



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВЫСШАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА

Управление запасами на предприятиях – участниках цепей поставок

*Материалы к корпоративной программе повышения квалификации
«Современные методы управления материально-техническим
снабжением в цепях поставок» для сотрудников ПАО «ГАЗПРОМ»*

УВАРОВ
Сергей Алексеевич
д.э.н., профессор



Ноябрь 2021

Темы занятий

1. Место запасов в логистической системе
2. Методы логистического анализа в управлении запасами
3. Запасы как фактор надежности цепей поставок
4. Проблемы и перспективы развития систем управления запасами в логистике

Литература – 1

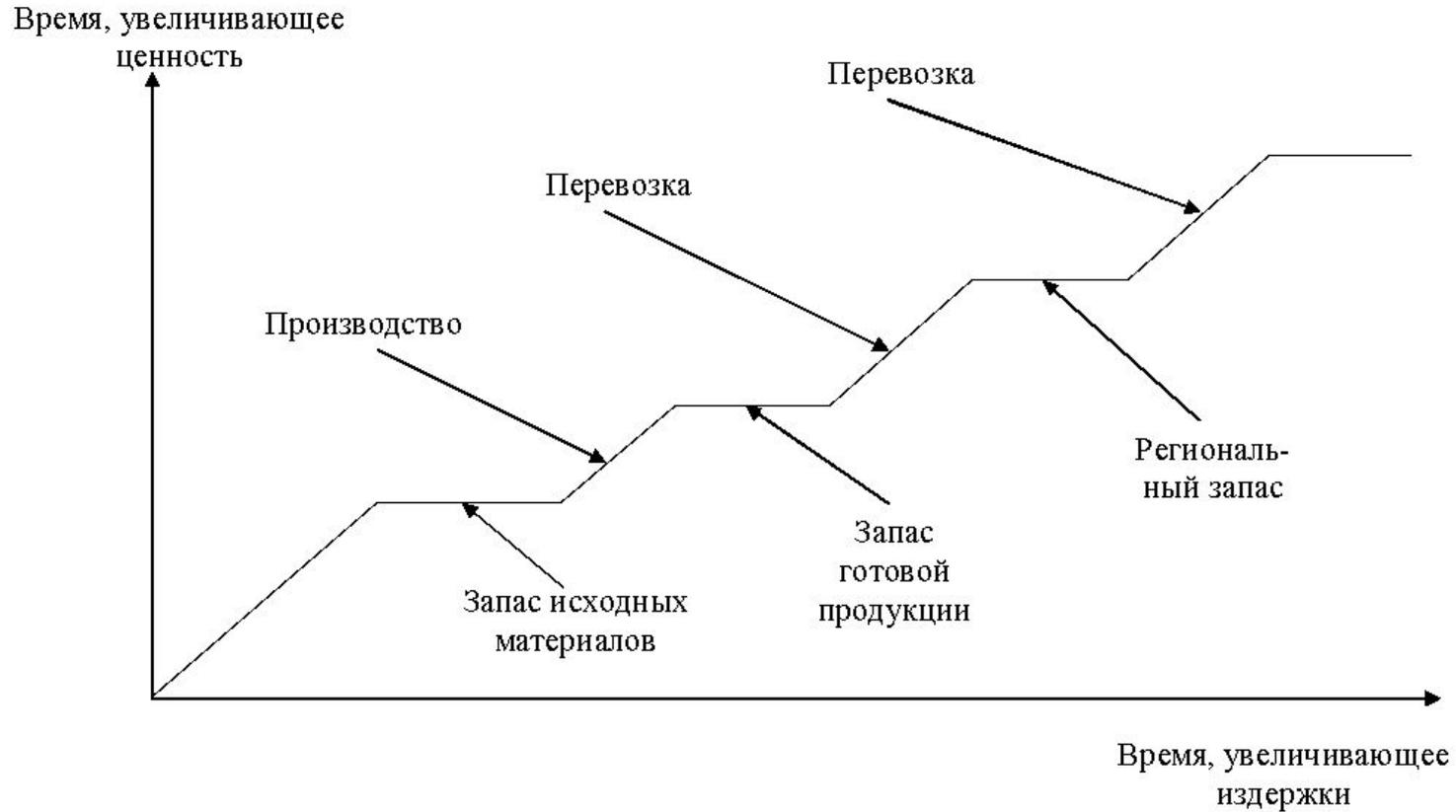
- Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Дж. Логистика : Интегрированная цепь поставок / пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Олимп-Бизнес, 2005. – 640 с.
- Букан Дж., Кенигсберг Э. Научное управление запасами : пер. с англ. – М. : Наука, 1967. – 423 с.
- Вагнер Г. Основы исследования операций : в 3 т. : пер. с англ. – М. : Мир. – 1972-1973. – Т. 1. – 1972. – 336 с. ; Т. 2. – 1973. – 488 с. ; Т. 3. – 1973. – 504 с.
- Вентцель Е. С. Исследование операций – М. : Сов. радио, 1972. – 552 с.
- Григорьев М. Н., Долгов А. П., Уваров С. А. Управление запасами в логистике : методы, модели, информационные технологии : учебное пособие – СПб. : Бизнес-пресса, 2006. – 368 с.
- Григорьев М. Н., Долгов А. П., Уваров С. А. Логистика: продвинутый курс: учебник для магистров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2020. – 734 с.
- Григорьев М. Н., Уваров С. А. Логистика: учебник для бакалавров. – 4-е изд., исп. и доп. – М.: Юрайт, 2020. – 836 с.

Литература – 2

- Коммерческая деятельность предприятия : стратегия, организация, управление : учебное пособие / под ред. В. К. Козлова, С. А. Уварова. – СПб. : Политехника, 2000. – 322 с.
- Линдерс М. Р., Фирон Х. Е. Управление снабжением и запасами. Логистика : пер. с англ. – СПб. : Виктория плюс, 2002. – 768 с.
- Радионов Р. А., Радионов А. Р. Управление сбытовыми запасами и оборотными средствами предприятия (практика нормирования) : учебное пособие – М. : Дело и сервис, 1999. – 400 с.
- Рыжиков Ю. И. Теория очередей и управление запасами : учеб. пособие для вузов. – СПб. : Питер, 2001. – 384 с.
- Уотерс Д. Логистика. Управление цепью поставок : пер. с англ. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 503 с.
- Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами : пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

1. Место запасов в логистической системе

Роль логистики



Теория запасов (*theory of inventory*) -1

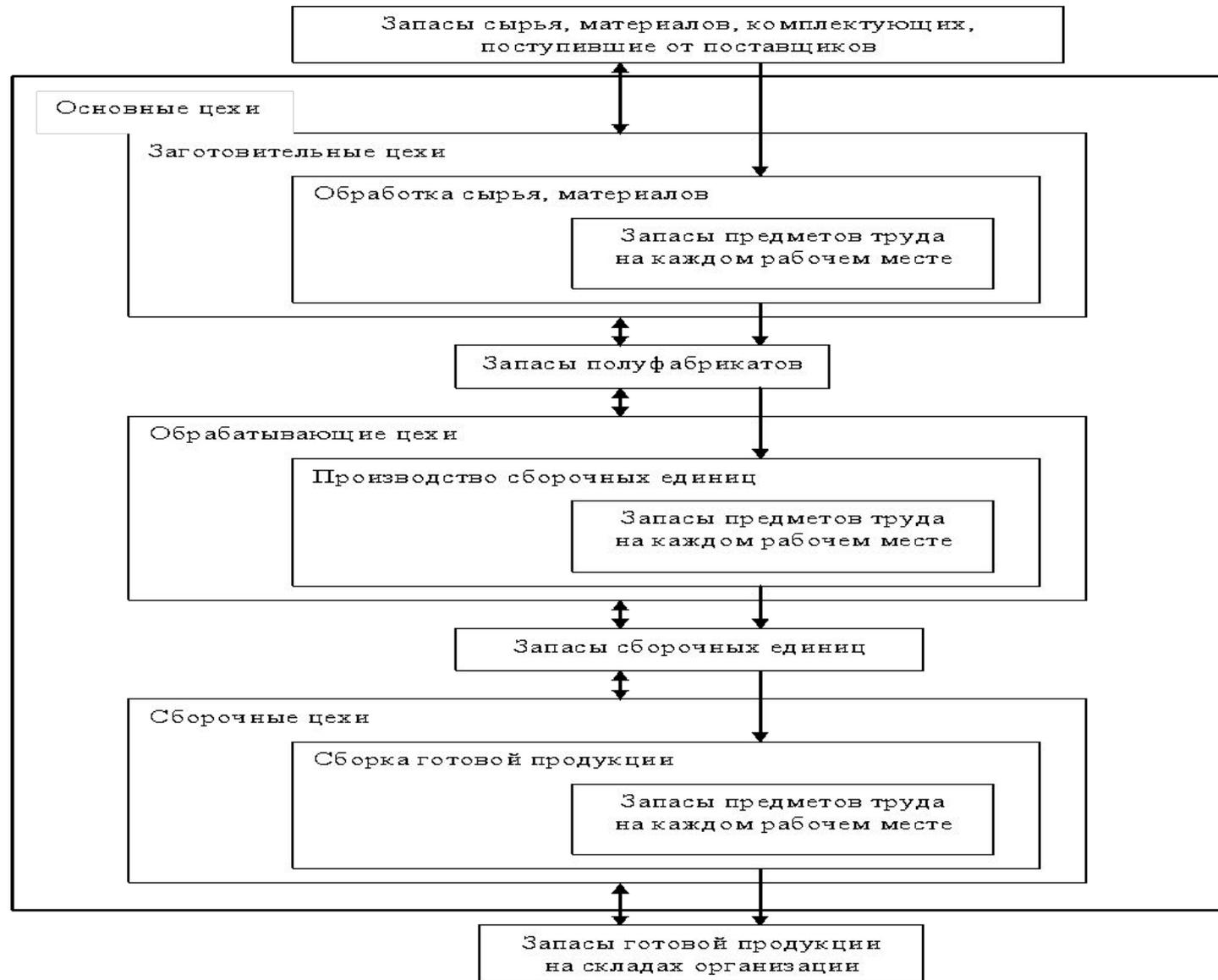
Раздел исследования операций, изучающий закономерности образования и расходования *запасов* и вырабатывающий рекомендации по оптимальному управлению ими. В любой *экономической системе* создаются запасы, играющие роль звена, сглаживающего неравномерности спроса, производства и снабжения. Теория запасов основывается на методах теории вероятностей и теории *случайных процессов*. При построении и анализе *математических моделей* функционирования запаса, при нахождении оптимальных вариантов используются общие *методы оптимизации*, широко применяются вычислительные методы, в частности *метод Монте-Карло* для имитационного моделирования. Простейшая модель теории запасов описывается одномерным случайным процессом, состояние которого в любой момент времени равно уровню *текущих запасов*.

Теория запасов (*theory of inventory*) – 2

Спрос на продукцию задается *поток*ом однородных событий (моментов поступления *требований*) и распределением вероятностей количества продукции, требуемой в одной *заявке*. При уменьшении запаса до определенного уровня размещается *заказ* на его пополнение. Существуют различные варианты уточнения этой модели с учетом реальных факторов. Более сложные модели теории запасов учитывают многономенклатурность продукции, структуру системы снабжения. Разработан широкий спектр *математических моделей* запасов, различаемых по характеру спроса (детерминированный, стохастический, неопределенный), поступления и расходования запасов (дискретный и непрерывный), по способу *учета* запасов, по типу политики заказа, по способу функционирования при превышении спроса над предложением (*потеря требования*, постановка его в *очередь* на обслуживание и т. д.), по характеру исполнения требования (немедленно, с фиксированным или случайным запаздыванием) и т. д.

Запасоемкость (*inventory / sales ratio*)

Показатель, отражающий отношение величины запасов (в стоимостном выражении) к объему реализации продукции. Для торговых предприятий этот показатель является величиной, позволяющей увязать объем продаж (реализации) и товарные запасы. Показатель запасоемкости используется в ряде стран мира; в США он ежемесячно рассчитывается и публикуется в соответствующем бюллетене Министерства торговли, в стат. ежегоднике США (Statistical Abstract of the United States) и др. Этот показатель в розничной торговле США в 1992, 1993 и 1994 гг. составлял соответственно 1,50, 1,49 и 1,51.



Условные обозначения:
 —————> — материальные потоки
 <—> — информационные потоки

Основные причины формирования материальных запасов:

- Несоответствие объемов предложения и спроса на материальные ресурсы (промежуточные и конечные продукты) во времени и пространстве.
- Возможные сбои нормального хода производства, распределения и транспортировки материальных ресурсов, а также резкие изменения (колебания) величины спроса.
- Сезонные колебания в производстве (предложении), потреблении (спросе), а также определяемые условиями транспортировки материальных ресурсов.
- Спекулятивные намерения и инфляционные ожидания.
- Экономические факторы, основанные на экономии транспортных расходов, за счет скидок с цен на размер закупаемой партии, на издержках по оформлению заказа, на сведении к минимуму простоев производства, возможности немедленного обслуживания покупателей (клиентов) и т. п.

Типы издержек, оказывающих влияние на выбор стратегии управления запасами:

- Издержки, связанные с осуществлением поставок.
- Издержки содержания (хранения) запасов.
- Издержки выполнения заказов покупателей.
- Издержки (потери), связанные с дефицитом запасов, когда поступающие в логистическую систему требования (заявки на товарно-материальные ресурсы) не могут быть удовлетворены.
- Издержки, по управлению логистической системой (затраты на содержание административно-управленческого персонала, по сбору и обработке информации и пр.).

Проблема оптимизации запасов в логистических системах

Классификационный признак	Классификационная группировка	Выделяемые группы запасов
По предназначению в производственной или коммерческой деятельности	Типы запаса	<ol style="list-style-type: none">1. Сырье и материалы2. Промежуточный продукт3. Готовая продукция4. Изделия для ремонта и содержания5. Товары для перепродажи6. Отходы производства и вторичные МР7. Сельскохозяйственные материалы
По экономическим функциям в воспроизводственном процессе	Виды запасов	<ol style="list-style-type: none">1. Производственные запасы2. Запасы незавершенного производства3. Товарные запасы4. Транспортные запасы5. Государственные материальные резервы6. Запасы домашних хозяйств
По причинам образования и функциям в логистическом процессе	Части запаса	<ol style="list-style-type: none">1. Текущие2. Страховые3. Подготовительные4. Сезонные

Запасы, материальные запасы (*inventory, stock*)

- Запасы – материальная продукция, ожидающая вступления в процесс производственного или личного потребления или в процесс продажи. Запасы могут быть классифицированы по натурально-вещественному признаку (по видам сырья, материалов, топлива, оборудования и т. д.), по роли в процессе общественного производства (средства труда, предметы труда, незавершенное производство, готовая продукция), по назначению (запасы производственные, запасы товарные, резервы материальные, запасы изделий народного потребления у индивидуальных потребителей), по срокам формирования и использования (запасы текущие, запасы подготовительные, запасы страховые), по объему и потребности в них (запасы нормативные, запасы сверхнормативные, запасы излишние) и т. д.

-
- Запасы как экономическая категория присущи как натуральному, так и рыночному хозяйству. Их формирование связано с сезонным характером производства ряда важнейших видов продукции (например, продовольствия) и транспортирования, а также необходимостью сглаживания диспропорций, неизбежно возникающих в сложных экономических системах.
 - **Запасы в пути**, транспортные запасы (*in transit inventory; pipeline stock; transportation stock*) – товарные запасы, находящиеся на момент учета в процессе транспортирования от поставщика к потребителю.
 - **Запасы досрочного завоза** (*anticipation inventories*) – 1) запасы, создаваемые в результате досрочной поставки, перепоставки или в связи с ожидаемым поступлением внеплановых заказов в ближайший период; 2) то же, что сезонные запасы.

-
- **Запасы излишние**, неиспользуемые запасы (*unneeded stocks*) – запасы, потребность в которых отсутствует. Излишние запасы могут образоваться в результате снятия продукции с производства, замены материалов и т. д.
 - **Запасы наличные** (*inventory on hand*) – все виды запасов, хранящиеся на момент учета у поставщика (потребителя), показатель статистики материально-технического обеспечения и статистики товарных запасов; в натуральном выражении может быть получен непосредственно из статистической отчетности и переписей материальных ресурсов, в днях потребления расчетным путем.
 - **Запасы неликвидные** (*dead stock; untellable inventory*) – товарные запасы, нереализуемые в течение длительного времени. Неликвидные запасы образуются вследствие низкого качества продукции, ее морального устаревания, истечения гарантийного срока хранения.

-
- **Запасы неликвидные** (*dead stock; untellable inventory*) – товарные запасы, нереализуемые в течение длительного времени. Неликвидные запасы образуются вследствие низкого качества продукции, ее морального устаревания, истечения гарантийного срока хранения.
 - **Запасы переходящие** (*final stocks; residual inventory*) – остатки продукции на конец отчетного периода.
 - **Запасы подготовительные** (*preparatory inventory*) – часть производственных запасов или товарных запасов, формирование которой вызвано необходимостью подготовки продукции к производственному потреблению или к отпуску (оформление приемки, подсортировка и т. п.).

-
- **Запасы сверхнормативные** (*excess inventory; surplus stock*) – запасы, уровень которых превышает нормы запасов. В годы экономики административно-командного типа плата за сверхнормативные запасы производилась предприятиями за счет своей прибыли.
 - **Запасы сезонные** (*seasonal inventory*) – производственные запасы или товарные запасы, образуются в силу сезонного характера производства, транспортирования, потребления или реализации продукции (напр., поставка в районы Крайнего Севера, доступные в навигационный период).

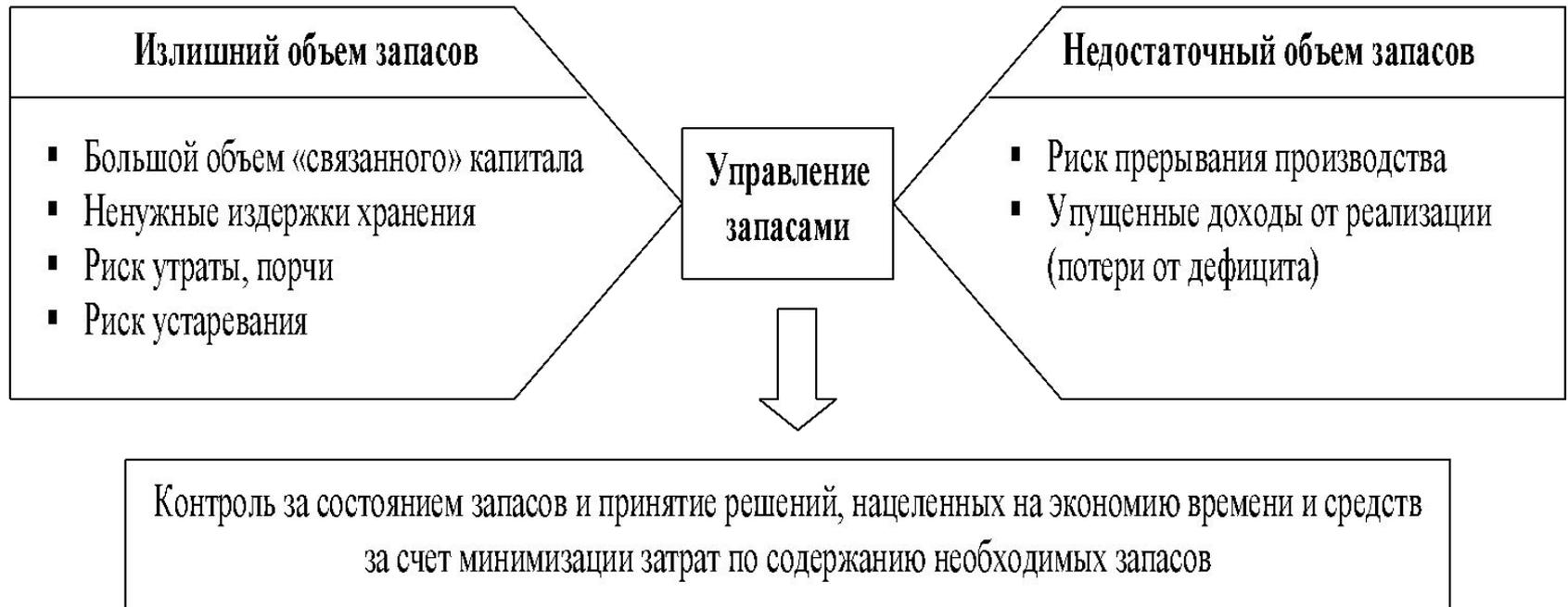
-
- **Запасы совокупные** (*aggregate inventory; overall inventory; total stock*) – сумма товарных запасов, производственных запасов, запасов в пути, незавершенного производства, резервов материальных и запасов у индивидуальных потребителей (продукты питания, медикаменты, одежда и т. п.), рассчитываемая в территориальном разрезе.
 - **Запасы производственные** (*manufacturing inventory*) – запасы сырья, материалов, комплектующих изделий, тары и т. п., находящиеся у потребителя, но на момент учета не использованные и не поступившие в процесс производственного потребления. *Производственные запасы подразделяются на запасы текущие, запасы подготовительные, запасы страховые.*

Запасы страховые, буферные запасы, гарантийные запасы, резервные запасы (*buffer stock; fluctuation stock; safety stock; stabilization stock*) – 1) часть запасов производственных или запасов товарных, формируемая на случай непредвиденных обстоятельств – недопоставок, поставок просроченных и т. п.; 2) разновидность товарных запасов, создаваемых с целью сглаживания колебаний цен. Товары из буферного запаса продаются, когда цены приближаются к заранее оговоренному «ценовому потолку»; буферный запас пополняется, когда цены приближаются к заранее установленному минимуму. В рамках интегрированной программы сырьевых товаров ЮНКТАД предусмотрено финансирование странами-участниками буферных запасов с целью стабилизации цен. В ряде международных товарных соглашений (напр., по кофе, какао, сахару и др.) предусмотрено использование буферных запасов и/или экспортных квот с целью стабилизировать цены в согласованном диапазоне.

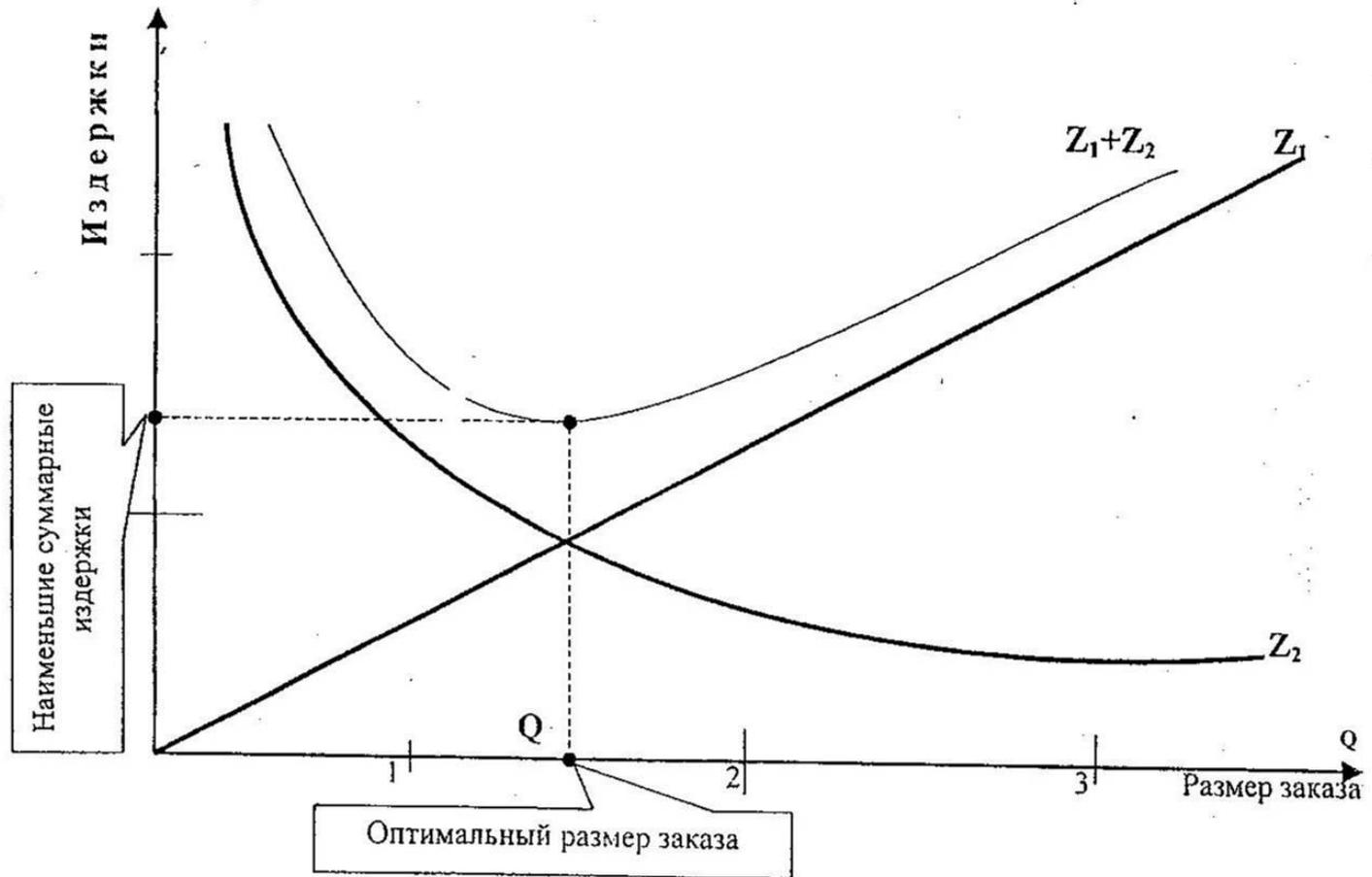
-
- **Запасы товарные** (*distribution inventory; merchandise inventory; trade inventory*) – запасы готовой продукции у поставщиков, запасы в пути и запасы торговых предприятий. Запасы первого типа называются сбытовыми. Однако в ряде работ термины «запасы товарные» и «сбытовые запасы» не различаются. К товарным запасам относятся также товары, оплаченные торговым предприятием, но оставленные на ответственном хранении у поставщика. *Товарные запасы подразделяются на подготовительные запасы, текущие запасы и страховые запасы.* Процесс возобновления товарных запасов характеризуется показателями товарооборачиваемости. В бывшем СССР в 1990 г. товарные запасы составляли 62 дня розничного товарооборота, в т. ч. в розничной торговле – 47 дней, в оптовой торговле и в промышленности – 15 дней (в 1980 г. – соответственно 96, 77 и 19 дней). В 1996 г. товарные запасы в розничной торговле в странах Западной Европы составляли в среднем 40 дней. 21

-
- **Запасы текущие** (*base stock; cycle stock; lot-size stock; working stock*) – основная часть производственных запасов или товарных запасов, предназначенная для обеспечения непрерывности процесса производственного потребления или реализации продукции в период между поставками.
 - **Запасы у поставщиков средств производства** (*finished goods stocked by manufacturers and wholesalers*) – часть товарных запасов продукции производственно-технического назначения (у изготовителей и в оптовой торговле), продукция, переданная перевозчикам, но к концу отчетного периода не оформленная перевозочными документами; часть запасов в пути (от изготовителей в торговые предприятия).

Управление запасами



Зависимость годовых издержек управления запасами от размера заказа



Пример расчета оптимального объема заказа

- Годовая потребность сырья (S) – 20 000 кг.
- Цена 1 кг сырья (V) – 10 руб / кг.
- Доля издержек хранения (L) – 20% стоимости среднегодового запаса
- Издержки выполнения одного заказа (A) – 1250 руб.

Кол-во закупок в год	1	2	3	4	5
Величина партии	20 000	10 000	6 667	5 000	4 000
Среднегодовой запас	10 000	5 000	3 333	2 500	2 000
Стоимость среднегод. запаса	100 000	50 000	33 333	25 000	20 000
Издержки хранения	20 000	10 000	6 667	5 000	4 000
Издержки выполнения заказа	1 250	2 500	3 750	5 000	6 250
ИТОГО	21 250	12 500	10 417	10 000	10 250

Издержки хранения запасов:

- заработная плата персонала;
- коммунальные услуги;
- амортизация здания и оборудования;
- административные расходы;
- охрана;
- потери при хранении;
- расходы на выплату процентов по кредитам под запасы;
- прочие текущие расходы.

Издержки хранения запасов

$$Z_1 = V * L * Q/2$$

- Z_1 – издержки хранения запасов
- V – закупочная цена единицы заказанного товара;
- L – издержки хранения в долях от стоимости среднегодового запаса;
- Q – оптимальный размер заказа.

Издержки по выполнению заказа:

- транспортные издержки;
- охрана;
- страхование;
- трансакционные издержки:
 - издержки поиска поставщика;
 - издержки по оформлению договора о поставке;
 - коммуникации с поставщиками;
 - затраты на разработку условий поставки;
 - стоимость контроля исполнения заказа;
 - издержки защиты собственности;
- прочие издержки.

Издержки выполнения заказа

$$Z_2 = A * S / Q$$

- Z_2 – издержки выполнения заказа;
- S – годовой объем закупаемых товаров в натуральном выражении;
- A – стоимость выполнения заказа;
- Q – оптимальный размер заказа.

Формула Уилсона

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot S \cdot A}{V \cdot L}}$$

Условные обозначения

- S – годовой объем закупаемых товаров в натуральном выражении;
- A – стоимость выполнения заказа;
- V – закупочная цена единицы заказанного товара;
- L – издержки хранения в долях от стоимости среднегодового запаса;
- Q – оптимальный размер заказа.

Возможные вариации в формуле Уилсона:

- Включение в затраты на заказ или отдельное рассмотрение транспортной составляющей.
- Характер учета затрат на хранение (на складе в среднем находится половина объема поставки или учитывается оплата услуг хранения, пропорциональная объему хранящегося запаса).
- Наличие или отсутствие скидок на величину объема заказа.
- Время формирования запаса (мгновенность или протяженность во времени разгрузки при поступлении заказа на склад).
- Учет возможного дефицита (да / нет).

Возможные вариации в формуле Уилсона:

- Возможная потребность дополнительных инвестиций на увеличение складских помещений.
- В каждом из вариантов необходимо оценить ограничения и особенности:
 - - оптимальный размер заказа превышает годовую потребность;
 - - возможная нелинейность параметров (транзитные нормы на транспорте, дискретное изменение скидок и т.д.);
 - - возможные ограничения на величину запасов на складе, время хранения запасов и т.п.

Производительный метод определения потребности

$$P = \sum_{1}^n H_{И} \times \Pi_{И}$$

где: P – общая потребность в материале

$H_{И}$ – норма расхода на изделие

$\Pi_{И}$ – программа производства данного изделия в плановом периоде

n – количество видов изделий, на производство которых расходуется данный материал

Подетальный метод определения потребности

$$P = \sum_1^n H_{Д} \times \Pi_{Д}$$

где: P – потребность в данном материале

$H_{Д}$ – норма расхода на деталь

$\Pi_{Д}$ – программа производства детали в плановом периоде

n – количество видов деталей, которое производится из
данного материала

Определение потребности по аналогии

$$P = N_{AI} \times \Pi \times K$$

где: P – потребность в материале для изготовления данного изделия

N_{AI} – норма расхода материала на изготовление базового аналогичного изделия

Π – программа производства данного изделия

K – коэффициент, учитывающий особенности потребления материала для данного изделия по сравнению с аналогичным. Ориентировочно устанавливается как отношение веса данного изделия к весу аналогичного базового изделия

Определение потребности по типовым представителям

$$P = N_{\text{ТИП}} \times I_{\text{ОБЩ}}$$

где: P – потребность в материале для изготовления данной группы изделий

$N_{\text{ТИП}}$ – норма расхода материалов на изготовление типового представителя

$I_{\text{ОБЩ}}$ – общая программа производства изделий данной группы

По рецептурному составу производимой продукции

$$P_{ГОТ} = \sum_1^n B \times \Pi \qquad P_{ОТП} = \frac{P_{ГОТ}}{K_{ОБ}}$$

$$P_M = P_{ОТП} \times K_M$$

где: $P_{ГОТ}$ – потребность в готовой продукции

B – черновой вес одной детали или изделия

Π – программа производства деталей для выполнения плана реализации

n – количество наименований изделий, изготавливаемых из смеси одной рецептуры

$P_{ОТП}$ – общее количество материалов, которое должно быть отпущено в производство с учетом потерь в технологическом процессе

$K_{ОБ}$ – интегральный коэффициент выхода готовой продукции, учитывающий потери на всех стадиях технологического процесса

P_M – потребность в каждом материале

K_M – удельный вес каждого материала в общем составе для изготовления изделия по рецепту

На основе формул химических реакций

$$P_M = П \times \frac{M_M \times K_{ПР} \times 100}{M_{ПР} \times K_M \times (100 - K_{П})}$$

где: P_M – потребность в материале на плановый период в натуральных единицах измерения

$П$ – программа производства готовой продукции в натуральных единицах измерения

M_M – молекулярный вес материала

$M_{ПР}$ – молекулярный вес готового продукта

$K_{ПР}$ – содержание чистого вещества в готовом продукте, %

K_M – содержание чистого вещества в исходном материале, %

$K_{П}$ – суммарное количество потерь в процессе изготовления готовой продукции

Задание для самостоятельного решения

Выбор варианта закупочной стратегии

Санкт-Петербургское предприятие ООО «Икс» для коммерческой деятельности закупает лак МЛ-133, изготавливаемый в городе Реутов Московской области предприятием АО «Лакокрасочный завод».

Лак МЛ-133 выпускается в банках объемом 3 литра. Цена одной банки лака составляет 10 руб. Поставщик предоставляет скидку за покупку: более 2000 банок – 2%, более 4000 банок – 5%, более 6000 банок – 10%.

ООО «Икс» в течение квартала закупает 9000 банок. Складские помещения предприятия способны обеспечить хранение всего объема квартальной потребности в лаке. Ежедневные затраты на хранение на складе одной банки лака составляют 0,04 руб.

Транспортное подразделение ООО «Икс» может произвести поставку лака тремя способами:

- ежемесячно в течение квартала по 3000 банок при затратах 3500 руб.;
- два раза в течение квартала по 4500 банок при затратах 2750 руб.;
- один раз в начале квартала 9000 банок при затратах 2000 руб.

Затраты на оформление заказа при поставке лака первым способом составляют 500 руб., вторым способом – 250 руб., третьим способом – 120 руб.

Необходимо определить наиболее эффективный вариант стратегии закупок лака МЛ-133 на предприятии.

2. Методы логистического анализа в управлении запасами

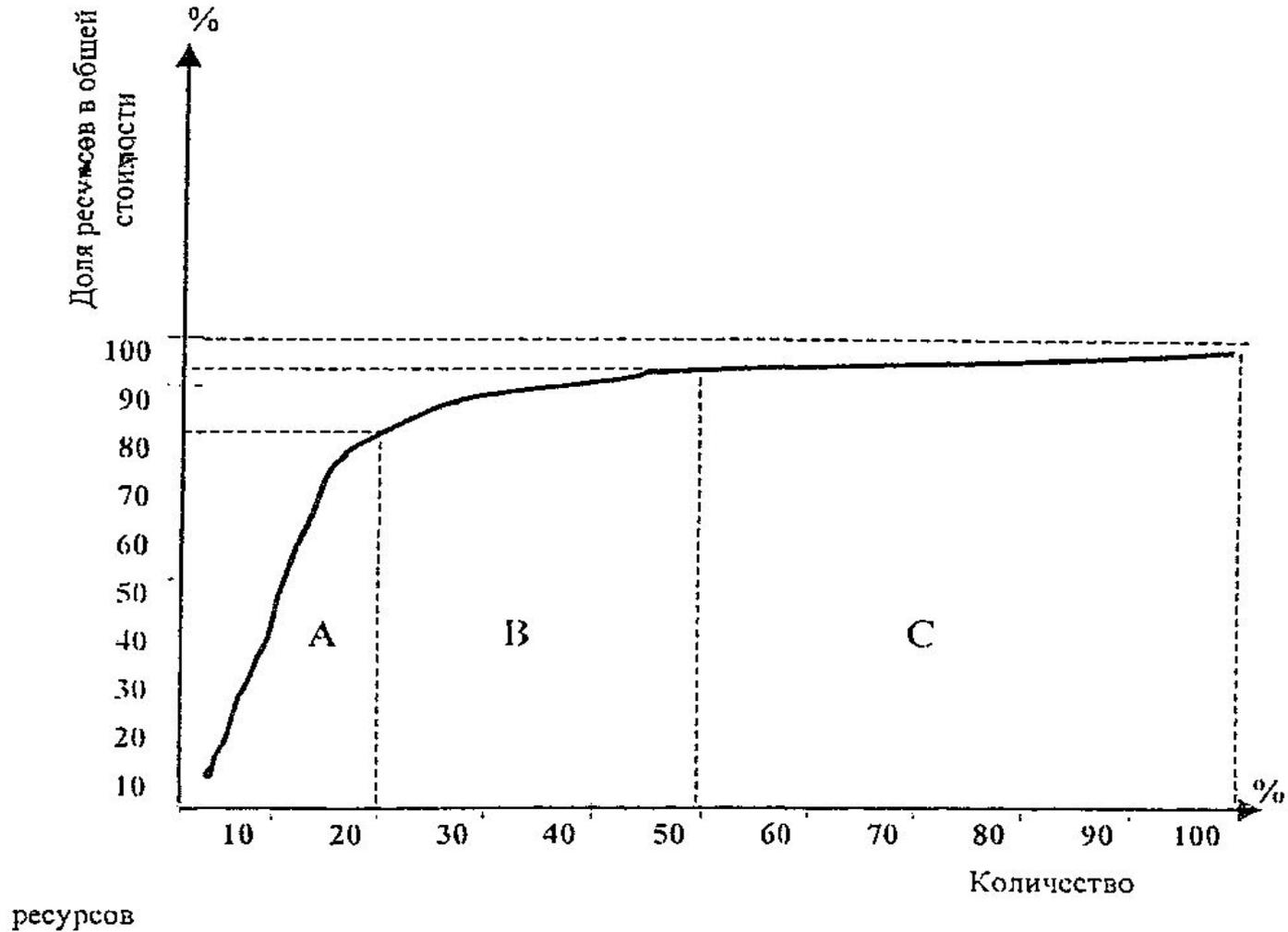
Классификация номенклатуры продукции

Цель – повышение эффективности управления запасами за счет выявления приоритетных групп товаров.

Метод ABC – анализа является действенным средством классификации ресурсов по ряду параметров (стоимости, объему, массе и др.), значимость которых определяется целью анализа и спецификой предпринимательской деятельности фирмы.

Метод XYZ – анализа позволяет произвести классификацию тех же ресурсов фирмы в зависимости от характера их потребления и точности прогнозирования изменений в их потребности.

Кривая анализа ABC (кривая Лоренца)



Выводы:

- 20 % от общего числа наименований ресурсов составляет 80 % от общей суммы материальных затрат. **Группа А**
- 30 % наименований составляют 15 % стоимости всех ресурсов. **Группа В**
- Все остальные виды ресурсов, удельный вес которых в затратах на все ресурсы лишь 5 %. **Группа С**

Метод ABC – анализа

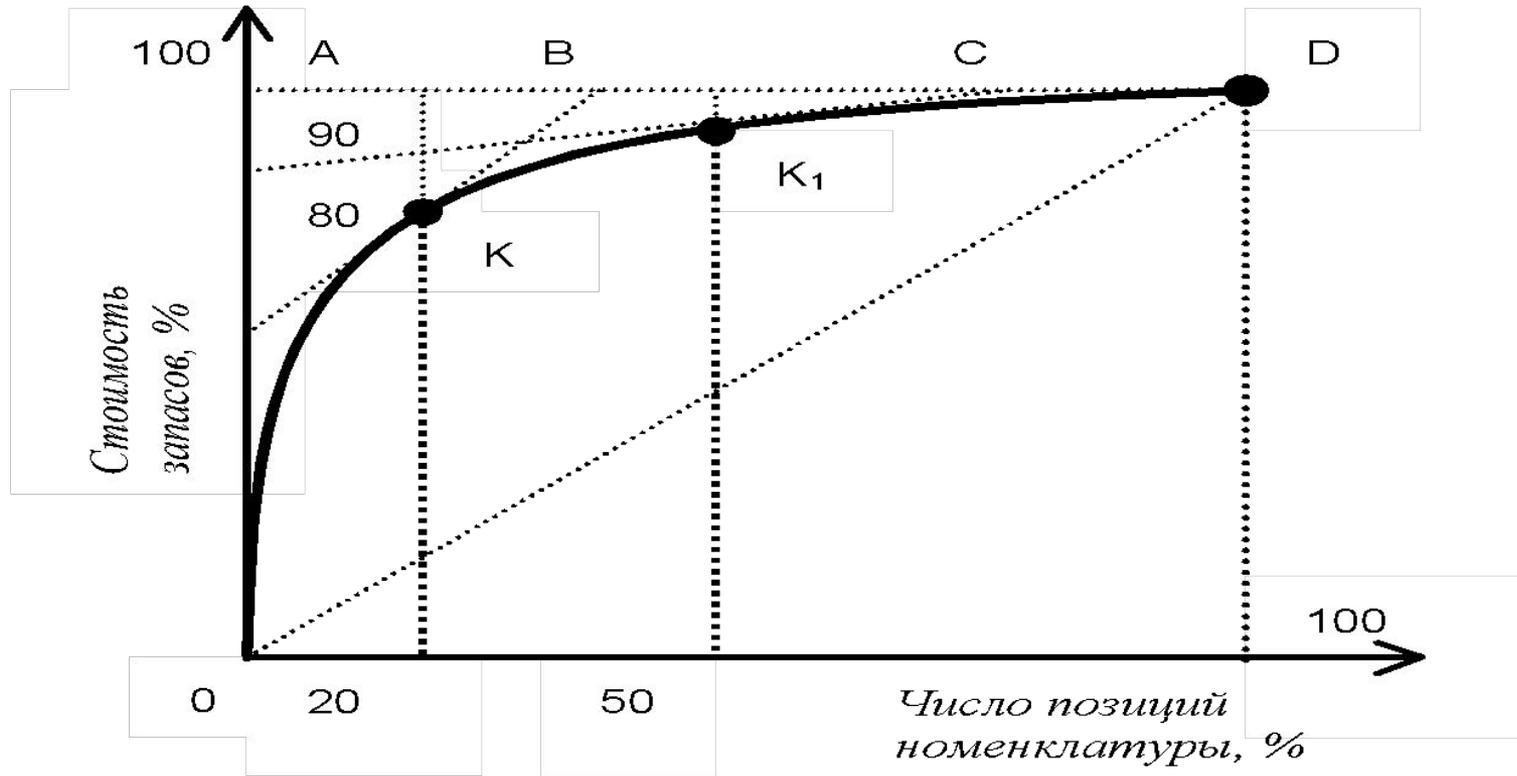
Классификация продукции по объему продаж

Продукция, позиции	Годовой объем продаж (тыс.руб.)	Доля в совокупных продажах (%)	Нарастающий итог объема продаж (%)	Классификационная категория
1		15,0	15,0	A
2		12,0	27,0	A
3		10,0	37,0	A
4		8,0	45,0	A
5		5,0	50,0	A
...		A
19		1,05	79,0	A
20		1,0	80,0	A
...		B
49		0,51	94,5	B
50		0,5	95,0	B
...		C
98		0,035	99,5	C
99		0,03	99,8	C
100		0,02	100,0	C
Итого			100,0	

Определение ABC – групп

№	C_i	$Q_i, \%$	$\Sigma q_i \%$	Групп.	№	C_i	$Q_i, \%$	$\Sigma q_i \%$	Групп.
1	600	30	30,0	А	11	20	1	95,5	С
2	400	20	50,0		12	18	0,9	96,4	
3	360	18	68,0		13	16	0,8	97,2	
4	200	10	78,0		14	14	0,7	97,9	
5	80	4	82,0	В	15	12	0,6	98,5	
6	80	4	86,0		16	10	0,5	99,0	
7	60	3	89,0		17	8	0,4	99,4	
8	40	2	91,0		18	6	0,3	99,7	
9	40	2	93,0		19	4	0,2	99,9	
10	30	1,5	94,5		20	2	0,1	100,0	

Графическая интерпретация результатов



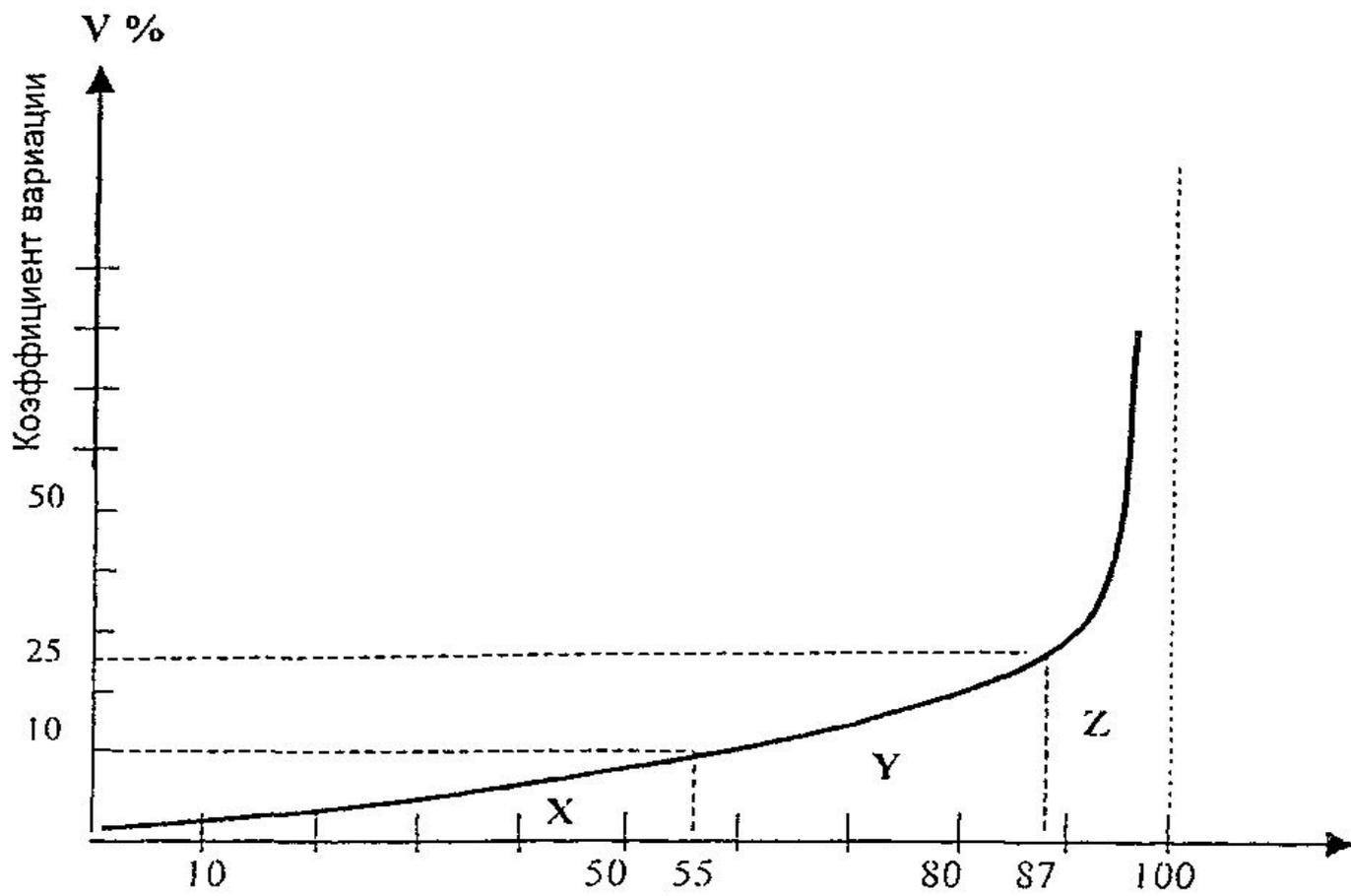
Результат ABC – анализа

- **Категория А** включает ограниченное количество наиболее ценных видов ресурсов, которые требуют тщательного планирования, постоянного (возможно, даже ежедневного) и скрупулезного учета и контроля. Ресурсы этой группы – основные в бизнесе фирмы.
- **Категория В** составлена из тех видов ресурсов, которые в меньшей степени важны для компании и требуют обычного контроля, налаженного учета (возможно, ежемесячного).
- **Категория С** включает широкий ассортимент оставшихся малоценных ресурсов, характеризующихся упрощенными методами планирования, учета и контроля.

Варианты отнесения продукции к различным классификационным категориям

Категория	Цена единицы, руб.	Количество продаж, шт.	Объем продаж, руб.
А	высокая	высокое	высокий
	средняя	высокое	высокий
	низкая	очень высокое	высокий
В	высокая	низкое	средний
	средняя	среднее	средний
	низкая	высокое	средний
С	средняя	низкое	низкий
	низкая	среднее	низкий
	низкая	низкое	низкий

Кривая анализа XYZ



Выводы XYZ – анализа

- 55 % ресурсов хорошо предсказуемы ($V \in [0 - 10 \text{ \%}]$) **Группа X**
- 32 % ресурсов потребляются в колеблющихся объемах ($V \in [10 - 25 \text{ \%}]$) **Группа Y**
- 13 % ресурсов, потребляются лишь эпизодически ($V > 25 \text{ \%}$) **Группа Z**

Определение коэффициента вариации

$$K_B = \frac{\sigma_B}{\bar{B}} \cdot 100 \quad \sigma_B = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (B_i - \bar{B})^2}{n}}$$

где:

B_i – текущее потребление товарно-материальных ресурсов (продажа продукции) в i -м периоде наблюдения;

\bar{B} – среднее арифметическое значение потребления ТМР (реализации продукции) за период;

$i = 1, 2, \dots, n$ – совокупность периодов.

Определение коэффициента вариации для k -го вида продукции

Период наблюдения	Текущее потребление B_i	Отклонение от среднего $B_i - \bar{B}$	Квадрат отклонения $(B_i - \bar{B})^2$
1	100	0	0
2	95	5	25
3	120	20	400
4	90	-10	100
5	80	-20	400
6	125	25	625
7	115	15	225
8	85	-15	225
9	75	-25	625
10	110	10	100
11	100	0	0
12	105	5	25
Итого	1200	-	2750

Расчет параметров

Средний объем потребления:

$$\bar{B} = \frac{1200}{12} = 100$$

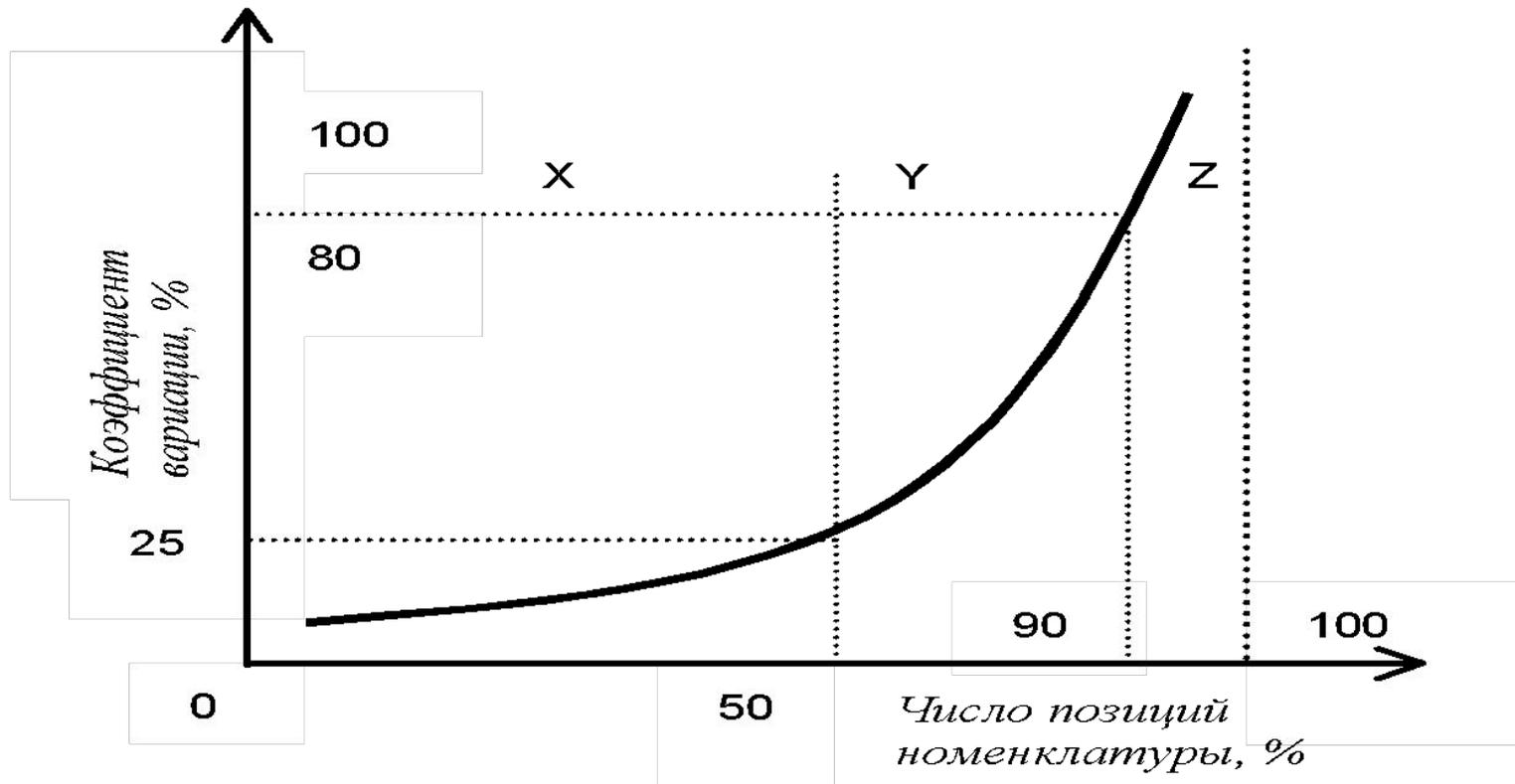
Среднее квадратическое отклонение потребления:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{2750}{12}} = 15,14$$

Коэффициент вариации:

$$K_B = \frac{15,14}{100} \cdot 100 = 15,1$$

Графическая интерпретация результатов



Результат ХУZ – анализа

- **Категория X** – ресурсы характеризуются стабильной величиной потребления, незначительными колебаниями в их расходе и высокой точностью прогноза.
- **Категория Y** – ресурсы характеризуются известными тенденциями определения потребности в них (например, сезонными колебаниями) и средними возможностями их прогнозирования.
- **Категория Z** – потребление ресурсов нерегулярно, какие-либо тенденции отсутствуют, точность прогнозирования невысокая.

Классификация продуктовых позиций по характеру потребления

Классификационная категория	Коэффициент вариации	Характеристика продукции
X	0 – 25 %	Продукция характеризуется стабильной величиной потребления, возможностью достаточно точного прогноза
Y	25 – 80 %	Продукция характеризуется известными колебаниями потребления, средними возможностями прогнозирования
Z	> 80 %	Потребление продукции нерегулярно, прогнозирование затруднительно

Модель организации процесса закупки ресурсов

Этапы процесса закупки	Новая	Повторяющаяся с изменениями	Повторяющаяся без изменений
1. Формирование потребности в ресурсах	*		
2. Определение структуры и характеристик ресурсов	*		
3. Поиск и анализ поставщиков	*	*	
4. Анализ предложений поставщиков	*	*	
5. Оценка и выбор поставщиков	*	*	
6. Принятие решений о структуре, объемах и условиях закупки	*	*	*
7. Формирование заказов, заключение и оформление контрактов	*	*	*

Позиционирование продукции

Классификационные категории		Возрастание неравномерности ухода продукции со склада →		
		X	Y	Z
Возрастание объема продаж →	A	AX	AY	AZ
	B	BX	BY	BZ
	C	CX	CY	CZ

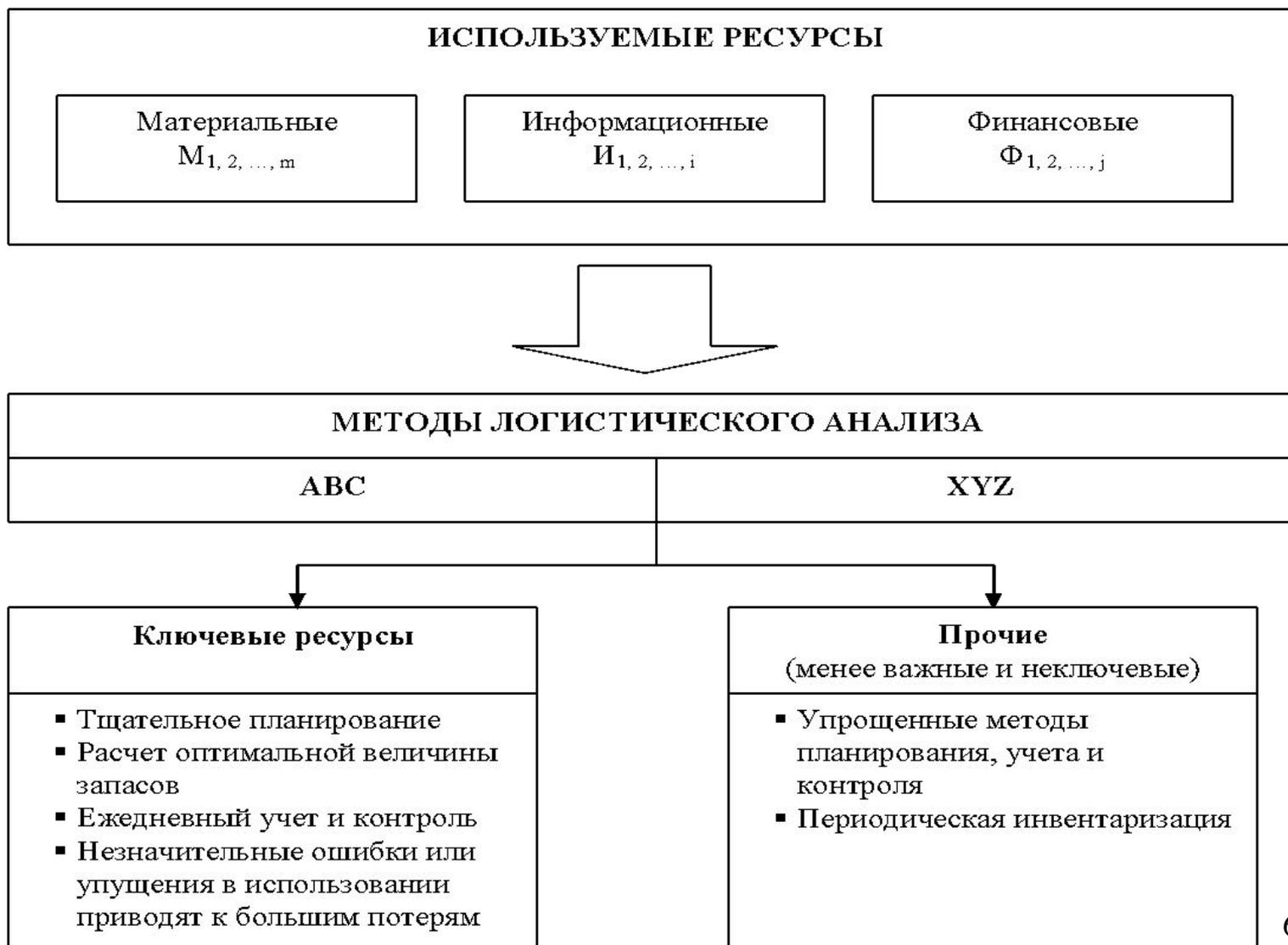
Пример позиционирования видов продукции на основании балльной оценки

Группа	Категории	Балльная оценка	Код продукции	Уровень обслуживания
1	AZ	6		
2	AУ, BZ	5		
3	AX, BУ, CZ	4		
4	BX, CУ	3		
5	CX	2		

Типовые группы продукции

Классификационная группа	Классификационные категории	Код видов продукции	Прогнозирование потребности	Уровень логистического обслуживания (%)	Вид закупки
1	AZ AY AX BZ		На основе плана продаж	95%	Повторяющаяся без изменений
2	BY BX CX		На основе прошлых продаж	90%	Повторяющаяся с изменениями
3	CY CZ		На основе прошлых продаж	85%	Новая

Классификация используемых фирмой ресурсов



Алгоритм разработки политики управления запасами фирмы

	X	Y	Z
A	Позиции, приносящие наибольшую прибыль и имеющие стабильный спрос	Позиции, приносящие наибольшую прибыль и имеющие определенные колебания спроса	Позиции, приносящие наибольшую прибыль, спрос на которые прогнозировать затруднительно
B	Позиции, приносящие определенную прибыль и имеющие стабильный спрос	Позиции, приносящие определенную прибыль и имеющие определенные колебания спроса	Позиции, приносящие определенную прибыль, спрос на которые прогнозировать затруднительно
C	Позиции, приносящие незначительную прибыль и имеющие стабильный спрос	Позиции, приносящие незначительную прибыль и имеющие определенные колебания спроса	Позиции, приносящие незначительную прибыль, спрос на которые прогнозировать затруднительно

Политика управления запасами

- **Группа AX** – позиции, приносящие компании наибольшую прибыль и имеющие стабильный спрос. **По этим позициям нужно наиболее точно строить прогноз продаж и тогда станет возможным оптимизировать запас в сторону его сокращения.**
- **Группа AY** – позиции, приносящие компании наибольшую прибыль и имеющие определенные колебания спроса. **По этим позициям страховой запас нужно, при возможности, увеличивать т. к. позиции имеют существенное колебание спроса, а значит, прогноз продаж по ним может отличаться от фактических значений.**
- **Группа AZ** – позиции, приносящие компании наибольшую прибыль, но спрос на которые предсказать затруднительно. **По этим позициям страховой запас нужно, при наличии финансовых резервов, увеличивать, т. к. позиции приносят компании наибольшую прибыль, но прогноз спроса по которым затруднителен.**

Политика управления запасами

- **Группа ВХ** – позиции, приносящие компании определенную прибыль и имеющие стабильный спрос. **По этим позициям можно применять концепцию минимизации страхового запаса в силу стабильности их спроса.**
- **Группа ВУ** – позиции, приносящие компании определенную прибыль и имеющие определенные колебания спроса. **По данным позициям необходимо страховой запас, по возможности, увеличивать т. к. спрос на них не стабилен и подвержен колебаниям, а объем продаж имеет существенное для компании значение.**
- **Группа ВZ** – позиции, приносящие компании определенную прибыль и имеющие колебания спроса. **По этой группе позиций страховой запас рекомендуется определять в зависимости от состояния финансовых ресурсов компании, т. к. спрос предсказать сложно, а объем продаж имеет существенное значение.**

Политика управления запасами

- **Группа СХ** – позиции, приносящие компании незначительную прибыль, но имеющие стабильный спрос. **По данной группе позиций рекомендуется минимизация страхового запаса в силу их стабильности спроса и низкой доли в обороте компании.**
- **Группа СУ** – позиции, приносящие компании незначительную прибыль и имеющие определенные колебания спроса. **По данным позициям страховой запас нужно оптимизировать, но при наличии дефицита финансовых средств страховой запас по этой группе подлежит сокращению в первую очередь.**
- **Группа CZ** – позиции, приносящие компании незначительную прибыль, и спрос на которые предсказать затруднительно. **В отношении данной группы рекомендуется рассматривать вопрос исключения из ассортимента компании ввиду не прогнозируемости спроса и низкой доли в обороте компании.**

Классификация товаров по степени частоты обращения покупателей

- Мера востребованности товара характеризуется частотой обращения клиентов за данным товаром и измеряется с помощью коэффициента частоты взятия $K_{чв}$

$$K_{чв} = \frac{\text{Количество обращений по } i\text{-ому продукту}}{\text{Общее количество обращений клиентов}}$$

Результат F M R – анализа

По частоте взятия продукты разбиваются на три группы:

- **Категория «F»** – наиболее часто запрашиваемая продукция (80% от общего количества обращений).
- **Категория «M»** – менее часто запрашиваемая продукция (15% от общего количества обращений).
- **Категория «R»** – редко запрашиваемая продукция (5% от общего количества обращений).

Результат VEN – анализа

VEN – анализ – метод анализа лекарственных препаратов по клинической значимости:

V (Vital) – жизненно-важные препараты для спасения жизни, имеющие опасный для жизни синдром отмены, постоянно необходимые для поддержания жизни;

E (Essential) – необходимые лекарственные средства, эффективные при лечении менее опасных, но серьезных заболеваний;

N (Non-essential) – средства для лечения легких заболеваний, дорогостоящие средства с симптоматическими показаниями.

Результат ABC- и VEN – анализа

Выявление жизненно важных лекарственных средств, которые необходимо утвердить к закупке независимо от стоимости, а также выявление и исключение второстепенных препаратов с высокой стоимостью годового потребления, лекарств сомнительной эффективности, дорогостоящих лекарств и препаратов с симптоматическими показаниями.

Параметры поставок и запасов

- Управление запасами осуществляется путем воздействия на определенные параметры потоков и запасов в логистических системах. Принятие управленческих решений об изменении каких-либо параметров осуществляется на основе анализа и прогноза динамики совокупности контролируемых параметров системы. При регулировании и управлении запасами можно выделить три группы параметров:
 1. Параметры спроса
 2. Параметры заказов и поставок
 3. Параметры уровня запасов.

1. Параметры спроса:

- интенсивность потребления (расхода) за период,
- средняя интенсивность потребления ресурса из запаса в единицу времени за период,
- временные характеристики дискретного спроса (интервалы потребления),
- функция спроса (потребления) за период.

Интенсивность потребления (расхода) запаса

Определяется спросом на данный материальный ресурс и характеризует его изменение в каждую единицу времени.

Интенсивность потребления может быть как постоянной, так и переменной величиной в интервале между поставками, дискретной или непрерывной.

2. Параметры заказов и поставок

- размер заказа,
- момент заказа,
- интервал отставания поставки,
- размер партии поставки,
- интервал поставки,
- точка заказа

Размер заказа или размер партии поставки

- Определяет в натуральных и/или стоимостных единицах измерения количество материального ресурса (товара) единовременно закупаемого (поставляемого) на предприятие.

Размер партии поставки должен быть равен размеру заказа, но в реальных бизнес-процессах это условие соблюдается далеко не всегда.

Интервал или цикл поставки

- Определяет промежуток времени между двумя смежными поставками. Интервал поставки совместно с размером партии поставки характеризуют интенсивность пополнения запаса, и являются основными параметрами, на поиск которых ориентированы многие задачи логистического менеджмента.

Интервал отставания (запаздывания) поставки

- Период времени между моментом выдачи заказа на материальный ресурс и моментом его поступления на склад предприятия (фирмы). Достаточно часто этот важнейший параметр называют периодом выполнения заказа. Иногда в специальной литературе интервал отставания поставки отождествляют с циклом заказа (*order cycle*), но последний более характерен для поставщиков (производителей).

Точка заказа (order point)

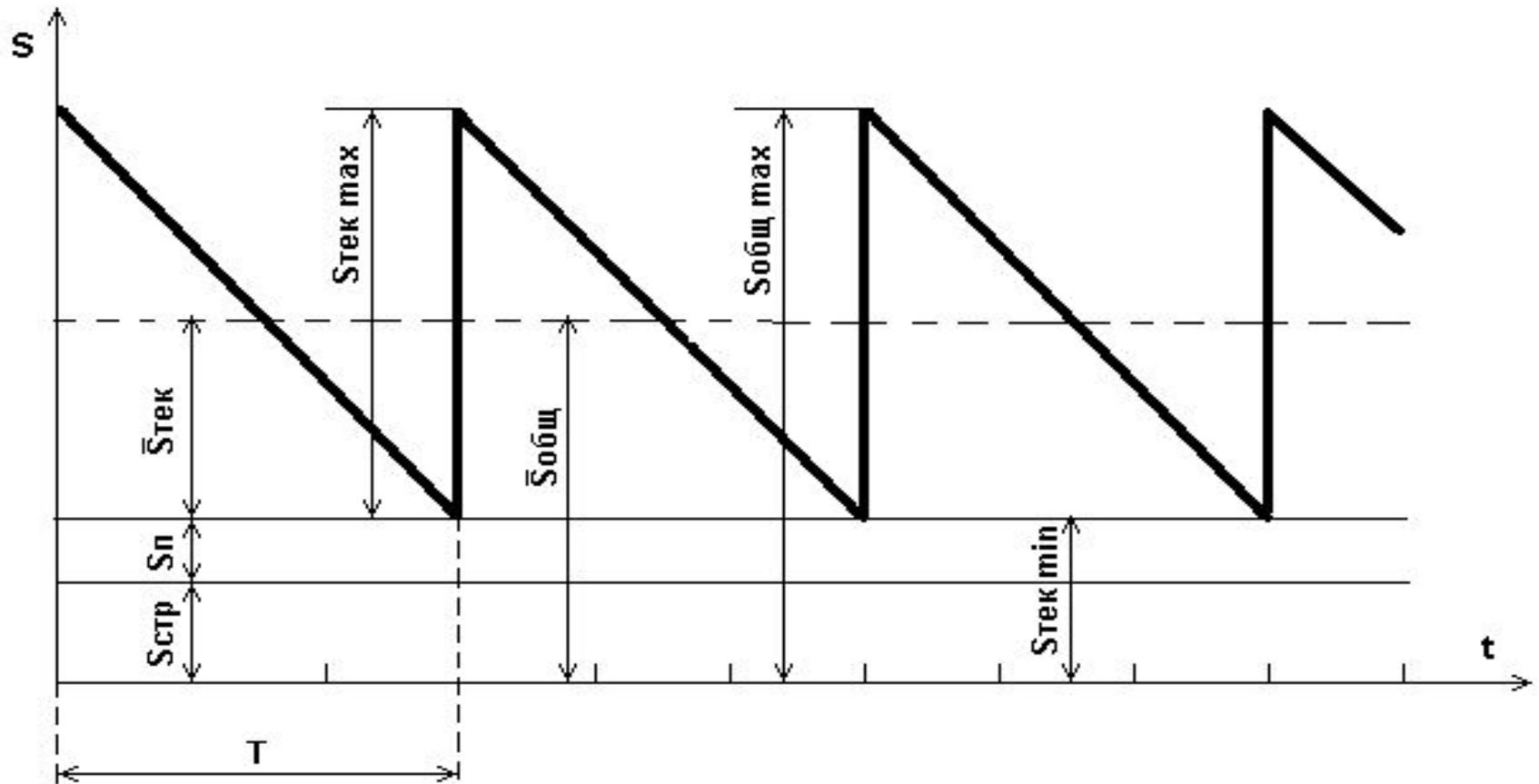
- Момент времени, когда необходимо сделать очередной заказ, и он определяется минимально допустимым уровнем запаса для бездефицитной работы ЛС.

В циклических системах регулирования и контроля запасов этот параметр часто называют точкой повторного заказа и обозначают как *ROP* (*reorder point*), что дословно в буквальном переводе означает “точка перезаказа”.

3. Параметры уровня запасов

- *Максимальный уровень*, равный сумме страхового и подготовительного запасов и максимального уровня текущего запаса. Сумму страхового и подготовительного запаса часто называют гарантийным запасом. Максимальный уровень текущего запаса, как правило, принимается равным размеру партии поставки, а минимальный – в идеальных условиях должен достигать нулевой отметки.
- *Минимальный уровень*, равный сумме страхового и подготовительного запасов или гарантийному запасу. При этом текущий запас равен нулю.
- *Средний уровень* общего запаса, равный сумме страхового, подготовительного и среднего уровня текущего запасов.

Графическая интерпретация параметров уровней запаса и его частей



Соотношения параметров уровней запаса

$$S_{общ}^{max} = S_{стр} + S_n + S_{тек}^{max}$$

$$S_{общ}^{min} = S_{стр} + S_n = S_{зар}$$

$$\bar{S}_{общ} = S_{стр} + S_n + \bar{S}_{тек}$$

Соотношения параметров уровней запаса

$$\bar{S}_{тек} \approx \frac{S_1 + S_n}{2} \quad S_{тек}^{min} = 0 \quad \bar{S}_{тек} \approx \frac{S_{тек}^{max}}{2}$$

$$\bar{S}_{тек} = \frac{\frac{S_0}{2} + S_1 + \dots + S_{n-1} + \frac{S_n}{2}}{n}$$

Соотношения параметров уровней запаса (обозначения)

- $S_{общ}^{max}$ – максимальный размер общего (суммарного) запаса;
- $S_{стр}$ – размер страхового запаса;
- S_n – размер подготовительного запаса;
- $S_{тек}^{max}$ – максимальный размер текущего запаса;
- $S_{общ}^{min}$ – минимальный размер общего запаса;
- $S_{гар}$ – размер гарантийного запаса;
- $\bar{S}_{общ}$ – средний размер общего запаса;
- $\bar{S}_{тек}$ – средний размер текущего запаса;
- $S_{тек}^{min}$ – минимальный текущий запас.

Показатели оборачиваемости запасов.

- Для характеристики скорости оборачиваемости запасов в логистических системах любого уровня используются два основных показателя:
 - число оборотов (или коэффициент оборачиваемости запаса);
 - время одного оборота запаса в днях.

Число оборотов (коэффициент оборачиваемости запаса)

$$k_{об} = \frac{Q_{прод}}{\bar{S}},$$

- где $k_{об}$ – коэффициент оборачиваемости запаса;
- $Q_{прод}$ – объем реализации (продаж) за период; □
- \bar{S} – средний размер запаса за тот же период и в тех же единицах измерения.

Время одного оборота запаса

$$T_{об} = \frac{T_{пер}}{k_{об}}$$

$$T_{об} = \frac{T_{пер} \cdot \bar{S}}{Q_{прод}}$$

- где: $T_{об}$ – время одного оборота,
 $T_{пер}$ – число дней в отчетном периоде.

Частные показатели оборачиваемости (по видам запасов) – 1

- коэффициент оборачиваемости производственного запаса, или число оборотов запаса за период, как отношение объема завоза за год к среднему размеру производственного запаса за год;
- время одного оборота производственного запаса, как отношение продолжительности года к коэффициенту оборачиваемости производственного запаса;
- средний относительный (удельный) размер производственного запаса, как отношение среднегодового размера производственного запаса к объему завоза за год, выраженный в процентах;

Частные показатели оборачиваемости (по видам запасов) – 2

- коэффициент оборачиваемости сбытового (товарного) запаса, как отношение годового объема отгрузки продукции к среднему размеру товарного запаса;
- время одного оборота товарного запаса, как отношение продолжительности года в днях к коэффициенту оборачиваемости товарного запаса;
- средний относительный (удельный) уровень товарного запаса, как отношение среднегодового размера товарного запаса к годовому объему отгрузки товарной продукции;
- запасоемкость товарной продукции (*inventory/sales ratio*), как отношение суммы среднегодовых размеров производственного и товарного запасов к объему производства (или объему продаж) товарной продукции за год.

Основные системы управления запасами

Система	Условия применения	Преимущества	Недостатки
Система с фиксированным размером заказа	Высокие: потери при дефиците, издержки хранения, стоимость товара, степень неопределенности спроса на товар	Меньшие: уровень максимально-го запаса; затраты по содержанию запасов	Необходимость ведения постоянного контроля наличия запасов на складе
Система с фиксированным интервалом времени между заказами	Большие расходы по размещению заказа и его доставке. Потери от дефицита сравнительно невелики	Отсутствие постоянного контроля наличия запасов на складе	Высокие: уровень максимального запаса, затраты на содержание запасов на складе

Параметры системы управления запасами с фиксированным размером заказа

1. Потребность в натуральном выражении

S

2. Оптимальный размер заказа

$$Q_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2AS}{LV}}$$

3. Время поставки, дни

$t_{\text{п}}$

4. Возможная задержка поставки, дни

$t_{\text{з}}$

5. Ожидаемое дневное потребление
(T – количество рабочих дней)

$$P_{\text{дн}} = \frac{S}{T}$$

6. Ожидаемое потребление за время поставки

$$P_{\text{о}} = t_{\text{п}} P_{\text{дн}}$$

7. Максимальное потребление за время поставки

$$P_{\text{м}} = (t_{\text{п}} + t_{\text{з}}) P_{\text{дн}}$$

8. Гарантийный (резервный, страховой) запас

$$R = P_{\text{м}} - P_{\text{о}}$$

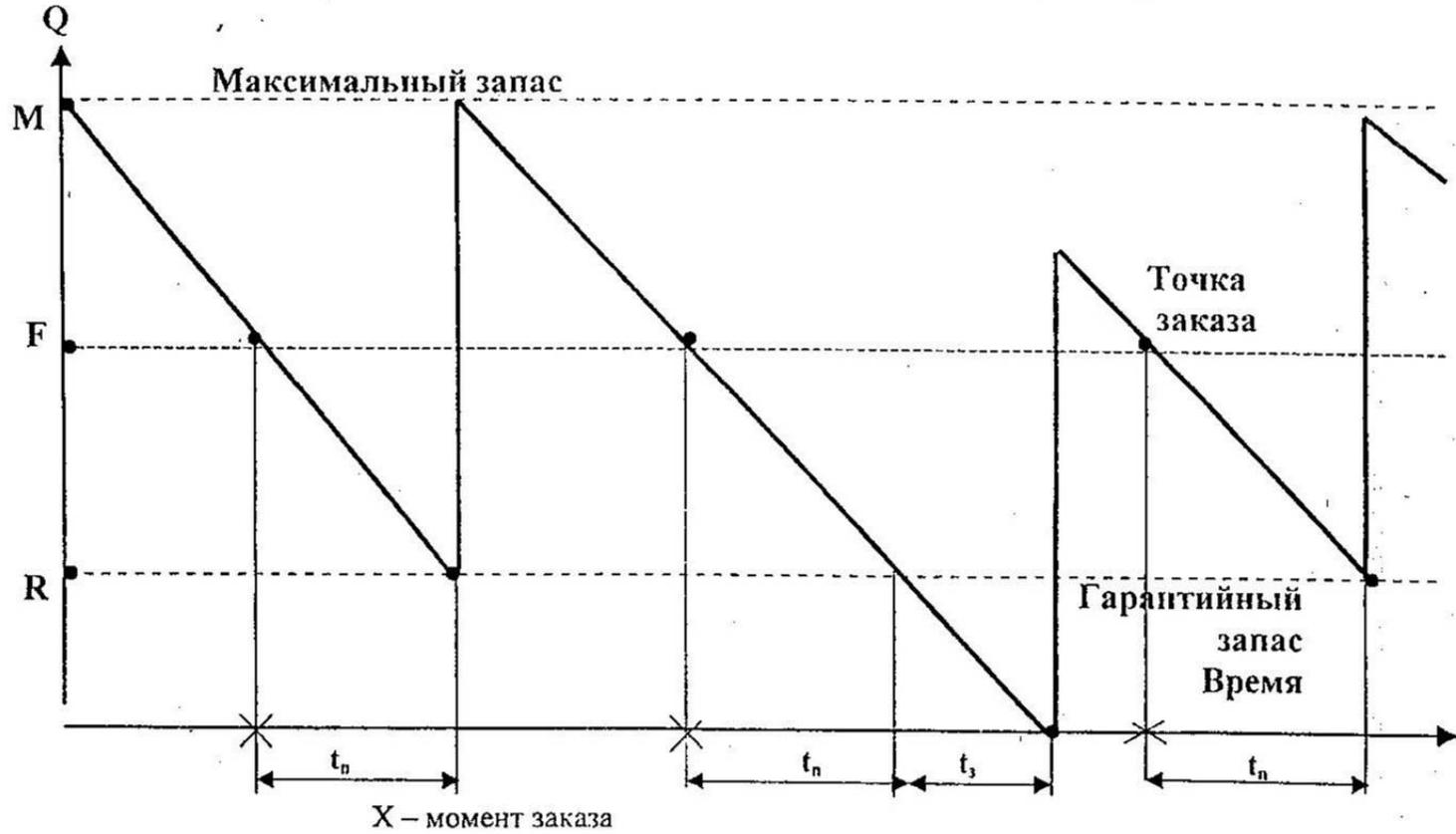
9. Точка заказа

$$F = R + P_{\text{о}}$$

10. Максимальный запас

$$M = R + Q_{\text{опт}}$$

График движения запасов в системе с фиксированным размером заказа



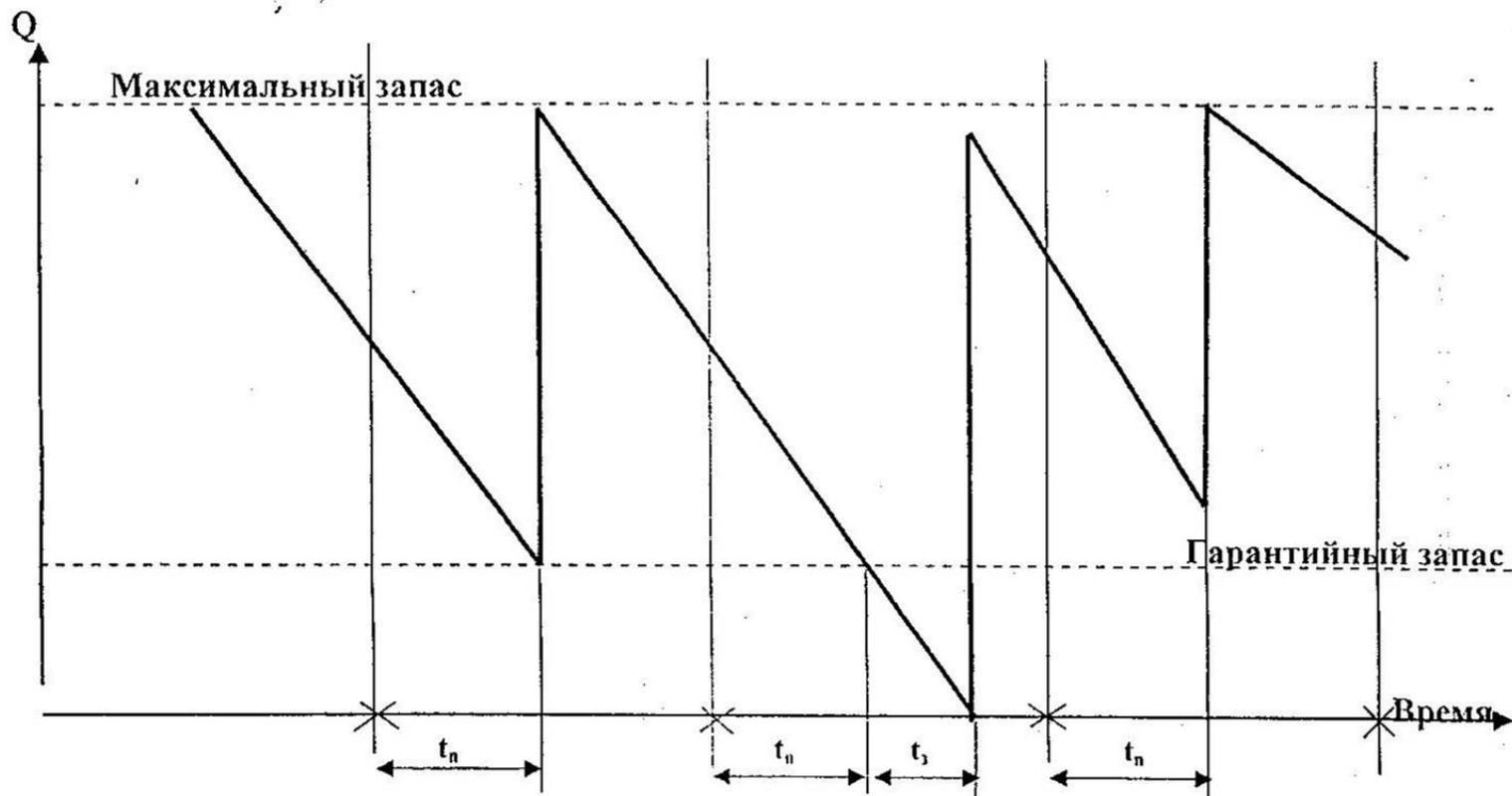
Достоинства и недостатки системы с фиксированным размером заказа

- Фиксированный размер заказа (партии поставки) сам по себе снижает часть логистических издержек. Кроме того, в данной системе возникает возможность заказа оптимальных размеров партий запасаемого материального ресурса. Данный метод является более адаптивным, так как оперативно реагирует на изменения внешней среды и внутренние параметры логистической системы.
- Однако в данной системе требуется систематический непрерывный контроль за уровнем запасов, что увеличивает издержки управления. В современных условиях этот недостаток смягчается применением компьютерных технологий, но это также требует затрат на создание и эксплуатацию соответствующей информационной системы.

Параметры системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами

1. Потребность	S
2. Интервал времени между заказами, дни	I
3. Время поставки, дни	t_{Π}
4. Возможная задержка поставки, дни	$t_{з}$
5. Ожидаемое дневное потребление	$P_{\text{дн}} = \frac{S}{T}$
6. Ожидаемое дневное потребление за время поставки	$P_0 = t_{\Pi} P_{\text{дн}}$
7. Максимальное потребление за время поставки	$P_{\text{м}} = (t_{\Pi} + t_{з}) P_{\text{дн}}$
8. Гарантийный запас	$R = P_{\text{м}} - P_0$
9. Максимальный запас	$M = R + I P_{\text{дн}}$
10. Текущий запас	B

График движения запасов в системе с фиксированным интервалом времени между заказами



Достоинства и недостатки системы с фиксированным интервалом времени между заказами

Достоинством этой системы является относительная простота организации – регулирование и контроль за уровнем запаса осуществляется лишь один раз в интервале между поставками. Это позволило широко использовать эту систему в традиционных («докомпьютерных») системах управления в период до 1960-е гг., так как значительно снижало трудоемкость учетно-управленческих работ и, соответственно, позволяло экономить на административно-управленческих расходах. Однако в современную эпоху развитых информационных технологий это обстоятельство уже не имеет столь существенного значения. Основной недостаток – система может быть использована только в случае более или менее равномерного потребления запаса. Система обладает достаточно большой инерционностью, так как ее реакция на изменение внешних условий (например, резкое изменение величины спроса) запаздывает как минимум на интервал поставки.

3. Запасы как фактор надежности цепей поставок

Статистика реализации товара фирмы

Временной период	Реализация	$b - b_i$	$(b - b_i)^2$
1	300	93	8649
2	200	193	37249
3	600	- 207	42849
4	500	- 107	11449
5	650	- 257	66049
6	700	- 307	94249
7	360	33	1089
8	250	143	20449
9	150	243	59049
10	220	173	29929
Итого	3930	-	371010

Определение величины товарного запаса

$$Q = \bar{b} + u \times \sigma_b$$

где:

Q – дневной товарный запас в натуральных единицах;

\bar{b} – среднедневной размер продаж (отгрузки) товара;

u – параметр нормального распределения Гаусса;

σ_b – среднеквадратическое отклонение среднедневных объемов продаж.

Среднедневной объем продаж :

$$\bar{b} = \frac{\sum_{i=1}^n b_i}{n} = \frac{3930}{10} = 393$$

Среднеквадратическое отклонение объема продаж:

$$\sigma_b = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (b_i - \bar{b})^2}{n}} = \sqrt{\frac{371010}{10}} = 192,6$$

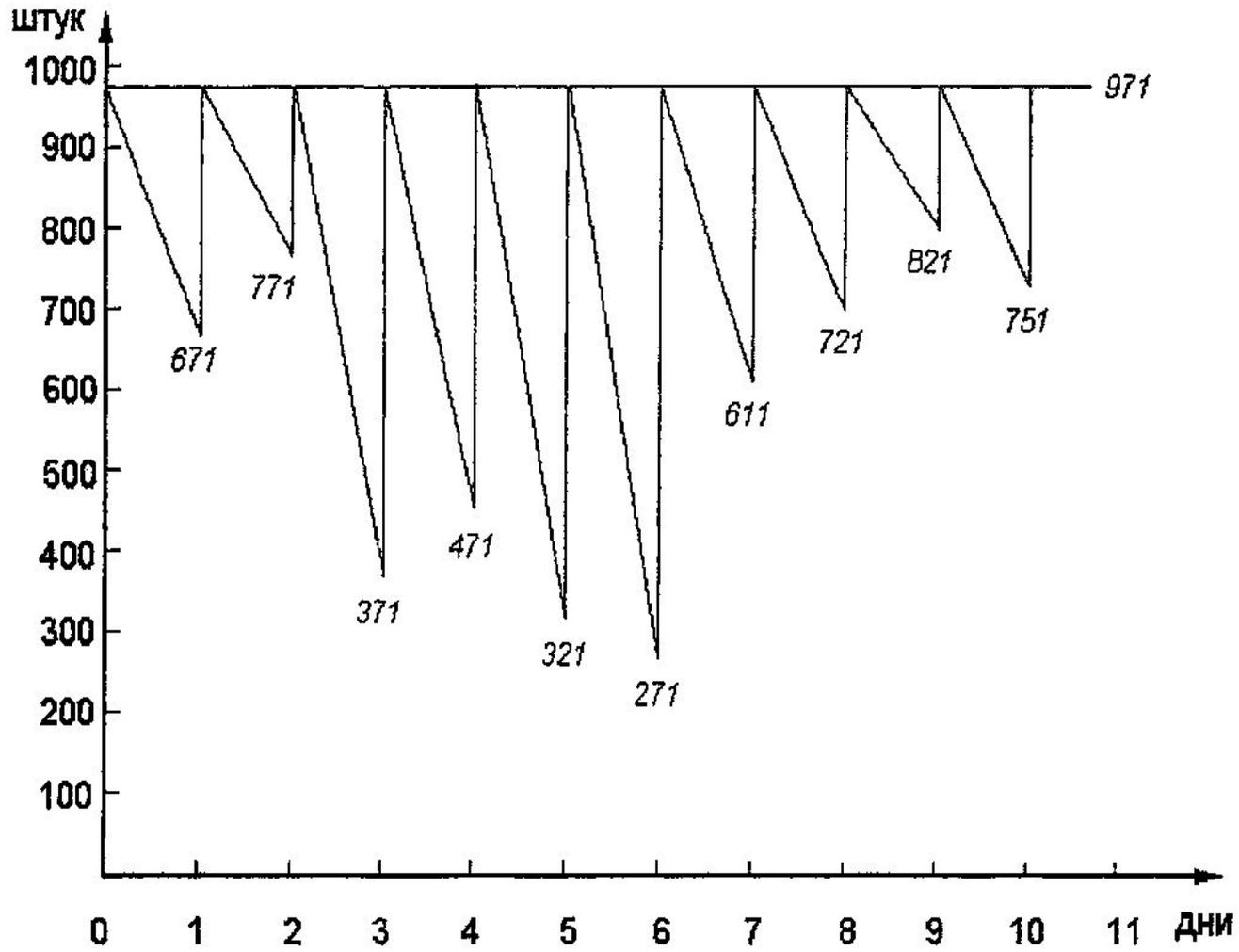
Величина товарного запаса :

$$Q = 393 + u \cdot 192,6$$

Соотношение величины товарного запаса и уровня логистического обслуживания

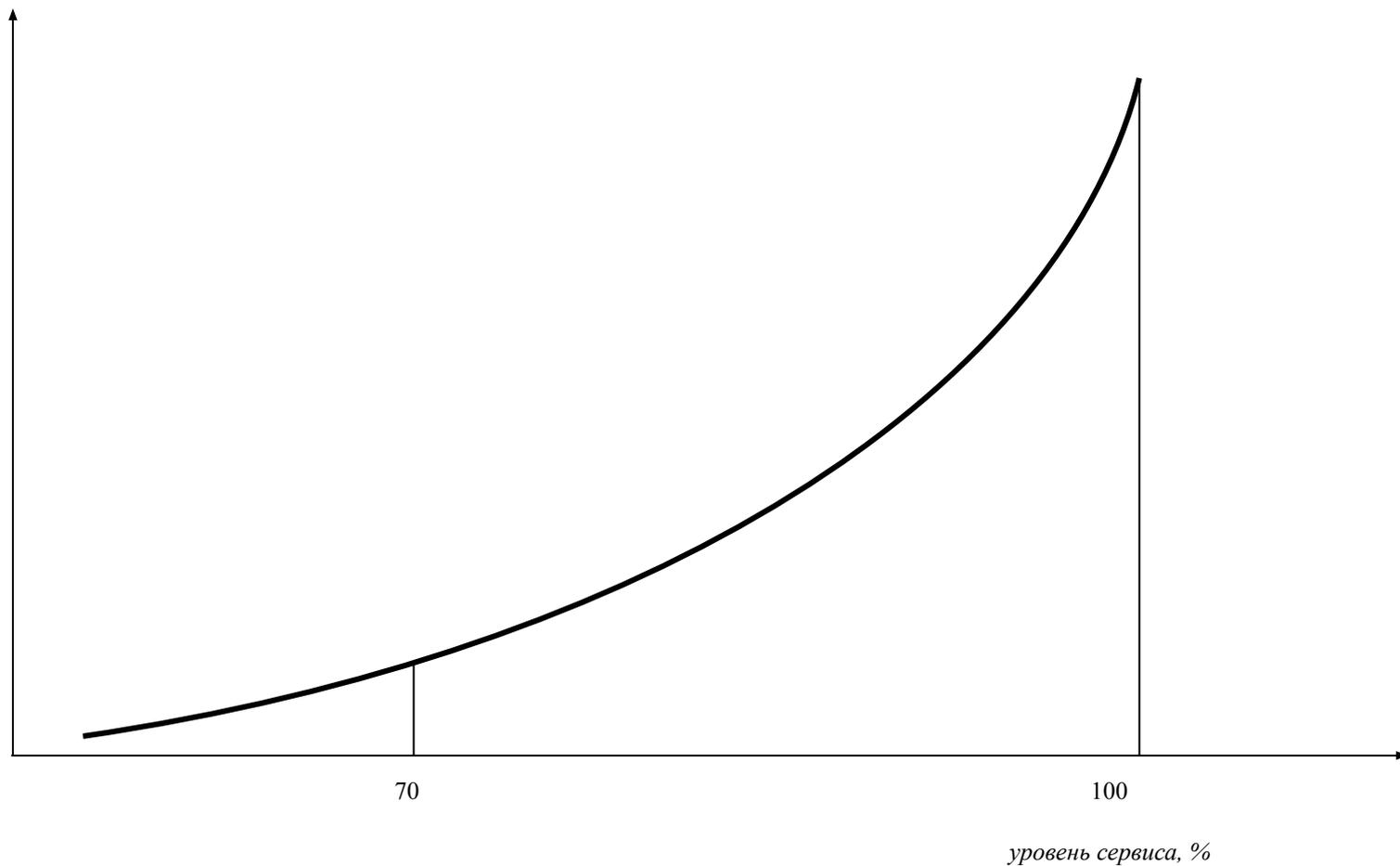
Показатели	Варианты уровня логистического обслуживания			
и	0	0,5	1,0	1,5
P (x), %	50,00	69,15	84,13	93,32
Q	393	489	586	682
Показатели	Варианты уровня логистического обслуживания			
и	1,65	2,0	2,5	3,0
P (x), %	95,05	97,72	99,38	99,87
Q	710	778	874	971

Схема движения товарного запаса



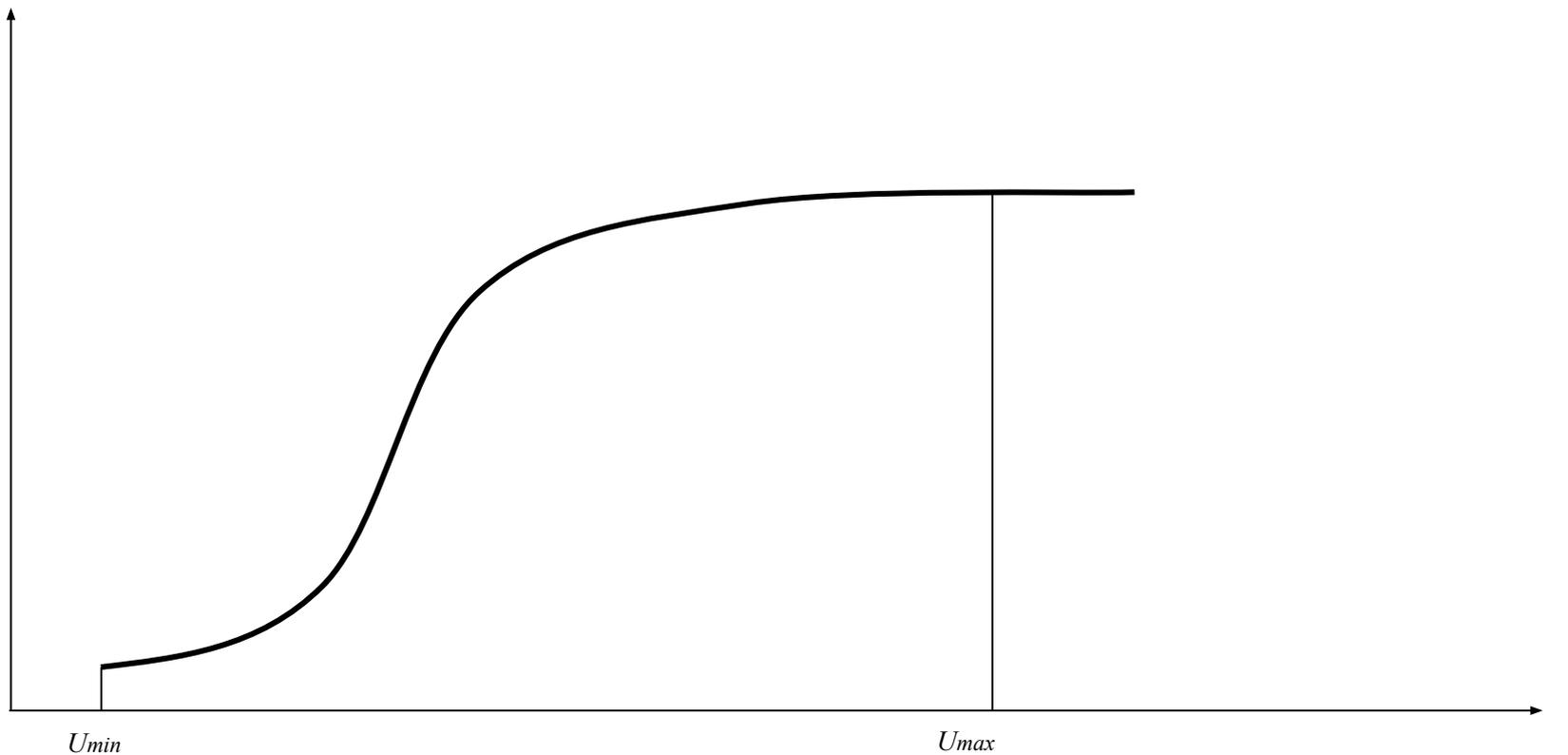
Зависимость затрат на запасы от величины уровня сервиса

затраты на запасы



Зависимость между доходом от реализации и уровнем обслуживания

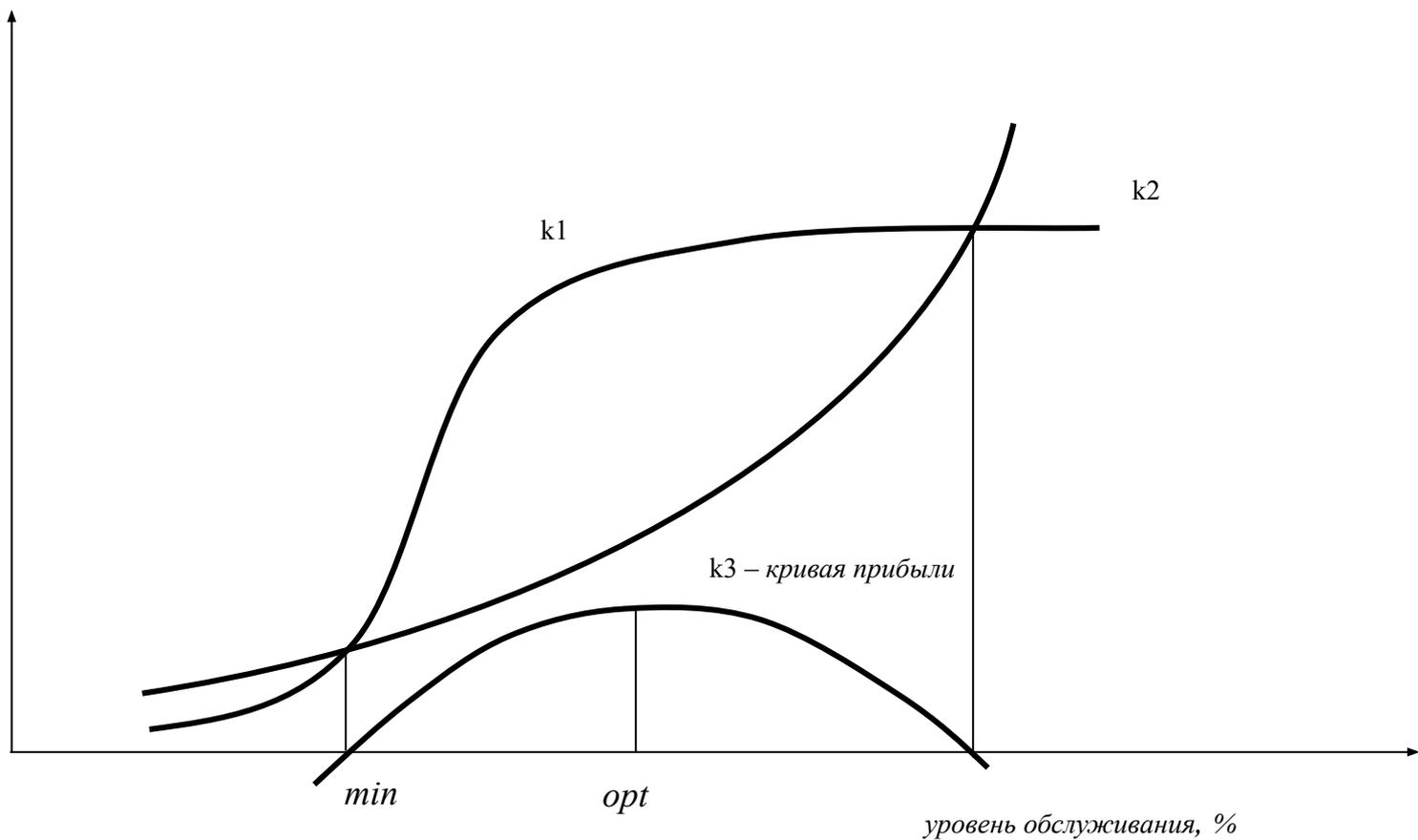
доход от реализации



$U, \%$

Определение оптимального уровня сервиса по критерию максимальной прибыли

доход от реализации и затраты на сервис



Оценка эффективности и результативности цепей поставок

Функция	Характеристики (содержание) функции	Показатели эффективности
Надежность поставок	Способность обеспечить своевременную доставку нужного потребителю товара (упаковка, ассортимент, качество, комплектность, сопроводительная документация, соответствие логистическим стандартам)	Выполнение обязательств по срокам
		Коэффициент удовлетворения спроса
		Точность выполнения заказа
Оперативность	Быстрота реагирования на изменение спроса	Длительность периода выполнения заказа
Гибкость	Оперативность перестройки структуры при изменении ситуации на рынке	Интервал запаздывания реакции на изменение спроса
		Уровень гибкости производства
Издержки функционирования	Издержки, связанные с эксплуатацией	Величина товарооборота
		Расходы на гарантийное обслуживание и расходы, связанные с возвратом товаров потребителям
		Административно-управленческие расходы

О терминах

- Надежность снабжения (reliability of supply) – гарантированность обеспечения потребителя нужными ему материальными ресурсами в течение заданного промежутка времени, вне зависимости от могущих возникнуть недопоставок, нарушений сроков доставки.

Родников А.Н. Логистика: Терминологический словарь.
2-е изд. исп. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2000. – С. 145.

О терминах

Надежность – свойство объекта сохранять значения установленных параметров функционирования в определенных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, обслуживания, хранения и транспортирования.

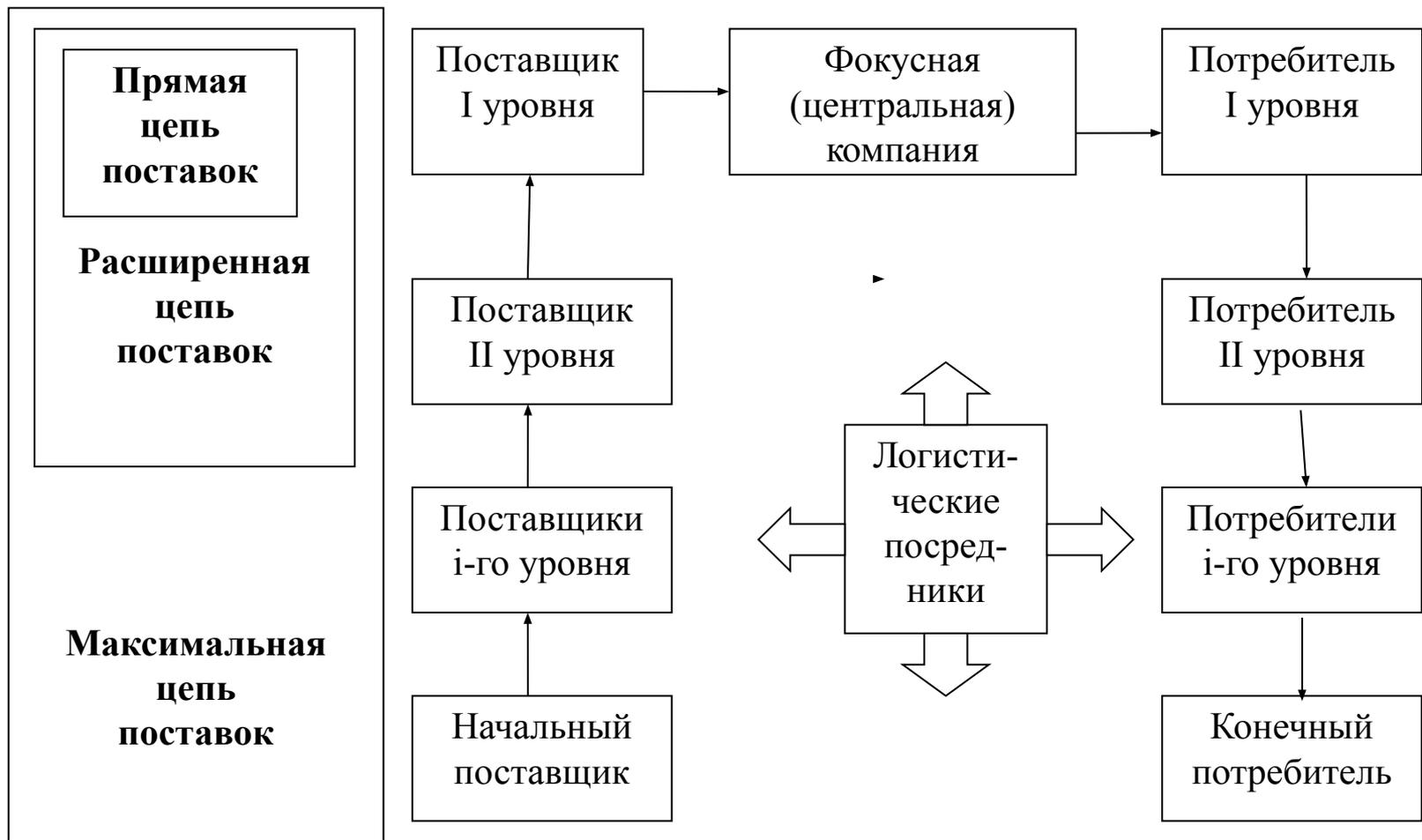
О терминах

Теория надежности – научная дисциплина, в которой разрабатываются и изучаются методы обеспечения эффективности работы объектов в процессе эксплуатации.

В теории надежности:

- вводятся показатели надежности объектов;
- обосновываются требования к надежности с учетом экономических и прочих факторов;
- разрабатываются рекомендации по обеспечению заданных требований к надежности на этапах проектирования, производства, хранения и эксплуатации.

Надежность цепи поставок



Повышение надежности логистических систем

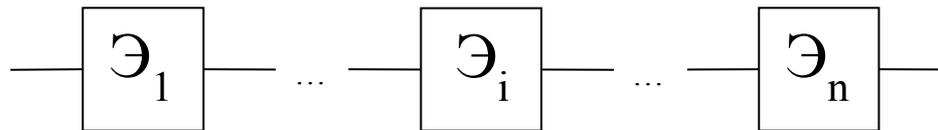
Повышение надежности снабжения потребителей в эшелонированной логистической системе возможно двумя способами:

- экстенсивный;
- интенсивный.

Экстенсивный способ повышения надежности логистических систем

- Реализуется за счет наращивания величины запасов товарно-материальных ресурсов как в региональном центре, так и на складах отдельных предприятий или филиальной сети. Этот путь не может быть признан эффективным, т. к. требует значительного роста складских затрат и исключения из оборота большого объема оборотных средств.

Надежность простой системы поставки



$$P_k = P_{pn}^n$$

Надежность цепи поставок

$$P(S) = P(\mathcal{E}_1) \times \dots \times P(\mathcal{E}_i) \times \dots \times P(\mathcal{E}_n)$$

$$P(S) = \prod_{i=1}^n P(\mathcal{E}_i)$$

$$P(S) = P(\mathcal{E}_i)^n$$

- где: $P(S)$ – надежность цепи поставок;
 $P(\mathcal{E}_i)$ – надежность каждого элемента цепи поставок;
 n – количество элементов цепи поставок.

Надежность прямой и расширенной цепи поставок

- Если принять надежность каждого элемента цепи поставок $P(\mathcal{E}_i) = 0,95$, что обеспечивает оптимальность соотношения «затраты – результат»,
то **надежность прямой цепи поставок** ($n = 3$) составит $P(S) = 0,95^3 = 0,8574$ (85,74%),
а **расширенной цепи поставок** ($n = 5$)
 $P(S) = 0,95^5 = 0,7738$ (77,38%),
что никак нельзя признать удовлетворительным.
Следующий шаг к максимальной цепи поставок в этом случае приближает надежность цепи поставок к 50%, что делает ее практически неработоспособной.

Надежность элементов цепи поставок

- Определим требуемый уровень надежности каждого из элементов цепи поставок $P(\Theta_i)$, необходимый для обеспечения надежности всей цепи в приемлемых пределах $P(S) = 0,95$.

$$P(\Theta_i) = \sqrt[n]{P(S)}$$

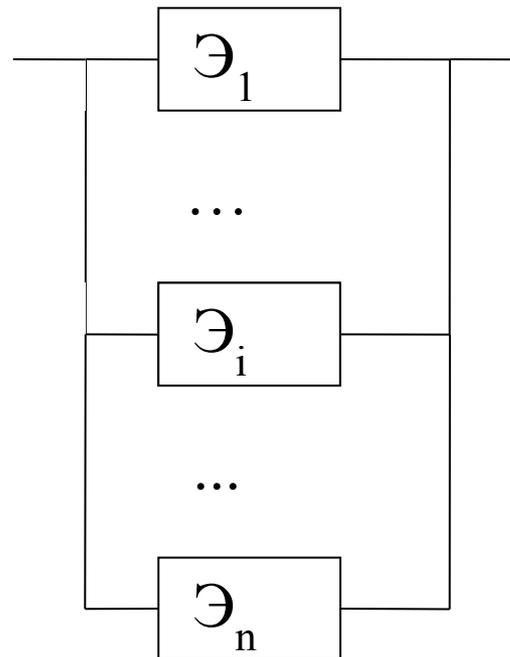
- В **прямой** цепи поставок потребуется надежность каждого элемента $P(\Theta_i) = \sqrt[3]{0,95} = 0,9831$,
а в **расширенной** $P(\Theta_i) = \sqrt[5]{0,95} = 0,9897$.

Интенсивный способ повышения надежности логистических систем

- Интенсивный – за счет маневрирования товарными ресурсами в рамках одного региона. Такой путь требует сложной управленческой координации, однако позволяет добиться результата без дополнительного увеличения запасов.
- В этом случае при дефиците продукции в одном региональном предприятии потребитель обслуживается со склада другого регионального предприятия, располагающего данным видом продукции. Таким образом, каждое региональное предприятие является резервным каналом по отношению к другим предприятиям региональной логистической системы.

Резервирование цепей поставок

•



Надежность звена с резервированием

$$P(Z) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - P(\mathcal{E}_i)]$$

$$P(Z) = 1 - (1 - P(\mathcal{E}_i))^n$$

- где: $P(Z)$ – надежность звена цепи поставок при резервировании каналов;
 $P(\mathcal{E}_i)$ – надежность основного и резервных каналов звена;
 n – общее количество каналов в звене цепи поставок.

Варианты надежности звеньев с резервированием

Надежность звена, состоящего из:

– **основного и одного** резервного канала

составит:

$$P(3) = 1 - (1 - 0,95)^2 = 0,9975 \text{ (99,75\%);}$$

- **основного и двух** резервных каналов:

$$P(3) = 1 - (1 - 0,95)^3 = 0,999875 \text{ (99,98\%);}$$

- **основного и трех** резервных:

$$P(3) = 1 - (1 - 0,95)^4 = 0,99999375 \text{ (99,99\%).}$$

Варианты надежности цепей при резервировании звеньев

- В случае, если каждый из участников цепи поставок будет представлять собой звено с **однократным** резервированием и надежностью $P(З) = 99,75\%$, надежность: **прямой цепи поставок** ($n = 3$) составит

$$P(S) = 0,9975^3 = 0,9925 \text{ (99,25\%)},$$

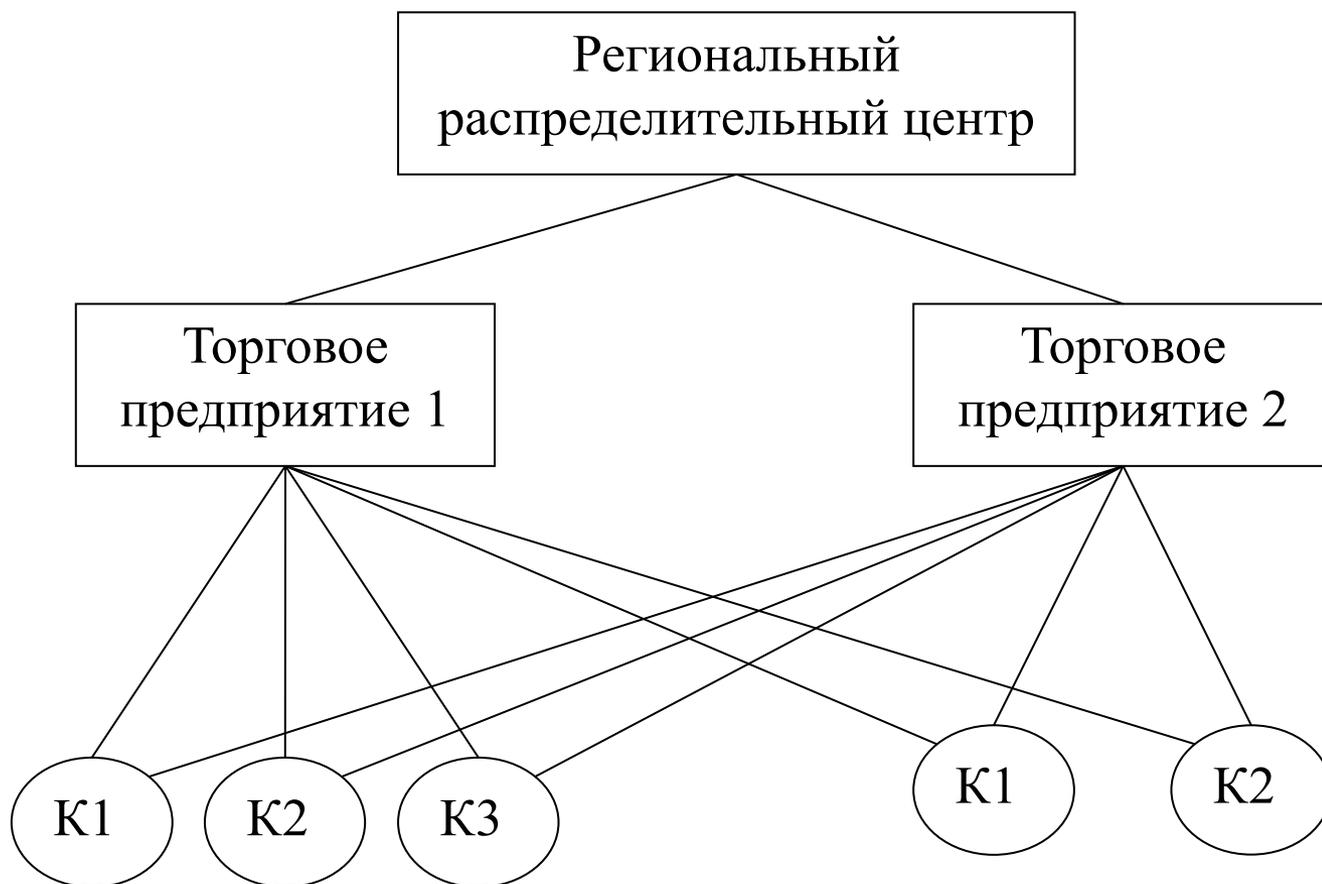
расширенной цепи поставок ($n = 5$)

$$P(S) = 0,9975^5 = 0,9876 \text{ (98,76\%)}.$$

Фрагмент цепи поставок с резервированием поставщиков I и II уровня



Вариант взаимного резервирования каналов



Надежность снабжения в региональной логистической системе

- В случае двух торговых предприятий:

$$Pk = 1 - (1 - 0,95)^2 = 0,9975.$$

- В случае трех торговых предприятий:

$$Pk = 1 - (1 - 0,95)^3 = 0,999875.$$

- В случае четыре торговых предприятий:

$$Pk = 1 - (1 - 0,95)^4 = 0,99999375.$$

Надежность взаимного резервирования

$$P_{ppц} = 1 - (1 - P_{mn})^2 = 0,95.$$

$$(1 - P_{mn})^2 = 1 - 0,95 = 0,05.$$

$$P_{mn} = 1 - \sqrt{0,05} = 1 - 0,2236 = 0,7764.$$

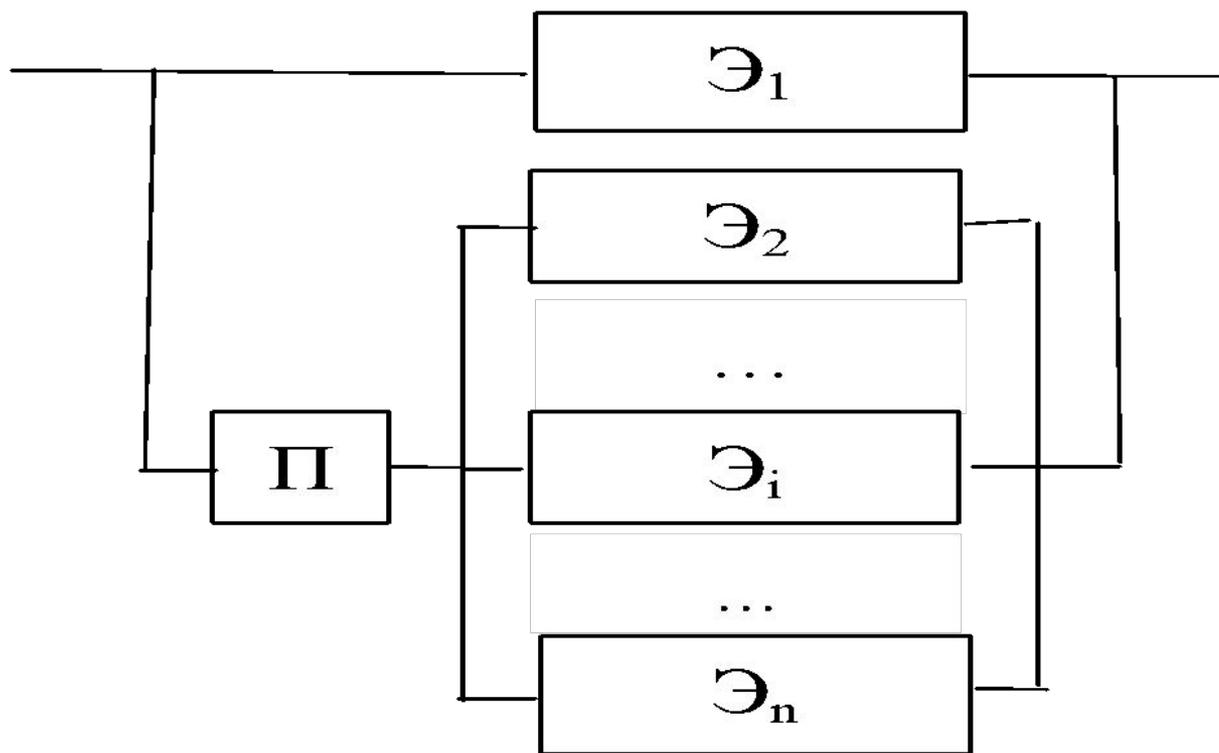
$$P_{mn} = 0,7764.. \quad u = 0,76.$$

$$Q = 393 + 0,76 \cdot 192,6 = 539$$

Запасы при взаимном резервировании каналов

- Для региона, имеющего два торговых предприятия:
 $P_k = 1 - (1 - P_{тп})^2 = 0,95$
 $P_{тп} = 1 - 0,05^{1/2} = 1 - 0,2236 = 0,7764,$
что соответствует $u = 0,76$
Тогда: $Q = 393 + 0,76 * 192,6 = 539$ ед. (вместо 700 ед.)
- Для региона, имеющего три торговых предприятия:
 $P_k = 1 - (1 - P_{тп})^3 = 0,95$
 $P_{тп} = 1 - 0,05^{1/3} = 1 - 0,3684 = 0,6316,$
что соответствует $u = 0,34$
Тогда: $Q = 393 + 0,34 * 192,6 = 459$ ед. (вместо 700 ед.)
- Для региона, имеющего четыре торговых предприятия:
 $P_k = 1 - (1 - P_{тп})^4 = 0,95$
 $P_{тп} = 1 - 0,05^{1/4} = 1 - 0,4729 = 0,5271,$
что соответствует $u = 0,07$
Тогда: $Q = 393 + 0,07 * 192,6 = 406$ ед. (вместо 700 ед.)

Резервирование звена цепи поставок при наличии переключателя



Надежность звена цепи поставок при наличии переключателя

$$P(Z) = 1 - (1 - P(\mathcal{E}_i)) \times \left\langle 1 - P(\Pi) \times \left[1 - (1 - P(\mathcal{E}_i))^k \right] \right\rangle$$

- где: $P(Z)$ – надежность звена цепи поставок при резервировании каналов и при наличии переключателя;
 $P(\mathcal{E}_i)$ – надежность основного и резервных каналов звена;
 $P(\Pi)$ – надежность переключателя;
 k – число резервных каналов.

Варианты резервирования звена цепи поставок

Параметры		Звено без резервирования	Звено с резервированием	
Общее число каналов (n)		1	2	3
Число резервных каналов (k)		0	1	2
Надежность каналов $P(\text{Э}i)$		95,00%	95,00%	95,00%
Надежность звена без переключателя		95,00%; $u = 1,65$	99,75%; $u = 2,81$	99,99%; $u = 3,5$
Надежность звена с переключателем	$P(\Pi) = 95,00\%$	-	99,51%; $u = 2,58$	99,73%; $u = 2,78$
	$P(\Pi) = 90,00\%$	-	99,27%; $u = 2,44$	99,48%; $u = 2,57$
	$P(\Pi) = 50,00\%$	-	97,37%; $u = 1,94$	97,49%; $u = 1,96$

Надежность звена цепи поставок с ХОЛОДНЫМ резервированием

$$P(S) = P(S_1) + P(S_2) + P(S_3)$$

или:

$$P(S) = 1 - P(S_4)$$

где: S_1 – работает основной канал \mathcal{E}_1 ;

S_2 – работает резервный канал \mathcal{E}_2 ;

S_3 – работает резервный канал \mathcal{E}_3 ;

S_4 – не работает ни один канал.

Звено с облегченным резервированием

- Основной канал подвержен простейшему потоку отказов (λ_1). Каждый из резервных каналов до своего включения подвергается потоку отказов ($\lambda_2 \ll \lambda_1$), но после включения резервного канала эта интенсивность мгновенно возрастает ($\lambda'_2 \gg \lambda_2; \lambda'_2 \approx \lambda_1$).
- В описании состояний системы (S_{iy}) соблюдаются следующие условия:
 - $i = 1$, если основной канал работает;
 - $i = 0$, если основной канал неисправен;
 - y – равен числу исправных резервных каналов.

Надежность звена с облегченным резервированием

$$P(S) = P(S_{13}) + P(S_{12}) + P(S_{11}) + P(S_{10}) + P(S_{03}) + P(S_{02}) + P(S_{01})$$

или:

$$P(S) = 1 - P(S_{00})$$

где: S_{13} – основной канал работает, все три резервных исправны;

S_{12} – основной канал работает, из трех резервных один отказал, два исправны;

S_{11} – основной канал работает, из трех резервных два отказали, один исправен;

S_{10} – основной канал работает, все три резервных отказали;

S_{03} – основной канал отказал, работает один из резервных, остальные два резервных исправны;

S_{02} – основной канал отказал, работает один из резервных, из остальных резервных один исправен, другой отказал;

S_{01} – основной канал отказал, работает один из резервных, остальные два резервных отказали;

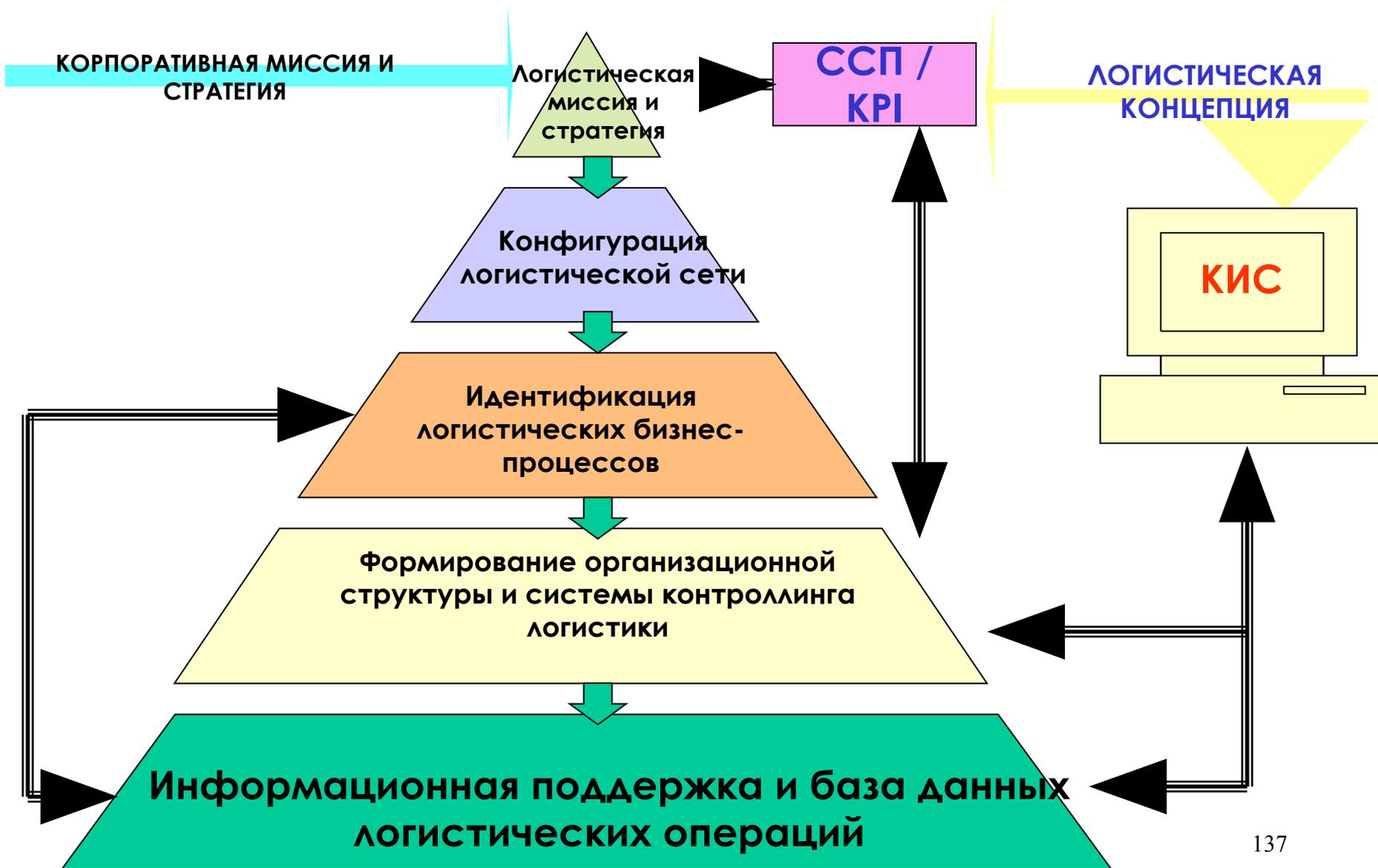
S_{00} – все каналы отказали.

Теория надежности логистических систем и цепей поставок.

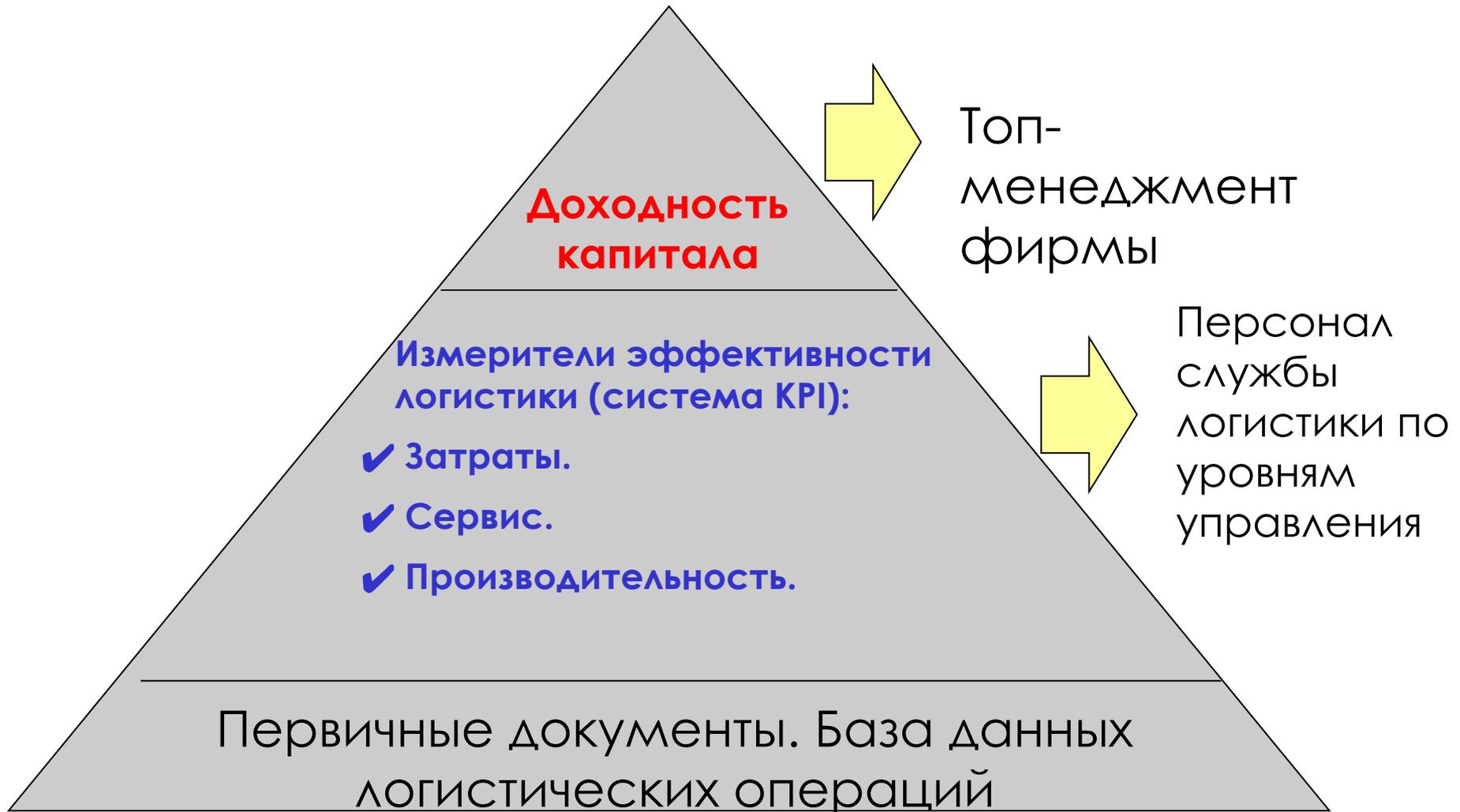
- Эта научная и учебная дисциплина призвана:
 - детерминировать основной понятийный аппарат;
 - обосновать требования к надежности отдельных объектов и систем с учетом технических, организационно-технологических, экономических, социальных и экологических факторов;
 - разработать рекомендации по обеспечению заданных требований к надежности объектов на разных этапах жизненного цикла товаров и услуг, и на всех этапах производственного процесса.

4. Проблемы и перспективы развития систем управления запасами в логистике

Иерархия – «Пирамида» – Построения логистической системы компании



Сбалансированная система показателей логистики фирмы



Цели ССП логистики

1. Перевод *перспективных* планов и логистической *стратегии* в форму конкретных *показателей* (KPI) *оперативного* управления логистикой.
2. Коммуникация и переключение *стратегии* на более низкие уровни корпоративной иерархии с помощью разработанных показателей управления – системы логистических KPI.
3. Превращение логистической *стратегии* в планы, в том числе бюджетные.
4. Налаживание *обратной связи* для проверки выполнения стратегии и инициирования процессов обучения персонала службы логистики.

Ключевые показатели функционирования – КРІ

«Logistics key performance indicators – ЛКРІ» – ключевые индикаторы логистической деятельности, под которыми понимается необходимый и достаточный ряд сравнительно легко применимых индикаторов результативности (производительности), позволяющих связать выполнение логистического плана с основными функциями и результатами управления товарным потоком (маркетингом/продажами, производством и логистикой) и таким образом определить потребность в осуществлении, если это необходимо, корректирующих действий.

Terminology in Logistics. ANNEX Dictionary. – European Logistics Association, 1994. P. 56.

Основные измерители эффективности логистики

Группы LKPI:

- **логистические затраты;**
- **параметры качества логистического сервиса;**
- **длительности логистических циклов;**
- **производительность логистической инфраструктуры;**
- **эффективность использования активов.**

Атрибуты оценки и базовые КРІ логистики

Атрибуты функционирования логистики	Определение атрибутов функционирования	Показатели КРІ (основные)
Надежность доставки в цепи поставок	Функционирование цепи поставок при доставке: правильный продукт – в нужное место – в заданное время – в требуемом состоянии и упаковке – заданного качества и количества – с правильно оформленными документами нужному потребителю	Выполнение графиков доставки
		Коэффициент удовлетворенности клиентов
		Удовлетворение клиента с позиций «совершенного заказа»
Быстрота реакции цепи поставок	Скорость, с которой логистика доставляет товары потребителям	Время исполнения заказа
		Длительности отдельных логистических циклов
Производительность/ресурсоотдача логистической инфраструктуры	Способность элементов транспортной, складской и информационной инфраструктуры логистики обеспечивать потребности клиентов и конкурентные преимущества	Производительность складского подъемно-транспортного и технологического оборудования
		Производительность транспортных средств
		Производительность/пропускная способность информационной системы
Затраты в цепи поставок	Затраты, связанные с логистическими операциями в цепи поставок	Общие затраты в объеме продаж товаров
		Общие затраты на управление цепью поставок
		Ресурсоотдача с позиций добавленной стоимости
		Затраты на управление возвратами/отходами
Эффективность управления логистическими активами в цепи поставок	Эффективность логистики в управлении активами для удовлетворения спроса. Включает управление всеми активами: основным капиталом (вложенным в логистическую инфраструктуру) и оборотным капиталом	Время цикла оборота денежных средств
		Запасы, в днях поставки
		Количество оборотов активов

Основные измерители/показатели эффективности логистики

Измерители	Состав показателей (пример)
Качество логистического сервиса для потребителей	<ul style="list-style-type: none"> · Обеспечение выполнения заказа точно к указанному сроку. · Полнота удовлетворения заказа. · Точность выполнения параметров заказа. · Информационная и коммуникационная надежность, точность и своевременность. · Количество возвратов товаров, отсутствия запасов, повышения тарифов. · Наличие жалоб потребителей. · Доступность запасов
Использование инвестиций в логистическую инфраструктуру	<ul style="list-style-type: none"> · Скорость и количество оборотов запасов. · Средний уровень запасов. · Возврат на инвестиции в основные фонды. · Использование инвестиций в складскую и транспортную инфраструктуру. · Использование инвестиций в информационную систему
Общие и операционные логистические издержки	<ul style="list-style-type: none"> · Общие логистические издержки. · Затраты на внутреннюю и внешнюю транспортировку. · Затраты на грузопереработку и складирование. · Затраты, связанные с процедурами заказов. · Затраты на управление запасами. · Ущерб от недостаточного уровня качества логистического сервиса (потери продаж, возврат товаров и т.п.)
Длительности логистических циклов	<ul style="list-style-type: none"> · Время выполнения заказа. · Длительности составляющих цикла выполнения заказа. · Время обработки заказов потребителям. · Время доставки заказа потребителю. · Время подготовки и комплектации заказа. · Время производственно-технологического цикла. · Время цикла закупки продукции
Производительность/ресурсоотдача	<ul style="list-style-type: none"> · Количество обработанных заказов в единицу времени. · Грузовые отправки на единицу складских мощностей и грузовместимости транспортных средств. · Отношения типа «вход-выход» для динамики выпуска продукции и документооборота. · Отношение операционных логистических издержек на единицу инвестированного капитала. · Отношение общих логистических издержек на единицу производимой продукции. · Затраты в дистрибуции на единицу объема продаж

Риски в системе управления запасами – 1

Вид риска	Управленческие решения
1. Риск, обусловленный изменением цен на материальные ресурсы	Применение различных методов прогнозирования изменения цен на конкретные виды продукции и услуги. Учет сезонных колебаний цен
2. Риск, связанный со снижением спроса и перегрузкой склада готовой продукции	Обязательная дифференциация видов продукции. Проведение целевых маркетинговых исследований. Мониторинг и анализ сбыта. Использование системы складов для дублирования в экстремальных условиях

Риски в системе управления запасами – 2

Вид риска	Управленческие решения
<p>3. Риск, связанный с возможным срывом производства, простоями, обусловленным и нарушениями в системе управления запасами</p>	<p>Точное аналитическое определение запаса (по объемам и срокам хранения) и процедур его доставки в производственный процесс. Мониторинг и контроль изменения запасов. Своевременное проведение корректировок запасов. Применение методов компьютерного моделирования. Организация системы использования автономных запасов в узловых точках производственного процесса. Включение данного риска и ответственности за его последствия в договоры и контракты</p>

Риски в системе управления запасами – 3

Вид риска	Управленческие решения
4. Риск, связанный с сохранностью продукции (возможное повреждение и хищение грузов, нарушение технологии обработки грузов и условий хранения и т. п.)	Определение меры ответственности работников за конечный результат и ее регламентация, создание системы обеспечения безопасности бизнеса. Страхование грузов при транспортировке и складировании. Передача части риска другим организациям на контрактной основе с указанием конкретных санкций

Риски в системе управления запасами – 4

Вид риска	Управленческие решения
5. Риск, обусловленный некомпетентными решениями руководителей и специалистов в сфере управления запасами и их складированием	Подбор и подготовка руководителей и специалистов. Детально проработанные контракты. Реинжиниринговые решения по созданию групп и команд, работающих на общий конечный результат

Решения логистического менеджмента – 1

Решения по логистике

- 1. Разработка системы снабжения, местоположения поставщиков, вида транспортировки.
- 2. Разработка плана и системы обработки сырья.
- 3. Разработка системы распределения продукции.
- 4. Местоположение поставщика, вид транспортировки, поставки малого объема.
- 5. Местоположение склада, распределение, вид транспортировки.

Решения логистического менеджмента – 2

Решения по разработке процесса создания продукции

- 1. Объем и стоимость заказа.
- 2. Объем партии, лота; организация.
- 3. Расходы на поставки, объем партий.
- 4. Производство или закупка, объем заказа.
- 5. Объем и стоимость заказа.

Решения логистического менеджмента – 3

Решения по уровню риска управления

- 1. Распределение вероятности расходов, связанных с ценой, снабжением, а также отсутствием или содержанием запаса.
- 2. Распределение вероятности возможностей оборудования и продукции.
- 3. Распределение вероятности спроса и расходов, связанных с содержанием или отсутствием запаса.
- 4. Распределение вероятности случаев выхода из строя в ходе эксплуатации.
- 5. Распределение вероятности спроса и расходов, связанных с содержанием или отсутствием запаса.

Решения логистического менеджмента – 4

Цена решения и погрешность, сезонные колебания

- 1. Знание стоимости будущих поставок и потребностей.
- 2. Производительность труда, расходы по найму, увольнению, переводу на другую работу, сверхурочные, простои и т. д.
- 3. Сезонные модели спроса.
- 4. Планирование сервисного обслуживания и ремонта.
- 5. Закономерности спроса и предложения и уровни цен.

Решения логистического менеджмента – 5

Решения о контроле производства

- 1. Зависимость (независимость) от поведения поставщиков.
- 2. Зависимость (независимость) от производственных простоев.
- 3. Зависимость (независимость) от поведения рынка.
- 4. Запас товара у продавца или потребителя.
- 5. Запас товара у продавца или покупателя.

Вариант алгоритма управления запасами – 1

- 1. На основе анализа статистических данных о спросе за прошлые периоды с учетом коэффициентов сезонности и изменения рынка, будет формироваться прогнозный план продаж на анализируемый период в разрезе каждой номенклатурной позиции по каждому региональному складу компании.
- 2. На основе полученных данных прогнозного плана программным методом будут рассчитываться страховые запасы в разрезе каждой номенклатурной позиции по каждому из складов компании, т. е. по каждому региональному складу и по главному распределительному центру.

Вариант алгоритма управления запасами – 2

- 3. На основе данных о текущем состоянии складских запасов по каждому из складов, требованию к страховым запасам по каждому из складов, прогнозируемому расходу по каждому из складов в планируемый период, и установленной периодичности пополнения запасов каждого из складов будет формироваться план поставок в разрезе каждой номенклатурной позиции.
- 4. Данные о потребности в разрезе каждой номенклатурной позиции будут объединяться в закупки по конкретному поставщику (в случае поставок на главный распределительный центр) или в поставки на конкретное региональное отделение (в случае поставок на региональный склад).

Вариант алгоритма управления запасами – 3

- 5. Сформированные плановые закупки (при поставках на главный распределительный центр) будут объединяться в грузы исходя из условия обеспечения максимальной загрузки транспортного средства (максимального снижения таможенно-транспортных издержек). При этом дата поставки груза (а значит и даты поставок входящих в груз закупок) будет определяться по дате первой потребности входящих в груз закупок (это обусловлено крайней нежелательностью возникновения дефицита товара на складах)
- 6. По сформированному плану-графику поставок будет формироваться план оплат поставщикам и перевозчикам за поставленные товары и оказанные услуги. Данный план будет передаваться в финансовый департамент на предмет проверки исполнимости в зависимости от наличия денежных средств в компании.

Вариант алгоритма управления запасами – 4

- 7. В случае если имеется дефицит денежных средств, объем закупок будет корректироваться через коэффициент логистического сервиса или коэффициент ликвидности товара. В этом случае будет корректироваться страховой запас по таким группам ликвидности как СУ, ВЗ, АЗ и т. п.
- 8. В установленные моменты времени у поставщика размещается очередной заказ на пополнения запасов, который будет поставлен поставщиком на промежуточный склад и оттуда вывезен очередным транспортном в адрес заказчика. Заказ формируется на определенную планом-графиком поставок сумму. Увеличение плановой суммы заказа не допускается, т. к. повлечет за собой дефицит денежных средств, который возникнет при оплате поставщику большей суммы, чем было запланировано.

Вариант алгоритма управления запасами – 5

- 9. Система в автоматическом режиме пересчитывает потребность в запасах в разрезе номенклатурной единицы по каждому из складов компании, с учетом товаров в пути и плана-графика поставок, и в случае отклонения реальной скорости потребления от запланированной выдает рекомендации по формированию как дополнительных заказов поставщикам, так и дополнительных поставок на региональные склады.
- 10. Сотрудник департамента логистики при получении от системы рекомендации о дополнительной поставке принимает решение о формировании дополнительного заказа при согласовании финансового департамента о наличии у компании необходимых на дополнительную поставку денежных средств.

Прогнозирование в логистике



Компоненты прогноза продаж

	Внутренние факторы	Внешние факторы
Исходная информация	Статистические данные о продажах и экспертное мнение специалистов компании	Данные о динамике рынка и о доле компании на этом рынке. Мнение аналитиков и исследователей рынка, а также представителей компаний-конкурентов
Применяемые методы	Экстраполяция данных продаж, учет мнения сотрудников	Анализ динамики рынка и доли компании на нем, учет мнения внешних экспертов
Пример расчета	Применение алгоритма анализа исторических данных о продажах компании и получение прогноза с корректировкой на мнение сотрудников компании	Получение информации о динамике рынка, на котором работает компания, и с учетом доли рынка компании выработка прогноза путем перемножения этих величин

Основные методы прогнозирования

Существуют три основные категории методов прогнозирования:

Качественные методы выводят прогнозы на будущее из экспертных оценок и специальной информации. При этом можно учитывать результаты прошлых периодов, а можно ими пренебречь.

Методы динамических рядов при построении прогнозов оперируют исключительно данными прошлых периодов и их динамикой.

Причинно-следственные методы, такие как регрессия, нацелены на выявление взаимосвязей между изменением независимых переменных и прогнозируемыми событиями.

Прогнозирование продаж

Продажи прогнозируют объем продаж отдела в целом как сумму личных прогнозов всех менеджеров.

Маркетинг прогнозирует объем продаж компании в целом путем сегментации клиентской базы.

Логистика на основе предоставленной информации формирует складскую программу.

Раздел «Продажи»

- Однозначно оценить, с какой вероятностью процесс завершится успехом, количественными методами невозможно.
- Качественные оценки вероятности могут иметь различные степени (от очень высокой 90% до очень низкой 10%).
- Сравнивая прогнозный результат с фактическим, можно скорректировать следующий прогноз.
- Работает с экспертными методами прогнозирования и принимает ключевые решения.
- Выявление основных тенденций внутри компании, влияющих на объем продаж (зависимость от наличия на складе, от структуры ассортимента).

Раздел «Маркетинг»

Клиенты «сортируются» по объему продаж в порядке убывания:

- закупки клиентов группы А составляют 70% объема продаж,
- группы В составляют 21% объема продаж (70% от оставшихся 30%).
- группа С – все остальное.

Предоставляет информацию для прогнозирования.

Сегментация клиентов.

Выделение особенностей отдельных географических рынков.

Выявление основных рыночных тенденций, влияющих на объем продаж (доля рынка, рост рынка).

Раздел «Логистика»

- Работает со статистическими методами прогнозирования.
- Анализ сезонности.
- Корреляционный анализ.
- Экстраполяция.

Процессы прогнозирования и бюджетирования

Процессы прогнозирования и бюджетирования	Маркетинг	Мерчендайзинг	Логистика
1. Определение объектов контроля	Составление плана продвижения	Составление планов продаж и закупок	Составление плана поставок
2. Прогнозирование объемов продаж	Прогноз потребительского поведения и действий конкурентов	Прогноз закупок	Условия поставщиков и возможностей логистической системы
3. Планирование уровня запаса	Определение промоакции	Определение ассортимента и цен	Определение страхового и текущего запаса

Длительность прогноза

Фактор	Краткосрочный прогноз	Среднесрочный прогноз	Долгосрочный прогноз
1. Частота прогнозирования	Достаточно часто	Средняя частота	Раз в несколько месяцев (лет)
2. Объект прогнозирования	Отдельный продукт	Группа продуктов	Решение о выпуске продукта
3. Методы прогнозирования	Статистические, ассоциативные и экспертные	Экспертиза менеджеров, ассоциативные	Экспертиза менеджеров, метод Дельфи
4. Степень участия руководства	Низкая	Средняя	Высокая
5. Затраты на прогноз	Низкие	Средние	Высокие

Сегмент и метод прогноза

Примерные соответствия сегментов и методов прогнозирования могут выглядеть следующим образом:

- Розница – методы динамических рядов (в частности, экстраполяция).
- Крупные клиенты – качественные методы.
- Все продажи компании – причинно-следственные методы (в частности, корреляционный и регрессионный анализ по основным факторам, влияющим на продажи).

План действий (Предложение)

- Маркетологи и продавцы сегментируют клиентов в рамках единой рабочей группы.
- Проводится «мозговой штурм» с целью определения внешних/внутренних факторов для проведения корреляционного и регрессионного анализа.
- Выделяется специалист, который собирает и ведет статистическую базу данных, утверждается состав и регламент хранения информации. (Центр накопления статистической информации в компании должен быть единым).
- Начинается процедура прогнозирования, сравниваются результаты, которые дают различные методы.

Спасибо за внимание!



Уваров Сергей Алексеевич

д.э.н., профессор, кафедра торгового дела и
товароведения СПбГЭУ

Директор программы «Логистический
менеджмент» ВЭШ СПбГЭУ

(812) 310 4481

(911) 260 5017

s_uvarov@mail.ru