



УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ

ФГОБУ ВПО Санкт-Петербургский Государственный
инженерно-экономический университет

Факультет логистики и транспорта
Кафедра логистики и организации перевозок

К.э.н., доцент Степанова Анна Сергеевна
stepas@yandex.ru

Бально-рейтинговая система дисциплины

Форма активности	Кол-во баллов
Посещение лекций	6
Посещение практик	4
Курсовой проект (защита ОБЯЗАТЕЛЬНА!!!)	25+25 (защита) =50
Контрольная работа (вне аудитории)	20
Работа на практических занятиях	10
Экзаменационный билет	15 (тест)+10 (открытый вопрос) + 15 (задача) = 40

Система оценки курсового
проекта

Оценка	Кол-во баллов
2	0-25
3	26-35
4	36-45
5	46-50

Система оценки на экзамене

Оценка	Кол-во баллов
2	0-60
3	61-70
4	71-85
5	86-100

Содержание дисциплины

- Тема 1.** Понятие и функции запасов. Классификация запасов.
- Тема 2.** Развитие теории и практики управления запасами в цепях поставок. Запасы как объект управления в цепях поставок.
- Тема 3.** Определение потребности в запасах. Издержки содержания запасов. Нормирование уровня запасов и оборотных средств, вложенных в запасы.
- Тема 4.** Статистические методы определения показателей текущего и страхового запасов. Статическая задача управления запасами.
- Тема 5.** Модель расчета оптимального объема и периодичности заказа Харриса-Уилсона и ее модификации.
- Тема 6.** Методы расчета показателей страхового запаса. Взаимосвязь текущего и страхового запасов.
- Тема 7.** Стратегии (модели) управления запасами в цепях поставок и условия их применения.
- Тема 8.** Управление запасами в условиях риска и неопределенности.
- Тема 9.** Управление запасами с учетом классификации материально-технических ресурсов по значимости.
- Тема 10.** Алгоритм проектирования оптимальных систем управления запасами в цепях поставок.

Жила в одном лесу стая мышек.

Однако плохо жили - одолевали их враги разные и редели мышинные ряды.

И однажды собрались мышки на собрание, чтобы придумать, как научиться им от врагов защищаться.

Думали - думали, так ничего и не придумали.

И решили сходить за советом к мудрому филину, который жил в том же лесу.

Пришли мышки всей стаей к филину и спрашивают:

- Подскажи нам мудрый филин, как нам научиться от врагов защищаться?

Несколько часов думал филин и, наконец, ответил:

- Нужно Вам мышки ежиками стать. Тогда вы будете колючими, и никто Вас не тронет!

Обрадовались мышки и побежали в свои норки. Бегут, бегут и тут самая маленькая мышка, трясясь от страха, за неминуемое наказание говорит:

- А можно, можно... я спрошу! А как же нам ежиками стать?

Развернулись мышки и обратно к филину пришли.

- А как же нам, мудрый филин, ежиками стать?

И ответил им мудрый филин:

- Не забивайте мне мозги тактическими задачами! Мое дело – Стратегия и Концепция!!!

Составляющие затрат на логистику

$$L_{\Sigma} = L_{\text{хранение}} + L_{\text{транспортировка}} + L_{\text{заказ}} + L_{\text{штраф}}$$

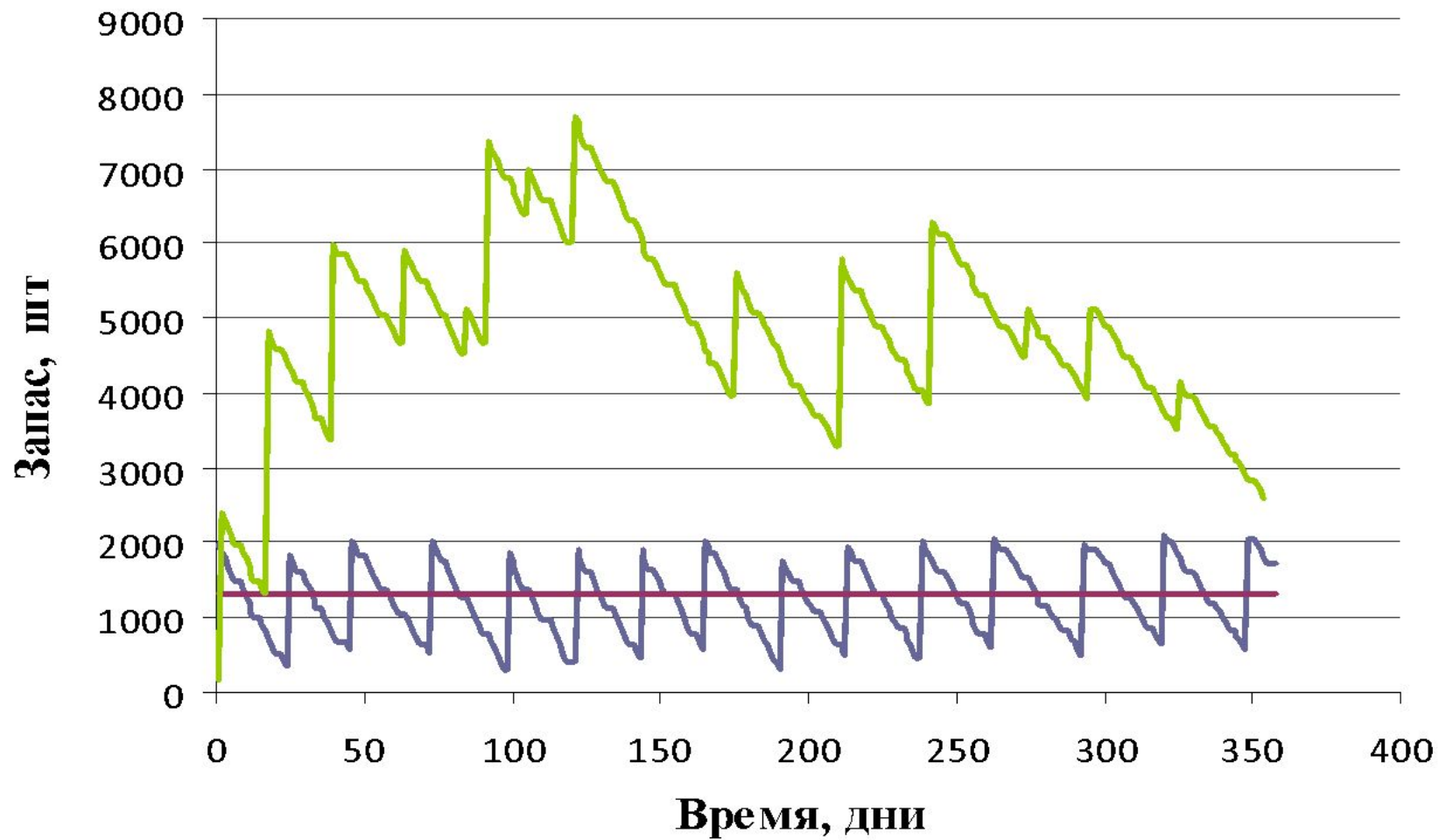
$$L_{\text{хранение}} = L_{\text{склад}} + L_{\text{потери}} + L_{\text{услуги}} + L_{\text{средства}}$$

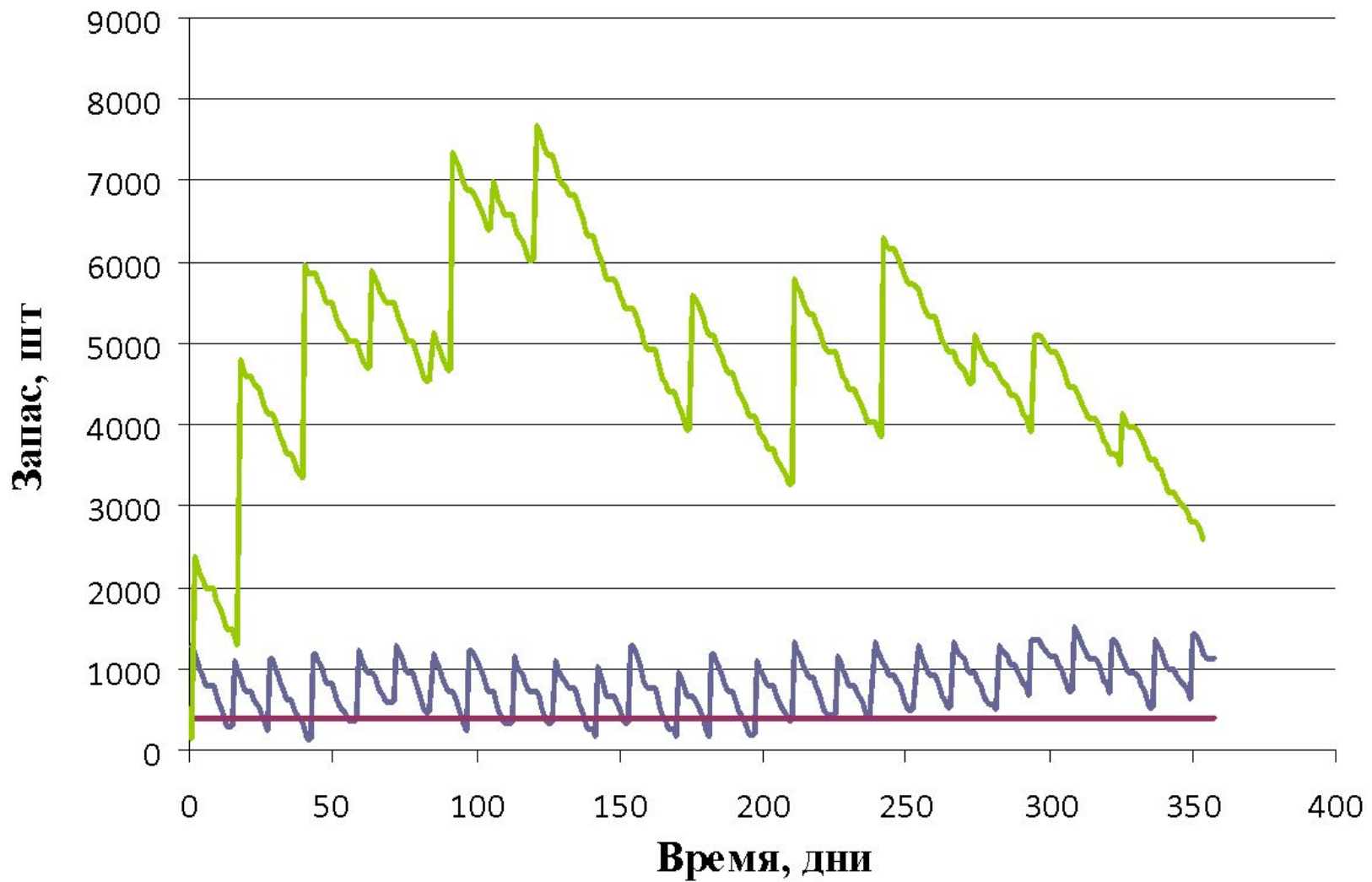
$$L_{\text{транспорт}} = L_{\text{перемещение}} + L_{\text{потери}} + L_{\text{услуги}} + L_{\text{средства}}$$

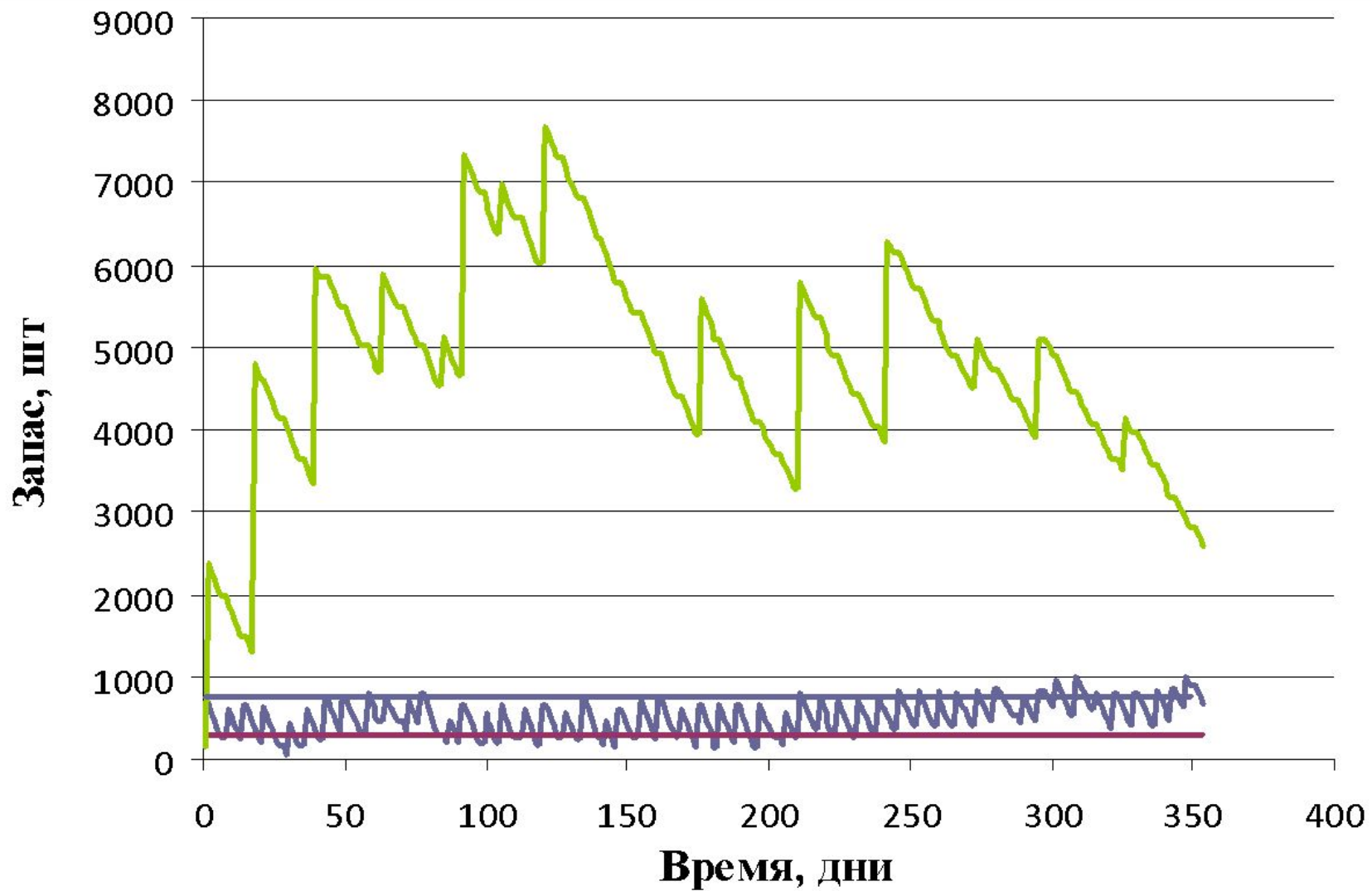
$$L_{\text{заказ}} = L_{\text{рабочееместо}} + L_{\text{зарплата}} + L_{\text{связь}} + L_{\text{расходные}}$$

$$L_{\text{штраф}} = L_{\text{штрафы}} + L_{\text{потери прибыли}}$$

Номенклатура	Оптимальная модель управления запасами	Экономия денежных средств
Профиль <u>al-fa 01</u> (груша) <u>Armut</u>	фиксированной периодичностью заказа 7 дней	72682,25
Станок <u>Swallow-1</u> (2-х фрез.) <u>As Makina</u>	фиксированной периодичностью заказа 14 дней	393319,95
Профиль <u>al-fa 01</u> (бук) <u>A Kavin</u>	с фиксированным размером заказа (средняя периодичность 25 дней)	66 953,50
Профиль <u>al-fa 01</u> (гнилая вишня) <u>Hus</u>	фиксированной периодичностью заказа 14 дней	14 397,70
Профиль <u>al-fa 01</u> (темная вишня) <u>Sapelli</u>	с фиксированным размером заказа (средняя периодичность 25 дней)	33 028,03
Профиль <u>al-fa 01</u> (орех) <u>Y Ceviz</u>	с фиксированным размером заказа (средняя периодичность 25 дней)	3 945,94
Профиль <u>al-fa 01</u> (черный кофе) <u>Y Wenge</u>	с фиксированным размером заказа (средняя периодичность 25 дней)	17 520,21
Профиль <u>al-fa 01</u> (светлый дуб) <u>B Mese</u>	фиксированной периодичностью заказа 7 дней	68 216,82
Панель 002 <u>Siyah</u> МДФ/акрил 2440*1220*18.4	с фиксированным размером заказа (средняя периодичность 25 дней)	96 288,82
Панель 006 <u>Kimizi</u> МДФ/акрил 2440*1220*18.4	фиксированной периодичностью заказа 14 дней	67 978,81
Профиль <u>al-fa 01</u> (вишня) <u>Kiraz</u>	фиксированной периодичностью заказа 7 дней	62 099,01
Панель 007 <u>Krem</u> МДФ/акрил 2440*1220*18.4	фиксированной периодичностью заказа 14 дней	98 808,95
Профиль <u>al-fa 01</u> (дуб) <u>Freze Mese</u>	фиксированной периодичностью заказа 14 дней	18 089,57
ИТОГО:		1013329







Сравнительный анализ систем управления запасами для «Профиль al-fa 01 Armut»

Показатели	Исходная модель	Модель с фиксированным размером заказа	Модель с фиксированной периодичностью заказа (14)	Модель с фиксированной периодичностью заказа (7)
Количество поставок	13	14	25	50
Общая стоимость поставок, руб.	53 547	54 014	53 520	52 759
Продано в год ед.	22 217	22 217	22 217	22 181
Закупка, руб.	2 132 832	2 132 833	2 132 834	2 129 376
Средний запас	4 664	1 187	776	487
Средняя стоимость денег в запасе, руб	718 265	182 769	119 458	74 946
Ставка за хранение	11,5%	11,5%	11,5%	11,5%
Общая стоимость хранения за год, руб.	82 600	21 018	13 738	8 619
Дефицит на конец дня	0	0	0	36
Потери от дефицита, руб.	0	0	0	5 544
Общие затраты, руб.	2 268 979	2 207 865	2 200 092	2 190 754
Выручка	3 421 418	3 421 418	3 421 418	3 415 874
Прибыль	1 152 439	1 213 553	1 221 326	1 225 120
Недополученная прибыль		-72 682		

Данные ABC-анализа

Позиция	Себестоимость продаж	Выручка по отгрузке	Прибыль по отгрузке	Доля в общем объеме закупок	Доля в общем объеме продаж
Угорь Унаги (9 унций) (вес)	13621272,54	19934040,83	6312768,29	18,18	17,4
Икра летуч оранж (500 г)	5509440	6974061,5	1464621,5	7,35	6,1
Тунец Еллоуфин АА филе блок с/м (вес)	4685319,77	5852286,42	1166966,65	6,25	5,1
Соус Киккоман соев (19,0 л)	3617610,96	4405149,18	787538,22	4,83	3,8
Вод НОРИ Золотые (50 листов)	2970737,58	5169271,37	2198533,79	3,96	4,5
Рис для суши (22,68 кг)	2632391,93	4583748,88	1951356,95	3,51	4,0
Рис Нишики (22,68 кг)	2285555,37	3868789,84	1583234,47	3,05	3,4
Палочки бамбук закрыт острые 24 см	1829286,25	2714990,74	885704,49	2,44	2,4
Имбирь роз марин (коробка 10,0 кг)	1781713,04	3275382,4	1493669,36	2,38	2,9
Имбирь роз марин (ведро 10,0 кг)	1749859,09	3103206,69	1353347,6	2,34	2,7
Греб 10/20 б/и с/м (2,27 кг)	1577488,43	2305635,2	728146,77	2,11	2,0
Тунец Еллоуфин АА филе блок с/м Шри Ланка	1523164,61	2053336,88	530172,27	2,03	1,8
Икра летуч красн (500 г)	1434240	1824046,65	389806,65	1,91	1,6
Салат Хияши Вакаме (1,0 кг)	1339250,68	2412898,7	1073648,02	1,79	2,1

Данные о поставках

Отчет по продажам ТМЦ(Руб)

С 06.03.07 по 27.12.07

По всем фирмам. По всем юр. лицам. По всем упр. аналитикам. По номенклатуре "Имбирь роз марин (ведро 10,0 кг)". По всем поставщикам. По всем покупателям. По всем МОЛам (комиссионерам). По всем . По всем авторам документов. По всем проектам.

Фирма / Номенклатура / Свойство номенклатуры / Документы поставки	Количество, единица	Поступление	Реализация	Прибыль	
		Сумма	Сумма	Процент	Сумма
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA		2 166 240,32	3 723 266,71	71,88	1 557 026,39
Имбирь роз марин (ведро 10,0 кг)	4 286 шт	2 166 240,32	3 723 266,71	71,88	1 557 026,39
< не выбран >	4 286 шт	2 166 240,32	3 723 266,71	71,88	1 557 026,39
Ввод остатков ТМЦ на складе ...	437,000 шт	235 754,43	387 360,00	64,31	151 605,57
Ввод остатков ТМЦ на складе ...	25,000 шт	13 553,48	29 118,69	114,84	15 565,21
Возврат от покупателя (купля- продажа) ...	32,000 шт	17 263,36	27 200,00	57,56	9 936,64
Поступление ТМЦ	590,000 шт	299 836,29	514 545,00	71,61	214 708,71
Поступление ТМЦ	603,000 шт	306 442,86	530 039,50	72,97	223 596,64
Поступление ТМЦ	66,000 шт	55 110,00	69 304,00	25,76	14 194,00
Поступление ТМЦ	32,000 шт	26 720,00	36 495,00	36,58	9 775,00
Поступление ТМЦ	565,000 шт	285 231,30	485 624,00	70,26	200 392,70
Поступление ТМЦ	740,000 шт	372 045,00	632 011,52	69,88	259 966,52

Данные о расходах

Отчет по продажам ТМЦ(Руб)

С 06.03.07 по 27.12.07

По всем фирмам. По всем юр. лицам. По всем упр. аналитикам. По номенклатуре "Имбирь роз марин (ведро 10,0 кг)". По всем поставщикам. По всем покупателям. По всем МОЛам (комиссионерам). По всем . По всем авторам документов. По всем проектам.

Фирма / Номенклатура / Свойство номенклатуры / Документы реализации	Количес тво, единица	Поступле ние			Реализация				Прибыль	
		Цена	Сумма	НДС	Цена	Сумма	Скидка , %	НДС	Проце нт	Сумма
АААААААА АА			2 166 240,32			3 723 266,71			71,88	1 557 026,39
Имбирь роз марин (ведро 10,0 кг)	4 286 шт	505,42	2 166 240,32		868,70	3 723 266,71			71,88	1 557 026,39
< не выбран >	4 286 шт	505,42	2 166 240,32		868,70	3 723 266,71			71,88	1 557 026,39
06.03.0 7 Реализация (купля- продажа) № ПП12974 от 06.03.07 (Балтия-ЛЕА)	60,000 шт	539,48	32 369,03		850,00	51 000,00		7 779,66	57,56	18 630,97
06.03.0 7 Реализация (купля- продажа) № ПП13166 от 06.03.07 (Суши Клаб Поволжье)	10,000 шт	539,48	5 394,84		980,00	9 800,00		1 494,92	81,66	4 405,16

Динамика изменения объемов запаса по позиции «имбирь (ведро)»



Динамика изменения объемов запаса по позиции «имбирь (коробка)»



Варианты стратегий пополнения запасов

- Полные контейнеры
- Оптимальная партия

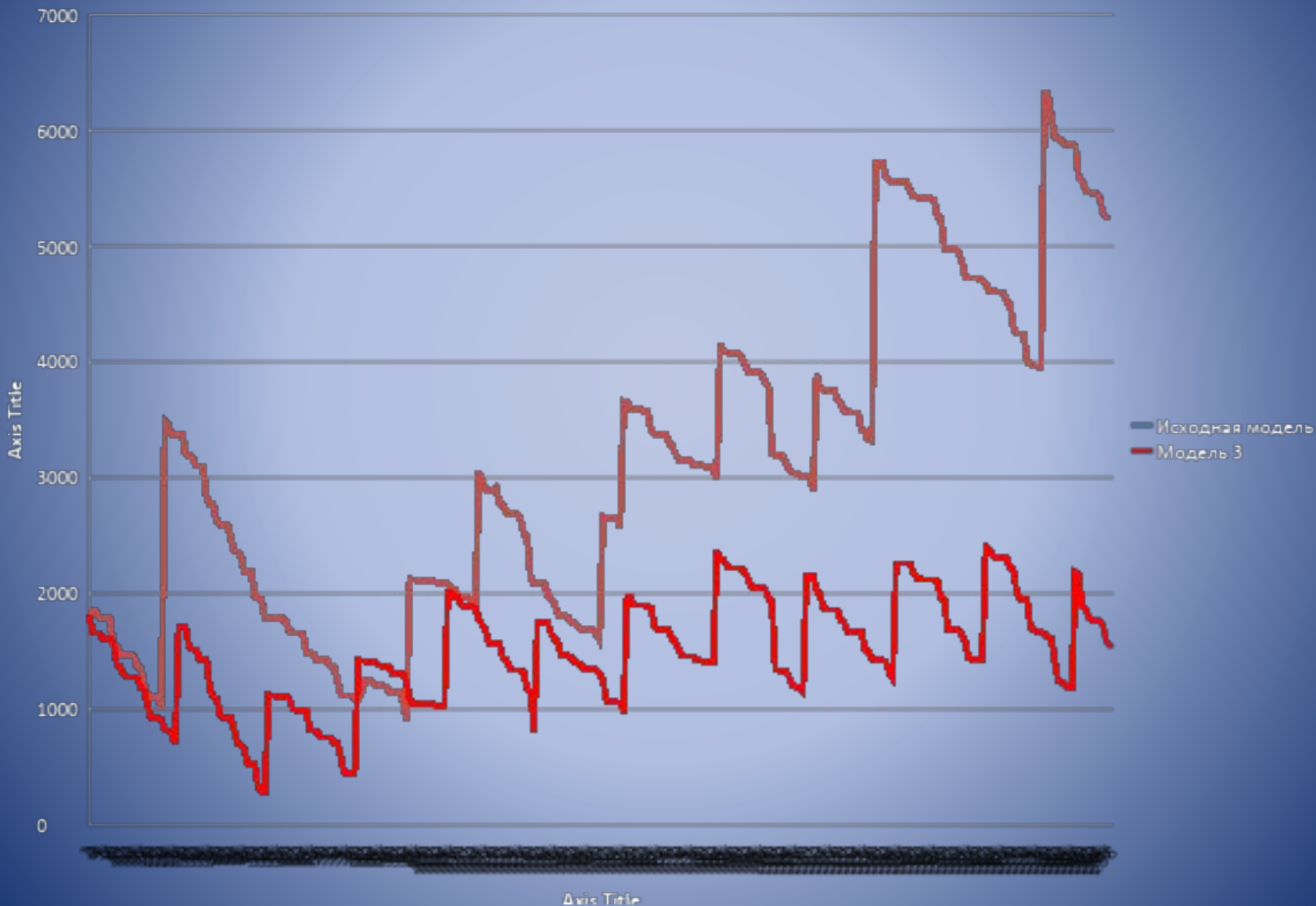
$$S_o = \sqrt{\frac{2C_o A}{C_n i}} \quad \text{или} \quad S_o = \sqrt{\frac{C_o A}{ak}}$$

- Многономенклатурные поставки

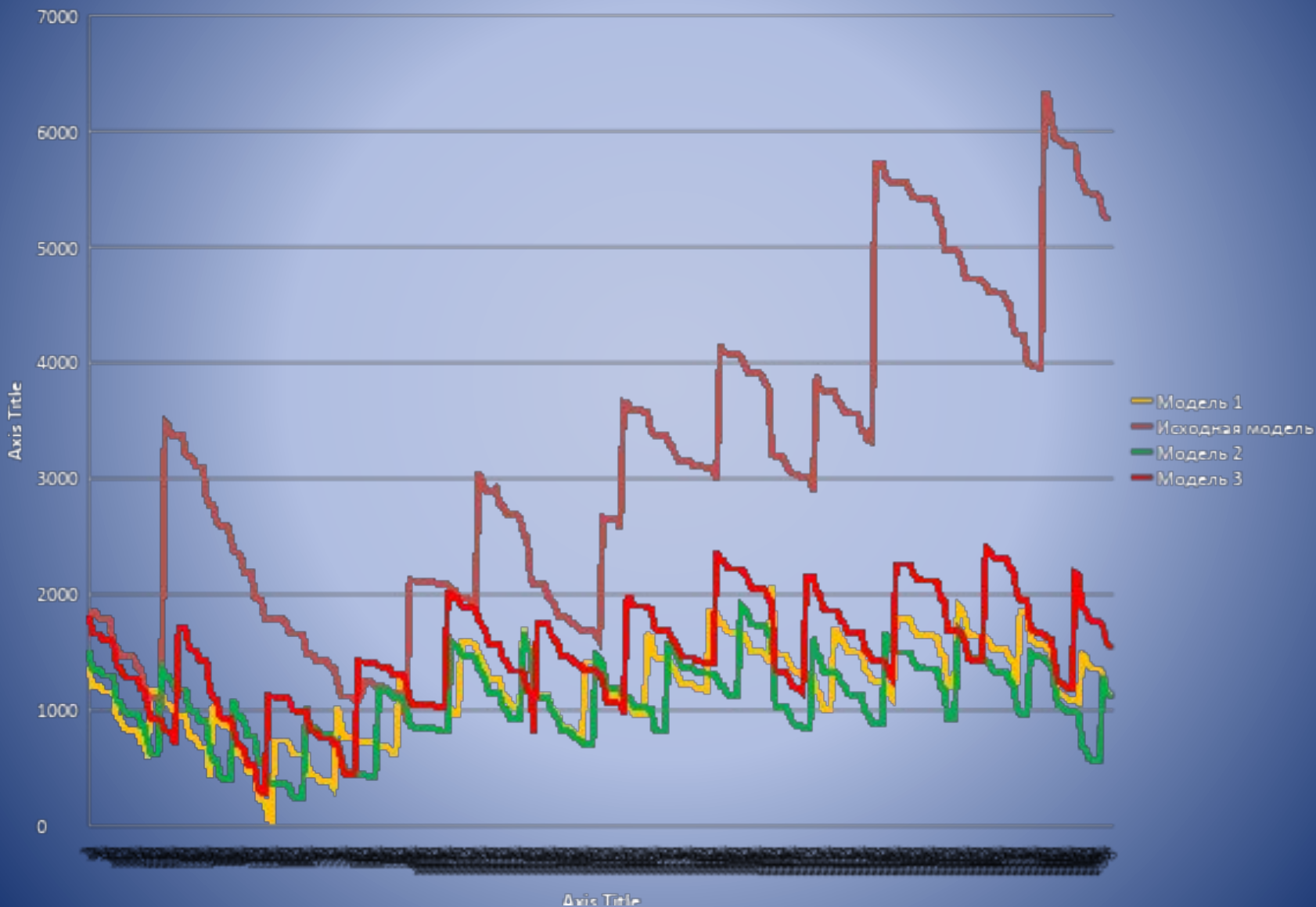
$$T = D_p \cdot \sqrt{\frac{2C_0 \cdot \gamma^{n-1}}{\sum_{i=1}^n A_i \cdot C_{ni} \cdot i}} \quad \text{или}$$

$$T = D_p \cdot \sqrt{\frac{C_0 \cdot \gamma^{n-1}}{a \cdot \sum_{i=1}^n A_i \cdot k_i}}$$

Сравнение различных стратегий управления запасами по позиции «имбирь (ведро)»



Сравнение различных стратегий управления запасами по позиции «имбирь (ведро)»



Сравнение различных стратегий управления запасами по позиции «имбирь (коробки)»



Сравнение результатов моделирования различных стратегий управления запасами по позиции «имбирь (ведра)»

Описание стратегии пополнения запасами	Затраты на выполнение заказа (доставка), руб	Средний запас (в т.ч. стр. зап), шт	Затраты на хранение, руб	Валовая прибыль по итогам моделирования, руб	Чистая прибыль по итогам моделирования, руб	Заказ	Период между заказами	Величина стр. запаса, шт
Исходная модель	28000	3069	228717	4285067	4028350			
Многономенклатурные поставки	23460	1170	87234	4285067	4174373	690	18,0	677
Отдельно оптимальными партиями	30000	1064	79269	4285067	4175798	777	21,0	731
Отдельно полными контейнерами 20"	24000	1479	110258	4285067	4150809	1000	26,0	813

Сравнение результатов моделирования различных стратегий управления запасами по позиции «имбирь (коробки)»

Описание стратегии пополнения запасами	Затраты на выполнение заказа (доставка), руб	Средний запас (в т.ч. стр. зап), шт	Затраты на хранение, руб	Валовая прибыль по итогам моделирования, руб	Чистая прибыль по итогам моделирования, руб	Заказ	Период между заказами	Величина стр. запаса, шт
Исходная модель	24000	3802	254474	2971757	2693283			
Многономенклатурные поставки	26660	637	42619	2971757	2902477	310	7,0	521
Отдельно оптимальными партиями	30000	1384	92655	2971757	2849102	899	20,0	881
Отдельно полными контейнерами 20"	28000	1557	104219	2971757	2839538	1000	22,0	924

Оценка упущенной выгоды на основании результатов имитационного моделирования

Описание стратегии пополнения запасами	Имбирь (коробки)	Имбирь (ведра)	Итого
Многономенклатурные поставки	209194	146024	355 218
Отдельно оптимальными партиями	155819	147449	303 268
Отдельно полными контейнерами 20"	146255	122459	268 714

Оценка потенциала сокращения затрат на основании результатов имитационного моделирования

Статья затрат	Результат
Затраты на хранение	74%
Затраты на выполнение заказа	4%

Тема 1. Понятие и функции запасов. Классификация запасов

Предмет, цели и задачи дисциплины.

Понятие и функции запасов.

*Классификация запасов. Основные
определения, связанные с запасами.*

«семь правил

ЛОГИСТИКИ»

Правильный продукт

Правильного качества

В правильном количестве

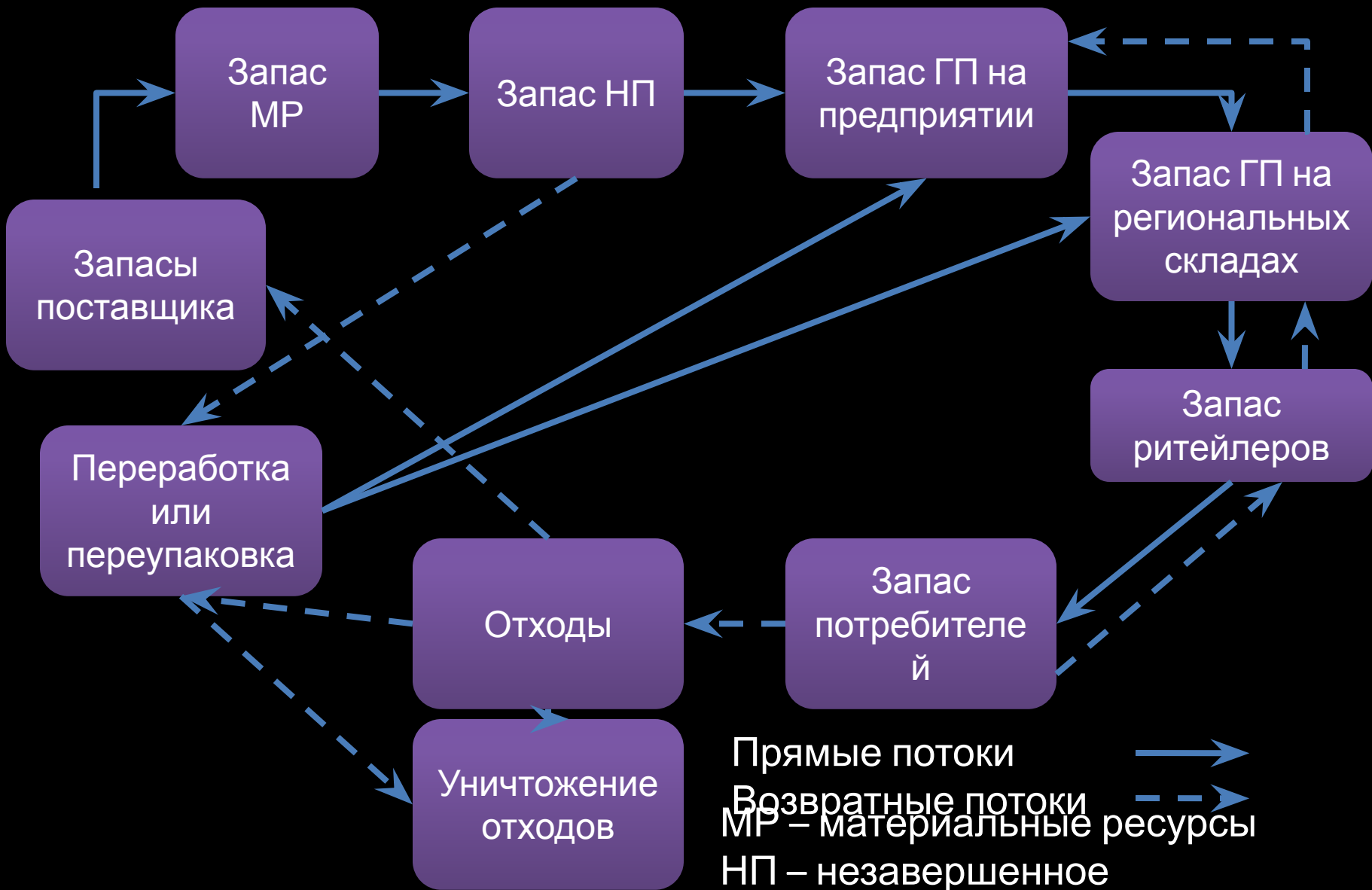
В правильное время

В правильное место

С правильными затратами

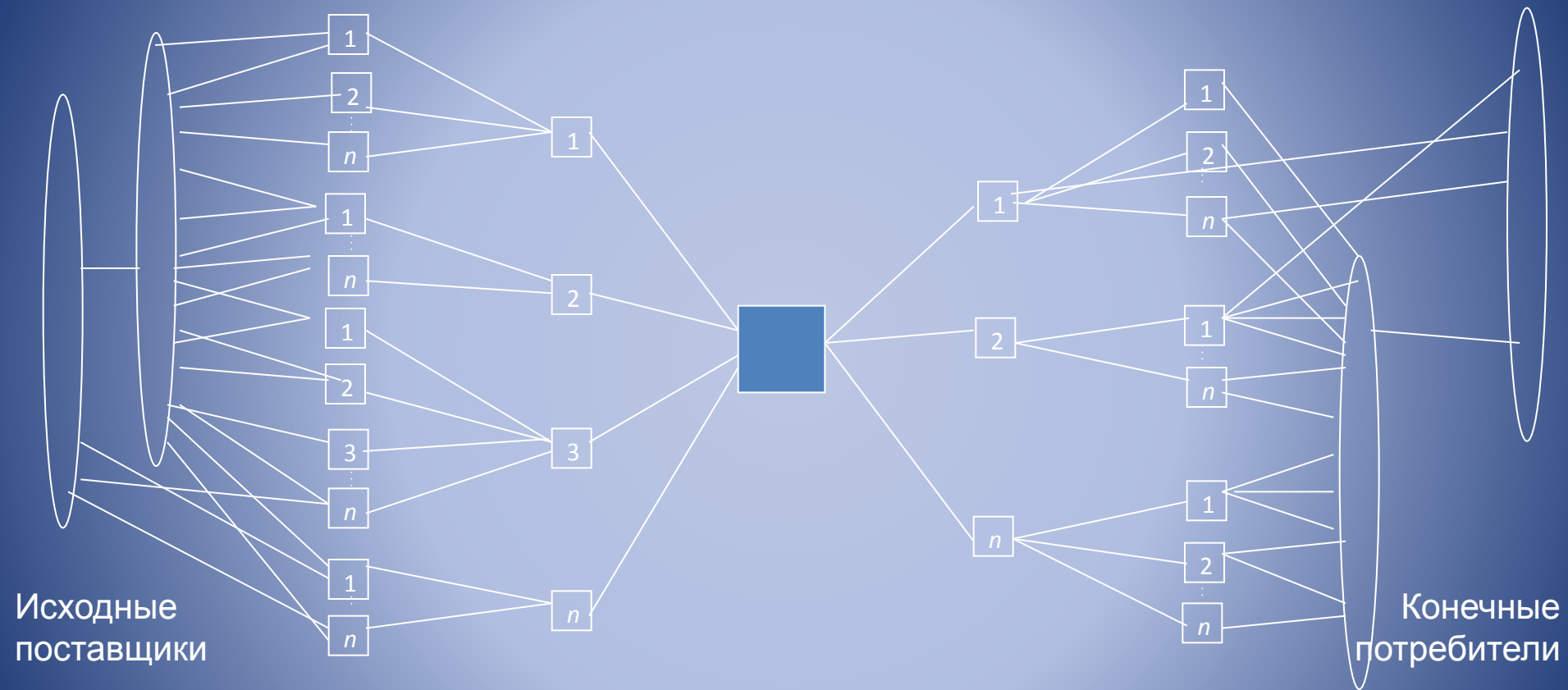
Правильному потребителю

- Логистика – уникальная область деятельности: здесь основная задача – **не допускать остановок!**
- Во всем мире логистика активна 24 часа в сутки, по 7 дней в неделю.
- Остановка движения **означает потери.**
- **Управление запасами** можно считать бескомпромиссной войной с остановками движения ресурсов.
 - Бауэрсокс Дональд Дж., Клосс Дейвид Дж.



Прямые потоки →
 Возвратные потоки - - ->
 МР – материальные ресурсы
 НП – незавершенное производство
 ГП – готовая продукция

Поставщики третьего уровня Поставщики второго уровня Поставщики первого уровня Центральная компания Потребители первого уровня Потребители второго уровня Потребители третьего уровня



Пример логистической сети промышленного предприятия

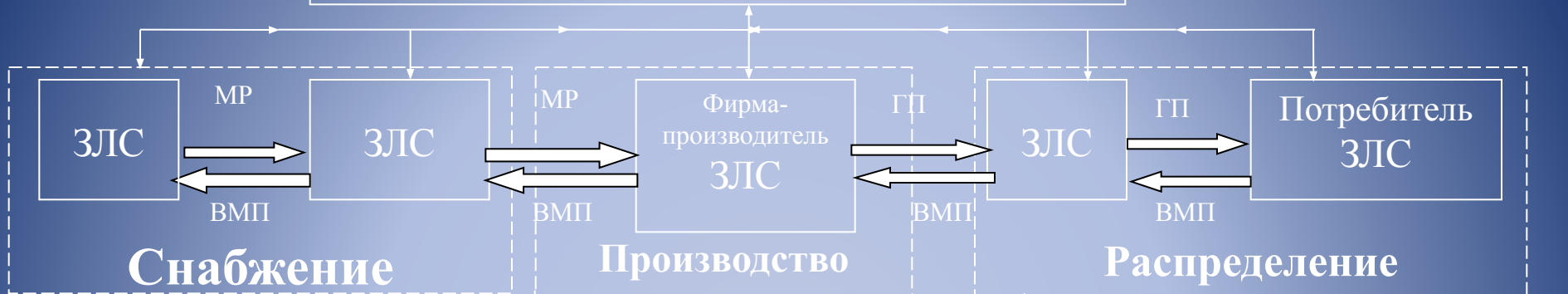
Управление запасами

– главный элемент логистики,
который должен быть
интегрирован
в единую систему
управления предприятием.

Бауэрсокс Дональд Дж., Клосс Дейвид Дж.

Логистический менеджмент

Координация, интеграция



- Управление закупками
- Транспортировка
- Управление запасами
- Складирование
- Прогнозирование расхода материальных ресурсов
- Сбор и утилизация возвратных отходов, тары

- Управление производственными процедурами
- Внутривоздушная транспортировка
- Управление запасами
- Поддержка стандартов качества производства
- Защитная упаковка
- Грузопереработка
- Складирование

- Управление процедурами заказов
- Транспортировка
- Защитная упаковка
- Управление запасами
- Грузопереработка
- Складирование
- Прогнозирование спроса
- Поддержка возврата готовой продукции, сбор и утилизация возвратных отходов, тары
- Обеспечение сервисом,
- Поддержка стандартов обслуживания потребителей

Логистические функции

Информационно-компьютерная поддержка

Составляющие затрат на логистику

$$L_{\Sigma} = L_{\text{хранение}} + L_{\text{транспортировка}} + L_{\text{заказ}} + L_{\text{штраф}}$$

$$L_{\text{хранение}} = L_{\text{склад}} + L_{\text{потери}} + L_{\text{услуги}} + L_{\text{средства}}$$

$$L_{\text{транспорт}} = L_{\text{перемещение}} + L_{\text{потери}} + L_{\text{услуги}} + L_{\text{средства}}$$

$$L_{\text{заказ}} = L_{\text{рабочееместо}} + L_{\text{зарплата}} + L_{\text{связь}} + L_{\text{расходные}}$$

$$L_{\text{штраф}} = L_{\text{штрафы}} + L_{\text{потери прибыли}}$$

В логистике мифов больше, чем в Древней Греции

Лукинский В.С.

2003г.

Задача

- Оборот компании – 10 млн \$ в год
- Уровень запасов – 25% объема продаж
- Годовые затраты на хранение продукции – 20% стоимости
- Операционные издержки – 7,5 млн \$ в год

Вопрос

- Каков текущий уровень рентабельности?
- Как изменится рентабельность, если сократить уровень запасов до 20 % объема продаж?

Решение

- Стоимость запасов = объем запасов * затраты по содержанию
= $10 * 10^6 * 0,25 * 0,2 = 0,5 * 10^6$ млн \$ год
 - Общие затраты = операционные издержки + стоимость запасов
= $(7,5 + 0,5) * 10^6 = 8 * 10^6$ млн \$ год
 - Валовая прибыль = Выручка – Затраты = $10 * 10^6 - 8 * 10^6 = 2 * 10^6$
 - Рентабельность = валовая прибыль / затраты * 100% =
= $2 * 10^6 / 8 * 10^6 * 100\% = 25\%$
-
- Стоимость запасов = $10 * 10^6 * 0,2 * 0,2 = 0,4 * 10^6$ млн \$ год
 - Общие затраты = $(7,5 + 0,4) * 10^6 = 7,9 * 10^6$ млн \$ год
 - Валовая прибыль = $10 * 10^6 - 7,9 * 10^6 = 2,1 * 10^6$ (рост 5%)
 - Рентабельность = валовая прибыль / затраты * 100% =
= $2,1 * 10^6 / 7,9 * 10^6 * 100\% = 26,6\%$

Задача

- Предприятию для производства необходимо за февраль (28 дн) поставить 20 т материалов.
- Считаем, что расход материалов – величина детерминированная.
- У предприятия есть несколько вариантов поставок: 20 т, 10 т и 5 т (табл.1). С точки зрения оптимизации величины запасов и, соответственно, увеличения оборачиваемости запасов, на предприятии целесообразно минимизировать партии закупок.
- Потери от иммобилизации денежных средств в запасах составляют 1% за рассматриваемый период (месяц).

Таблица 1

Варианты организации поставок

Показатель	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Объем поставки, т	20	10	5
Стоимость товара в отправки, руб.	1000000	500000	250000
Стоимость доставки, руб./доставку	30000	17000	10000
Периодичность поставок, дн.	28	14	7

Таблица 2

Сравнение вариантов снабжения

Показатель	Вариант 1	Вариант 2	Вариант т 3
Объем поставки, т	20	10	5
Оборачиваемость запасов	2	4	8
Общая стоимость хранения, руб.	5000	2500	1250
Общая стоимость доставки, руб.	30000	34000	40000
Общие логистические издержки, руб.	35000	36500	41250



Причины, приводящие к созданию материальных запасов

- **Несоответствие объемов предложения и спроса** на материальные ресурсы (МР), незавершенное производство (НП) и готовую продукцию (ГП) во времени и пространстве.
- **Нарушения нормального протекания производственных процессов**, транспортировки и распределения, а также значительные колебания при поставках МР и спросе на продукции.
- **Сезонные колебания** во всех звеньях цепей поставок, главным образом в производстве (предложении) и потреблении (спросе).
- **Спекулятивные намерения и инфляционные ожидания.**
- **Экономические факторы, основанные на системе скидок** с цен закупаемой продукции, возможности консолидации партий заказа, оптимизации транспортировочных схем доставки, сокращения времени доставки и т.д.

Основные цели создания

запасов

- Повышение эффективности производства (снижение или ликвидация простоев оборудования, полное использование ресурса времени работы оборудования, уменьшение издержек производства, связанных с привлечением дополнительного оборудования, рабочих и т.п.).
- Обеспечение обслуживания потребителей (запасы позволяют компенсировать сезонные колебания спроса и поставок, а также возможный рост продаж).
- Страхование сбоя поставок, возникающих из-за срыва сроков, изменения объемов, неудовлетворительного качества и т.п.
- Экономия на оптовых скидках (закупка по сниженным ценам позволяет не только защититься от повышения закупочных цен, но и компенсировать затраты на хранение и снизить транспортные расходы).



объективные факторы повышения уровня запасов

- ненадежность поставок;
- увеличение времени обработки и выполнения заказа;
- ~~неточное~~ прогнозирование спроса (потребления);
- увеличение расстояния перевозки;
- неэффективное производство;
- низкое качество закупаемых товаров.

Аксолотли VS амойстемы

субъективные факторы повышения уровня запасов

- Отсутствие контроля и мониторинга.
- Неграмотность. Отсутствие представления о моделях и методах.
- Неграмотность. Ошибки в применении инструментов планирования.
- Нежелание признавать ошибки.
- Искажение информации в системе учета.



6 ОСНОВНЫХ ВИДОВ ЗАПАСОВ

- Текущий
- Страховой
- Транзитный (в пути)
- Сезонный
- Спекулятивный
- Неликвиды
(не реализуемые в течении длительного времени)

**Тема 2. Развитие теории и
практики управления
запасами в цепях поставок.
Запасы как объект управления
в цепях поставок**

**Развитие методов управления запасами.
Запасы как объект управления в цепях
поставок. Концепции запасов в
логистике и управлении цепями
поставок. Запасы и материальный
поток**

Рейтинг Российской Федерации

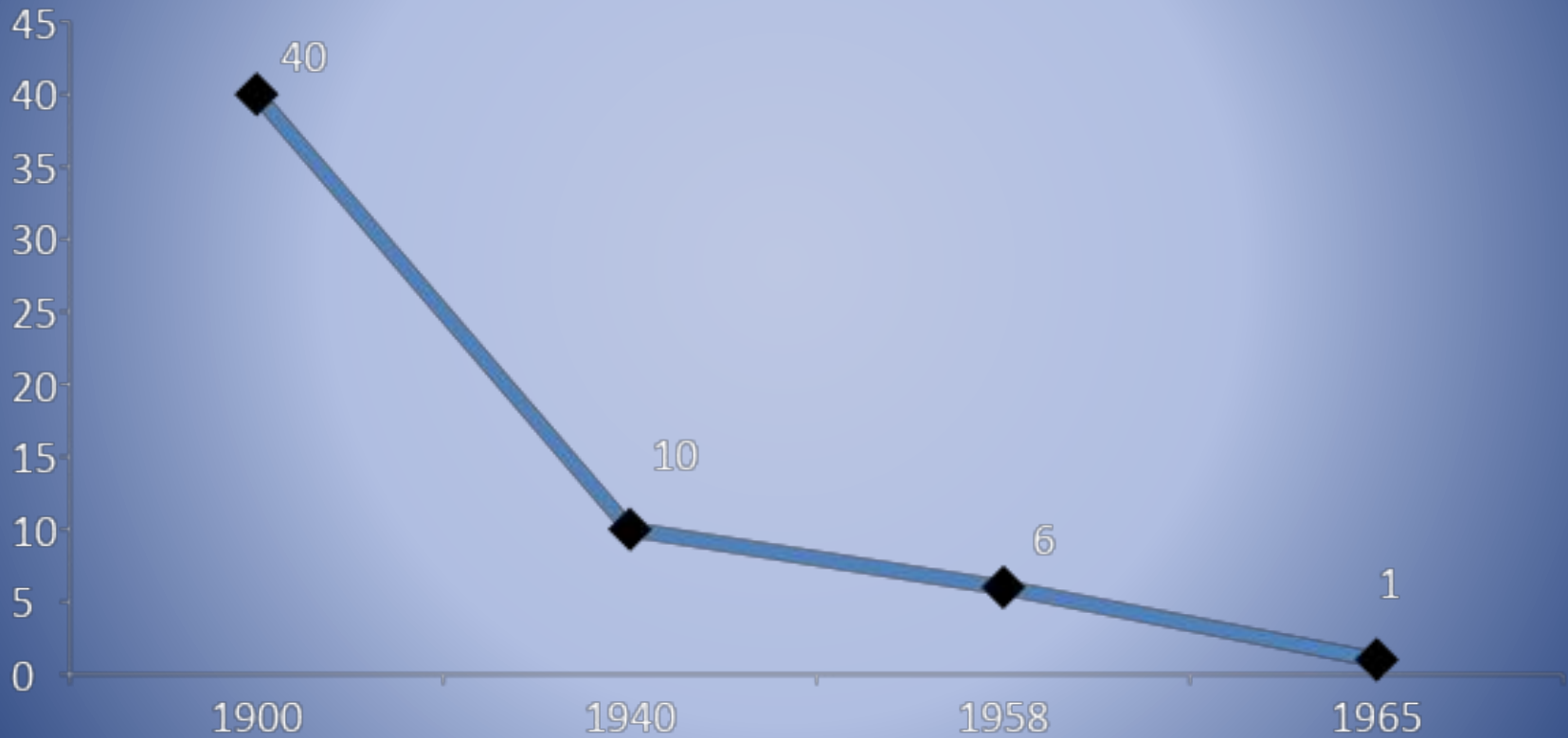
Данные из доклада Международного банка реконструкции и Развития (2007г) «Trade Logistics in Global Economy»

Logistics Performance Index		
Country	Rank	Score
Singapore	1	4,19
Lebanon	98	2,37
Russian Federation	99	2,37
Zambia	100	2,37
Afganistan	150	1,21

Показатели:

1. Таможня
2. Инфраструктура
3. Международные перевозки
4. Логистическая компетенция
5. Маршрутизация и отслеживание
6. Затраты на внутренние перевозки
7. Своевременность доставки

Количество работающих на одного конторского служащего в США



Параметры, отражающие издательскую деятельность по ЛОГИСТИКЕ

Авторы	Наименование	Предыдущие издания	Количество формул
1. Сток Джеймс Р. Ламберт Дуглас М.	Стратегическое управление запасами, 4-е издание, 797 с. – 2005 г.	1982 1987 1993 2001	около 11 формул
2. Баурсокс Д. Дж. Клосс Д. Дж.	Логистика. Интегрированная цепь поставок. 2-е изд., 640 с. – 2005 г.	1978 1986 1996 переиздается с переработкой с 1974	около 26 формул и несколько решений
3. Линдерс Майкл Р., Фирон Харольд Е.	Управление снабжением и запасами. 768 с. – 2002 г.	Выдержали в США более 10 переизданий.	5 формул.
4. Джонсон Джеймс С. Вуд Дональд Ф. Варлоу Дэниел Л. и др.	Современная логистика. 7-е издание. 624 с. – 2002 г.	1996 1999	1 формула
5. Уотерс Дональд	Логистика. Управление цепью поставок. 503 с. – 2003 г.	2003	8 формул и несколько решений (в литературной форме)

Авторы	Наименование	Предыдущие издания	Количество формул
6. Кристофер Мартин	Логистика и управление цепями поставок. 2-е изд. 316 с. – 2004 г.	1992	1 формула и несколько решений (~6) В литературной форме.
7. Coyle John J. Bardi Edward J/ Langley Jr. C. John	The Management of Business Logistics. A supply Chain Perspective.- 7-е, 708 с. – 2003	1976 1992 1996	Около 15 формул и примерных решений.
8. Blanchard Benjamin S.	Logistics Engineering and Management, 5 edition, 1998	1974 1981 1986 1992 1998	Больше 26 формул
9. Ballou Ronald H.	Business. Logistics. Management. 4-е, 682 с. –1999	1992 1999	Больше 26 формул
10. Шапиро Джереми Ф.	Моделирование цепи поставок. –720 с. – 2006	2001	Больше 26 формул ⁴⁷

Теоретико-прикладная модель целевой функции логистики может быть представлена так:

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^c I_{lijk} f(\mathcal{E}_{opt}, \mathcal{E}_{rac}) \rightarrow \min,$$

где I_{lijk} – логистические издержки, возникающие в сфере производства ($i=1, \dots, n$), обмена ($j=1, \dots, m$), и потребления ($k=1, \dots, c$);

\mathcal{E}_{opt} – оптимизация экономических потоков;

\mathcal{E}_{rac} – рационализация экономических потоков.

На значения \mathcal{E}_{opt} и \mathcal{E}_{rac} должны быть наложены следующие ограничения:

$$\mathcal{E}_{opt} = f(T_{св}, Q_{пл}, k_{км}), \quad (1)$$

где $T_{св}$ – своевременность;

$Q_{пл}$ – полнота;

$k_{км}$ – комплексность удовлетворения нужд и потребностей в ресурсах, циркулирующих в экономических потоках;

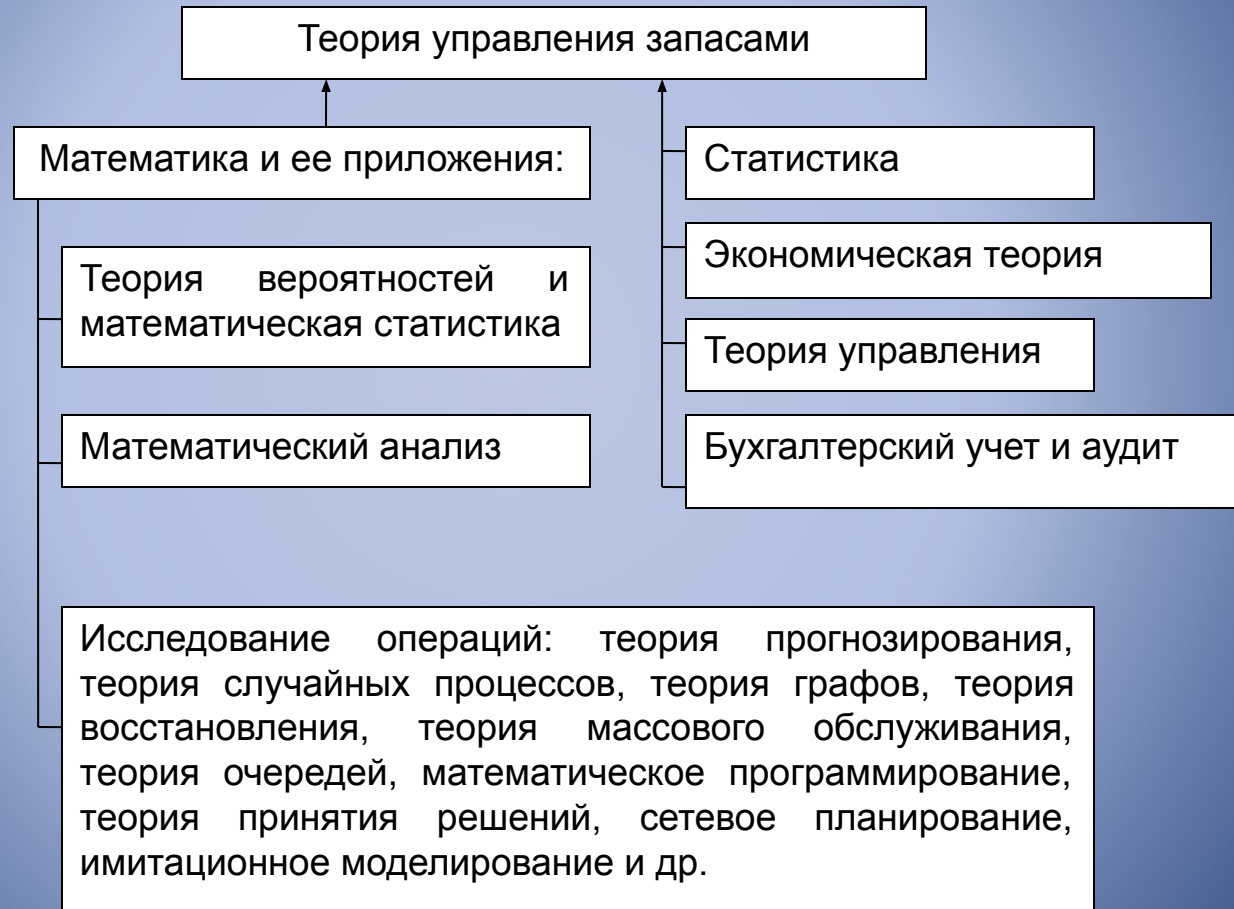
$$\mathcal{E}_{rac} \geq f(\Pi_{кч}, C_{оц}, L_{ср}), \quad (2)$$

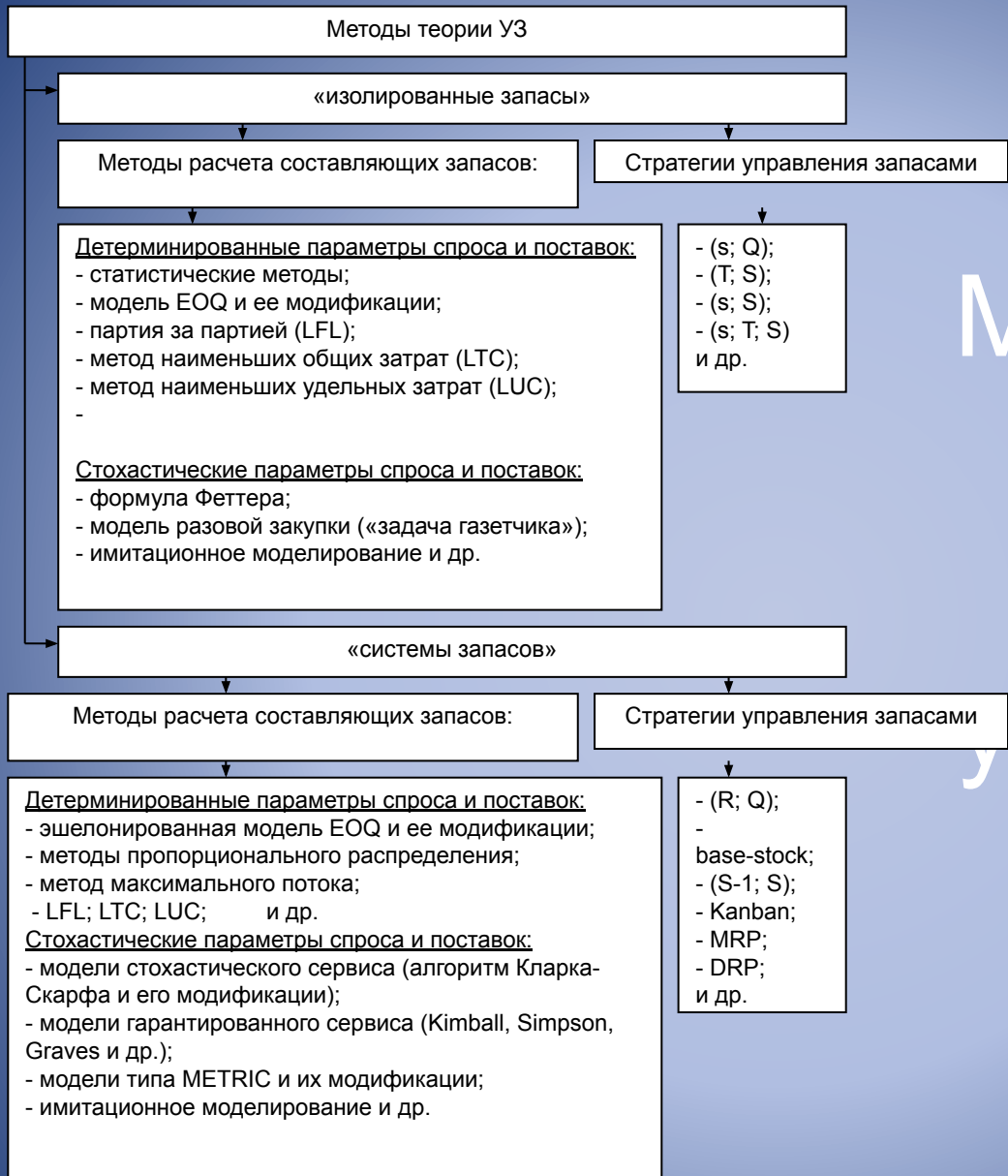
где $\Pi_{кч}$ – потребительские качества;

$C_{оц}$ – стоимостные оценки;

$L_{ср}$ – логистические услуги (сервис) в экономических потоках не ниже установленных стандартов обслуживания.

Научная база теории управления запасами





Методическая база теории управления запасами

Логистические концепции управления запасами и снабжением

- MRP I (*Material Requirement Planning*) – система планирования потребностей в материалах, основанная на производственных графиках, связывающих информацию о спросе и запасах. Первоначально определяется спрос, и в зависимости от него программа рассчитывает общий объем необходимых материальных ресурсов, затем, сопоставляя с уровнем запасов, вычисляет объем заказов, параметры заказов с учетом объема и времени доставки.

Логистические концепции управления запасами и снабжением

- MRP II (Manufactory Resource Planning) – система производственного планирования ресурсов, объединяющая производственное, маркетинговое, финансовое планирование и логистические операции. Планы разрабатываются на основе прогнозной информации о спросе, данных об имеющихся заказах и сведений об изменениях в продуктовой линии. Система быстро реагирует на изменения, позволяет работать в режиме реального времени, в ней предусмотрено ежедневное обновление баз данных. Задачей системы MRP II является формирование оптимального материального потока материалов, полуфабрикатов, как в системе снабжения, так и в производстве, а также оптимизация потока готовой продукции. Современные системы MRP II позволяют интегрировать все основные логистические процессы внутри предприятия

Логистические концепции управления запасами и снабжением

- DRP (*Distribution Requirements Planning*) – система планирования отправок и запасов готовой продукции в дистрибутивных каналах, в том числе и у логистических посредников. DRP базируется на потребительском спросе, учитывая его неопределенность. Система DRP позволяет снизить уровни запасов за счет точного планирования размера и места поставок, сократить потребности в складских площадях, улучшается координация между логистическими функциями, выполняемыми в распределении, все вместе это способствует снижению логистических издержек. DRP II (*Distribution Resource Planning*) – это современная версия системы планирования, использующая более современные и мощные программные модули, алгоритмы и модели принятия решений

Логистические концепции управления запасами и снабжением

- **QR (Quick Response)** – концепция (метод, технология) «быстрого реагирования», суть которой состоит в оценке спроса в реальном масштабе времени и как можно ближе к конечному потребителю. Реализация данной концепции логистического управления стала возможной после разработки соответствующих информационных технологий, введения электронного документооборота, электронных продаж, штрихового кодирования и др. С помощью сканирования штриховых кодов формируются данные о реальных продажах, затем эти сведения передаются поставщикам и производителям продукции. «Быстрое реагирование» нацелено на максимальное сокращение времени реакции логистической системы на изменение спроса, и совершенствование информационных технологий способствует более эффективному использованию метода в деятельности предприятий. На основе информации о спросе формируются оптимальные уровни запасов и времени исполнения заказа

Логистические концепции управления запасами и снабжением

- CR (Continuous Replenishment) – логистическая технология «непрерывного пополнения запасов», предназначенная для устранения необходимости в заказах на готовую продукцию для пополнения запасов. Эта технология является модификацией QR. Цель – разработка плана поставки продукции розничным продавцам, направленного на непрерывное пополнение запасов. Пополнение запасов продукции у розничных продавцов осуществляет поставщик на основании информации о продажах, передаваемой продавцом

Логистические концепции управления запасами и снабжением

- TQM (Total Quality Management) – всеобщее управление качеством – непрерывно развивающаяся во времени концепция, определяющая конкурентное качество при отсутствии пределов его совершенствования. TQM интегрирует как техническую сторону качества, предоставляемую стандартами ISO 9000, так и философию управления качеством, основанную на широком участии всего персонала компании во всех сторонах этого процесса, а также интеграцию со всеми логистическими партнерами и прежде всего с потребителями

Логистические концепции управления запасами и снабжением

- JIT (*Just-in-time*) – концепция (технология) построения логистической системы или организации логистического процесса в отдельной функциональной области, обеспечивающая доставку материальных ресурсов, незавершенного производства, готовой продукции в нужном количестве, в нужное место и точно к назначенному сроку. Применение концепции «точно в срок» позволяет снизить запасы, сократить производственные и складские площади, повысить качество изделий, сократить сроки производства, эффективно использовать оборудование, уменьшить количество непроизводственных операций

Логистические концепции управления запасами и снабжением

- LP (*Lean Production*) – «стройное/ плоское производство». Суть данной концепции состоит в соединении следующих компонентов: высокого качества, мелких размеров производственных партий, низкого уровня запасов, высококвалифицированного персонала и гибкого оборудования. Основная идея LP – убрать ненужные операции (например, исключаются складирование и ожидание) и организовать производство, требующее наименьших затрат, на котором производятся минимально необходимые партии продукции и в целом используется минимальное количество ресурсов

Логистические концепции управления запасами и снабжением

- VMI (Vendor Managed Inventory) – усовершенствованная версия системы управления запасами поставщиком, основанная на новых информационных технологиях. Вместо оформления заказов потребитель (а им может быть не только торговое, но и производственное предприятие) обменивается информацией о спросе, продажах, продвижении продукции с поставщиком. Поставщик берет на себя обязательства пополнять запасы потребителя и поддерживать их на необходимом уровне. При этом поставщик получает не заказ, а лишь указание покупателя относительно желательных для него верхних и нижних границ размера запасов

**Тема 3. Определение
потребности в запасах.
Издержки содержания запасов.
Нормирование уровня запасов
и оборотных средств,
вложенных в запасы**

- Классификация и анализ методов определения потребности в запасах. Классификация издержек, связанных с управлением запасами, методы их определения. Нормирование уровней запасов и оборотных средств, вложенных в запасы. Методы оценки запасов товарно-материальных ценностей (FIFO, LIFO, по средневзвешенной).

Тема 4. Статистические методы определения показателей текущего и страхового запасов. Статическая задача управления запасами

- Классификация и анализ статистических расчета показателей текущего и страхового запасов. Методика решения статических задач управления запасами («задача газетчика», «задача булочника», «задача о новогодней елке»).

Статистические методы расчетов параметров текущего и страхового запасов

Достоинства статистических методов управления запасами

- простота
- на основании статистических данных одновременно производится расчет параметров текущего и страхового запасов
- не требуется определения затрат на выполнение различных логистических операций, связанных с управлением запасами

Недостатки статистических методов управления запасами

- обязательное наличие данных за довольно длительный период времени
- неоднозначность результатов, получаемых при обработке смешанных процессов, когда поступления требований (спрос) и поставки являются случайными величинами и происходят в случайные моменты времени, что затрудняет принятие решения при управлении запасами.
- все известные на сегодняшний день статистические методы определения текущего и страхового запасов могут быть использованы на практике только при условии стационарности анализируемого временного ряда

Данные о поставках двигателей на склад

Дата поставки	Интервал между поставками, дн.	Объем поставки, ед.
02.янв	1	10
13.янв	11	2
23.янв	10	2
17.янв	4	5
30.янв	3	8
31.янв	1	16
13.фев	13	1
18.фев	5	7
22.фев	4	9
23.фев	1	6
24.фев	1	6

Данные о расходе двигателей на складе

Дата поступления требования	Интервал между требованиями, дн.	Объем требований, ед.
02.янв	1	5
05.янв	3	5
11.янв	6	5
17.янв	6	6
25.янв	8	4
31.янв	6	4
01.фев	1	2
02.фев	1	4
03.фев	1	1
06.фев	3	1
09.фев	3	9
10.фев	1	1
13.фев	3	7
20.фев	7	3
24.фев	4	9

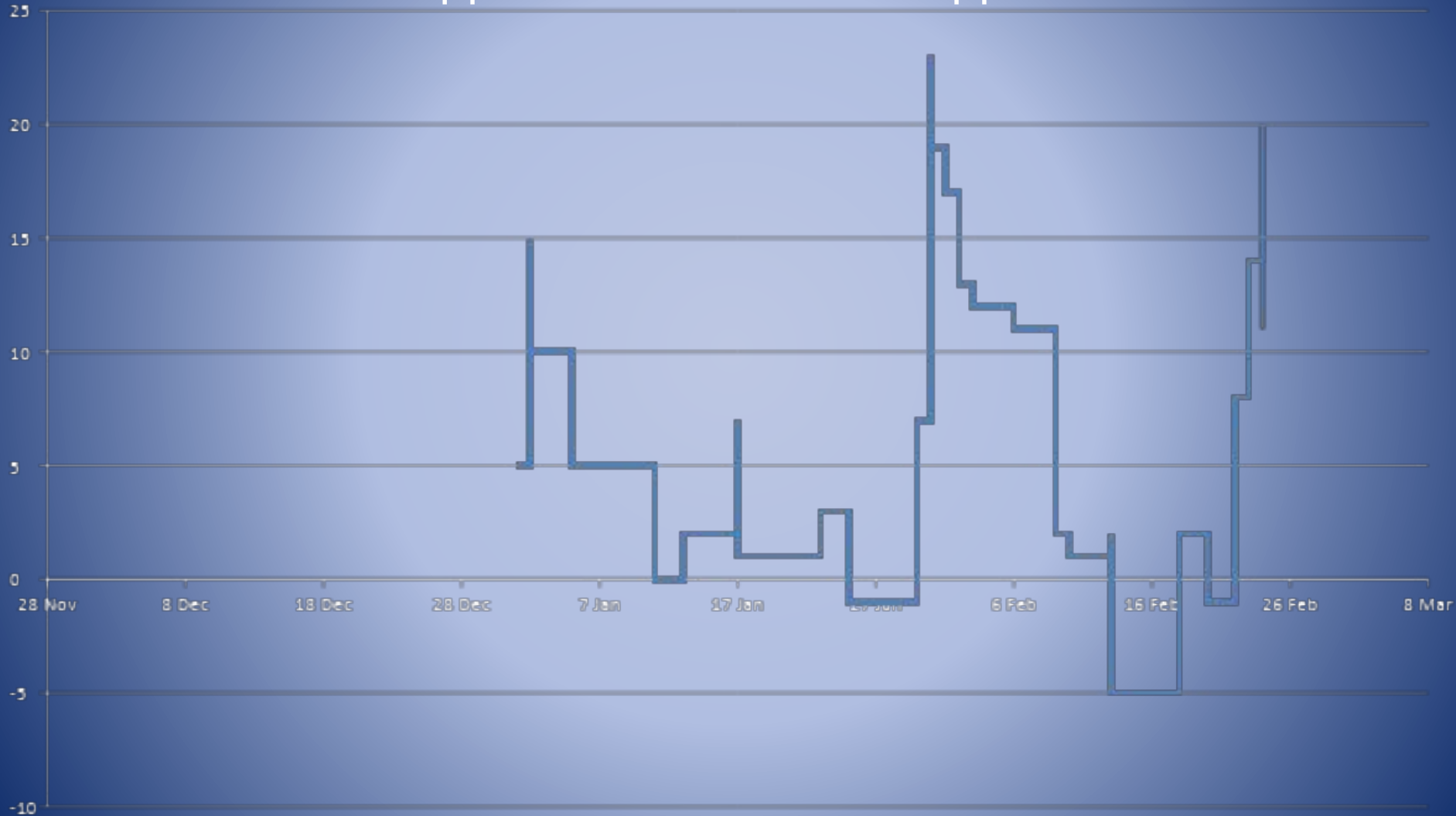
Данные о движении запасов двигателей на складе АТП, единиц

Дата	Запасы на начало дня	Поставки на начало дня	Расход (требования) в течение дня	Запас на конец дня 1 вариант	Запас на конец дня 2 вариант
1.01	5*	-	-	5	11
2.01	5	10	5	10	16
5.01	10	-	5	5	16
11.01	5	-	5	0	6
13.01	0	2	-	2	8
17.01	2	-	6	(-4)**	4
23.01	(-4)	2	-	(-2)	2
25.01	(-2)	-	4	(-6)	0
27.01	(-6)	5	-	(-1)	5
30.01	(-1)	8	-	7	12
31.01	7	16	4	19	25
1.02	19	-	2	17	23
2.02	17	-	4	13	19
3.02	13	-	1	12	18
6.02	12	-	1	11	17
9.02	11	-	9	2	8
10.02	2	10	1	1	7
13.02	1	1	7	(-5)	1
18.02	(-5)	7	-	2	8
20.02	2	4	3	(-1)	5
22.02	(-1)	9	-	8	14
23.02	8	6	-	14	20
24.02	14	6	9	11	26

* - начальный запас на 1 января;

** - ситуация дефицита (с отложенным спросом)

Динамика приходов-расходов двигателей на складе



Статистические методы расчета текущего и страхового запасов



Формулы для расчета текущей составляющей нормы производственного запаса T_T

Автор метода, год	Расчетная формула	Обозначения
Айзенберг-Горский М.П., 1956	$T_T = \frac{T_{cp} + S_{cp}}{2} - 1$	T_{cp} - средний интервал между поставками, дни;
Баскин А.М., 1965	$T_T = \frac{T_{cp} - S_{cp}}{2}$	S_{cp} - средний интервал между суточными отпусками, дни.
Методика Минтяжмаша	$\dot{O}_0 = \dot{O}_{\tilde{n}\delta} / 2 = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N t_i$	
Фасоляк Н.Д., 1972	$T_T \approx \frac{1}{2} \left[T_{cp} + \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (t_i - T_{cp})^2} + \right. \\ \left. + (1/R_{cp}) \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Q_i - Q_{cp})^2} \right]$	R_{cp} - среднесуточный расход (в год); t_i - интервал i -й поставки; Q_i - объем i -й поставки;
Федорчук Б.К.*, 1967	$T_T = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i t_i}{2 \sum_{i=1}^N Q_i}$	Q_{cp} - средний объем поставки; N - количество поставок (в год).
Мельникова Е.А. и др., 1979	$\dot{O}_0 = \frac{\sum_{i=1}^N (z - \bar{z})}{z R_{\tilde{n}\delta}}$	z_i - значение суточного остатка в i -й день года; \bar{z} - среднее значение суточных остатков перед поставками.

Формулы для расчета страховой составляющей нормы производственного запаса T_c

Автор метода, год	Расчетная формула	Обозначения
Инютина К.В.*, 1969	$T_c = \gamma \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (t_i - T_{cp})^2 \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^N Q_i}}$	t_i – интервал i -й поставки, дни; T_{cp} – средний интервал между поставками, дни; Q_i – объем i -й поставки; γ – коэффициент, показывающий надежность обеспечения запасом; N – количество поставок.
Фасоляк Н.Д., 1977	$T_c = K \frac{\sum_{j=1}^M (t_j - T_{cp}) Q_j}{\sum_{j=1}^M Q_j}$	K – коэффициент, показывающий надежность обеспечения запасом (при $K=2$ надежность равна 0,95); t_j – величины интервалов, большие T_{cp} ; M – количество «опоздавших» поставок, т.е. $t_j > T_{cp}$.
Мельникова Е.А. и др., 1979	$T_c = \frac{\max Z_m - \bar{Z} }{4R_{\tilde{n}\delta}}$	R_{cp} – среднесуточный расход (в год); Z_m – отклонение суточного остатка от среднего уровня его остатков перед поставками ().
Хрящев А.С., Федорчук Б.К., 1980	$T_c = \frac{3\sigma}{R_{cp}} - \frac{Q_{cp}}{2R_{cp}}$	σ – среднеквадратическое отклонение суточных остатков топлива от среднего уровня, вычисленного по скользящей средней.
Вожжов А.П., 1981	$T_c = \sqrt{p^2 \sigma_1^2 + (p^2 + p^1) \sigma_2^2}$ $\sigma_1 = \sigma_{\delta} + \sigma_{\tilde{n}}$	p – коэффициент гарантийности, определяющий величину компенсации случайных отклонений поставок (или расходов); σ_1 – среднеквадратические отклонения интервалов поставок, интервалов отпуска, объемов поставок и отпусков; σ_2 – среднеквадратические отклонения от среднего значения.
Щетина В.А. и др., 1988	$\sigma_2 = \sigma_Q + \sigma_R$ $T_c = \delta \cdot \sigma_{\tau} / \sqrt{n}$	δ – параметр (аргумент) функции Лапласа $\Phi(\delta)$; σ_{τ} – среднее квадратическое отклонение интервала между поставками; n – максимальное количество поставок в году ретроспективного периода.

Примечание: * формула приведена с учетом работ К.В. Инютиной 1983 и 1986 гг.

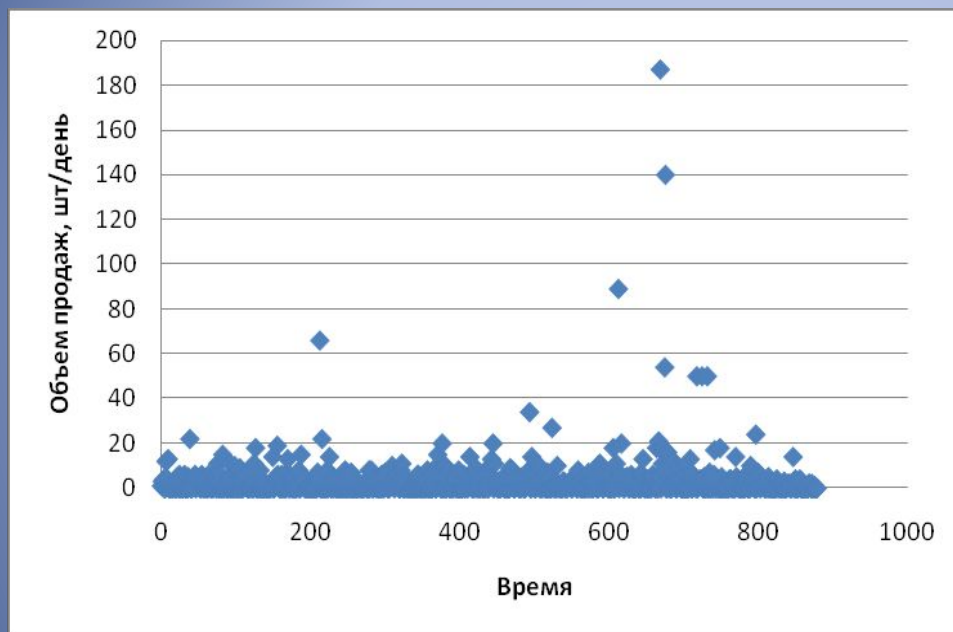
Результаты расчета показателей текущего запаса

Расчетная формула	Текущий запас	
	дней	единиц
Через средний интервал между поставками	$T_{T1} = \frac{136}{12} = 11,3$	$S_{T1} = D T_{T1} = 47$
Через средневзвешенный интервал между поставками	$T_{T2} = \frac{6655}{566} = 11,8$	$S_{T2} = D T_{T2} = 50$
D – средний расход в день; D = 4,2 ед/день		

Результаты расчета показателей страхового запаса

Расчетная формула	Страховой запас	
	дней	единиц
Через средний интервал между поставками	$T_{c1} = 3,94$ $T_{c2} = 3,4$	$S_{c1} = D T_{c1} = 17$ $S_{c2} = D T_{c2} = 14$
Через средневзвешенный интервал между поставками	$T_{c3} = 2,8$ $T_{c4} = 1,3$	$S_{c3} = D T_{c3} = 12$ $S_{c4} = D T_{c4} = 5$
<p>D – средний расход в день; $D = 4,2$ ед/день</p>		

Динамика ежедневного расхода на примере товарной позиции №6950 и результаты статистической обработки информации о расходах продукции

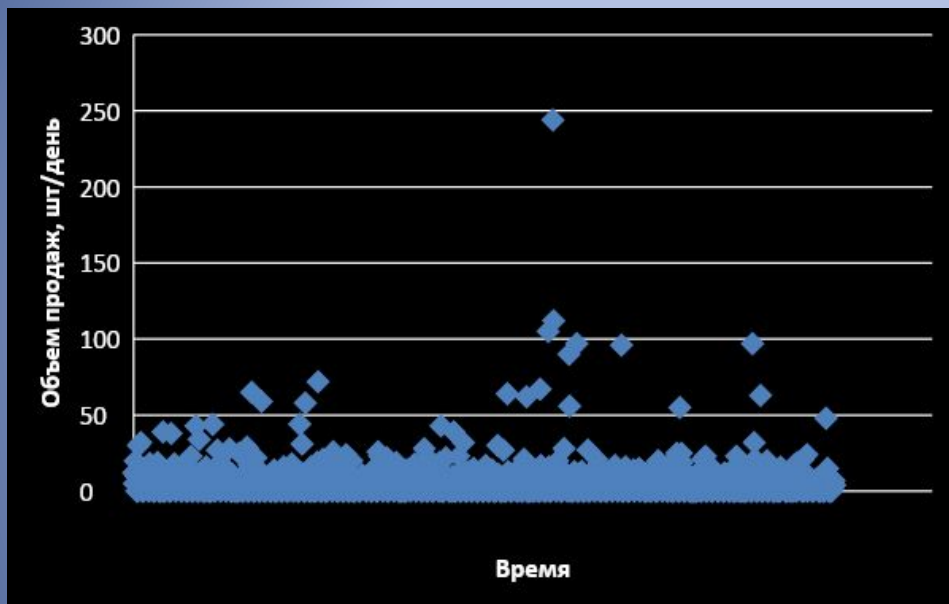


**Критерий Арлея
для оценки
экстремальных
значений**

$$\begin{cases} x^B = \bar{x} + \sqrt{\frac{n-1}{n}} \cdot \sigma \cdot z \\ x^H = \bar{x} - \sqrt{\frac{n-1}{n}} \cdot \sigma \cdot z \end{cases}$$

Показатель	Значение
среднесуточный расход	3
СКО от среднесуточного расхода	10
коэфф. вариации	320%
граница Арлея	22
количество дней, в которые наблюдались экстремальные продажи, дн	11
суммарный объем экстремальных продаж, шт	771
доля количества экстремальных продаж от общего числа продаж	0,01
доля суммарного объема экстремальных продаж в общем объеме	0,28

Динамика ежедневного расхода на примере товарной позиции №5088 и результаты статистической обработки информации о расходах продукции

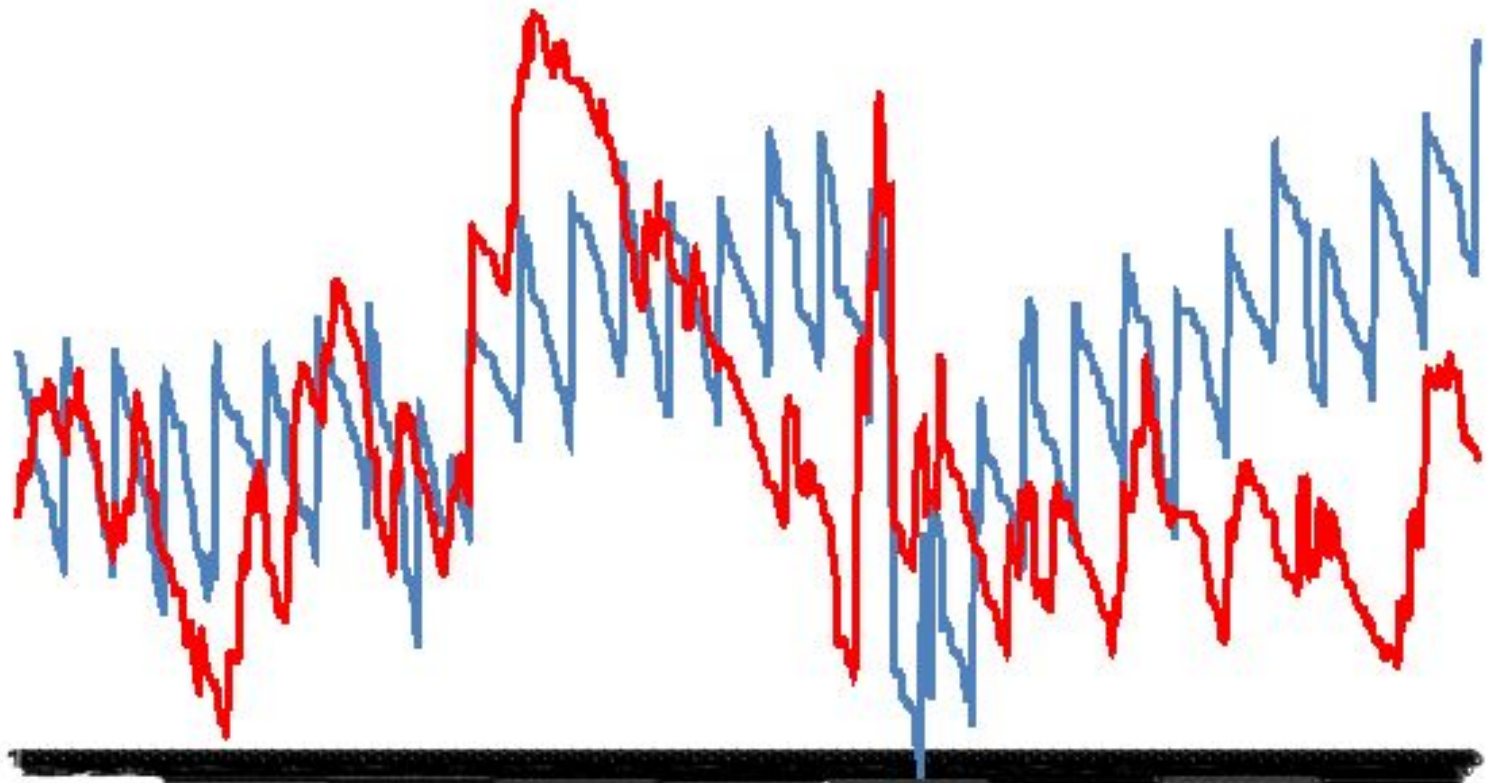


Критерий Арлея для оценки экстремальных значений

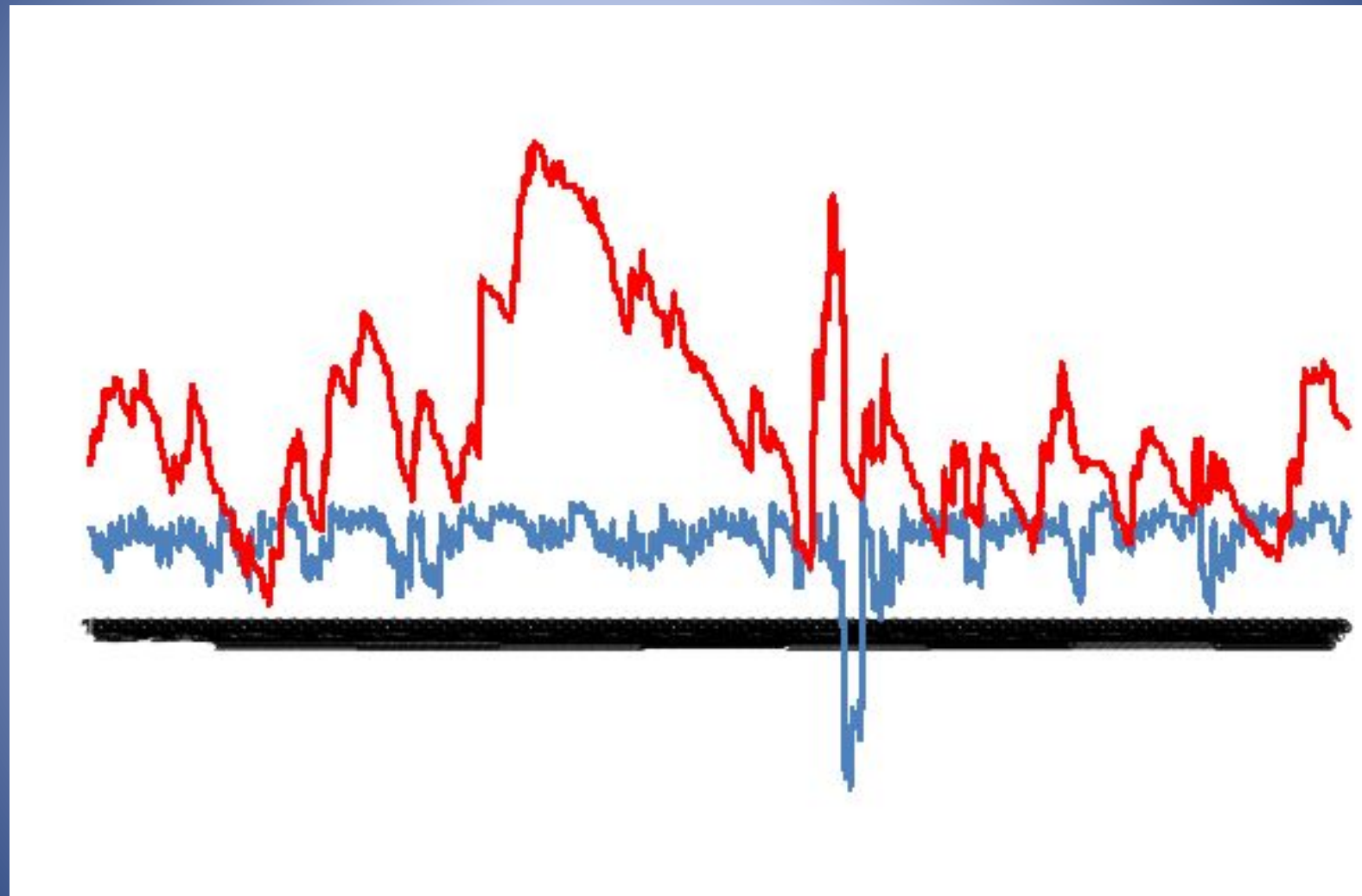
$$\begin{cases} x^B = \bar{x} + \sqrt{\frac{n-1}{n}} \cdot \sigma \cdot z \\ x^H = \bar{x} - \sqrt{\frac{n-1}{n}} \cdot \sigma \cdot z \end{cases}$$

Показатель	Значение
среднесуточный расход	8
СКО от среднесуточного расхода	15
коэфф. вариации	181%
граница Арлея	36
количество дней, в которые наблюдались экстремальные продажи, дн	25
суммарный объем экстремальных продаж, шт	1800
доля количества экстремальных продаж от общего числа продаж	0,03
доля суммарного объема экстремальных продаж в общем объеме	0,25

Результаты, полученные при имитационном моделировании процесса работы системы на основе статистических методов без выделения «экстремальных» расходов



Результаты, полученные при имитационном моделировании процесса работы системы на основе статистических методов с учетом наличия «экстремальных» расходов



Статическая задача

- Задача елочника
- Задача булочника
- Задача газетчика
- Задача о продавце мороженого

- Статическая задача управления запасами возникает тогда, когда для удовлетворения спроса может подаваться только один заказ на закупку товара. Заказы на пополнение запаса либо не возможны, либо сопряжены с очень большими издержками. Пример: торговля мороженым на празднике мороженого; закупка сырья для производства ультрамодной продукции и т.п.
- Следует, однако, отметить, что применение моделей «хозяйственного риска» в управлении запасами не ограничивается условиями «статической задачи». Эти модели могут применяться также в задачах о запасах запчастей, а также при определении оптимального уровня начальных запасов в сфере распределения новой для данного рынка (или данного поставщика) продукции

Модель 1: Закупка в условиях короткого торгового сезона

- Допустим, продавец занимается реализацией новогодних елок. Перед ним стоит задача определения количества деревьев, которое нужно закупить с целью последующей перепродажи при условии, что в процессе реализации (примерно 2 недели до Нового года) нельзя будет разместить новый заказ, а сразу же после праздника елки будет невозможно реализовать даже по сниженным ценам.
- Для решения задачи необходимо получить информацию о возможном спросе на продукцию, чтобы определить объем продаж.

Информация о спросе может быть получена несколькими способами:

- Посредством наблюдения за спросом в предыдущие периоды. В этом случае осуществляется статистическая обработка данных по спросу за ряд лет и определяется закон распределения спроса.
- Опрос экспертов (они, как правило, дают дискретную оценку спроса).
- Изучение официальной статистики (средние значения продаж определенной продукции за определенный период в данном регионе).

Модель 1. Закупка в условиях короткого торгового сезона:

$$E(S) = G \cdot p(S) - U \cdot (1 - p(S))$$

где $p(S)$ - вероятность того, что S -я единица товара будет продана, а $1 - p(S)$ – наоборот, что S -я единица товара не будет продана; сбыт каждой единицы товара дает прибыль, равную G ден. ед., и что если товар не продан, то на каждой единице торговец теряет U ден. ед.

Границы интервала	Середина интервала, S_i	Число случаев продаж из 80 случаев (частота) $-n_i$	Относительная частота $n_i/\sum n_i$	Накопленная частота, $F(S)$	Вероятность продажи S -й единицы $1-F(S)$	Ожидаемая прибыль при продаже S -й единицы $G \cdot p(S)$	Ожидаемый убыток при непродаже S -й единицы $C \cdot (1-p(S))$	Чистая прибыль при продаже S -й единицы товара
2	3	4	5	6	7	8	9	10
40-60	50	2	0,025	0,025	0,975	175,5	1,4	174
61-80	70	7	0,0875	0,1125	0,8875	159,75	6,3	153
81-100	90	12	0,15	0,2625	0,7375	132,75	14,7	118
101-120	110	16	0,2	0,4625	0,5375	96,75	25,9	71
121-140	130	14	0,175	0,6375	0,3625	65,25	35,7	30
141-160	150	10	0,125	0,7625	0,2375	42,75	42,7	0
161-180	170	9	0,1125	0,875	0,125	22,5	49	-27
181-200	190	6	0,075	0,95	0,05	9	53,2	-44
200 и более		4	0,05	1	0	0	56	-56
		80						

- При определении оптимального объема запаса в качестве целевой функции рассматривается функция суммарных затрат, связанных с

$$C(S) = h \cdot \int_0^S (S - x)f(x)dx + p \cdot \int_S^{\infty} (x - S)f(x)dx + c \cdot (S - z) \rightarrow \min$$

- S – предполагаемый объем запаса (партии закупки);
- x – случайная величина, характеризующая спрос на продукцию;
- h – издержки, связанные с содержанием единицы избыточного запаса (нереализованной продукции);
- p – потери от дефицита (штрафы), связанные с нехваткой единицы продукции;
- c – цена приобретения единицы продукции;
- z – остаток запаса предыдущего периода;
- $f(x)$ – функция плотности распределения спроса.

Модель 2. Закупка запасных частей при невозможности их реализации в случае неиспользования:

$$\bar{W}_y = C \cdot y + U \cdot \sum_{r=y+1}^{\infty} (r - y) \cdot P_r$$

$$\begin{cases} W_{ry} = C \cdot y \text{ при } r \leq y \\ W_{ry} = C \cdot y + (r - y) \cdot U \text{ при } r > y \end{cases}$$

Для определения возможных убытков необходимо рассмотреть число использованных (r) и число за купленных (y) единиц запасного оборудования

Закуплен о единиц (y)	Формула для расчета ожидаемого убытка (математическое ожидание)	Значение расчетов для примера, где P_r взяты из табл.3.2.; $C=100000$ у.е., а $U = 10000000$ у.е.
0	$W_0 = U \cdot (P_1 + 2P_2 + 3P_3 + 4P_4 + 5P_5 + 6P_6)$	1400000
1	$W_1 = C + U \cdot (P_2 + 2P_3 + 3P_4 + 4P_5 + 5P_6)$	730000
2	$W_2 = 2C + U \cdot (P_3 + 2P_4 + 3P_5 + 4P_6)$	460000
3	$W_3 = 3C + U \cdot (P_4 + 2P_5 + 3P_6)$	390000
4	$W_4 = 4C + U \cdot (P_5 + 2P_6)$	420000
5	$W_5 = 5C + U \cdot P_6$	500000
6	$W_6 = 6C$	600000

Модель 3. Закупка запасного оборудования, когда возможна его реализация в случае неиспользования

Допустим, что неиспользованное запасное оборудование может быть реализовано по цене, равной V у.е. за единицу.

$$\bar{W}_y = C \cdot y + U \cdot \sum_{r=y+1}^{\infty} (r-y) \cdot P_r - V \cdot \sum_{r=0}^y (y-r) \cdot P_r$$

$$\begin{cases} W_{ry} = C \cdot y - (y-r) \cdot V & \text{при } r \leq y \\ W_{ry} = C \cdot y + (r-y) \cdot U & \text{при } r > y \end{cases}$$

Закуплено единиц (y)	Формула для расчета ожидаемого убытка (математическое ожидание)	Значение расчетов для примера, где P_r взяты из табл.3.2.; $C=100000$ у.е., а $U = 10000000$ у.е.; $V = 50000$ у.е.
0	$W_0 = U \cdot (P_1 + 2P_2 + 3P_3 + 4P_4 + 5P_5 + 6P_6)$	1400000
1	$W_1 = C - V \cdot P_0 + U \cdot (P_2 + 2P_3 + 3P_4 + 4P_5 + 5P_6)$	683000
2	$W_2 = 2C - V \cdot (2P_0 + P_1) + U \cdot (P_3 + 2P_4 + 3P_5 + 4P_6)$	365700
3	$W_3 = 3C - V \cdot (3P_0 + 2P_1 + P_2) + U \cdot (P_4 + 2P_5 + 3P_6)$	251050
4	$W_4 = 4C - V \cdot (4P_0 + 3P_1 + 2P_2 + P_3) + U \cdot (P_5 + 2P_6)$	227900
5	$W_5 = 5C - V \cdot (5P_0 + 4P_1 + 3P_2 + 2P_3 + P_4) + U \cdot P_6$	257000
6	$W_6 = 6C - V \cdot (6P_0 + 5P_1 + 4P_2 + 3P_3 + 2P_4 + P_5)$	и т.д.

Модель 4. Непрерывное распределение спроса

$$P(x) = \int_0^x p(n)dn$$

где $p(n)dn$ – вероятность того, что потребность (спрос) в товаре (запчасти, оборудование, потребительская продукция) будет заключена в интервале между n и $n+dn$

Модель 5. Обобщенная статическая модель

Примем следующие обозначения:

$p(s)ds$ - вероятность того, что спрос за период находится в интервале $(s, s + ds)$;

q - размер заказа;

h - размер наличного запаса;

$q+h=x$ - общий запас после получения заказа;

$C_c \cdot (x - s)$ - издержки хранения (когда поставки превосходят спрос);

$C_u \cdot (x - s)$ - выручка от реализации оставшихся запасов (когда поставки превосходят спрос);

$b \cdot (s - x)$ – издержки вследствие дефицита (когда спрос превосходит поставки);

C_u - стоимость единицы товара к моменту доставки его на склад (включая издержки выполнения заказа);

z - реализационная цена единицы товара

$$g(x) = C_u \cdot x + \int_0^x [C_c \cdot (x-s) - C_v \cdot (x-s) - z \cdot s] \cdot p(s)ds + \int_x^\infty [b \cdot (s-x) - z \cdot x] \cdot p(s)ds$$
$$\begin{cases} W_h(x) = C_u \cdot (x-h) + C_c \cdot (x-s) - C_v \cdot (x-s) - z \cdot s \text{ при } x \geq s \\ W_h(x) = C_u \cdot (x-h) + b \cdot (s-x) - z \cdot x \text{ при } x < s \end{cases}$$

Пример моделирования распределения вероятностей спроса в Excel

Генерация случайных чисел

Число переменных:

Число случайных чисел:

Распределение:

Параметры

Среднее =

Стандартное отклонение =

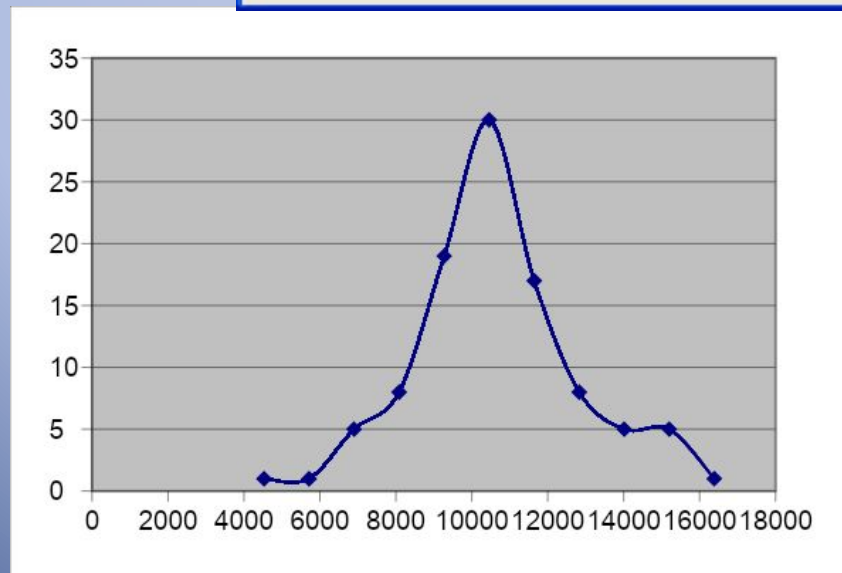
Случайное рассеивание:

Параметры вывода

Выходной интервал:

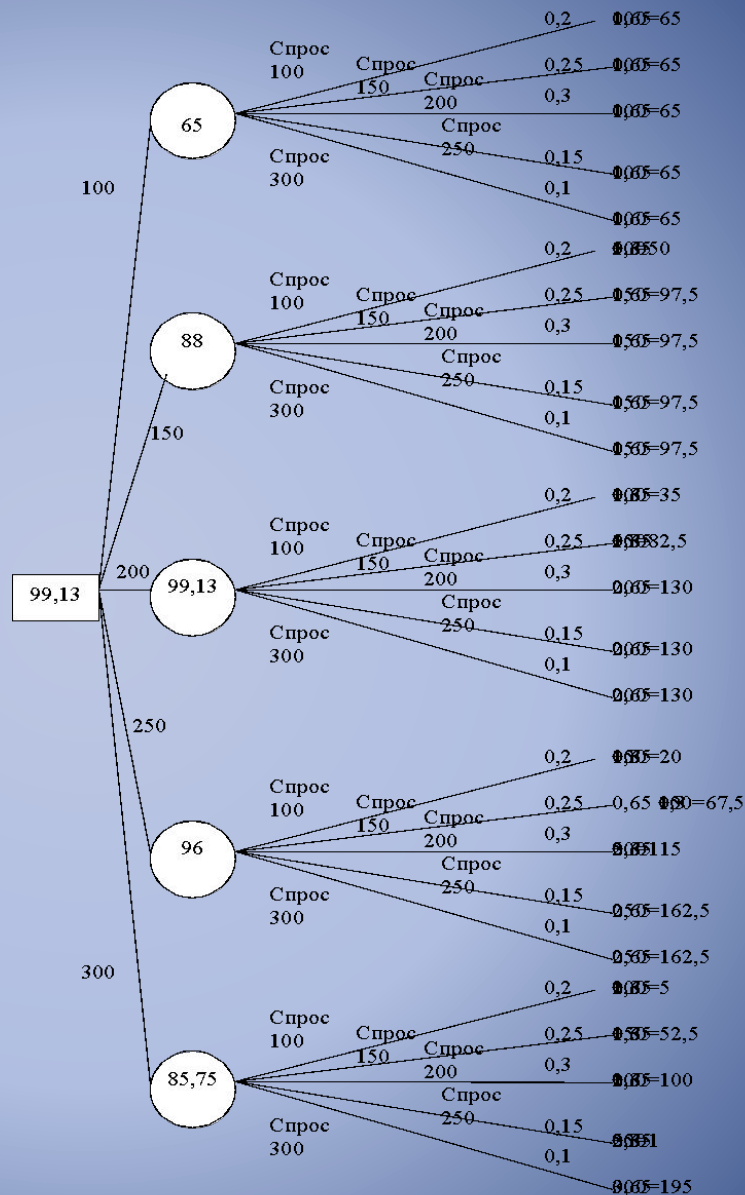
Новый рабочий лист:

Новая рабочая книга



Спрос	Частота
4529	1
5715	1
6901	5
8086	8
9272	19
10458	30
11644	17
12830	8
14016	5
15202	5
16387	1

Пример решения статической задачи с помощью инструмента «дерево решений»



Пример решения статической задачи в Excel

Объем закупки	Спрос					Средняя ожидаемая прибыль
	100	150	200	250	300	
	Вероятность					
	0,2	0,25	0,3	0,15	0,1	
	Варианты прибыли по альтернативам спроса					
100	65	65	65	65	65	65
150	50	97,5	97,5	97,5	97,5	88
200	35	82,5	130	130	130	99,125
250	20	67,5	115	162,5	162,5	96
300	5	52,5	100	147,5	195	85,75

Пример решения статической задачи в MathCad

$$f(m, a, b) = \frac{1}{b \cdot \sqrt{2} \cdot \pi} e^{\left[\frac{-1}{2} \frac{(m-a)^2}{b^2} \right]}$$

Исходные данные

$$a := 20 \quad b := 5$$

$$\min := 1 \quad \max := 50$$

Z := 2 Остаток на складе

C1 := 73 Стоимость единицы товара

C2 := 180 Стоимость хранения и транспортировки

k := 1.4 Коэффициент корректирования

C3 := 130 Ущерб от нехватки единицы товара

n := 10 Начальное значение объема доставки

Функции затрат

f2(q, n) := k · C2 · (n - q) Хранение

f3(q, n) := C3 · (q - n) Убытки от нехватки

f1(n) := C1 · (n - Z) Затраты на приобретение товаров

n - то, что у нас есть
q или m - то, что потребовалось

Целевая функция

$$S(n) = \int_{\min}^n f(m, a, b) \cdot k \cdot C2 \cdot (n - m) \, dm + \int_n^{\max} f(m, a, b) \cdot C3 \cdot (m - n) \, dm + C1 \cdot (n - Z)$$

Решение задачи

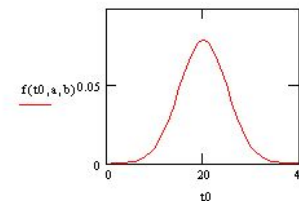
Given

$$n > 1$$

$$Q := \text{Minimize}(S, n) \quad Q = 14.802 \quad \text{Оптимальный запас}$$

Построение графиков

$$t0 := 1..40 \quad t1 := 1..15 \quad t2 := 15..45$$



Тема 5. Модель расчета оптимального объема и периодичности заказа Харриса-Уилсона и ее модификации

Классическая модель Харриса-Уилсона для расчета оптимальной (экономичной) партии заказа EOQ и ее варианты.

Корректированные варианты модели Харриса-Уилсона. Модель расчета оптимальной (экономичной) партии заказа в условии многономенклатурных и многопродуктовых поставок.



Форд Харрис
1913 г.

«How many parts to make at once»

Формула полных издержек

$$y = \frac{1}{240M} (CX + S) + \frac{S}{X} + C$$

где C – затраты на единицу продукции

X – экономичная партия заказа

S – затраты на оформление заказа

M – количество изделий (в месяц)

I – коэффициент, отражающий затраты на хранение

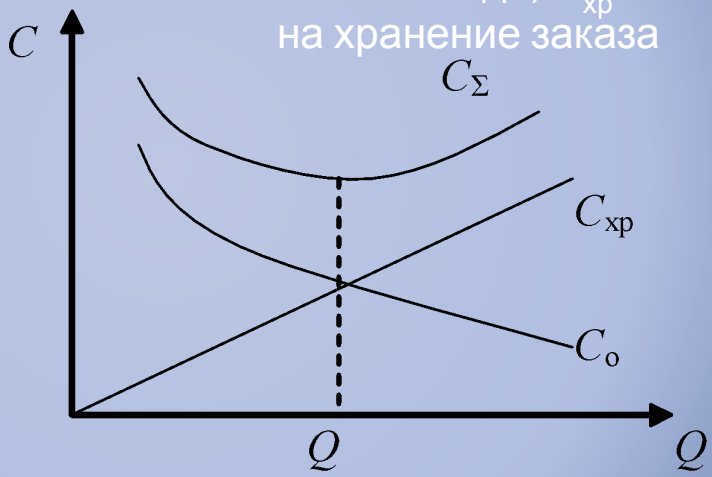
Примечание:

$$240 = \frac{2 \cdot 12}{I}, \quad I = 0,1$$

Формула для расчета EOQ

$$X = k\sqrt{M} = \sqrt{\frac{240MS}{C}}$$

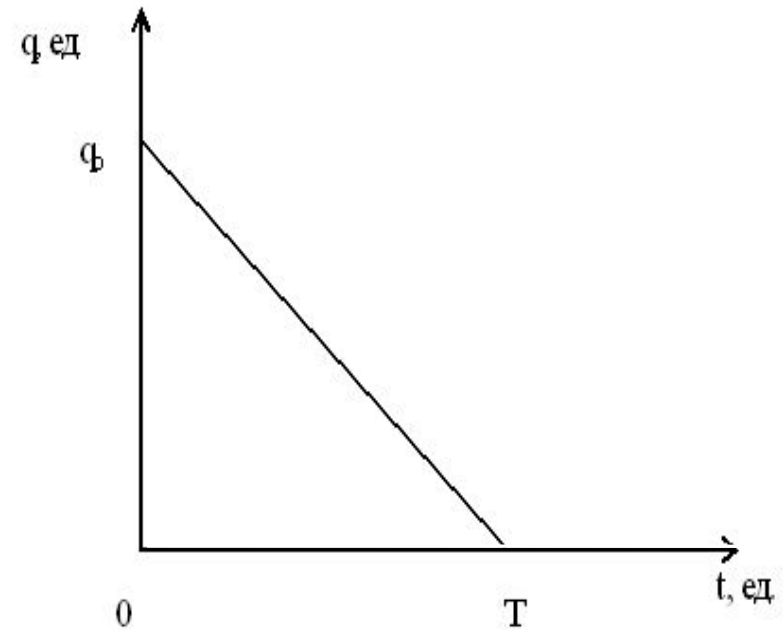
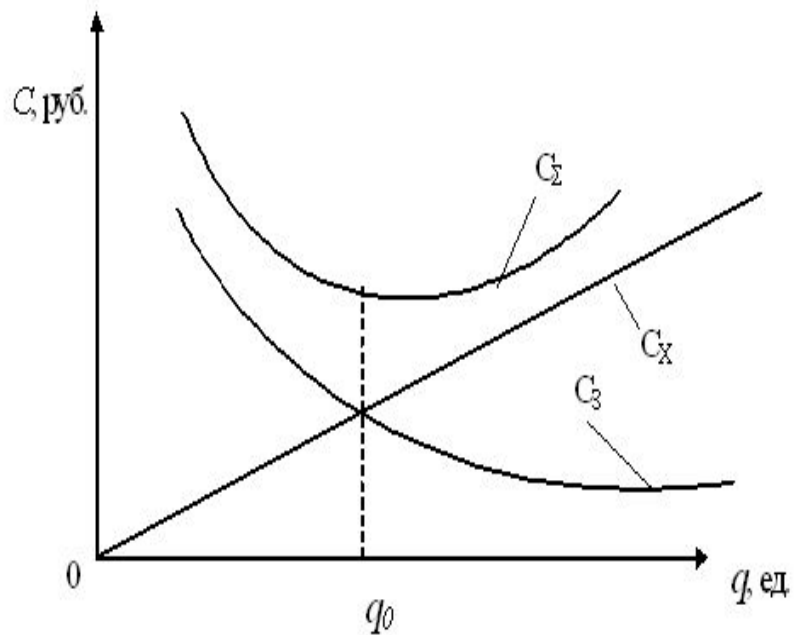
где $k = \sqrt{\frac{2 \cdot 12S}{IC}}$

Автор модели	Год	Модель или метод	Графическое представление, формула	Источник
Уилсон Р.	1916 (1934)*	Экономичная партия заказа.	$Q = \sqrt{\frac{2AC_0}{C_{xp}}}$ <p> C_0 – затраты на выполнение одного заказа; A – потребность в заказываемом продукте в течение года; C_{xp} – затраты на хранение заказа </p> 	-

Примечание: * - В специальной литературе вывод Р. Уилсоном формулы оптимального размера заказа датируется в пределах от 1916 г. до 1934 г. [28,с.144]



Модель EOQ:



Основные параметры и показатели модели EOQ

A: зависимость затрат от размера заказа

B: зависимость текущего запаса от времени

Формулы для расчета оптимального размера заказа:

Наименование параметра	Расчетная формула
Оптимальная партия заказа	$q_o = \sqrt{\frac{2C_o A}{C_n i}}$
Количество заказов в течение расчетного периода	$N = \frac{A}{q_o}$
Периодичность выполнения заказа	$T = \frac{D_p q_o}{A}$
Минимальные суммарные затраты	$C_{\Sigma} = \sqrt{2C_o A C_{\Pi} i}$
Минимальные затраты на выполнение заказа C_3 и хранение C_X	$C_3 = C_X = C_{\Sigma} \cdot /2$

Примечание: D_p – учитываемое количество рабочих дней (или недель) в течение расчетного периода (например, $D_p = 250$ дн., $D_p = 365$ дн. или $D_p = 52$ недели)

Оценка затрат на содержание запасов

Год	Автор	$f, \%$
1955	L.P.Alford and John Bangs	25
1951	Bengamin Melnitsky	25
1957	Thomson M.Whiflin	25
1958	George W.Aljian	12-34*
1962	Dean S.Ammer	20-25*
1962	Gordon T. Crook	25
1962	J.L.Heskeff, N.A.Glaskowsky Jr.	28,7
1973	Thomas W.Hall	20,4
1984	Josept L.Cavinato	25
1996	Donald J.Bowersox and David Y.Closs	19,25 (9-50)*
1996	J.J.Coyle, E.J.Coyle, E.J.Bardi and C.J.Langley Jr.	25
1996	John F.Mages	20-35*
1999	J.C.Johnson, D.F.Wood, D.L.Warlow and P.R.Murphy Jr.	25

*) указан диапазон возможных значений

Исходные данные и оптимальные размеры заказа, рассчитанные по формуле Уилсона

Исходные данные				S_0 шт.	Кол- во заказов N	Периоды чность заказа, T_3 , дн.	Источник
C_0	A	C_n	i^*				
200	1550	560	0,20	75	20	13	Аникин Б.А. и др.
250	500	40	0,10	250	2	130	Гаджинский А.М.
15	1200	0,1		600	2	130	Неруш Ю.М.
60,8	1200	29,3	0,22	151	8	32	Сергеев В.И.
19	2400	5	0,2	300	6	43	Бауэрсокс Д., Клосс Д.
50	900	45**	0,25	89	10	26	Линдерс М., Фирон Х.
300	3000	5		600	5	52	Shapiro S.F.
25	1000	0,2		500	2	130	Джонсон Д. и др.

Примечание: *)-доля от годовой стоимости запаса на хранение;

**)- в стоимость хранения включены затраты на транспортировку

Нормативный метод определения норм товарных запасов материалов на базах снабжения

Показатель	Категория поставок						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Количество поставок в плановом году						
	свыше 12	12	9-11	5-8	3-4	2	1
Норма запаса, дней	30	33	43	65	105	195	-
В том числе:							
текущая	15	18	28	50	90	180	-
страховая	15	15	15	15	15	15	-

Для иллюстрации полученных формул рассмотрим последовательность расчета показателей модели EOQ при следующих исходных данных: потребность в заказываемом продукте (в год) $A=1000$ ед.; цена единицы продукции $C_n=600$ руб.; затраты на выполнение одного заказа $C_0=500$ руб.; доля от цены, приходящаяся на затраты по хранению (в год) $f=0,25$, $\theta=1$.

$$S_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 500 \cdot 1000}{600 \cdot 0,25}} = 82$$

$$C_{\Sigma \min} = \sqrt{2 \cdot 500 \cdot 1000 \cdot 600 \cdot 0,25} = 12247$$

количество заказов $N=1000/82=12$;

периодичность выполнения $T_{\zeta} = \frac{260 \cdot 82}{1000} = 22$ дня.

$$C_x = \alpha k \theta S$$

α - затраты на хранение продукции в единицу времени с учетом занимаемой площади (объема) склада, руб.\м² · ед. времени (руб.\м³ · ед. времени);

k - коэффициент, учитывающий пространственные габариты единицы продукции, м²\шт. (м³\шт.).

θ – коэффициент, учитывающий неодновременность поступления различных видов продукции на склад, $0 < \theta \leq 1$

Ставки аренды складских помещений в Санкт-Петербурге, \$/м² месяц

Дата	Класс С			Класс В		Класс А
	Ангар	Здание		Здание		Здание
		1 этаж	верх	1 этаж	верх	1 этаж
2003, ноябрь	3,5*/3,2	4,0/3,5	4/3	5,7/4,1	5,3/4,15	7-8
2004, сентябрь	6,2/5,2	6,4/5	5,2/4,6	7,3/5,25	6,4/5,3	12,0
2005, февраль	7,3/6,4	7,2/6,0	6,8/5,3	8,5/8,1	7,4/6,3	12,64
2005, октябрь	6,8/5,0	6,8/5,8	6,5/5,5	9,0/7,5	8,5/7,0	15,0
2009 ИЮНЬ	5-6	6-8		9-10		12-15

Примечание: * в числителе – оплата теплых помещений, в знаменателе – холодных помещений, все ставки с НДС.



$$C_{\Sigma} = \frac{C_o A}{S} + \alpha k \theta S \rightarrow \min$$

$$S_o = \sqrt{\frac{C_o A}{\alpha k \theta}}$$

$$C_X = \Delta_1 C_{X1} + \Delta_2 C_{X2}$$

где Δ_1, Δ_2 - коэффициенты, отражающие степень участия различных видов затрат на хранение, например, $\Delta_1 = \Delta_2 = 1$

$$C_x = \Delta C_{x1} + (1 - \Delta)C_{x2}$$

где Δ – коэффициент, $0 \leq \Delta \leq 1$.

$$C_{\Sigma} = \frac{C_o A}{S} + \Delta \frac{SC_n f}{2} + (1 - \Delta) \alpha k \theta S$$

Допустим, что каждая единица продукции, упакована в ящик следующих размеров: $a \times b \times c$ ($a = 0,3$ м – ширина; $b = 0,4$ м – длина; $c = 0,3$ м – высота); при хранении допускается штабелирование ящиков в h ярусов ($h=6$).

Рассчитаем затраты на хранение единицы продукции при условии, что выбран склад класса С (холодное помещение, первый этаж).

$$\alpha = 6 \cdot 12 \cdot 28 = 2016 \frac{\text{руб}}{\text{м}^2 \text{ГОД}}$$

$$k = \frac{a \cdot b}{h} = \frac{0,3 \cdot 0,4}{6} = 0,02 \text{ м}^2/\text{ед};$$

$$\alpha k = 2016 \cdot 0,02 = 40 \text{ руб/ед. год.}$$

Оптимальный размер заказа равен

$$S_o = \sqrt{\frac{500 \cdot 1000}{40}} = 112 \text{ ед};$$

минимальные затраты

$$C_{\Sigma \min} = 2\sqrt{500 \cdot 1000 \cdot 40} = 8944 \text{ руб.}$$

Соответственно, количество заказов $N=9$ и периодичность заказов $T_3 \approx 29$ дней.

Результаты расчета основных параметров EOQ

Параметр	Коэффициент Δ				
	1	0,7	0,5	0,3	0
Оптимальная величина заказа S_0 , ед.	82	88	94	99	112
Минимальные затраты $C_{\Sigma\min}$, тыс. руб.	12,25	11,36	10,67	10,05	8,94
Количество заказов N	12	11	11	10	9
Периодичность поставок T , дней	22	24	24	26	28,9

Сравнительная характеристика параметров теоретической и реальной моделей оптимального размера заказа:

Параметр	Теоретическая модель	Реальная модель
$A,$ $C_0,$ $C_p,$ i	Все параметры рассматриваются как постоянные (детерминированные) величины	Потребность в продукте A в общем случае переменная, случайная величина, динамический ряд которой включает тренд и сезонность; C_0 - переменная величина, зависящая от объема заказа и вида транспортного средства; $C_p(i)$ – при учете скидок дискретно (или непрерывно) изменяющаяся величина.

Сравнительная характеристика параметров теоретической и реальной моделей оптимального размера заказа:

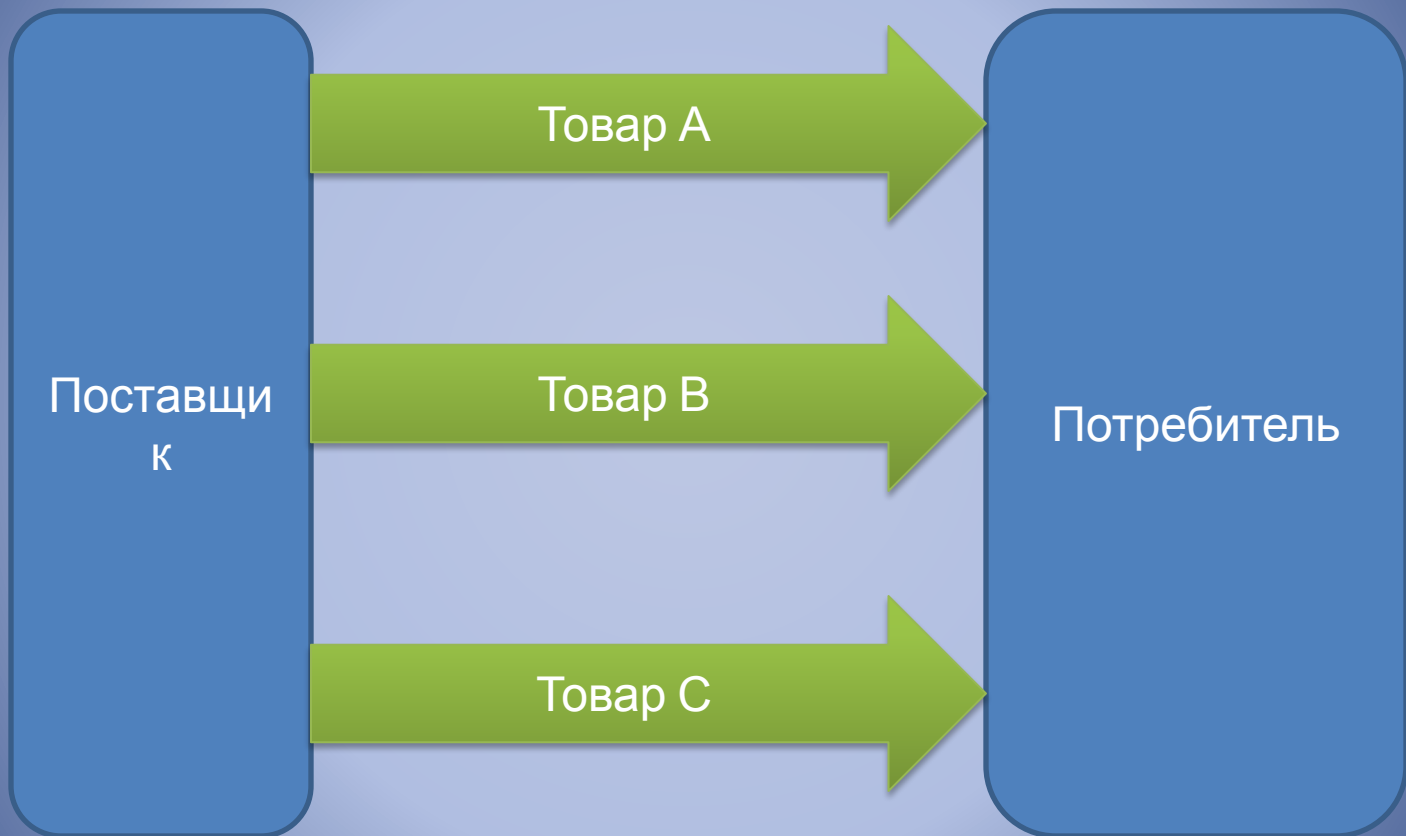
Параметр	Теоретическая модель	Реальная модель
q_0 Т N	Все показатели считаются постоянными, при этом заказ q_0 поставляется полностью и мгновенно; период Т и количество заказов N не могут быть изменены	В ряде случаев наблюдается значительная вариация всех показателей по сравнению с расчетными величинами, что приводит к затовариванию либо дефициту; если время разгрузки t соизмеримо с Т (немгновенная разгрузка), то это должно учитываться при расчете показателей модели; если заданы Т (или N), то вместо q_0 рассчитываются величина заказа и соответствующие затраты.



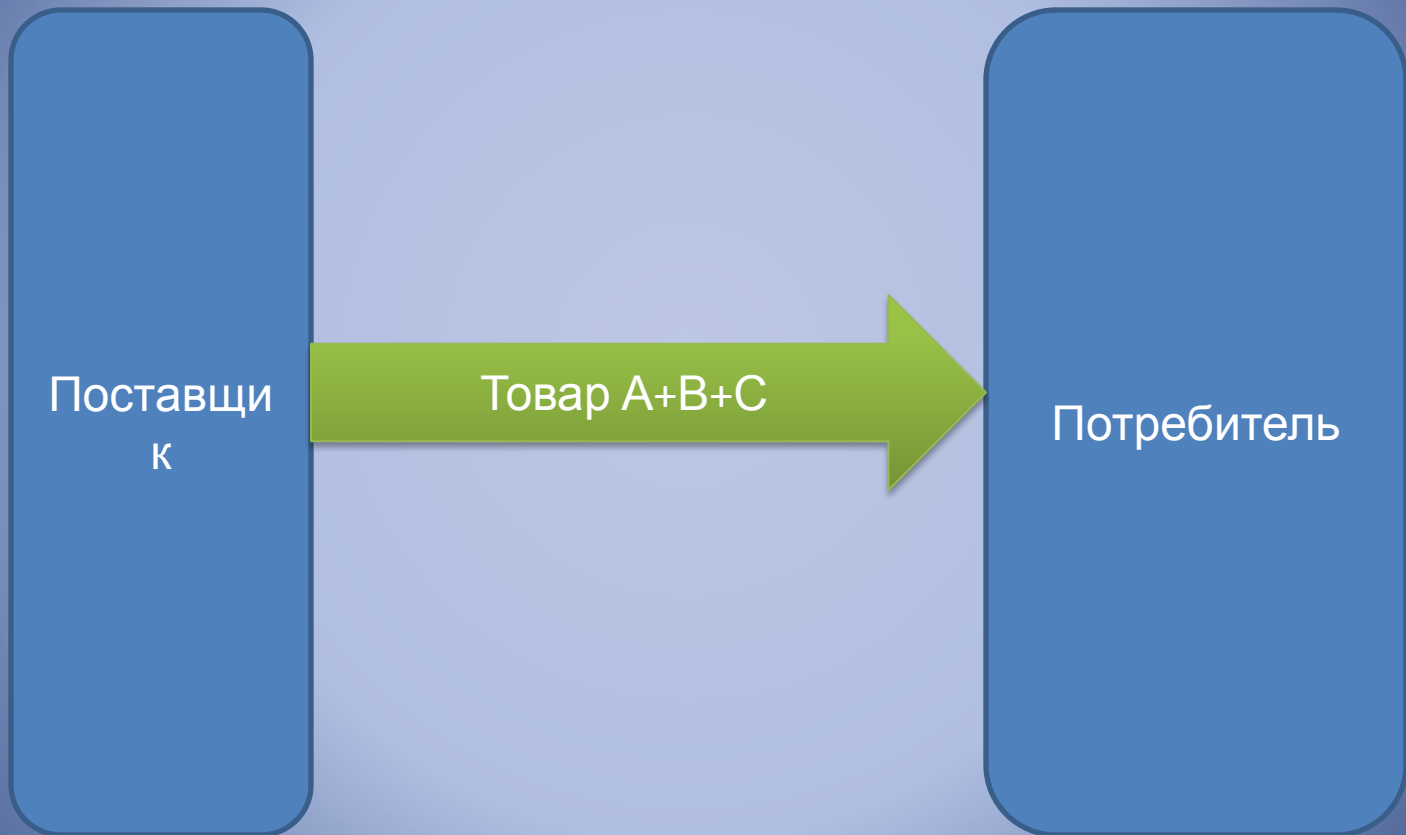
Сравнительная характеристика параметров теоретической и реальной моделей оптимального размера заказа:

Параметр	Теоретическая модель	Реальная модель
Ограничения и нелинейности $C_0, C_{\Pi}, i, q_0, T, N$	Не рассматриваются и не учитываются никакие виды ограничений и нелинейностей.	<p>Виды ограничений</p> <ul style="list-style-type: none"> - может быть минимальная и максимальная величина заказа; - грузоподъемность и грузовместимость транспортных средств; - складская площадь (объем), где размещается заказ; - количество заказов (периодичность поставок) в плановый период; - финансовые ограничения на приобретение заказов и сроки выплат и т.д. <p>Виды нелинейностей</p> <ul style="list-style-type: none"> - затраты на C_0, C_{Π} и хранение в зависимости от объема заказа, тарифов, скидок и т.п. - возникновение дефицита при отсутствии (или превышении) страхового запаса.

Независимые поставки



Многономенклатурные поставки



Влияние вида поставок для многономенклатурных запасов

Форма организации поставок	Затраты		%
	абсолютные величины	%	
1. Существующая	52,50	100	-
2. Независимая оптимизация (расчеты каждой поставки, модель EOQ).	23,70	45,1	100
3. Одновременная по всей номенклатуре (многономенклатурная)	14,58	27,8	61,6
4. Система кратных периодов			
- группировка по общему периоду	12,80	24,4	54,1
- группировка по оптимальному периоду	12,74	24,3	53,9

Многономенклатурные поставки:

Наименование показателя	Независимые поставки	Одновременно по всей номенклатуре	Система кратных периодов
Время выполнения заказа T_i , дни	$T_i = D \sqrt{\frac{2(C_o + C_i)}{A_i C_{xi}}}$	$T = D \sqrt{\frac{2 \sum_{i=0}^N C_i}{\sum_{i=1}^N A_i C_{xi}}}$	$T^* = D \sqrt{\frac{2\beta_o}{\beta_1}}$
Число заказов за период D	$N_i = \frac{D}{T_i}$	$N = \frac{D}{T}$	$N = \frac{D}{T^*}$
Объем заказа, q_i	$q_i = \frac{A_i}{D} T_i$	$q_i = \frac{A_i}{D} T$	$q_i = \frac{A_i}{D} T^* k_i$
Минимальные суммарные затраты за период D C_Σ	$C_\Sigma = \sum_{i=1}^N \sqrt{2(C_o + C_i) A_i C_{xi}}$	$C_\Sigma = \sqrt{2 \sum_{i=0}^N C_i \left(\sum_{i=1}^N A_i C_{xi} \right)}$	$C_\Sigma = \sqrt{2\beta_o \beta_1}$
	$\beta_o = C_o + \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{k_i}$	$\beta_1 = \sum_{i=1}^N A_i C_{xi} k_i$	

Исходные данные и результаты расчета при независимой поставке

Вид про- дук- ции	A_i , ед.	C_0 , у.е.	C_i , у.е.	C_{Xi} , у.е.	$C_{\gamma n}$, у.е.	T_i дни	S_i ед.	N_i
1	3000	18	6	1,5	465	37,7	310	9,67 (10)
2	500	18	6	0,5	110	166	227	2,2 (2)
Сумма			-		575		-	12

1. Определим параметры независимых поставок каждого вида продукции (см. табл. 4.2) и совместной поставки:

$$T^* = 365 \sqrt{2(18 + 6 + 6)(4500 + 250)} = 41 \text{ день}$$

$$C_{\sum n}^* = \sqrt{2 \cdot 30 \cdot 4750} = 534 \text{ y.e.}$$

Поскольку $C_{\sum n} = 575 > C_{\sum n}^* = 534$, то объединение в одну поставку целесообразно.



2. Выполним расчеты периодичности и минимальных суммарных затрат при $k=2$ по формулам (4.27) и (4.28):

$$T_{k=2}^* = 365 \sqrt{2(18 + 6 + \frac{6}{2}) / (4500 + 2 \cdot 250)} = 38 \text{ дней}$$
$$C_{\sum (k=2)}^* = \sqrt{2 \cdot 27 \cdot 5000} = 520 \text{ y.e.}$$

Следовательно, при организации кратных поставок суммарные затраты меньше затрат с независимой, а также совместной (одновременной) поставкой, т.е.

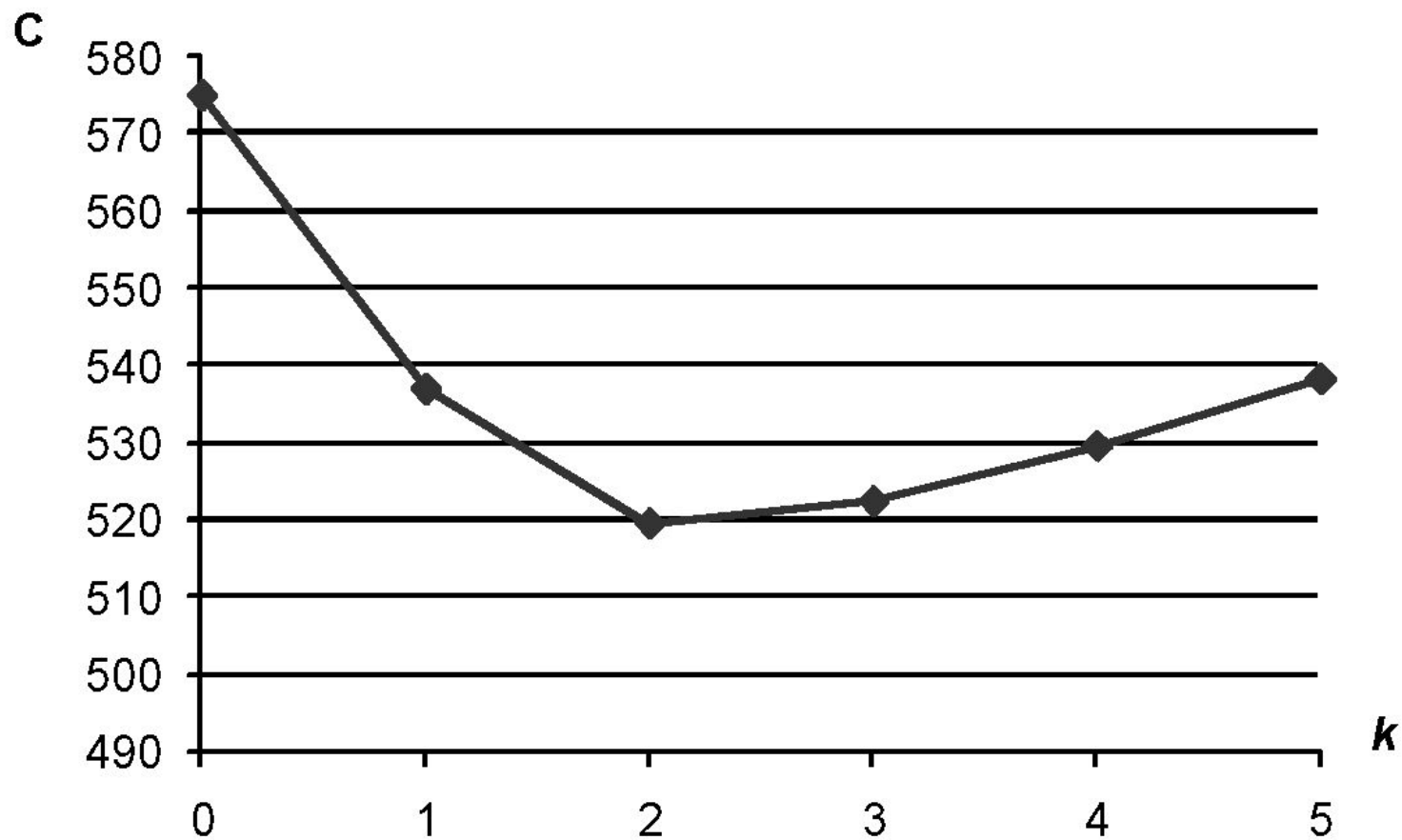
$$C_{\Sigma 2} > C_{\Sigma 2}^* > C_{\Sigma}^* \quad (k=2)$$

$$575 > 534 > 520$$

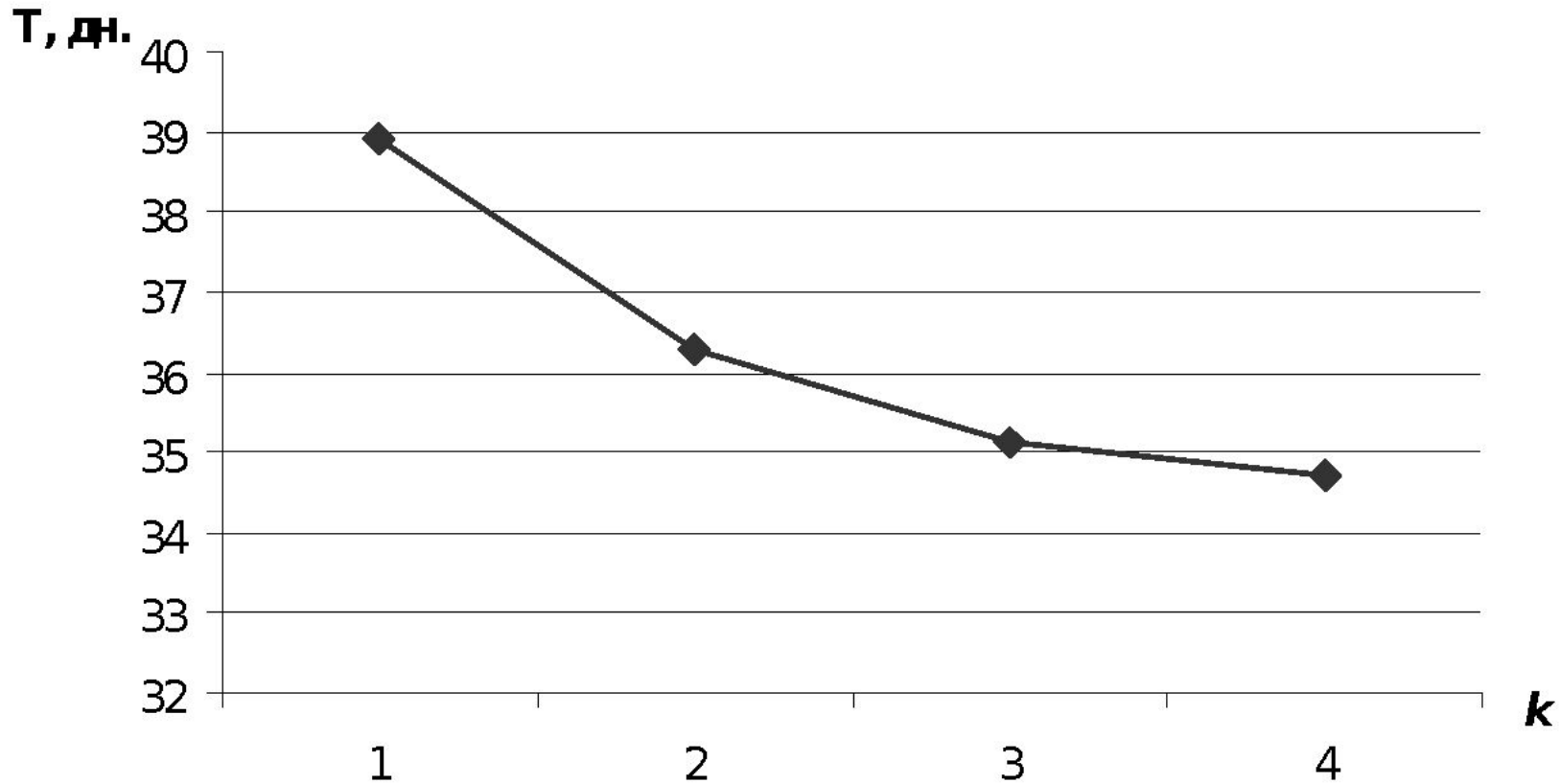
Результаты расчета параметров поставок при различных коэффициентах кратности

Коэффициент кратности κ_i	$C_0 + \sum \frac{C_i}{\kappa_i}$	$\sum A_i C_{Xi} \kappa_i$	$T(\kappa_i)$	$C_{\Sigma}(\kappa)$
2	27	5000	38,9	519,6
3	26	5250	36,3	522,5
4	25,5	5500	35,1	529,6
5	25,2	5750	34,7	538,3

Зависимость суммарных затрат $C_{\Sigma}(k)$ от коэффициента кратности k



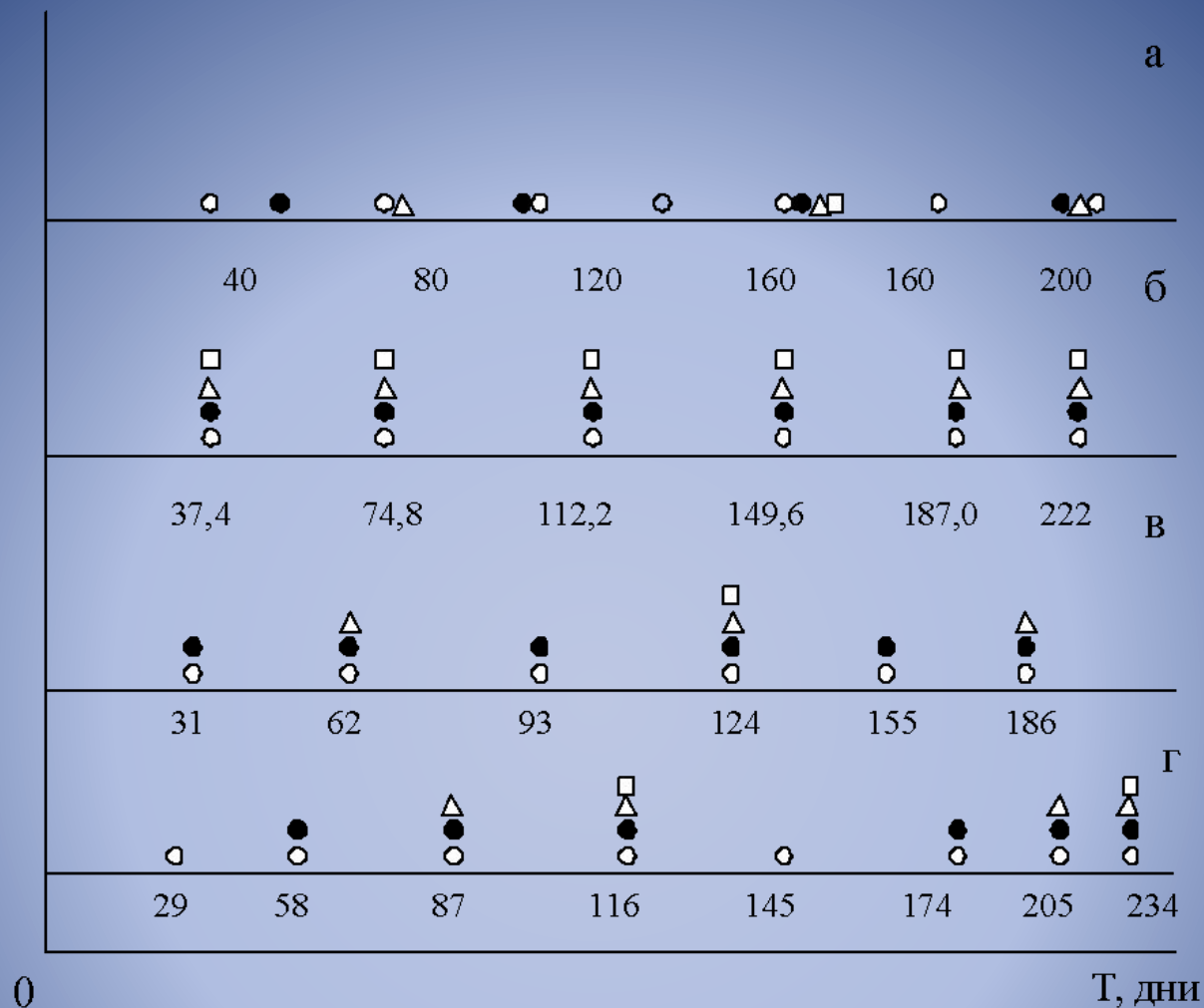
Зависимость периода поставок $T(k)$ от коэффициента кратности k



Исходные данные и результаты расчета при независимых поставках

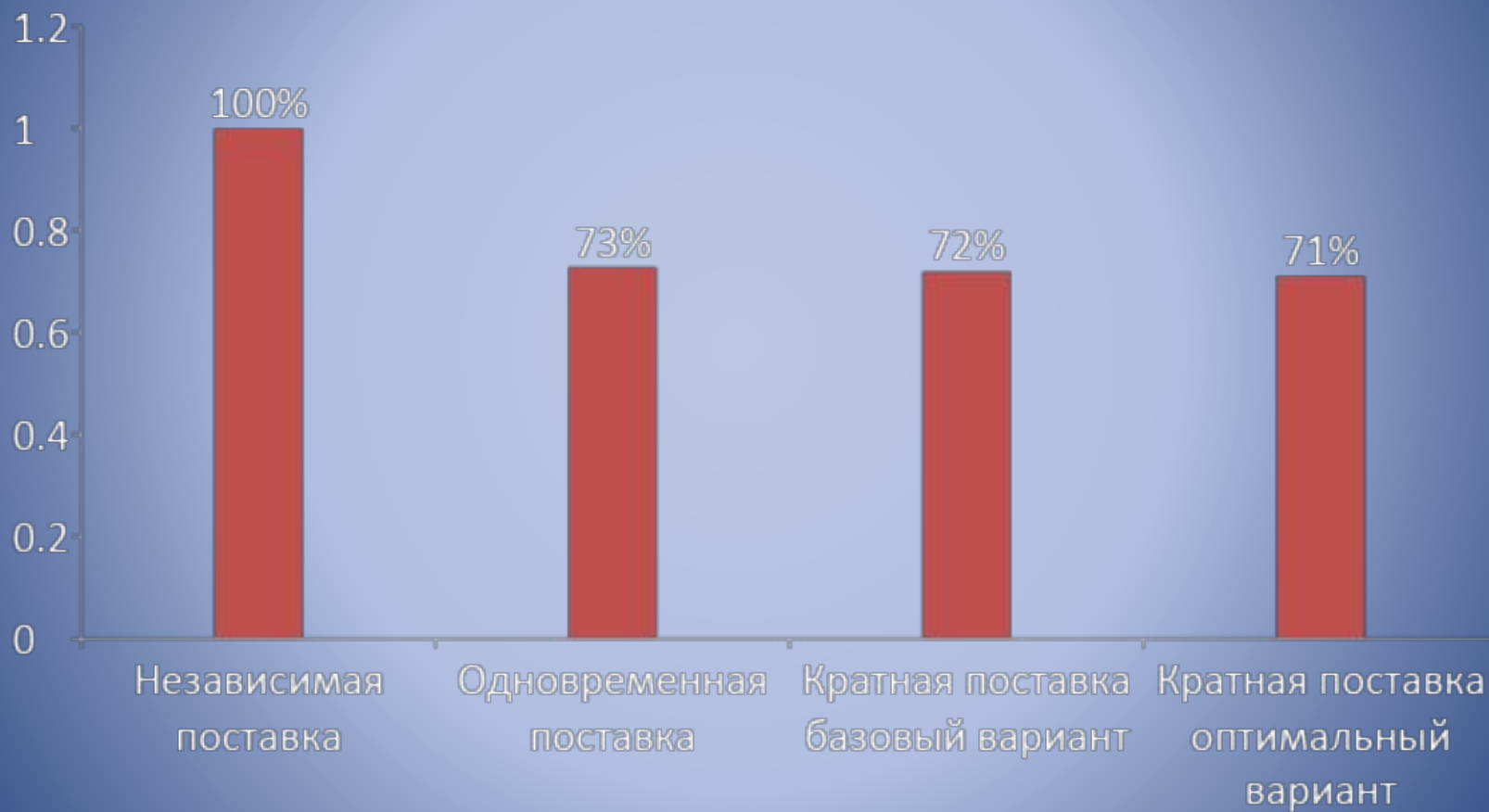
Вид продук ции	A_i ед.	C_i у.е.	$C_a + C_i$ у.е.	C_{χ_i} у.е.	S_i ед.	T_i дни	$C^* \gamma_i$ у.е.	k_i	Базо- вый ва- риант k_i
1	3000	6	24	1,5	310	37,7	465	1	1
2	2000	4	22	1,0	297	54,1	297	1,43	1
3	1000	4	22	0,5	210	76,6	148	2,03	2
4	500	6	24	0,5	219	160	109	4,24	4
Сумма							1019		





а – независимая поставка ($C_{\min}=1019$ у.е.); б – одновременная поставка ($C_{\min}=742$ у.е.); в – кратная поставка, базовый вариант ($C_{\min}=732$ у.е.); г – кратная поставка, оптимальный вариант ($C_{\min}=725$ у.е.)

○ - 1 вид продукции; ● - 2 вид продукции; △ - 3 вид продукции;
 □ - 4 вид продукции



Тема 6. Методы расчета показателей страхового запаса.

Взаимосвязь текущего и страхового запасов

- Анализ основных подходов для расчета показателей страхового запаса. Вероятностно-статистическая модель определения показателей страхового запаса (формулы Феттера-Брауна и Бауэрсокса-Клосса).

Соотношение уровня обслуживания и величины множителя для страхового запаса

Уровень обслуживания с вероятностью отсутствия дефицита $P(x)$ теор	Коэффициент x_p	Уровень обслуживания с заданной вероятностью попадания в границы $P(t_B)$, %	Коэффициент t_B
0,5	0	-	-
0,55	0,125	-	-
0,6	0,253	-	-
0,65	0,385	-	-
0,7	0,525	-	-
0,75	0,675	-	-
0,8	0,842	-	-
0,85	1,037	-	-
0,9	1,28	0,8	1,282
0,92	1,405	0,84	1,404
0,94	1,555	0,88	1,554
0,95	1,645	0,9	1,643
0,96	1,75	0,92	1,75
0,98	2,05	0,96	2,053
0,99	2,3	0,98	2,325
0,999	3,1	0,998	3,29

Степень покрытия дефицита при различных уровнях страхового запаса, %

Показатель	Величина страхового запаса		
	1 сигма	2 сигмы	3 сигмы
Фактическое покрытие дефицита $P(k)$ в ходе экспериментов, %	71	92	без дефицита
Уровень обслуживания с вероятностью отсутствия дефицита $P(x)$, %	85	98	99
Уровень обслуживания с заданной вероятностью попадания в границы $P(tv)$, %	-	96	99

- *Регрессионный анализ
- *Виртуальный страховой запас
- *Динамичный страховой запас (по сезонам)
- *Держать страховой или DNL???

Тема 7. Стратегии (модели) управления запасами в цепях поставок и условия их применения

- **Основные стратегии (модели)
управления запасами: модель с
фиксированной периодичностью
заказа и модель с фиксированным
уровнем контроля.
Комбинированные модели
управления запасами. Имитационное
моделирование в управлении
запасами.**

Стратегии управления запасами включают в себя

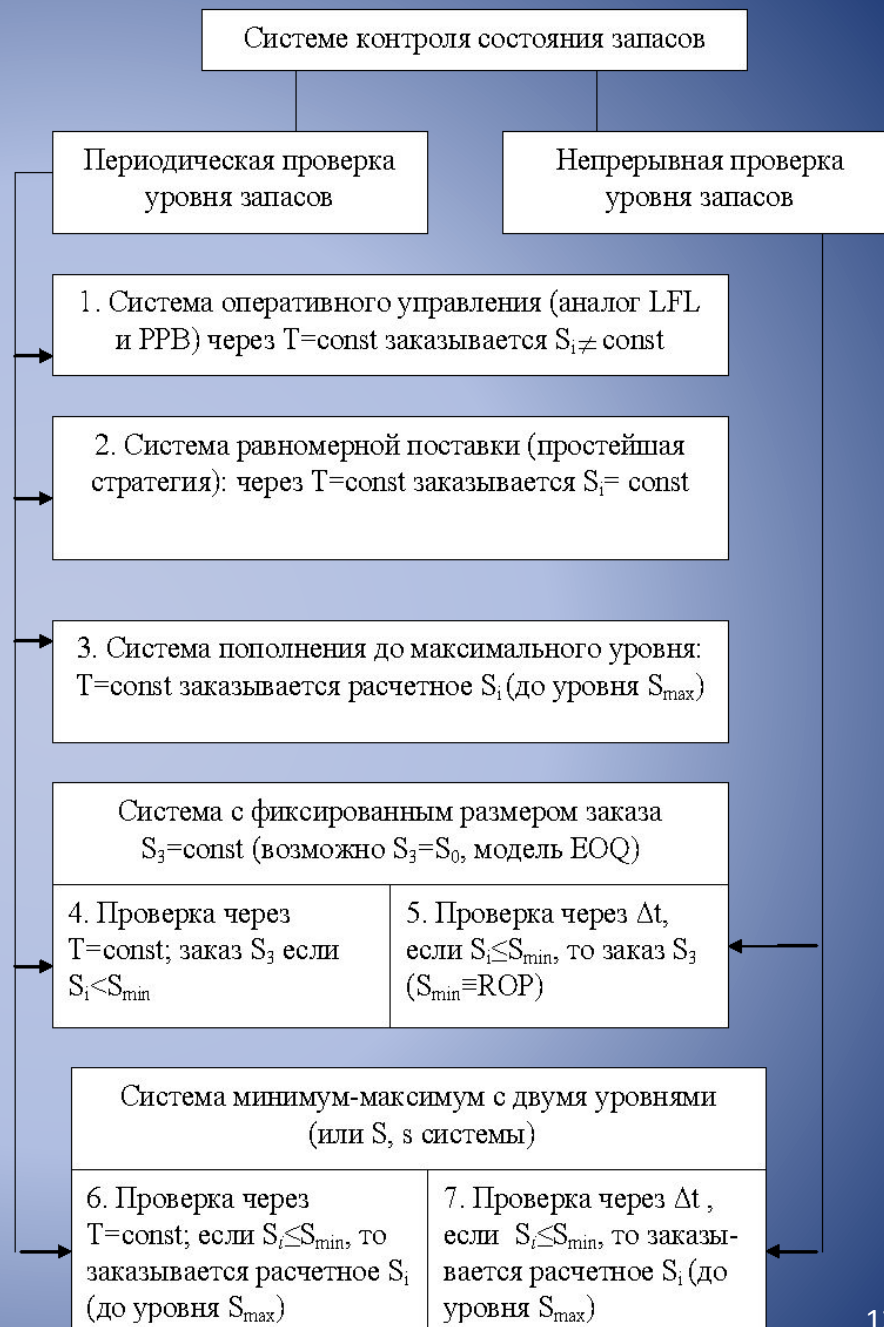
- определенную систему контроля и учета уровня запаса на складах (как часто осуществляется контроль, какие параметры подлежат учету и контролю);
- систему организации заказа на пополнение запаса (при каких условиях делается заказ на пополнение запаса, как определяется размер заказа на пополнение запаса);
- модели расчета составляющих запасов (текущего, страхового, подготовительного)

Регулировать уровень запаса можно следующими тремя основными способами

- изменение размера заказа (партии поставки);
- изменение периода заказа (интервала поставок);
- одновременным изменением размера заказа и интервала между поставками



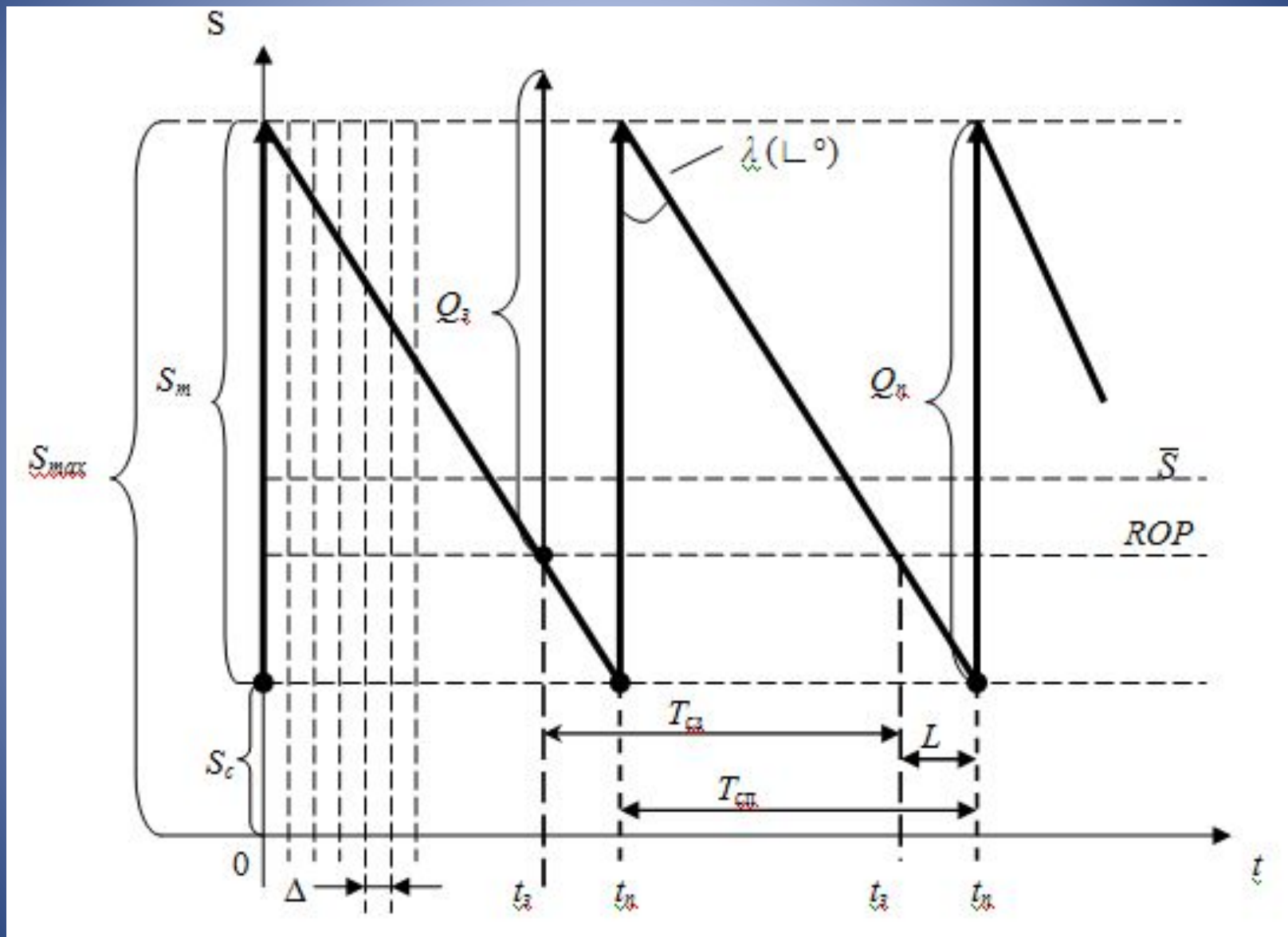
Модели (стратегии) управления запасами



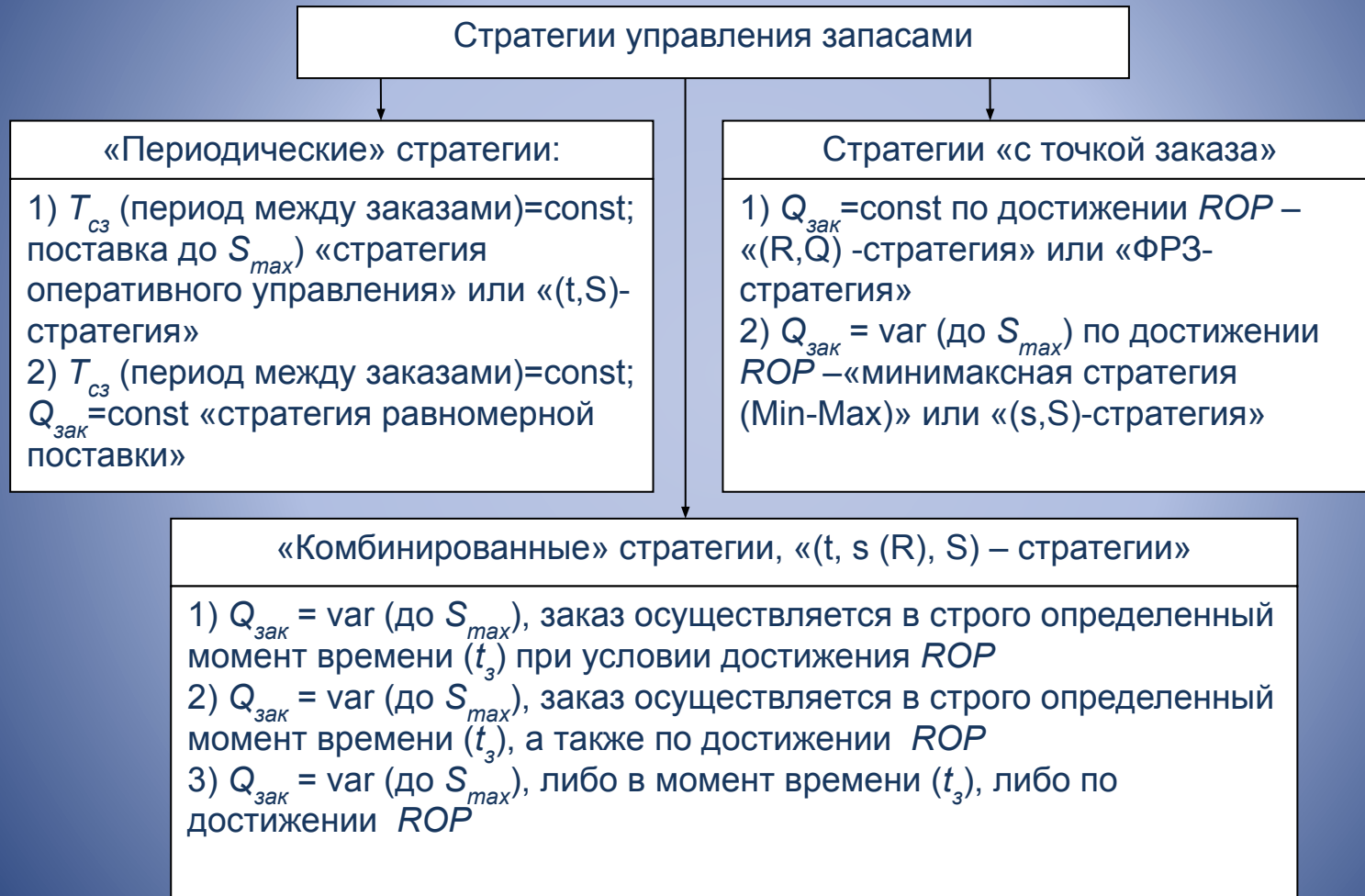
Основные параметры стратегий управления запасами

Составляющие процесса	Наименование параметра	Обозначение
Спрос	Интегральная функция спроса	$D(t)$
	Интенсивность спроса	$\lambda(t)$ или $d(t)$
	Среднесуточный спрос	$\bar{\lambda}$ или \bar{d}
	СКО спроса	σ_D
	К-т вариации спроса	v_D
Заказ	Точка заказа (критический уровень)	ROP или s
	Момент заказа	t_3
	Интервал времени между двумя смежными заказами	T_{ca}
	Размер заказа	Q_3
	Периодичность контроля за состоянием запасов	Δ
Поставка	Размер партии поставки	Q_n
	Момент поставки	t_n
	Средний интервал времени между двумя смежными поставками	\bar{T}_{cm}
	СКО времени между двумя смежными поставками	σ_T
	К-т вариации времени между двумя смежными поставками	v_T
	Среднее время поставки	\bar{L}
	СКО времени поставки	σ_L
	К-т вариации времени поставки	v_L
Запасы	Текущий	S_m
	Страховой запас	S_c
	Максимально желаемый запас	S_{max}
	Средний запас	\bar{S}
	Суммарный дефицит	SO_{Σ}

Основные параметры стратегий управления запасами



Классификация стратегий управления запасами в одноуровневых системах («изолированные запасы»)



Примечание

Существующие стратегии управления запасами в основном рассчитаны на работу в системах, где спрос непрерывен, либо умеренно дискретен

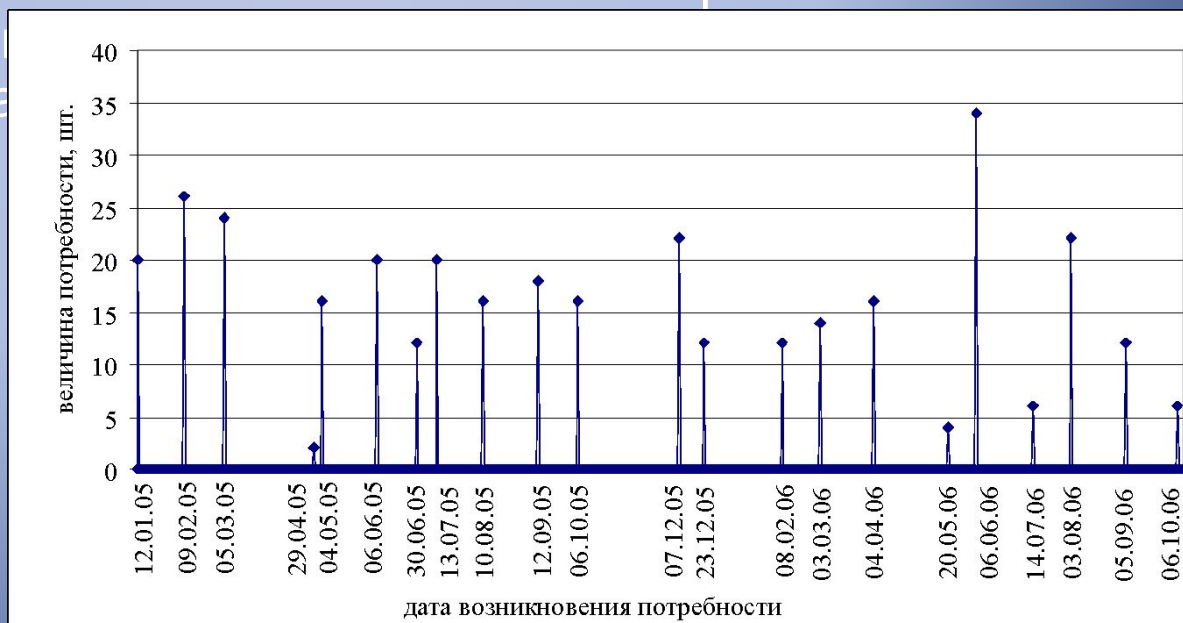
Пример «нормального» расхода материальных



На практике нередко возникают ситуации «редкого» и «импульсного» спроса

- «Редкий» спрос предполагает очень небольшой расход материальных ресурсов, причем моменты возникновения потребности неравномерно распределены во времени и отделены друг от друга длительными промежутками «нулевого» потребления.
- При «импульсном спросе» потребность в материальных ресурсах также имеет сильно выраженный дискретный характер: сравнительно большие объемы потребления («всплески») перемежаются с периодами «нулевого» спроса.

Пример
«импульсного»
расхода
материальных
ресурсов
(воздушные
фильтры для
автобусов)



Для случая «редкого» и «импульсного» спроса рассматриваемые системы управления запасами (простые и комбинированные) не подходят, поскольку:

- невозможно осуществить точный прогноз потребности в материальных ресурсах при ярко выраженном дискретном характере спроса;
- при «редком» расходе недостаточно статистической информации для прогнозирования и расчета страхового запаса.

В случае «импульсного» и «редкого» спроса необходимо, прежде всего, определить причины, которые обуславливают подобный характер потребления материальных ресурсов, а уже после этого подбирать индивидуальные решения, которые будут сочетать в себе методики теории управления запасами, менеджмента, маркетинга.

Стратегия оперативного управления

- В этой стратегии период между заказами постоянен ($T_{сз} = \text{const}$), заказы на пополнение запаса делаются в строго определенные моменты времени (t_3). Объем заказа (Q_3) переменный и рассчитывается таким образом, чтобы уровень запаса после поставки достиг «максимально желаемого уровня» (S_{max}). При определении объема заказа учитывается текущий уровень запаса на момент подачи заказа (S_{mi}), ожидаемый расход запаса за время выполнения поставки ($d(L)$), запасы в пути (ЗП).

Стратегия «равномерной поставки»

- В стратегии «равномерной поставки» период между заказами постоянен ($T_{сз} = \text{const}$). Объем заказа складывается из постоянной составляющей ($Q_{opt} = \text{const}$) и переменной составляющей, которая идет на покрытие израсходованного в предыдущем периоде страхового запаса ($S_c(L)$). Восполнение страхового запаса может происходить как в период следующей поставки, так и в период между поставками.

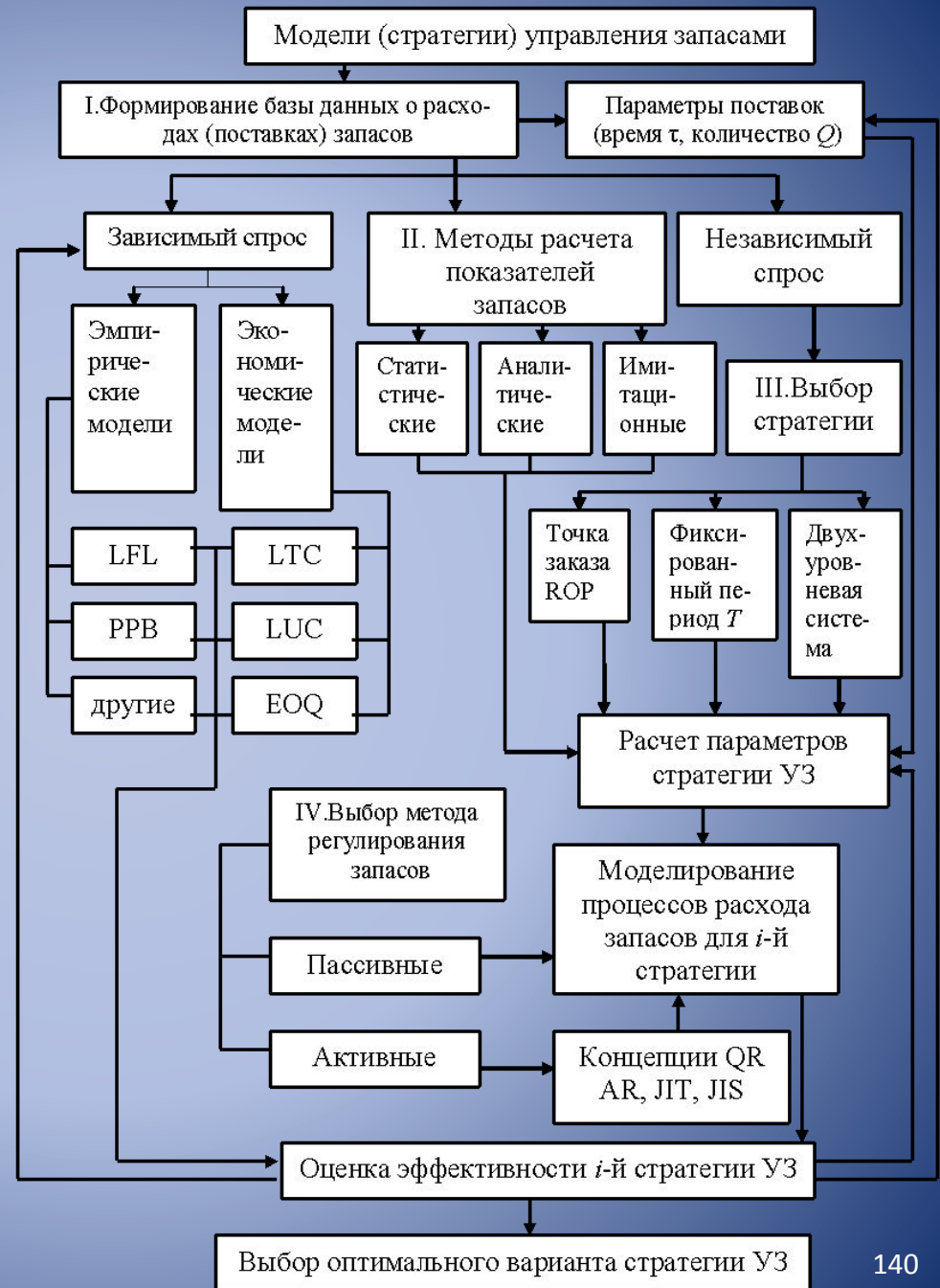
$(R; Q)$ -стратегия или «стратегия с фиксированным размером заказа»

- В этой стратегии заказ на пополнение запаса делается по достижении определенного порогового уровня текущего запаса или «точки заказа» (ROP). Объем заказа складывается из постоянной составляющей ($Q_{opt} = \text{const}$) и переменной составляющей, которая идет на покрытие израсходованного в предыдущем периоде страхового запаса ($S_c(L)$). Восполнение страхового запаса может происходить как в период следующей поставки, так и в период между поставками. Стратегия предполагает непрерывный или периодический контроль уровня запаса ($\Delta \rightarrow 0$ или $\Delta = \text{const}$).

(s-S)-стратегия или «минимаксная стратегия»

- Данная стратегия предполагает, что заявка на пополнение запаса размещается каждый раз по достижении определенного минимального уровня запаса (S_{min} или s), при этом объем заказа переменный и рассчитывается таким образом, чтобы уровень запаса после поставки достиг «максимально желаемого уровня» (S_{max}). Стратегия предполагает непрерывный или периодический контроль уровня запаса ($\Delta \rightarrow 0$ или $\Delta = \text{const}$). При определении объема заказа учитывается ожидаемый расход запаса за время выполнения поставки ($d(L)$) и запасы в пути (ЗП).

Алгоритм выбора моделей (стратегий) управления запасами



- LFL – партия за партией;
- PPB – балансирование по отдельным периодам;
- LTC – наименьших общих затрат,
- LUC – наименьших удельных затрат

Тема 8. Управление запасами в условиях риска и неопределенности

- *Риски содержания запасов и возникновения дефицита. Методы расчета оптимальной партии поставки с учетом дефицита. Модель определения параметров запасов на основе концепции анализа общих затрат в цепях поставок.*

Тема 9. Управление запасами с учетом классификации материально-технических ресурсов по значимости

- *Понятие номенклатурных групп. Метод ABC. Метод XYZ.*

Пример определения номенклатурных групп

Исходные данные				Результаты обработки				Группа
№ п\п	п _i , ед.	ц _i , руб/ед.	с _i , руб.	№ п\п	с _j , руб.	q _j , %	Σq _j , %	
1	3	20	60	2	600	30	30	А
2	12	50	600	9	400	20	50	
3	20	2	40	12	360	18	68	
4	1	30	30	6	200	10	78	
5	2	7	14	16	80	4	82	В
6	40	5	200	17	80	4	86	
7	4	4	16	1	60	3	89	
8	2	3	6	3	40	2	91	
9	4	100	400	11	40	2	93	
10	2	1	2	4	30	1,5	94,5	
11	10	4	40	15	20	1	95,5	С
12	18	20	360	14	18	0,9	96,4	
13	2	2	4	7	16	0,8	97,2	
14	3	6	18	5	14	0,7	97,9	
15	2	10	20	20	12	0,6	98,5	
16	2	40	80	18	10	0,5	99,0	
17	1	80	80	19	8	0,4	99,4	
18	5	2	10	8	6	0,3	99,7	
19	4	2	8	13	4	0,2	99,9	
20	3	4	12	10	2	0,1	100	
сумма	140		2000		2000	100	100	144

Характеристика номенклатурных групп А, В и С

Группа	Период контроля	Страховые запасы (вероятность наличия на складе)*	Тип оборудования; расположение продукции на складе**	Методы прогнозирования, используемые при управлении запасами данной группы	Концепции логистики
А	ежедневный (непрерывный)	0,95-0,99	Гравитационные стеллажи; «горячая зона»	Комбинированные методы, специальные программы, имитационной моделирование	QR, VIM, JIT (JIT II), DTD, MRP и др.
В	одна-две недели	0,9; 0,95-0,97	Въездные стеллажи	Трендовые модели с учетом сезонности	JIT, DTD, MRP и др.
С	месяц, квартал и более	0,8-0,9	Клеточные стеллажи и мелкая комплектация, «холодная» зона	Простые модели (сглаживание и др.)	-

Примечание:* - разные источники; ** - по классификации профессора О.Б.Маликова

Сравнение результатов выбора номенклатурных групп

Источник	Количество позиций номенклатуры N	Метод определения*	Группа А	Группа А+В	Группа С
1. Д. Дж. Бауэрсокс, Д. Дж. Клосс	-	1	80/20	95/50	5/50
		2	30/5	93/60	7/40
		3	84/24	95/54	5/46
2. А. М. Гаджинский	20	1	75/10	95/35	5/65
		2	52/5	93/30	7/70
		3	83/15	96/40	4/60
3. В. И. Сергеев	60	1	71,5/10	97,5/23	2,5/77
		2	49/5	99/80	1/20
		3	98/23	2/77	
4. А. М. Гаджинский [практикум]	50	1	80/20	95/60	4/50
		2	45/6	91/34	9/66
		3	85/25	96/75	4/25
5. Бережной В. И. и др.	58	1	81/16	95/55	5/45
		2	56,5/1,7	84,6/24	15,4/76
		3	78/14	93/46	7/54
6. Ballou R. H.	14	1	61/14	89/50	11/50
		2	36/7	89/43	11/57
		3	72/25	90/60	10/40
7. По данным табл. 5.1.	20	1	78/20	94,5/50	5,5/50
		2	30/5	86/35	14/65
		3	78/20	94,5/50	55/50

*) 1 – эмпирический метод, использованный авторами; 2 – дифференциальный метод ($k_1=6$ и $k_2=0,5$); 3 – аналитический метод («касательная»).

Таблица 1

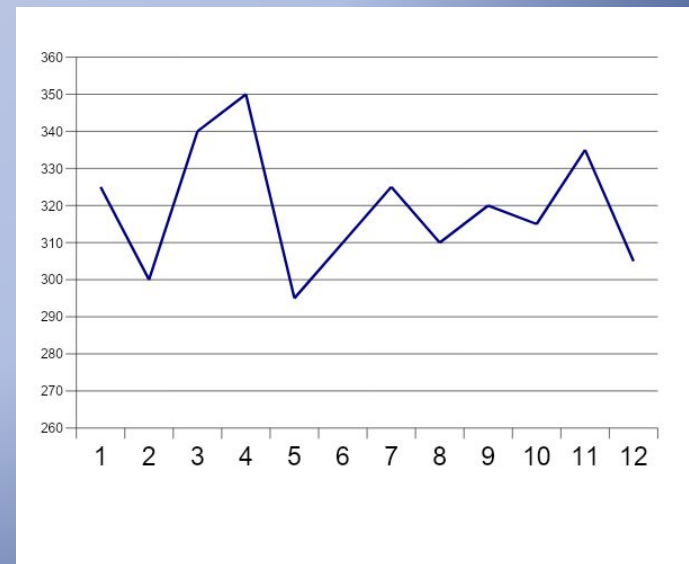
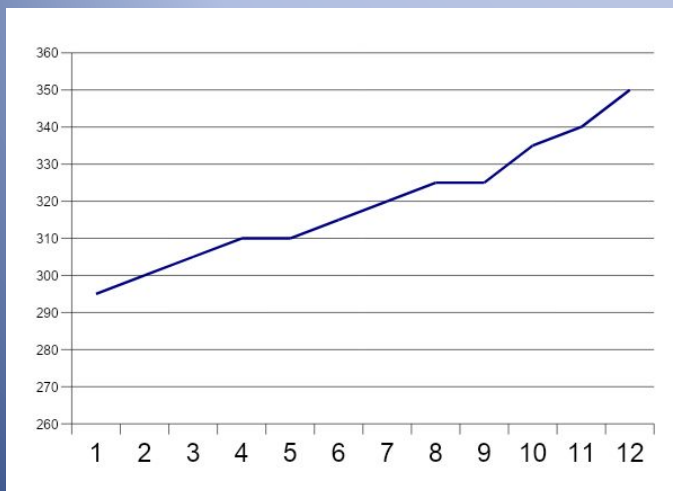
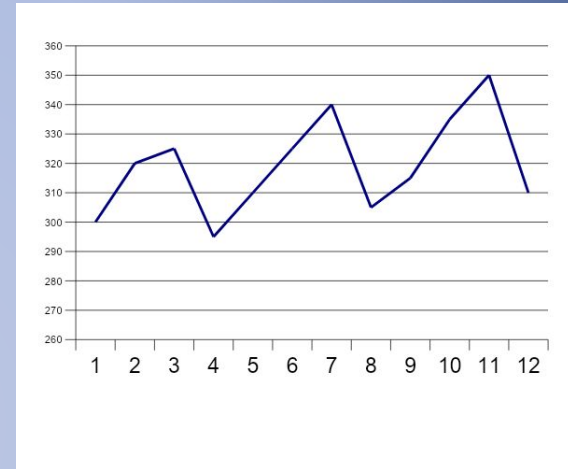
Группа	Характеристика	Интервальные границы V, %		Количество позиций в группе*, %	
		[1]	[2]	[1]	[3]
X	Спрос на товары равномерен или незначительно колеблется; высокая точность прогноза	0-10	до 25	30	24
Y	Наблюдаются колебания спроса (возможно из-за сезонности); точность прогноза ограничена	10-25	25-50	32	24
Z	Нерегулярный (эпизодический) спрос; точность и достоверность прогноза низкая	более 25	более 50	38	52

* Определено в соответствии с интервальными границами [1] по данным [1] и [3]

Таблица 2

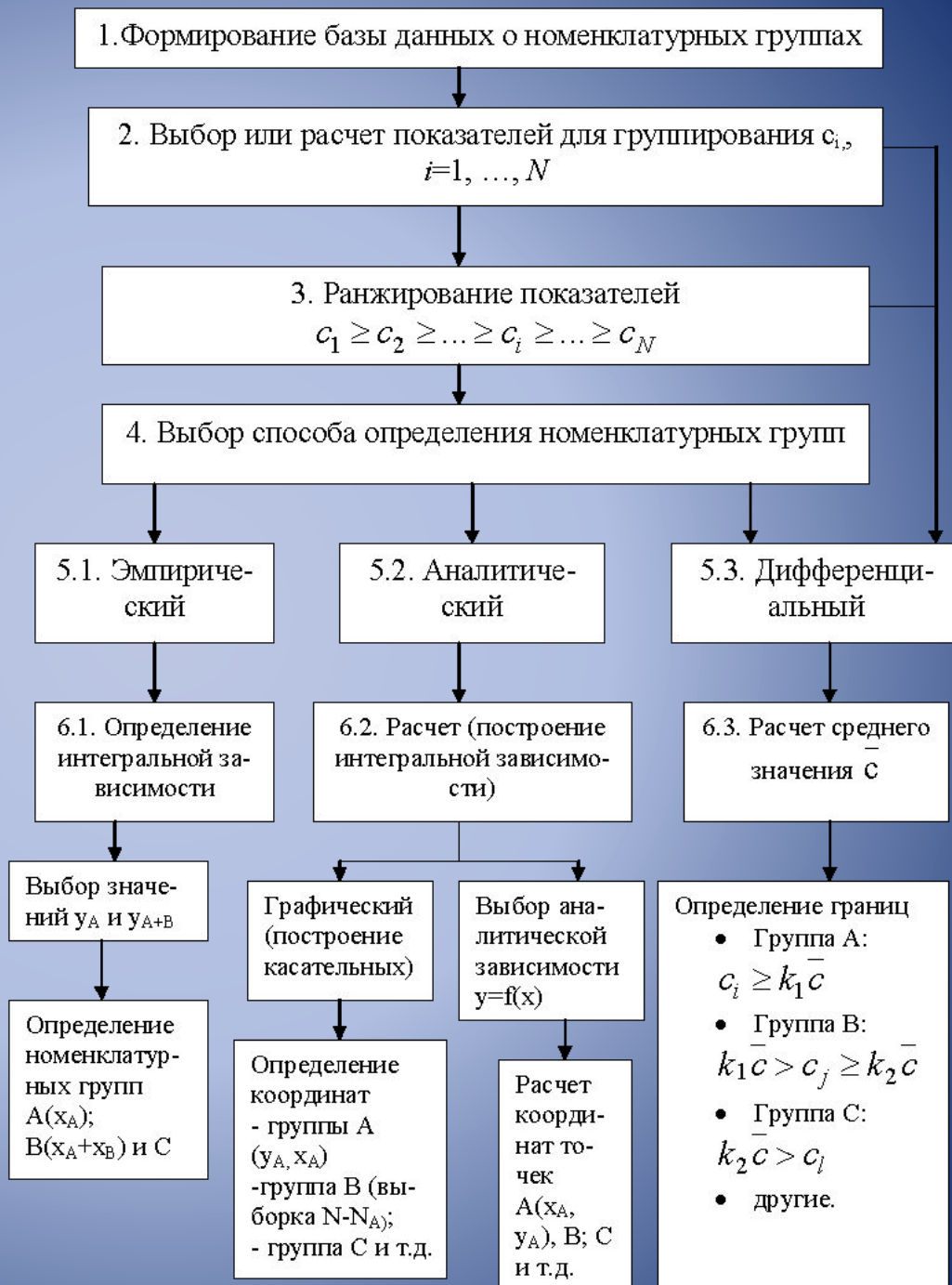
Вариант	Квартал				V, %	Группа	Уравнение тренда
	I	II	III	IV			
Исходный	600	620	700	680	6,3	X	$570+32t$
1	700	680	620	600	6,3	X	$740-36t$
2	300	320	400	380	11,7	Y	$270+32t$
3	100	120	200	180	27,3	Z	$170+32t$

Год	Квартал	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1	I	300	295	325
	II	320	300	300
	III	325	305	340
	IV	295	310	350
2	I	310	310	295
	II	325	315	310
	III	340	320	325
	IV	305	325	310
3	I	315	325	320
	II	335	335	315
	III	350	340	335
	IV	310	350	305
Среднее		319,17		
СКО		16,63		
Коэфф. вариации		5%		





Методы определения номенклатурных групп



ABC и XYZ – как распределять усилия



Тема 10. Алгоритм проектирования оптимальных систем управления запасами в цепях поставок.

- *Понятие оптимальной системы управления запасами. Этапы управления запасами в цепях поставок. Учет и контроль информации о формировании запасов. Математические модели оптимизации управления запасами в цепях поставок. Роль третьей и четвертой стороны логистики (3 PL и 4 PL) в формировании цепей поставок и управлении запасами в них. Модели оптимизации управления запасами в многоуровневых (эшелонированных) логистических системах.*

Первичные источники информации, данные складского и бухгалтерского учета, внешняя информация об особенностях существующих и альтернативных цепей поставок, др. информация

Анализ номенклатуры (ассортимента), систематизация позиций:
ABC-анализ, XYZ-анализ, αβγδ-анализ

Экспертный анализ:
идентификация причин возникновения неликвидов и излишних запасов

Первичная статистическая обработка данных:
динамика расходов, доходов; график динамики остатков; разложение процесса расхода на «нормальный» и «экстремальный»; выявление сезонности, оценка статистического закона распределения для расхода и т.п.

Формирование стратегии управления запасами по группам ABC-XYZ- αβγδ

Определение системы существующих и потенциально возможных условий, при которых будет осуществляться очередной заказ на пополнение запаса: периодичность подачи заказа, срок поставки, стоимость доставки, условия оплаты, многономенклатурность, товарозаменяемость и т.п.

Выбор методики контроля за состоянием запасов (ежедневная, периодическая; полная, выборочная)

Выбор метода расчета текущего и страхового запасов : статистические, экономико-математические, имитационное моделирование, прогнозирование и экспертные оценки

Расчет основных параметров стратегии управления запасами: величина заказа, интервал заказа, точка заказа, максимально желаемый уровень, и др.

Разработка организационной структуры системы управления запасами; выбор информационного и технического обеспечения деятельности по управлению запасами

Формирование критериев оценки эффективности стратегии управления запасами исходя из целей предприятия

Принятие решений по организации поставок

Мониторинг состояния системы. Оценка эффективности применяемых стратегий. Корректировка стратегий управления запасами



- **На первом этапе** осуществляется формирование базы данных с информацией, которая может быть полезна для управления запасами. Как правило, это данные, характеризующие процессы потребления продукции, а также информация о ключевых особенностях цепей поставок, которые могут повлиять на выбор стратегии управления запасами.

- **На втором этапе** осуществляется статистическая обработка и анализ рядов данных о расходах и приходах запасов. Анализ данных включает расчет средних значений потребления, времени выполнения заказов, СКО расхода и времени выполнения заказов, оценку принадлежности крайних (максимальных, минимальных) значений общей выборке, дисперсионный анализ рядов, корреляционный анализ и т.д.

- **На третьем этапе** осуществляется классификация всей номенклатуры материальных ценностей в запасах на группы: ABC, XYZ, $\alpha\beta\gamma\delta$. ABC-анализ позволяет выявлять группы позиций номенклатуры, представляющие наибольший экономический интерес для управления запасами. XYZ-анализ позволяет оценить степень стохастичности и точности прогнозирования расходов по отдельным номенклатурным позициям. $\alpha\beta\gamma\delta$ -анализ позволяет идентифицировать характер процесса расхода (редкий спрос, сезонность, экстремальный спрос и т.п.).

- **На четвертом этапе** осуществляется экспертная оценка причин, приводящих к возникновению дефицита, сверхнормативных запасов и других негативных проявлений динамики уровня запасов на складах компании.
- **На пятом этапе** осуществляется процедура выбора (формирования), а также корректировки стратегии управления запасами в соответствии с выявленными ранее особенностями динамики спроса на материальные ресурсы и ключевыми характеристиками цепей поставок.

- **На шестом этапе** осуществляется расчет основных параметров стратегий управления запасами, таких как объем и периодичность заказов на пополнение запаса, величина страхового запаса, нормативный (желательный) уровень текущего запаса.
- **На седьмом этапе** происходит реализация стратегии в процессе поставок продукции.
- **На восьмом этапе** осуществляется мониторинг состояния системы управления запасами и корректировка стратегий управления запасами исходя из изменений параметров спроса и цепей поставок.

$$C_{\Sigma} = C_3 + C_x + C_{\text{деф}} + C_a = K \cdot C_0 + \bar{Q} \cdot C_{xp}^{ед} + \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N D_{ij} \cdot C_{\text{деф}}^{ед} + Z \cdot C_{\text{чч}}$$

- C_{Σ} – затраты на содержание системы управления запасами;
- C_3 – затраты, связанные с организацией выполнением поставок всего объема, руб.;
- C_x – суммарные затраты на хранения запасов;
- $C_{\text{деф}}$ – суммарные потери, вызванные дефицитом;
- C_a – суммарные затраты на администрирование (процесс расчета величин заказов, страховых запасов, корректировки параметров системы и т.п.);
- $C_{xp}^{ед}$ – затраты на хранение единицы товара в рассматриваемом периоде;
- Q – средний уровень запасов в системе;
- D_{ij} – величина дефицита в последний день j -го цикла;
- $C_{\text{деф}}^{ед}$ – потери от дефицита единицы товара;
- K – количество поставок в рассматриваемой системе,
- C_0 – стоимость исполнения заказа;
- Z – фонд рабочего времени специалиста по управлению запасами (зависит от номенклатуры, периодичности проверок, системы информационно-компьютерного оснащения и т.п.);
- $C_{\text{чч}}$ – фонд оплаты труда специалиста по управлению запасами.

- A – планируемый объем реализации в рассматриваемом периоде;
- $\Pi_{ед}$ – наценка предприятия.

$$\Pi = A \cdot \Pi_{ед} - C_{\Sigma}$$

Составляющие затрат на логистику

$$L_{\Sigma} = L_{\text{хранение}} + L_{\text{транспортировка}} + L_{\text{заказ}} + L_{\text{штраф}}$$

$$L_{\text{хранение}} = L_{\text{склад}} + L_{\text{потери}} + L_{\text{услуги}} + L_{\text{средства}}$$

$$L_{\text{транспорт}} = L_{\text{перемещение}} + L_{\text{потери}} + L_{\text{услуги}} + L_{\text{средства}}$$

$$L_{\text{заказ}} = L_{\text{рабочееместо}} + L_{\text{зарплата}} + L_{\text{связь}} + L_{\text{расходные}}$$

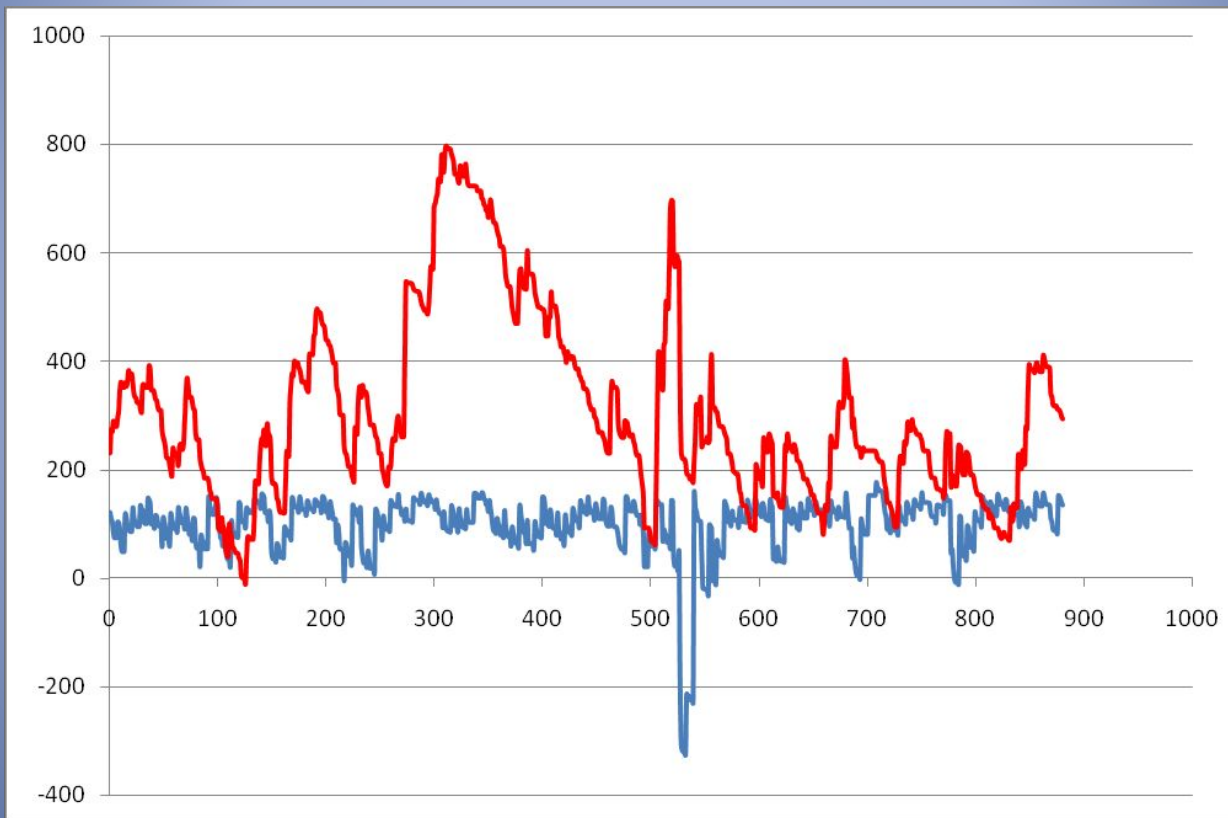
$$L_{\text{штраф}} = L_{\text{штрафы}} + L_{\text{потериприбыли}}$$

Издержки дефицита можно подразделить на 2 категории:

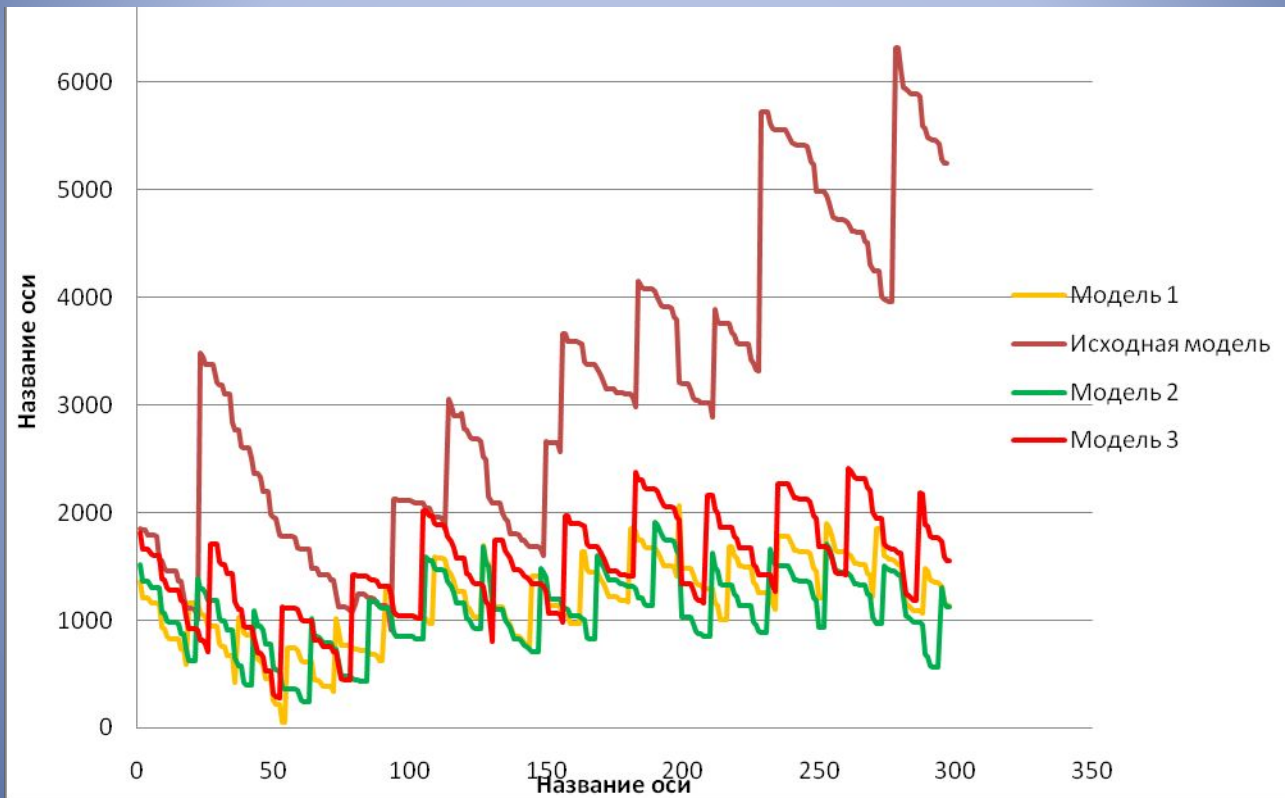
1. жесткие издержки дефицита;
2. мягкие издержки дефицита.

- Жесткие издержки дефицита непосредственно связаны с появлением дефицита и мероприятиями, направленными на его ликвидацию. К этой группе можно отнести:
 - затраты на подготовку и размещение дополнительных заказов;
 - затраты на перевозку дополнительных партий груза;
 - затраты на ускорение доставки (оплата продукции и транспортных услуг по повышенным ставкам);
 - штрафные санкции за нарушение обязательств по заключенным договорам и проч.
- Мягкие издержки дефицита связаны с долгосрочными и отложенными последствиями дефицита, с потерей предполагаемого дохода. Например:
 - упущенные продажи (потеря предполагаемой прибыли);
 - имиджевые потери (ухудшение деловой репутации компании);
 - уход постоянных клиентов;
 - уменьшение занимаемой компанией доли на рынке;
 - затраты на удержание клиентов (на рекламу, PR-мероприятия, скидки и пр.) и проч.

Предприятие 1 (торговое)



Предприятие 2 (торговое)



Оценка упущенной выгоды, руб

Описание стратегии пополнения запасами	Имбирь (коробки)	Имбирь (ведра)	Итого
Модель 1 Многономенклатурные поставки	209194	146024	355 218
Модель 2 Отдельно оптимальными партиями	155819	147449	303 268
Модель 3 Отдельно полными контейнерами 20"	146255	122459	268 714

Предприятие 3 (автосервис)

Итоговый результат трехфакторного ABC-анализа (фрагмент)

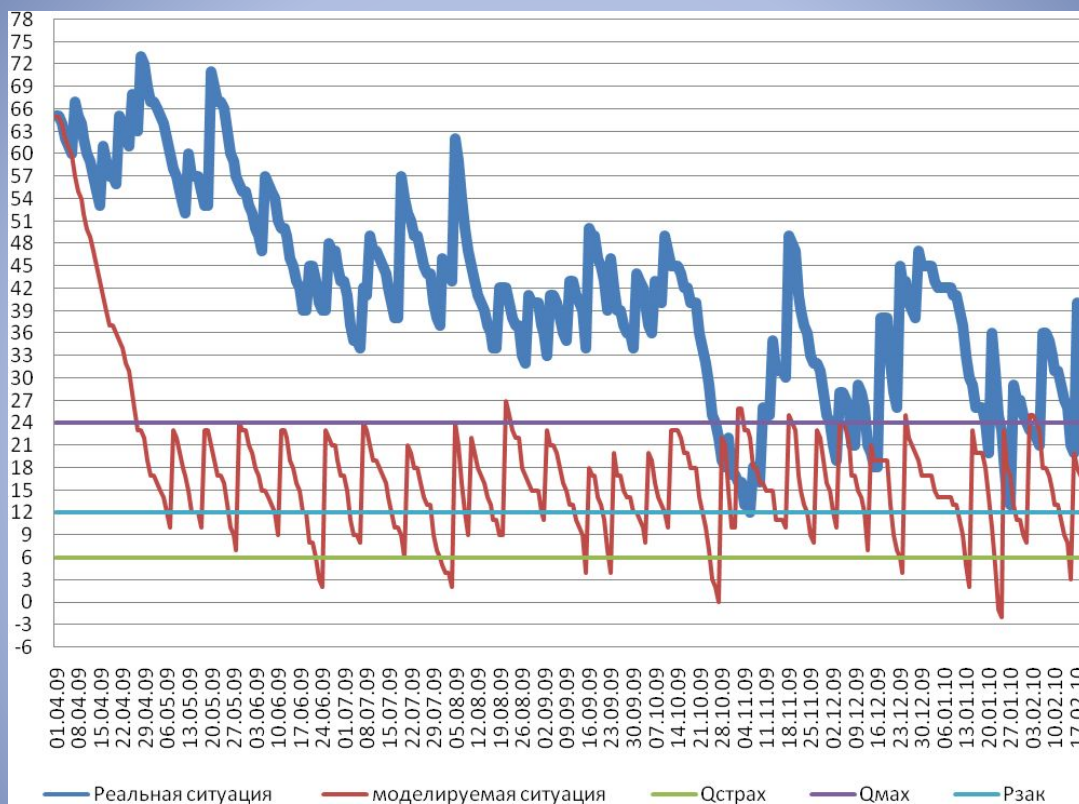
Номенклатура	Расход	Годовой объем реализации, руб.	Количество деталей хранящихся на складе, руб.	ABC анализ по первому фактору, руб.			ABC анализ по второму фактору, руб.			ABC анализ по третьему фактору, руб.			Итоговая Группа
				q _i , %	∑ q _i , %	Группа	q _i , %	∑ q _i , %	Группа	q _i , %	∑ q _i , %	Группа	
Масло моторное CASTROL SLX 5W30, л.	29884,99	7 934 465,11	118 837,80	9,59%	9,59%	A	2,52%	2,52%	A	0,35%	0,35%	A	AAA
Масло моторное CASTROL SLX 5W30, шт.	8653,55	2 297 517,53	43 236,68	2,78%	12,36%	A	0,73%	3,24%	A	0,13%	0,48%	A	AAA
Грузы самоклеящиеся, шт.	7542	142 543,80	17 917,20р.	2,42%	14,78%	A	0,05%	3,29%	A	0,05%	0,53%	A	AAA
Стяжка-хомут AUDI, шт.	4406	23 455,34	1 447,99	1,41%	16,19%	A	0,01%	3,30%	B	0,00%	0,54%	B	ABВ
Очиститель универсальный WURTH 500 ml, шт.	3015	257 782,50	6 669,00	0,97%	17,16%	A	0,08%	3,38%	A	0,02%	0,56%	A	AAA
Пробка резьбовая AUDI, шт.	2907	125 451,59	3 322,94	0,93%	18,09%	A	0,04%	3,42%	A	0,01%	0,57%	A	AAA

Первый фактор – количество реализованного товара, шт

Второй фактор – кол-во реализованного товара, руб

Третий фактор – остаток, руб

График модели управления запасами масляного фильтра «минимум-максимум» с проверкой уровня запасов раз в три дня и пополнением запаса до максимального уровня



Показатель	Затраты на закупку, руб.	Средний запас, руб.	Количество поставок (закупок), ед.	Дефицит, руб.
Реальная ситуация	201474	16985,4	38	н/д
Моделируемая ситуация	198607,5	7345,49	27	819

Сравнение систем управления запасами

Номенклатура	Количество поставок, ед.					
	Реальная ситуация	Tconst, Q до max	Модель управления запасами			
			«минимум-максимум»			
			до Q max			Q=const
		R=1	R=3	R=7	R=15	
Масло моторное	64	93	63	56	47	22
Фильтр масляный	38	23	25	27	26	19
Пробка резьбовая	25	36	24	24	22	20
Ручка двери	4	3	4	2	2	2
Номенклатура	Величина среднего запаса, руб.					
	Реальная ситуация	Tconst, Q до max	Модель управления запасами			
			«минимум-максимум»			
			до Q max			Q=const
		R=1	R=3	R=7	R=15	
Масло моторное	88065,24	77587,98	51341,63	51522,62	53740,73	57459,07
Фильтр масляный	16985,4	7124,23	7191,68	7345,49	7331,39	8418,35
Пробка резьбовая	3866,95	2163,06	1750,38	1768,48	1740,15	1765,04
Ручка двери	9490,36	6462,33	6410,94	6430,98	6456,98	7133,20
Номенклатура	Упущенные продажи, руб.					
	Реальная ситуация	Tconst, Q до max	Модель управления запасами			
			«минимум-максимум»			
			до Q max			Q=const
		R=1	R=3	R=7	R=15	
Масло моторное	н/д	1101,82	2389,5	14841,45	23762,25	34780,25
Фильтр масляный	н/д	2047,5	1228,50	819	1638	819
Пробка резьбовая	н/д	0	0	172,64	172,64	302
Ручка двери	н/д	2398,5	0	2398,5	2398,5	2398,5

Затраты на закупку, руб.

Предприятие 4 (производственное)

Номенклатура	Оптимальная модель управления запасами	Экономия денежных средств
Профиль al-fa 01 (груша) Armut	фиксированной периодичностью заказа 7 дней	27 348,25
Станок Swallow-1 (2-х фрез.) As Makina	фиксированной периодичностью заказа 14 дней	39 3319,95
Профиль al-fa 01 (бук) A.Kayin	с фиксированным размером заказа (средняя периодичность 25 дней)	66 953,50
Профиль al-fa 01 (гнилая вишня) Hus	фиксированной периодичностью заказа 14 дней	14 397,70
Профиль al-fa 01 (темная вишня) Sapelli	с фиксированным размером заказа (средняя периодичность 25 дней)	33 028,03
Профиль al-fa 01 (орех) Y.Ceviz	с фиксированным размером заказа (средняя периодичность 25 дней)	3 945,94
Профиль al-fa 01 (черный кофе) Y.Wenge	с фиксированным размером заказа (средняя периодичность 25 дней)	17 520,21
Профиль al-fa 01 (светлый дуб) B.Mese	фиксированной периодичностью заказа 7 дней	68 216,82
Панель 002Siyah МДФ/акрил 2440*1220*18,4	с фиксированным размером заказа (средняя периодичность 25 дней)	96 288,82
Панель 006Kirmizi МДФ/акрил 2440*1220*18,4	фиксированной периодичностью заказа 14 дней	67 978,81
Профиль al-fa 01 (вишня) Kiraz	фиксированной периодичностью заказа 7 дней	62 099,01
Панель 007Krem МДФ/акрил 2440*1220*18,4	фиксированной периодичностью заказа 14 дней	98 808,95
Профиль al-fa 01 (дуб) Freze Mese	фиксированной периодичностью заказа 14 дней	18 089,57
ИТОГО:		967 995,56

Информация об ожидаемых результатах применения различных стратегий управления запасами по всем позициям группы А

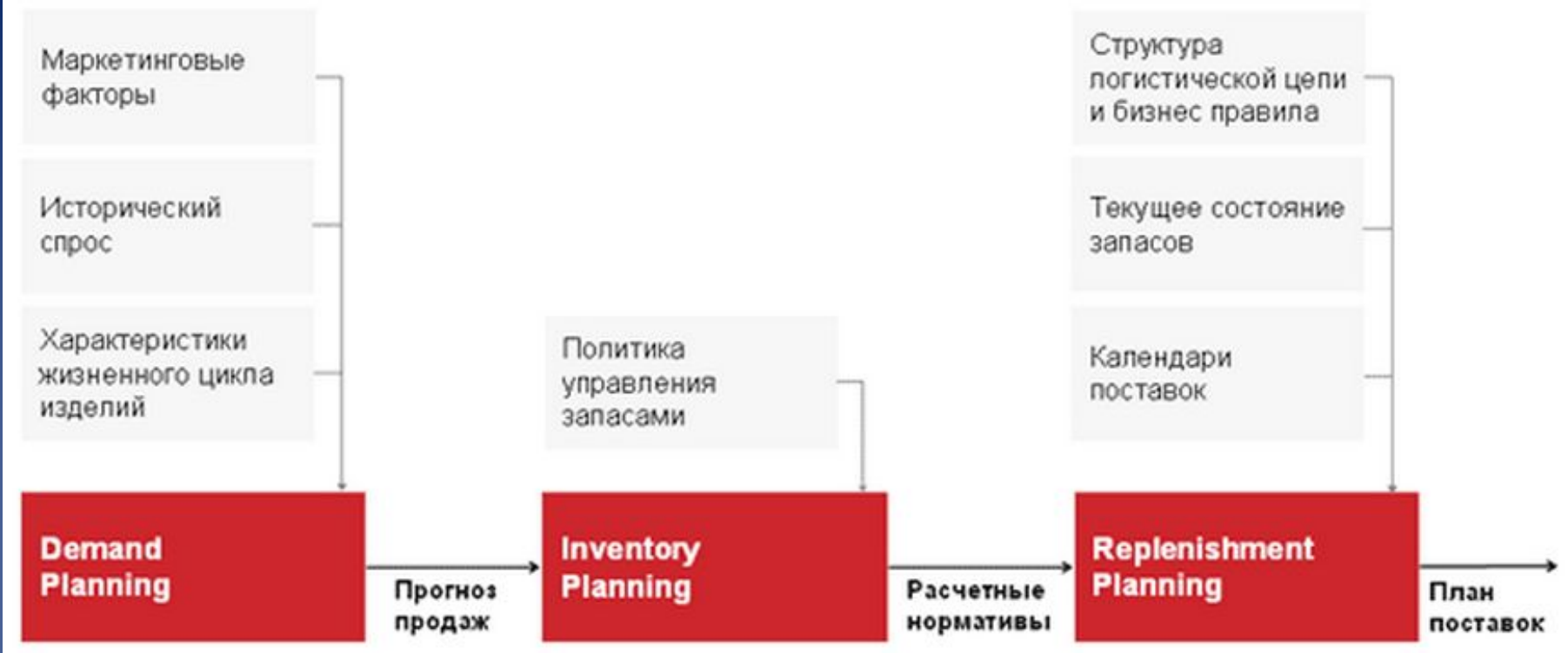
Прибыль по моделям управления запасами	Прибыль по исходной модели, руб.	Прибыль по модели с фиксированным размером заказа, руб.	Прибыль по модели с фиксированной периодичностью заказа 14 дней, руб.	Прибыль по модели с фиксированной периодичностью заказа 7 дней, руб.
Номенклатура				
Профиль al-fa 01 Armut	797 123,98	809 780,07	821 862,60	824 472,23
Станок Swallow-1 (2-х фрез.) As Makina	34 991,80	351 793,08	428 311,75	403 449,00
Профиль al-fa 01 Hus	232 029,58	230 435,06	234 011,82	226 631,88
Профиль al-fa 01 A.Kayin	184 623,94	251 577,44	246 259,31	243 274,70
Профиль al-fa 01 Sapelli	164 742,86	197 770,89	194 845,42	185 495,30
Профиль al-fa 01 Y.Ceviz	180 494,72	184 440,66	182 738,72	176 601,77
Профиль al-fa 01 Y.Wenge	133 384,68	150 904,89	141 094,72	134 963,67
Панель 002 Siyah акрил 2440*1220*18.4	153 959,08	250 247,90	239 774,98	206 184,54
Панель 006 Kirmizi акрил 2440*1220*18.4	117 174,20	214 914,32	215 983,15	164 124,78
Профиль al-fa 01 B.Mese	87 508,00	154 472,03	153 582,98	155 724,82
Профиль al-fa 01 Kiraz	79 257,12	137 386,19	139 680,91	144 356,13
Панель 007 Krem акрил 2440*1220*18.4	117 174,20	214 914,32	215 983,15	164 124,78
Профиль al-fa 01 Freze Mese	98 224,06	115 256,25	116 313,63	113 231,20
Сумма прибыли, руб.	2 380 688,22	3 263 893,10	3 330 443,14	3 142 634,80

Основные показатели эффективности управления запасами

Группа показателей	Показатели оценки
1. Показатели обеспеченности компании материальными запасами:	<ul style="list-style-type: none"> - показатели среднего и текущего (моментного) уровня располагаемых запасов; - показатель обеспеченности предприятия запасами в днях; - показатели уровня дефицита и др.
2. Показатели эффективности использования материальных запасов:	<ul style="list-style-type: none"> - показатели оборачиваемости запасов; - материалоотдача; - запасоемкость; - коэффициент материальных затрат; - показатели отклонений от нормативных величин использования запасов; - уровень неликвидов и др.
3. Показатели эффективности капитальных вложений в запасы:	<ul style="list-style-type: none"> - рентабельность запасов; - индекс доходности запасов; - валовая рентабельность инвестиций в запасы и др.
4. Обобщающие показатели:	<ul style="list-style-type: none"> - уровень обслуживания клиентов; - уровень суммарных затрат на управление запасами и др.

Формирование матрицы принятия решений при управлении запасами с использованием активных методов регулирования





Построение СУЗ:

Demand Planning (Планирование потребностей),
Inventory Planning (Планирование запасов),
Replenishment Planning (Планирование пополнений).

- *Регрессионный анализ
- *Виртуальный страховой запас
- *Динамичный страховой запас (по сезонам)
- *Держать страховой или DHL???