

# УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ

1 Основные понятия и определения

2 Основная модель управления запасами

3 Модель, учитывающая скидки

4 Обзор существующих направлений в моделировании УЗ

# 1. Основные понятия и определения

Любая модель управления запасами (УЗ) в конечном счете должна давать ответ на два вопроса:

Какое количество продукции заказывать?

Когда заказывать?

Ответ на первый вопрос дается с помощью понятия **размера заказа**, т.е. количества ресурсов, которое необходимо поставлять для пополнения запасов.

Ответ на второй вопрос связан с понятием **точки заказа**, т.е. критический уровень запасов, при котором следует подавать заказ на поставку очередной партии ресурса.

# Виды затрат на УЗ

**Затраты на приобретение ресурса** являются важным фактором в тех случаях, когда действует система оптовых скидок, зависящих от размера заказа.

**Затраты на осуществление заказа** включают в себя **затраты на оформление заказа** и **затраты на доставку заказа**. При частой подаче заказов на мелкие партии товара сумма этих затрат возрастает по сравнению со случаем более редкой подачи заказов на крупные партии. Если запас пополняется не готовым ресурсом со склада, а производится, то затраты на осуществление заказа идут на организацию производственного процесса по выпуску партии ресурса. В этом случае затраты на приобретение ресурса эквивалентны издержкам производства ресурса.



**Затраты на хранение запаса** представляют собой расходы на физическое содержание запаса на складе и возрастают с увеличением уровня запасов. **Потери от дефицита** представляют собой расходы, обусловленные отсутствием запаса необходимой продукции. Они могут быть вызваны более высокой платой за срочную доставку товара, ухудшением репутации у потребителя, потенциальной потерей прибыли.

**Страховой (резервный) запас** - запас ресурсов, созданный для недопущения дефицита в непредвиденных ситуациях.

Эффективность модели зависит от того, насколько точно будет предсказан спрос на ресурс, что является довольно сложной задачей.



**Детерминированный спрос** точно известен заранее, в отличие от **вероятностного спроса**. При **статическом** типе спроса интенсивность потребления ресурса остается неизменной во времени, при **динамическом** типе спроса интенсивность потребления изменяется в зависимости от времени. При **стационарном** типе спроса его функция плотности вероятности неизменна во времени, а при **нестационарном** - функция плотности вероятности спроса изменяется во времени.



**Время пополнения запаса** может мгновенным в случае внешней доставки заказа (доставка товара на торговую точку). В случае же когда ресурс производится самой организацией происходит равномерное пополнение запаса на определенный срок (производство микросхем на предприятии, на котором они в дальнейшем используются для сборки электронной аппаратуры).

**Время доставки заказа** может быть определено более или менее точно, в зависимости от дальности поставки, от наличия надежных поставщиков и т.д. Ряд факторов может приводить к запаздыванию поставок

## 2. Основная модель управления запасами

Существует множество моделей УЗ той или иной степени сложности. Наиболее простой является так называемая основная модель управления запасами (модель Уилсона, система с фиксированным размером заказа). Эта модель несколько оторвана от действительности, но является полезной для понимания существа предмета, проблем, основных закономерностей и подходов в области УЗ.



# Допущения модели Уилсона

- Интенсивность потребления является априорно известной и постоянной величиной, .
- Время поставки заказа является известной и постоянной величиной.
- Каждый заказ поставляется в виде одной партии.
- Затраты на осуществление заказа  $K$  не зависят от размера заказа.
- Отсутствие запаса является недопустимым.

# Модель Уилсона наиболее близка к следующим реальным ситуациям:

- потребление основных продуктов питания, например, хлеба, молока, в санатории ( оно в течение смены остается постоянным);
- использование осветительных ламп в здании;
- использование канцелярских товаров (бумага, блокноты, карандаши) крупной фирмой;
- использование в производственном процессе для сборки изделий покупных комплектующих, например, гаек и болтов

# *Входные параметры модели Уилсона*

- $v$  – интенсивность (скорость) потребления запаса, [ед.тов./ед.т];
- $s$  – затраты на хранение запаса, [ ];
- $K$  – затраты на осуществление заказа, включающие оформление и доставку заказа, [руб.];
- $t_d$  – время доставки заказа, [ед.т].

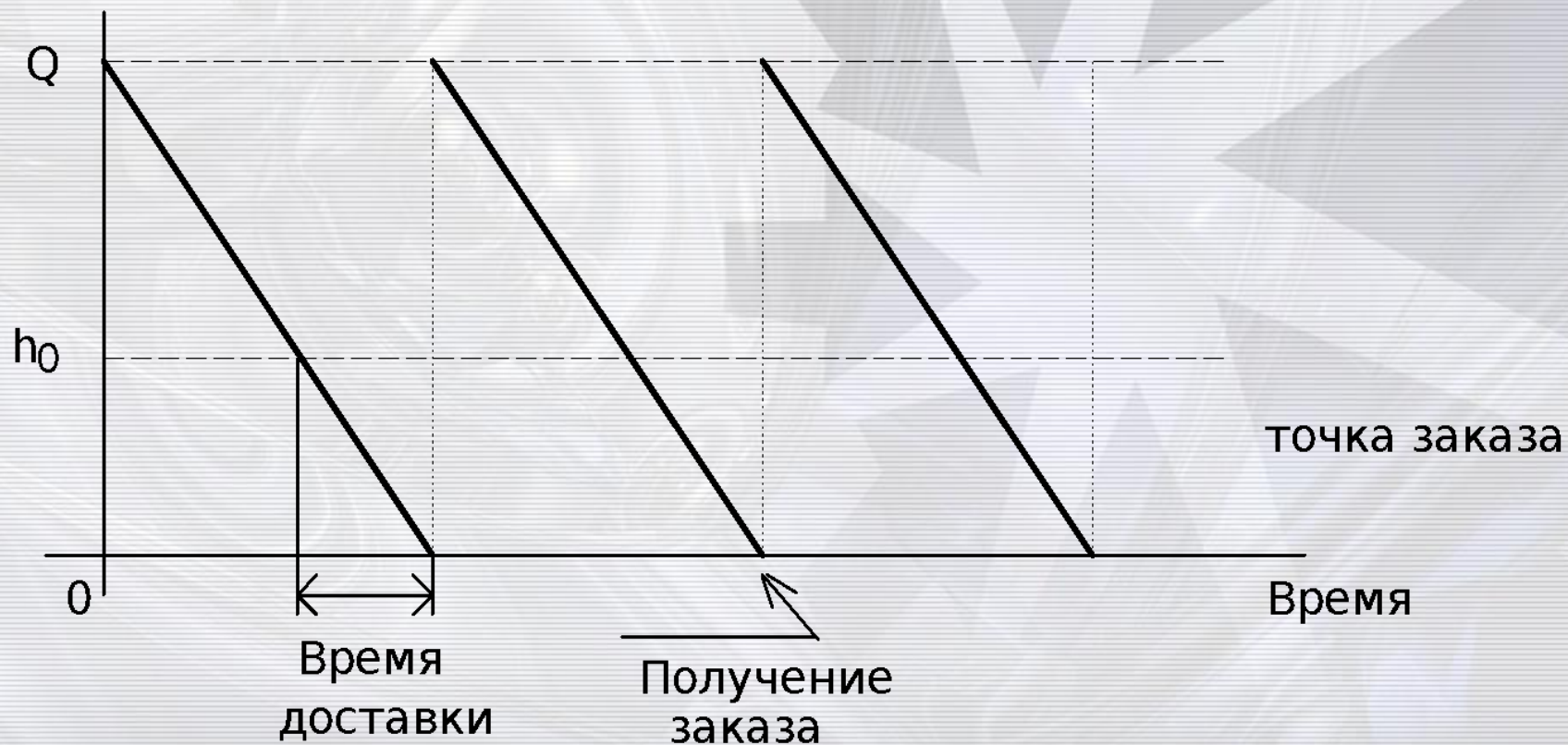


# Выходные параметры модели Уилсона

- $Q$  – размер заказа, [ед.тов.];
- $L$  – общие затраты на управление запасами в единицу времени, [руб./ед.t];
- $t$  – период поставки, т.е. время между подачами заказа или между поставками, [ед.t];
- $h_0$  – **точка заказа**, т.е. размер запаса на складе, при котором надо подавать заказ на доставку очередной партии, [ед.тов.].

# График циклов изменения запасов в модели Уилсона

Уровень запасов



# Формулы модели Уилсона

$$Q_w = \sqrt{\frac{2Kv}{s}} \text{ (формула Уилсона),}$$

где  $Q_w$  – оптимальный размер заказа в модели Уилсона;

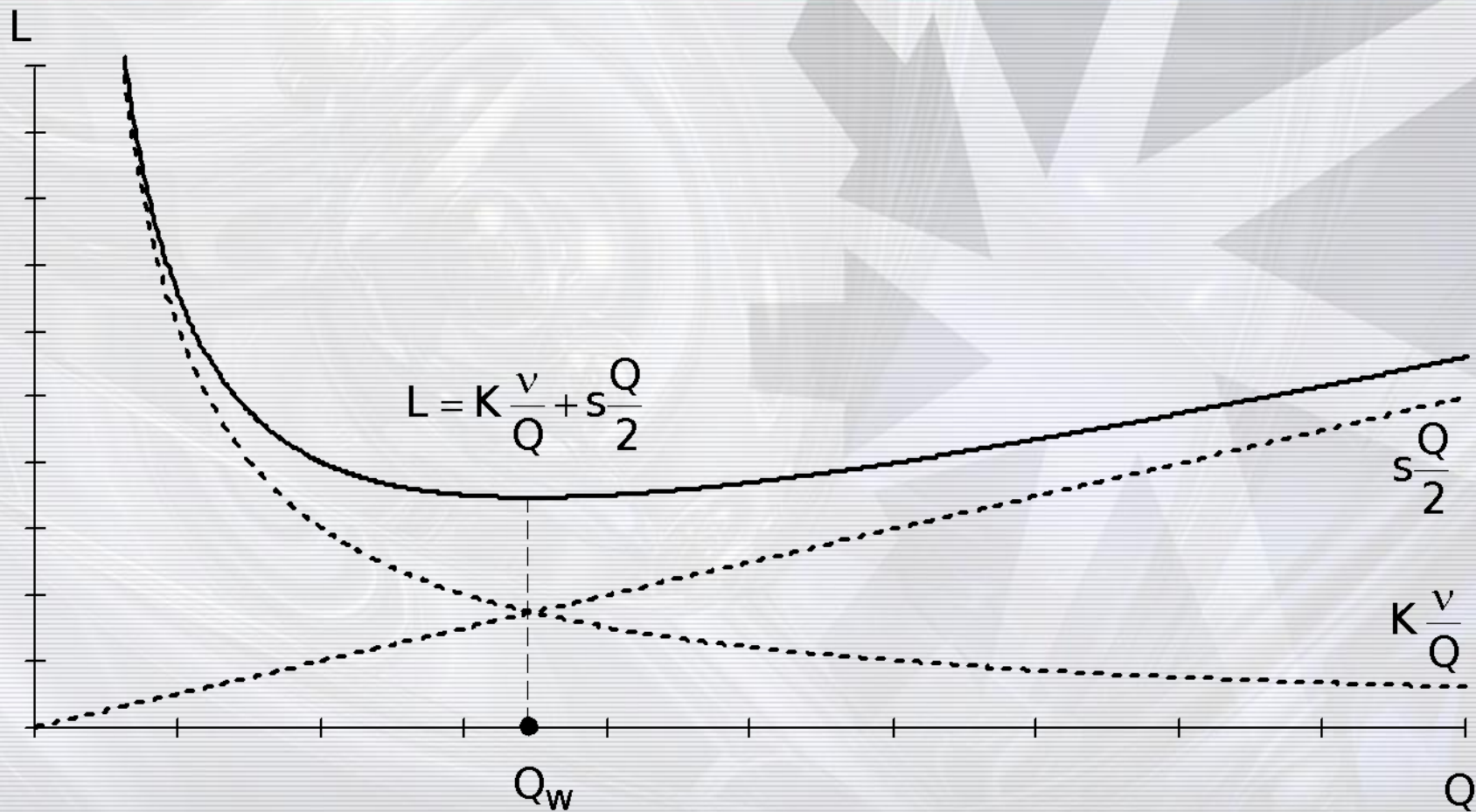
$$L = K \cdot \frac{v}{Q} + s \cdot \frac{Q}{2}$$

$$\tau = \frac{Q}{v}$$

$$h_0 = v t_d$$



# График затрат на УЗ в модели Уилсона



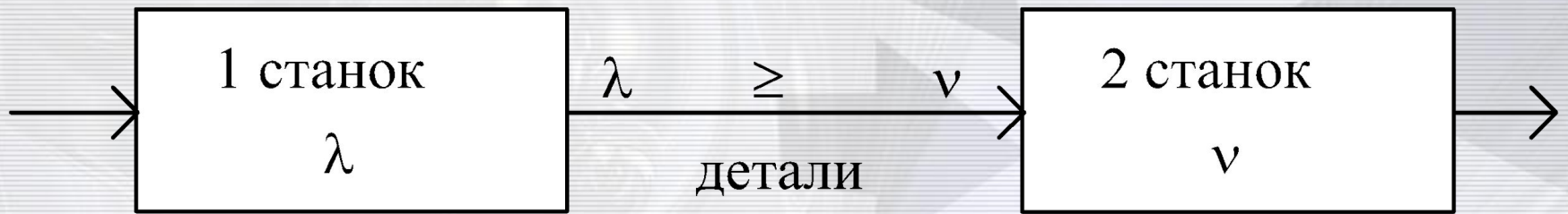
# Модель планирования экономического размера партии

Модель Уилсона, используемую для моделирования процессов закупки продукции у внешнего поставщика, можно модифицировать и применять в случае собственного производства продукции

## **Например:**

На первом станке производится партия деталей с интенсивностью  $\lambda$  деталей в единицу времени, которые используются на втором станке с интенсивностью  $\nu$  [дет./ед.т].

# Схема производственного процесса





# *Входные параметры модели планирования экономического размера партии*

- $\lambda$  – интенсивность производства продукции первым станком, [ед.тов./ед.t];
- $\nu$  – интенсивность потребления запаса, [ед.тов./ед.t];
- $s$  – затраты на хранение запаса, [ ];
- $K$  – затраты на осуществление заказа, включающие подготовку (переналадку) первого станка для производства продукции, потребляемой на втором станке, [руб.];
- $t_n$  – время подготовки производства (переналадки), [ед.t].

# *Выходные параметры модели планирования экономического размера партии*

- $Q$  – размер заказа, [ед.тов.];
- $L$  – общие затраты на управление запасами в единицу времени, [руб./ед.t];
- $t$  – период запуска в производство партии заказа, т.е. время между включениями в работу первого станка, [ед.t];
- $h_0$  – точка заказа, т.е. размер запаса, при котором надо подавать заказ на производство очередной партии, [ед.тов.].

# Изменение уровня запасов

- в течение времени  $t_1$  работают оба станка, т.е. продукция производится и потребляется одновременно, вследствие чего запаса накапливается с интенсивностью  $(\lambda - \nu)$  ;
- в течение времени  $t_2$  работает только второй станок, потребляя накопившийся запас с интенсивностью  $\nu$ .





# Формулы модели экономического размера партии

$$Q^* = \sqrt{\frac{2Kv\lambda}{s(\lambda - v)}}$$

где \* – означает оптимальность размера заказа;

$$L = K \frac{v}{Q} + s \frac{Q(\lambda \overset{\text{ИЛИ}}{-v})}{2\lambda \underset{\text{ИЛИ}}{}}$$

$$L = K \frac{v}{Q} + \frac{sQ(1 - v/\lambda)}{2}$$

$$H = \frac{Q(\lambda - v)}{\lambda}$$

$$H = Q(1 - v/\lambda)$$

$$\tau = \frac{Q}{v}$$

$$h_0 = v t_{\text{п}}$$

# Пример

Объем продажи некоторого магазина составляет в год 500 упаковок супа в пакетах. Величина спроса равномерно распределяется в течение года. Цена покупки одного пакета равна 2 руб. За доставку заказа владелец магазина должен заплатить 10 руб. Время доставки заказа от поставщика составляет 12 рабочих дней (при 6-дневной рабочей неделе). По оценкам специалистов, издержки хранения в год составляют 40 коп. за один пакет. Необходимо определить: сколько пакетов должен заказывать владелец магазина для одной поставки; частоту заказов; точку заказа. Известно, что магазин работает 300 дней в году.

# Решение

Плановым периодом является год,  $v=500$  пакетов в год,  $K=10$  рублей, затраты на хранение одной единицы продукции в год  $s=0,4$  руб. от стоимости запаса в одну упаковку.

$$Q_w = \sqrt{\frac{2Kv}{s}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 500}{0,4}} = 158,11 \approx 158$$

Поскольку число пакетов должно быть целым, то будем заказывать по 158 пакетов.

Годовые затраты на УЗ равны

$$L = K \cdot \frac{v}{Q} + s \cdot \frac{Q}{2} = 10 \cdot \frac{500}{158} + 0,4 \cdot \frac{158}{2} = 63,25$$

Подача каждого нового заказа должна производиться через

$$\tau = \frac{Q}{v} = \frac{158}{500} = 0,316$$

Поскольку известно, что в данном случае год равен 300 рабочим дням, то

$$\tau = 0,316 \cdot 300 = 94,8 \approx 95 \text{ рабочих дней}$$



Заказ следует подавать при уровне запаса, равном

$$h_0 = v \cdot t_d = \frac{500}{300} \text{ пакета} \cdot 12 = 20$$

т.е. эти 20 пакетов будут проданы в течение 12 дней, пока будет доставляться заказ.

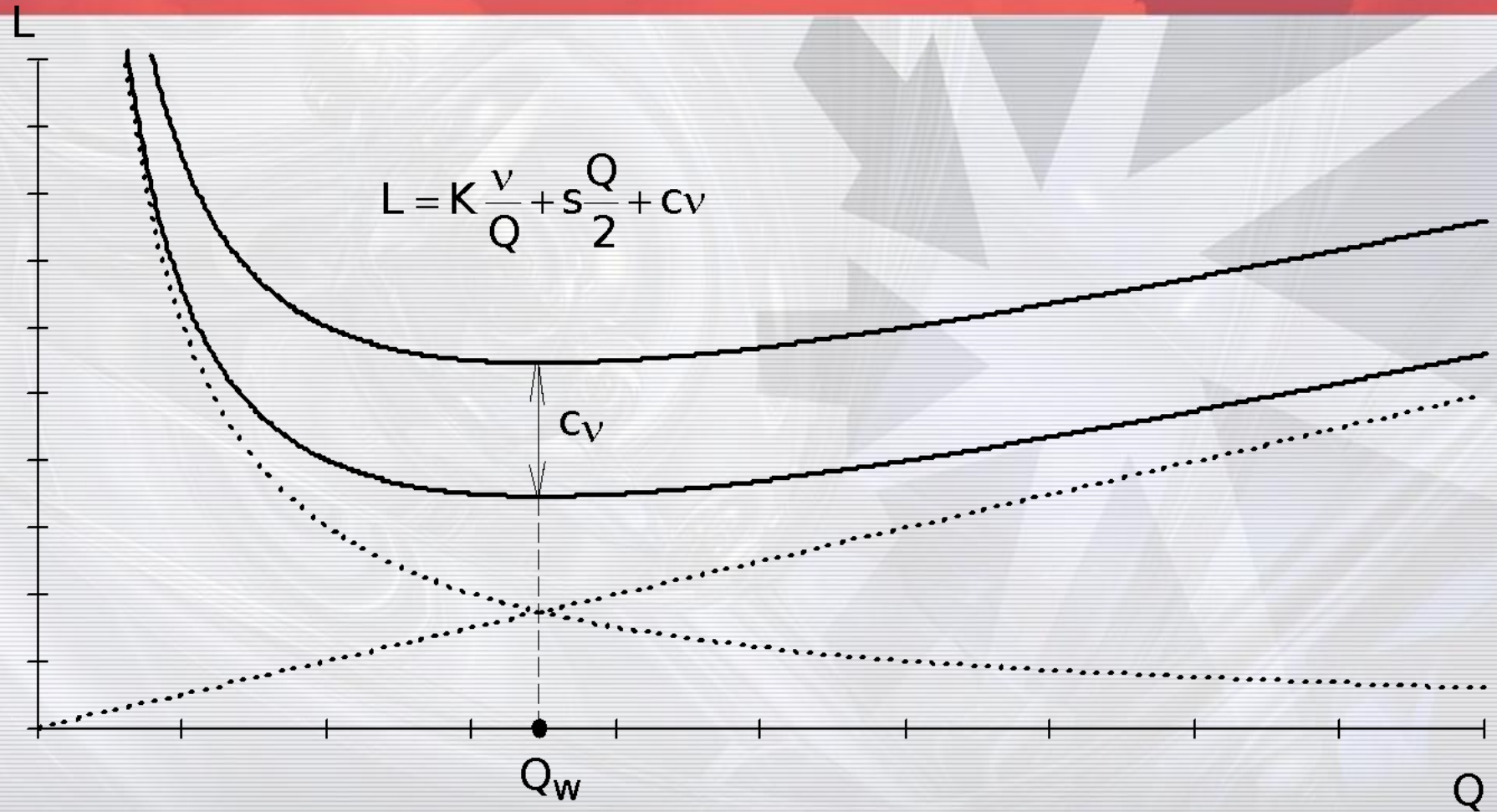
# МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ, УЧИТЫВАЮЩАЯ СКИДКИ

Уравнение общих затрат для ситуации, когда учитываются затраты на покупку товара, имеет вид

$$L = K \frac{v}{Q} + s \frac{Q}{2} + cv \text{ [руб./ед.t]},$$

где  $s$  – цена товара [руб./ед.тов.];  $cv$  – затраты на покупку товара в единицу времени [руб./ед.t]. Если цена закупки складированного товара постоянна и не зависит от  $Q$ , то ее включение в уравнение общих затрат приводит к перемещению графика этого уравнения параллельно оси  $Q$  и не изменяет его формы. Т.е. в случае постоянной цены товара ее учет не меняет оптимального решения .

# График затрат на УЗ с учетом затрат на покупку



Если на заказы большого объема предоставляются скидки, то заказы на более крупные партии повлекут за собой увеличение затрат на хранение, но это увеличение может быть компенсировано снижением закупочной цены. Таким образом, оптимальный размер заказа может изменяться по сравнению с ситуацией отсутствия скидок. Поэтому затраты на приобретение товара необходимо учитывать в модели покупок со скидками.



# *Новые входные параметры модели, учитывающей скидки*

