержание связано с затратами материальных и трудовых ресурсов. Высокий уровень запасов замораживает

капитал, с другой стороны, при недостатке запасов клиенты теряют доверие к предприятию в случае перебоев с поставками.

Поскольку нехватка производственных запасов чревата нарушением ритмичности производства, снижением производительности труда, перерасходом МТР из-за вынужденных нерациональных замен и, как следствие, повышением себестоимости выпускаемой продукции, а наличие неиспользуемых запасов увеличивает затраты на их содержание, то поддержание оптимального уровня запасов и рациональной динамики их пополнения является весьма актуальной задачей.

Вопросы, связанные с проблемой управления запасами, разрабатывались отечественными и зарубежными учеными и практиками. В начале XX века было опубликовано несколько работ, которые посвящены вопросам управления запасами: Ф. Харрис (1913г.) [1], Р. Уилсон (1934 г.) [2]. В последние десятилетия вопросы оптимального управления запасами рассматривали такие авторы, как: Ю.А. Беляев [3], К.В. Инютина [7], В.И. Рыжиков [10], А.Н. Стерлигова [11], А.М. Гаджинский [4], А.Р. Родионов [8], Т.В. Ситникова [5], И.В. Доможирова [9], А.Ю. Варлаков [6] и др. Данные авторы в своих публикациях описали методы и модели управления запасами, применяемые для ресурсов различного характера и предприятий разной структуры.

Для оптимизации размера текущих запасов МТР используется ряд моделей, наиболее популярными из которых являются:

1. Классическая модель экономического размера заказа.
2. Модели с постепенным пополнением запаса.
3. Модели с учетом потерь от дефицита.
4. Модели с конечным горизонтом планирования.
5. Модели с фиксированным размером заказа.
6. Модели с фиксированным интервалом между поставками.

Однако наибольшее распространение получила модель экономически обоснованного размера заказа Уилсона (Economic Ordering Quantity model — EOQ). Оптимальный размер партии (EOQ) определяют, исходя из общих

издержек по управлению партией поставки по формуле Уилсона:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2QO}{C}}, \quad (1)$$

где  $Q$  – потребность в материальных ресурсах за период;

$O$  – издержки по содержанию и исполнению одного заказа;

$C$  – издержки содержания одной единицы запаса материалов.

Модель EOQ может быть использована для оптимизации размера, как производственных запасов, так и запасов готовой продукции, отвечая на вопрос, какой объем данного вида МТР предприятие должно приобретать одновременно. Оптимальный размер заказа – это объем регулярных поставок, при котором обеспечивается необходимое предприятию количество запасов и минимизируются совокупные затраты по закупке и хранению запасов [2].

Важно учесть, что модель EOQ предъявляет повышенные требования к системе контроля запасов. При прочих равных, модель предпочтительнее для МТР с высоким уровнем спроса и с высокой ценой, когда минимизация уровня запасов позволяет существенно снизить расходы на их хранение.

Стоит отметить, что такие модели управления запасами при своей универсальности обладают и недостатками. Допущения для формулы оптимального размера поставки EOQ следующие:

- расход ресурсов непрерывный и равномерный;
- период между двумя смежными поставками постоянен;
- спрос удовлетворяется полностью и мгновенно;
- транзитный и страховой запасы отсутствуют;
- ёмкость склада не ограничена;
- затраты на размещение и выполнение заказа постоянные;
- цена продукции в течение планового периода постоянная;
- затраты на содержание запаса единицы продукции в течение единицы

времени постоянные, не зависят от вложенных в запасы средств и сроков.

Приведённые выше допущения накладывают много ограничений

практического характера, без которых достоверность расчётов по данной формуле вызывает серьёзные сомнения.

Существуют разные методы планирования текущего запаса. Выбор метода планирования зависит от ситуации и процесса поставки. Большинство методик контроля запасов МТР направлены на минимизацию суммарных расходов на пополнение и хранение МТР при заданном уровне надёжности обеспечения ими. Существенную часть этих расходов составляет стоимость оборотного капитала, вложенного в запасы, что в условиях нехватки оборотных средств делает задачу минимизации запасов особенно актуальной.

### *Модель и методы*

Для  $i$ -го вида ресурса:

$$\frac{dQ}{dt} = S - R \quad (2)$$

где  $Q$  – остаток на складе;

$S$  – приход;

$R$  – расход.

$$S = \frac{dA}{dt} = \dot{A} \quad (3)$$

где  $A$  – объем заказа.

Управление возможно либо остатком МТР на складе, либо объемом заказов. Воспользуемся методом АКОР (аналитическое конструирование оптимальных регуляторов), согласно которому функционал от начального момента до конечного равен:

$$\int_0^{t_k} (Q^2 + \alpha A^2) dt \rightarrow \min \quad (4)$$

Т.е. мы можем уменьшить остаток на складе, увеличивая объемы заказов.

Согласно методу Эйлера-Лагранжа:

$$L = Q^2 + \alpha A^2 + \psi \left( \frac{dQ}{dt} - \frac{dA}{dt} + R \right) \quad (5)$$

Составляем уравнения Эйлера:

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial Q} - \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{Q}} \right) = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial A} - \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{A}} \right) = 0 \end{cases} \quad (6)$$

Выполняем дифференцирование:

$$\begin{cases} 2Q - \frac{d}{dt}(\psi) = 0 \\ 2\alpha A + \frac{d}{dt}(\psi) = 0 \end{cases} \quad (7)$$

Получаем взаимосвязь между объемом заказа и остатком на складе:

$$2\alpha A + 2Q = 0; A = -\frac{Q}{\alpha} \quad (8)$$

Подставляя полученное выражение в уравнение (1), имеем:

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{1}{\alpha} \frac{dQ}{dt} - R \quad (9)$$

Собираем однородные слагаемые:

$$\frac{1 + \alpha}{\alpha} \frac{dQ}{dt} = -R \quad (10)$$

Разделяем переменные:

$$dQ = -\frac{\alpha}{1 + \alpha} R dt \quad (11)$$

Взяв неопределенные интегралы, получим:

$$Q = -\frac{\alpha}{1 + \alpha} \int R dt + C \quad (12)$$

Граничные условия:

$$t = t_f, Q_f = Q_{min} \quad (13)$$

Рассмотрим случай хранения на складе крупных, редко используемых деталей. После отбора одной из них вероятность появления потребности во второй будет нарастать по экспоненте для потока Пуассона по следующей формуле:

$$R = k(1 - e^{-\lambda t}) \quad (14)$$

Подставляя в формулу (12) данное выражение и граничные условия,

имеем:

$$C = Q_{min} + \frac{\alpha}{1 + \alpha} (kt_f + \frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t_f}) \quad (15)$$

Теперь находим зависимость остатка на складе во времени:

$$Q(t) = -\frac{\alpha}{1 + \alpha} \int_0^t R dt + Q_{min} + \frac{\alpha}{1 + \alpha} (kt_f + \frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t_f}) \quad (16)$$

Отсюда, изменение во времени объема заказа:

$$A = \frac{1}{1 + \alpha} \int_0^t R dt - Q_{min} - \frac{1}{1 + \alpha} (kt_f + \frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t_f}) \quad (17)$$

### Результаты и обсуждение

В зависимости от начального состояния склада решение задачи оптимального управления имеет два варианта. На основе формулы (16) можно построить графики зависимости остатков на складе данного вида ресурса следующего вида.

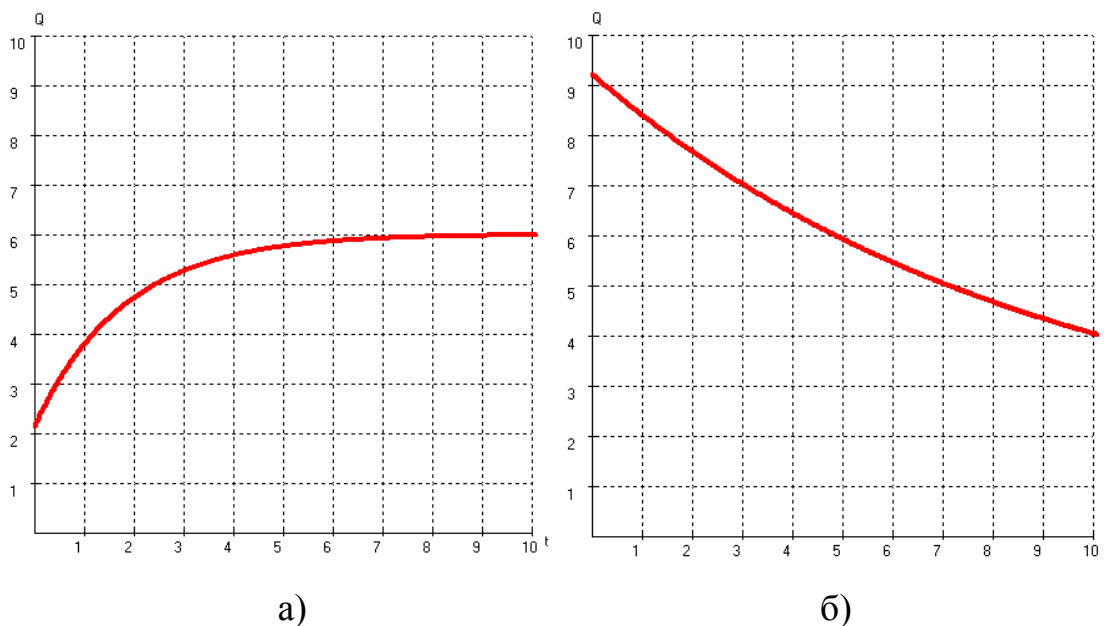


Рисунок 1 – График зависимости остатков на складе от времени

График, изображенный на рисунке 1а, иллюстрирует ситуацию, когда на начало управления запасов на складе меньше необходимого минимума, а второй график – если больше. Как видим, в обоих случаях размер остатка и, соответственно, размер заказа изменяется по экспоненте.

### **Заключение**

Таким образом, на основе алгоритма, предложенного в данной работе, можно определить оптимальную величину заказа материально-технических ресурсов (или остатков на складе), что позволит повысить эффективность работы органов материально-технического снабжения, благодаря более точному определению объема заказа, уменьшению издержек на хранение и обслуживание остатков на складе, не снижая при этом уровень удовлетворенности производственных требований.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Harris F.W. How many parts to make at once. Factory // Magazine of Management. – 1913. – 135 с.*
2. *Wilson R.H. Scientific Routine for Stock Control / Harvard Business Review. 1934. – 116с.*
3. *Беляев Ю.А. Автоматическое оптимальное оперативное управление материальными запасами предприятий. – М.: МИНХ, 1989. – 228 с.*
4. *Гаджинский А.М. Логистика. – М.: Дашков и Ко, 2013. – 420 с.*
5. *Доможирова И.В. Использование экономико-математических моделей в управлении товарными запасами организации // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. – 2013. – №2-1. – С. 165–171.*
6. *Запасы в экономической системе предприятия / А.Ю. Варлаков, В.Г. Подковыров, А.В. Резиков [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – Т. 17, № 2. – С. 54-91.*
8. *Инютин К.В. Нормирование производственных запасов с применением математико-статистических методов. – М.: Статистика, 1969. – 111 с.*
8. *Радионон А.Р., Радионон Р.А. Логистика: нормирование сбытовых запасов и оборотных средств предприятия. – М.: Проспект, 2006. – 415 с.*
9. *Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.*
10. *Ситникова Т.В. Проблемы формирования материальных запасов на промышленных предприятиях // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. – 2015. – № 19. – С. 176-181.*
11. *Стерлигова А.Н. Метод интеграции усилий звеньев сети распределения / Логистик & система. – 2005. – №1. – С. 54-62.*