

Стерлигова А.Н.

Управление запасами в цепях поставок: Учебник.

Краткое содержание

Аннотация

Учебник содержит полный курс управления запасами товарно-материальных ценностей в организации в цепях поставок. Структура учебника ориентирована на получение как теоретических знаний, так и практических навыков управления запасами. Представлен широкий круг вопросов содержания процессов формирования запаса в логистических системах различных уровней, теории управления запасами и современных возможностей и опыта применения различных стратегий управления запасами, выявления возможностей снижения общих логистических затрат и снижения общих издержек, достижения стратегической цели организации за счет снижения запаса при сохранении надежности функционирования логистической системы и цепей поставок и пр.

Учебник имеет большое количество численных примеров, практических ситуаций и иллюстраций.

Предназначен для студентов и преподавателей системы высшего основного и дополнительного образования, руководителей и специалистов по логистике и управлению запасами промышленных и торговых организаций, а так же научных работников и аспирантов.

Содержание учебника соответствует примерной учебной программе дисциплины «Управление запасами в цепях поставок» Государственного образовательного стандарта специальности 080605.65 «Логистика и управление цепями поставок».

Введение.....	14
1. Запас как объект управления в звеньях цепей поставок.....	18
2. Движение запаса в звеньях цепей поставок.....	50
3. Показатели состояния запаса в звеньях цепей поставок.....	71
4. Процесс управления запасами в звеньях цепей поставок.....	109
5. Определение объема потребности в запасе.....	118
6. Техника прогнозирования потребности в запасе.....	127
7. Затраты, связанные с запасами в цепях поставок.....	214
8. Расчет оптимального размера заказа на восполнение запаса.....	241
9. Модели управления запасами в звеньях цепей поставок.....	322
10. Управление запасами в условиях неопределенности.....	380
11. Проектирование моделей управления запасами в звеньях цепей поставок.....	453
12. Управление различными группами позиций запасов.....	481
13. Распределение запаса в звеньях цепи поставки.....	513
Индекс.....	572

Содержание

Список иллюстраций.....	6
-------------------------	---

	2
Список примеров.....	11
Введение.....	14
1. Запас как объект управления в звеньях цепей поставок.....	18
1.1. Условия и причины возникновения запаса.....	20
Список вопросов для самопроверки по разделу 1.1.....	24
Список дополнительной литературы по разделу 1.1.....	25
1.2. Состав запаса.....	26
Основные формулы раздела 1.2.....	45
Список вопросов для самопроверки по разделу 1.2.....	47
Список дополнительной литературы по разделу 1.2.....	48
2. Движение запаса в звеньях цепей поставок.....	50
2.1. Варианты движения запаса.....	51
Список вопросов для самопроверки по разделу 2.1.....	62
Список дополнительной литературы по разделу 2.1.....	63
2.2. Циклы движения запаса.....	64
Список вопросов для самопроверки по разделу 2.2.....	69
Список дополнительной литературы по разделу 2.2.....	70
3. Показатели состояния запаса в звеньях цепей поставок.....	71
3.1. Анализ статистики поведения запаса.....	72
3.2. Основные показатели состояния запаса.....	86
Основные формулы раздела по главе 3.....	103
Список вопросов для самопроверки по главе 3.....	106
Список дополнительной литературы по главе 3.....	108
4. Процесс управления запасами в звеньях цепей поставок.....	109
4.1. Процедура разработки алгоритма управления запасами.....	110
4.2. Содержание процесса управления запасами.....	114
Список вопросов для самопроверки по главе 4.....	115
Список дополнительной литературы по главе 4.....	117
5. Определение объема потребности в запасе.....	118
5.1. Процесс прогнозирования потребности в запасе.....	119
5.2. Виды потребности в запасе.....	120
Основные формулы раздела по главе 5.....	123
Список вопросов для самопроверки по главе 5.....	124
Список дополнительной литературы по главе 5.....	125
6. Техника прогнозирования потребности в запасе.....	127
6.1. Прогнозирование потребности в запасе на основе статистических данных.....	133
6.1.1. Прогнозирование по временным рядам.....	133
а. Относительно равномерный спрос.....	134
б. Наличие сезонного спроса.....	150
в. Тенденции изменения спроса.....	154
г. Циклические колебания спроса.....	168
д. Наличие эффекта стимулирования спроса.....	169
е. Случайные факторы спроса.....	170
6.1.2. Прогнозирование потребности в запасе по индикаторам.....	171

Основные формулы раздела по разделу 6.1	178
Список вопросов для самопроверки по разделу 6.1	179
Список дополнительной литературы по разделу 6.1.....	183
6.2. Прогнозирование потребности в запасе на основе экспертных оценок	184
6.2.1. Этапы экспертного оценивания	185
a. Разработка программы экспертного оценивания	186
b. Подбор экспертов	187
c. Подготовка процедуры опроса.....	189
d. Проведение опроса	191
e. Обработка результатов опроса.....	192
6.2.2. Использование экспертных оценок при прогнозировании потребности в запасе.....	193
6.3. Комбинированный подход к прогнозированию потребности в запасе.	194
Список вопросов для самопроверки по разделам 6.2 – 6.3.....	195
Список дополнительной литературы по разделам 6.2 – 6.3	196
6.4. Оценка и анализ точности прогноза потребности в запасе.....	197
6.4.1. Оценка точности прогноза.....	198
6.4.2. Контроль качества прогноза.....	208
Основные формулы раздела по разделу 6.4	211
Список вопросов для самопроверки по разделу 6.4	212
Список дополнительной литературы по разделу 6.4.....	213
7. Затраты, связанные с запасами в цепях поставок.....	214
7.1. Роль и состав затрат, связанных с запасами	216
7.1.1. Затраты на закупку	220
7.1.2. Затраты на пополнение запаса	222
7.1.3. Затраты на содержание запаса	226
7.2. Общие затраты, связанные с запасами.....	235
Основные формулы раздела по главе 7	237
Список вопросов для самопроверки по главе 7	238
Список дополнительной литературы по главе 7.....	239
8. Расчет оптимального размера заказа на восполнение запаса.....	241
8.1. Влияние размера заказа на состояние запаса	244
8.2. Классическая формула расчета оптимального размера заказа ..	250
Основные формулы раздела по разделам 8.1 – 8.2.....	259
Список вопросов для самопроверки по разделам 8.1 – 8.2.....	260
Список дополнительной литературы по разделам 8.1 – 8.2	261
8.3. Модификации классической формулы расчета оптимального размера заказа	262
8.3.1. Модель с учетом потерь от замороженного капитала.....	263
8.3.2. Модель с постепенным пополнением	264
8.3.3. Модель с учетом потерь от дефицита	265
8.3.4. Модель с учетом потерь от дефицита при постепенном пополнении	269

8.3.5.	Модель работы с многономенклатурным заказом.....	270
8.3.6.	Модель с учетом оптовых скидок.....	271
8.3.7.	Модель с учетом НДС.....	279
8.3.8.	Модель с учетом затрат на содержание запаса на единицу площади склада	280
	Основные формулы раздела по разделу 8.3	281
	Список вопросов для самопроверки по разделу 8.3	283
	Список дополнительной литературы по разделу 8.3.....	285
8.4.	Сбор и обработка исходной информации для расчета оптимального размера заказа	287
8.5.	Проблемы использования формул расчета оптимального размера заказа 300	
8.6.	Направления использования формул расчета оптимального размера заказа	310
	Основные формулы раздела по разделам 8.4 – 8.6.....	316
	Список вопросов для самопроверки по разделам 8.4 – 8.6.....	318
	Список дополнительной литературы по разделам 8.4 – 8.6	320
9.	Модели управления запасами в звеньях цепей поставок.....	322
9.1.	Основные модели управления запасами	326
9.1.1.	Модель управления запасами с фиксированным размером заказа 328	
9.1.2.	Модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами	340
9.1.3.	Сравнение основных моделей управления запасами.	354
	Основные формулы раздела по разделу 9.1	358
	Список вопросов для самопроверки по разделу 9.1	359
	Список дополнительной литературы по разделу 9.1.....	360
9.2.	Модели управления запасами в условиях изменяющейся потребности	362
9.2.1.	Модель управления запасами с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня.	362
9.2.2.	Модель управления запасами «Минимум-максимум».....	369
	Список вопросов для самопроверки по разделу 9.2	376
	Список дополнительной литературы по разделу 9.2.....	378
10.	Управление запасами в условиях неопределенности.....	380
10.1.	Уровень обслуживания	385
10.1.1.	Варианты определения уровня обслуживания.....	386
	а. Экспертный метод	387
	б. Статистический метод.....	387
	с. Метод учета затрат	402
	Основные формулы раздела по разделу 10.1	403
	Список вопросов для самопроверки по разделу 10.1	404
	Список дополнительной литературы по разделу 10.1.....	406
10.1.2.	Расчет страхового запаса в условиях неопределенности.....	408

10.2.	Расчет параметров модели с фиксированным размером заказа в условиях неопределенности.....	410
10.3.	Расчет параметров модель с фиксированным интервалом времени между заказами.....	428
10.4.	Однопериодная модель управления запасами.....	444
	Основные формулы раздела по разделам 10.2 – 10.4.....	447
	Список вопросов для самопроверки по разделам 10.2 – 10.4.....	450
	Список дополнительной литературы по разделам 10.2 – 10.4	452
11.	Проектирование моделей управления запасами в звеньях цепей поставок.....	453
11.1.	Проектирование алгоритма управления запасами.....	456
11.2.	Имитация движения запаса в различных организационно-методических условиях	457
11.3.	Классификация элементов моделей управления запасами	467
	Список вопросов для самопроверки по главе 11	478
	Список дополнительной литературы по главе 11.....	479
12.	Управление различными группами позиций запасов	481
12.1.	Управление группами А, В, С.....	483
12.1.1.	Классический порядок ABC-классификации.....	483
12.1.2.	Современный подход к ABC-классификации.....	487
12.1.3.	Примеры состава групп ABC-классификаций	493
12.1.4.	Рекомендации по управлению группами запаса ABC – классификации запасов.....	495
	Список вопросов для самопроверки по разделу 12.1	498
	Список дополнительной литературы по разделу 12.1.....	499
12.2.	Управление группами X, Y, Z.....	500
12.2.1.	Общее описание метода XYZ	500
12.2.2.	Механизм XYZ-классификации	502
12.2.3.	Рекомендации по управлению группам XYZ-классификации запасов	504
12.3.	Использование матрицы ABC-XYZ при управлении запасами в звене цепей поставок	507
	Список вопросов для самопроверки по разделам 12.2 – 12.3.....	510
	Список дополнительной литературы по разделам 12.2-12.3.....	511
13.	Распределение запаса в звеньях цепи поставки.....	513
13.1.	Модель пропорционального распределения товара в сети	515
13.1.1.	Подготовка исходной информации.....	516
13.1.2.	Расчет объема распределения товара по звеньям сети	517
13.1.3.	Общая характеристика метода пропорционального распределения товара в сети	519
13.2.	Метод максимального потока в сети распределения	520
13.2.1.	Возможности развития сети распределения	520
13.2.2.	Формализация описания сети распределения.....	521
a.	Определение приоритетов движения товара в сети.....	523
b.	Основные переменные	530

13.2.3.	Алгоритм нахождения максимального потока в сети.....	531
13.2.4.	Описание результатов расчета.....	534
13.2.5.	Общая характеристика метода максимального потока.....	536
13.3.	Метод DRP	536
	Основные формулы раздела по главе 13	544
	Список вопросов для самопроверки по главе 13	544
	Список дополнительной литературы по главе 13.....	546
	Глоссарий	548
	Список литературы	563
	Индекс	572

Список иллюстраций

Рисунок 1.1.	Состав товарно-материальных ценностей запаса.....	21
Рисунок 1.2.	Модель формирования запаса в звене цепей поставок.....	23
Рисунок 1.3.	Виды запаса по месту нахождения и товарно-материальным ценностям.....	28
Рисунок 1.4.	Классификации производственного и товарного запасов.....	31
Рисунок 1.5.	Текущий запас в звене цепей поставок.....	32
Рисунок 1.6.	Соотношение страхового и резервного запасов.....	38
Рисунок 1.7.	Наличный запас в звене цепей поставок.....	39
Рисунок 1.8.	Наличный и располагаемый запасы.....	39
Рисунок 1.9.	Сезонное колебание продаж товара.....	41
Рисунок 1.10.	Страховой и резервный (VIP) запасы.....	42
Рисунок 1.11.	Изменение потребления товара в результате проведения рекламной компании.....	44
Рисунок 2.1.	Реальное и предполагаемое движение запаса при дискретном учете остатков запаса на складах.....	52
Рисунок 2.2.	Дискретный порядок приемки (отгрузки) запаса.....	53
Рисунок 2.3.	Непрерывный порядок приемки (отгрузки) запаса.....	54
Рисунок 2.4.	Мгновенная реализация приемки (отгрузки) запаса.....	54
Рисунок 2.5.	Продолженная реализация приемки (отгрузки) запаса.....	55
Рисунок 2.6.	Сочетание характеристик поставки (потребления) запаса.....	56
Рисунок 2.7.	Иллюстрации движения запаса при различных вариантах сочетания характеристик поставки и потребления (см. Таблица 2.1).....	59
Рисунок 2.8.	Варианты движения запаса.....	62
Рисунок 2.9.	Пример движения остатков запаса на складе оптового предприятия.....	62
Рисунок 2.10.	Циклы движения запаса в звене цепей поставок.....	65
Рисунок 3.1.	Пример динамики пополнения запаса на складе.....	73
Рисунок 3.2.	Динамика пополнения запаса товара в 2001-2004 годах.....	74
Рисунок 3.3.	Динамика отгрузок товара со склада в 2001-2004 годах.....	76
Рисунок 3.4.	Динамика прихода и расхода товара в 2001-2004 годах.....	77
Рисунок 3.5.	Динамика средних показателей пополнения и отгрузок запаса за 2001-2004 годы.....	78

Рисунок 3.6. Вариации прихода и отгрузок запаса товара.	81
Рисунок 3.7. Средние показатели и вариация пополнения запаса за год.	82
Рисунок 3.8. Средние показатели и вариация отгрузок за год.	83
Рисунок 3.9. Диаграмма прихода и расхода товара в 2001-2004 годы.	84
Рисунок 3.10. Динамика изменения остатков запаса товара на складе за 2001-2004 годы.	86
Рисунок 3.11. Динамика остатков и средних остатков запаса товара по коротким периодам.	88
Рисунок 3.12. Динамика средней хронологической остатков запаса на фоне средних остатков и наличного запаса.	90
Рисунок 3.13. Динамика запасоемкости товара в 2001-2004 годах.	92
Рисунок 3.14. Динамика обеспеченности потребности запасом товара в 2001-2004 годах.	96
Рисунок 3.15. Динамика доли переходящего запаса товара за 2001-2004 годы.	99
Рисунок 3.16. Динамика скорости обращения товара в 2001-2004 годах.	101
Рисунок 3.17. Динамика времени оборота запаса товара в 2001-2004 годах.	103
Рисунок 4.1. Процедура разработки алгоритма управления запасами в звене цепей поставок.	110
Рисунок 4.2. Формирование запаса на основе процедуры управления запасами.	111
Рисунок 4.3. Процедура использования алгоритма управления запасами. ..	115
Рисунок 5.1. Виды потребности в запасе.	120
Рисунок 6.1. Методы прогнозирования потребности в запасе.	132
Рисунок 6.2. Результаты наивного прогнозирования потребности в запасе.	136
Рисунок 6.3. Динамика фактических отгрузок товара по месяцам.	138
Рисунок 6.4. Динамика среднедневного потребления запаса по месяцам. ...	138
Рисунок 6.5. Результаты прогнозирования потребности в запасе на основе среднедневного потребления.	140
Рисунок 6.6. Результаты прогнозирования потребности в запасе методом скользящей средней.	143
Рисунок 6.7. Результаты прогнозирования потребности в запасе методом взвешенной скользящей средней.	146
Рисунок 6.8. Результаты прогнозирования потребности в запасе методом экспоненциального сглаживания.	150
Рисунок 6.9. Динамика отгрузок запаса товара за два года.	151
Рисунок 6.10. Результаты прогнозирования сезонной потребности в запасе методом взвешенной скользящей средней.	154
Рисунок 6.11. Временные тенденции изменения спроса.	156
Рисунок 6.12. Процесс прогнозирования потребления запаса при наличии долгосрочной тенденции.	157
Рисунок 6.13. Пример статистического ряда с единичными высокими объемами отгрузок запаса.	158

Рисунок 6.14. Фильтрация максимальных значений статистического ряда с единичными высокими объемами отгрузок запаса.	159
Рисунок 6.15. Результат автоматической линейной фильтрация значений статистического ряда с единичными высокими объемами отгрузок запаса.	160
Рисунок 6.16. Примеры уравнений трендов.	162
Рисунок 6.17. Прогнозирование тенденций методом экстраполяции.	163
Рисунок 6.18. Временной ряд с долгосрочной тенденцией и отсутствием сезонной потребности.	163
Рисунок 6.19. Временные ряды с сезонной потребностью и наличием долгосрочной тенденции.	164
Рисунок 6.20. Прогнозирование сезонной потребности с учетом долгосрочной тенденции.	168
Рисунок 6.21. Циклические изменения спроса на товар, вызванные жизненным циклом товара.	169
Рисунок 6.22. График рассеивания переменных.	174
Рисунок 6.23. Результат регрессионного анализа примера Таблица 6.9.	176
Рисунок 6.24. Различные виды уравнения регрессии примера Таблица 6.9.	177
Рисунок 6.25. Этапы использования метода экспертных оценок.	186
Рисунок 6.26. Последовательность выполнения этапов метода экспертных оценок.	186
Рисунок 6.27. Этапы работы с прогнозами потребности в запасе.	198
Рисунок 6.28. Контрольный график ошибок прогноза потребности в запасе.	210
Рисунок 6.29. Динамика потребности в запасе по месяцам года.	210
Рисунок 7.1. Затраты, связанные с запасами в цепях поставок.	219
Рисунок 7.2. Зависимость затрат на закупку от размера партии закупки при отсутствии оптовых скидок за закупку.	221
Рисунок 7.3. Уровень цены на закупку единицы товара при отсутствии оптовых скидок.	221
Рисунок 7.4. Уровень цены на закупку единицы товара при наличии оптовых скидок.	222
Рисунок 7.5. Зависимость затрат на закупку от размера партии закупки при наличии оптовых скидок за закупку.	222
Рисунок 7.6. Зависимость затрат на пополнение запаса от размера партии закупки.	224
Рисунок 7.7. Состав затрат на выполнение заказа.	225
Рисунок 7.8. Расчет среднего уровня запаса в звене цепей поставок.	228
Рисунок 7.9. Расчет среднего уровня запаса с учетом наличия страхового запаса.	228
Рисунок 7.10. Зависимость затрат на содержание запаса в звене цепей поставок от размера партии закупки.	230
Рисунок 7.11. Затраты на содержание запаса в звене цепей поставок.	233
Рисунок 7.12. Формирование общих затрат, связанных с запасами в звене цепей поставок.	237
Рисунок 8.1. Зависимость среднего уровня запаса от размера заказа.	246

Рисунок 8.2. Иллюстрация формирования общих затрат в зависимости от размера заказа.	249
Рисунок 8.3. Зоны изменения оптимального размера заказа и общих затрат, связанных с запасами в сети поставок.	252
Рисунок 8.4. Движения запаса с постоянным темпом отгрузок, мгновенной поставкой и без страхового запаса.	255
Рисунок 8.5. Движение запаса при работе без учета потерь от дефицита. ...	266
Рисунок 8.6. Движение запаса при работе с учетом потерь от дефицита.	266
Рисунок 8.7. Движение запаса с постепенным пополнением и при учете дефицита.	269
Рисунок 8.8. Формирование общих затрат, связанных с запасом, при наличии оптовых скидок.	271
Рисунок 8.9. Формирование общих затрат, связанных с запасом, при наличии оптовых скидок и затратах на содержание запаса, не зависящих от цены закупки.	273
Рисунок 8.10. Процедура расчета оптимального размера заказа при наличии оптовых скидок и затратах на содержание запаса, не зависящих от цены закупки.	274
Рисунок 8.11. Формирование общих затрат при наличии оптовых скидок и затрат на содержание запаса, зависящих от цены закупки.	276
Рисунок 8.12. Процедура расчета оптимального размера заказа при наличии оптовых скидок и затратах на содержание запаса, зависящих от цены закупки.	277
Рисунок 9.1. Движение запаса в звене цепи поставки во времени.	326
Рисунок 9.2. Иллюстрация движение запаса при фиксированном размере заказа.	329
Рисунок 9.3. Иллюстрация движения запаса при отсутствии задержек поставки по параметрам Таблица 9.2.	336
Рисунок 9.4. Иллюстрация движения запаса при наличии задержек поставки по параметрам Таблица 9.2.	338
Рисунок 9.5. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставки по параметрам Таблица 9.2.	340
Рисунок 9.6. Иллюстрация движения запаса при фиксированном интервале времени между заказами.	343
Рисунок 9.7. Иллюстрация движения запаса при отсутствии задержек поставки по параметрам Таблица 9.7.	349
Рисунок 9.8. Иллюстрация движения запаса при наличии задержек поставки по параметрам Таблица 9.7.	351
Рисунок 9.9. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставки по параметрам Таблица 9.7.	354
Рисунок 9.10. Иллюстрация движения запаса при установленной периодичности пополнения запаса до постоянного уровня.	365
Рисунок 9.11. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставки по параметрам Таблица 9.13.	369

Рисунок 9.12. Иллюстрация движения запаса в модели «Минимум-максимум».	371
Рисунок 9.13. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасах по параметрам Таблица 9.16.	376
Рисунок 10.1. Потребность в запасах как случайная величина.	384
Рисунок 10.2. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасах и наличии задержек поставки Пример 10.10.	416
Рисунок 10.3. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасах и наличии задержек поставки Пример 10.11.	420
Рисунок 10.4. Иллюстрация движения запаса при колебании времени выполнения заказа Пример 10.12.	423
Рисунок 10.5. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасах и времени выполнения заказа для Пример 10.13.	428
Рисунок 10.6. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасах и наличии задержек поставки Пример 10.14.	433
Рисунок 10.7. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасах и наличии задержек поставки Пример 10.15.	437
Рисунок 10.8. Иллюстрация движения запаса при колебании времени выполнения заказа Пример 10.16.	440
Рисунок 10.9. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасах и времени выполнения заказа Пример 10.17.	444
Рисунок 11.1. Пример графика движения запаса в модели управления запасами с фиксированным размером заказа без сбоя поставок.	459
Рисунок 11.2. Пример графика движения запаса в модели управления запасами с фиксированным размером заказа с единичным сбоем поставки.	459
Рисунок 11.3. Пример графика движения запаса в модели управления запасами с фиксированным размером заказа с неоднократными сбоями поставок.	460
Рисунок 11.4. Пример графика движения запаса в модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами без сбоя поставок.	461
Рисунок 11.5. Пример графика движения запаса в модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами с однократным сбоем поставки.	462
Рисунок 11.6. Пример графика движения запаса в модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами с неоднократными сбоями поставок.	462
Рисунок 11.7. Пример движения запаса в модели с плавающими уровнями страхового и максимального желательного запаса.	465
Рисунок 11.8. Фрагмент блок-схемы алгоритма управления запасами с плавающими страховым и максимальным желательным уровнями запаса.	466
Рисунок 12.1. Иллюстрация ABC-классификации по Таблица 12.1.	491
Рисунок 12.2. Иллюстрация определения количества и границ групп ABC-классификации.	492

Рисунок 12.3. Соотношения групп А, В, и С по накопительным значениям качественного критерия.....	494
Рисунок 12.4. Соотношения групп А, В, и С по количеству номенклатурных позиций.....	495
Рисунок 12.5. Уровень обслуживания потребности в А, В и С группах номенклатуры.	496
Рисунок 12.6. Иллюстрация составления матрицы ABC-XYZ.	507
Рисунок 13.1. Сеть распределения продукции производителя.	516
Рисунок 13.2. Схема сети распределения продукции производителя.	521
Рисунок 13.3. График движения товара в сети распределения.	522
Рисунок 13.4. Граф сети распределения товара.	529
Рисунок 13.5. Блок-схема алгоритма метода максимального потока.....	533
Рисунок 13.6. Результат расчета максимального потока при распределении продукции производителем.	535

Список примеров

Пример 3.1. Анализ динамики пополнения запаса в звене цепей поставок. ..	72
Пример 3.2. Анализ динамики отгрузок запаса в звене цепей поставок.....	74
Пример 3.3. Анализ связи пополнения и отгрузок запаса в звене цепей поставок.....	75
Пример 3.4. Анализ остатков запаса в звене цепей поставок.....	86
Пример 3.5. Расчет среднего объема запаса в звене цепей поставок.	87
Пример 3.6. Расчет запасоемкости	91
Пример 3.7. Расчет обеспеченности потребности запасом.....	93
Пример 3.8. Расчет доли переходящего запаса	97
Пример 3.9. Расчет скорости обращения запаса.....	100
Пример 3.10. Расчет времени оборота запаса.	102
Пример 5.1. Расчет чистой потребности в запасах.....	122
Пример 6.1. Наивный прогноз потребности в запасах.....	135
Пример 6.2. Прогнозирование среднедневного потребления.	137
Пример 6.3. Прогнозирование по скользящей средней.	141
Пример 6.4. Прогнозирование потребности в запасах по взвешенной скользящей средней.	144
Пример 6.5. Прогнозирование потребности в запасах методом экспоненциального сглаживания.....	147
Пример 6.6. Прогнозирование сезонной потребности в запасах.....	151
Пример 6.7. Фильтрация значений статистического ряда отгрузок запаса в звене цепей поставок.	158
Пример 6.8. Прогнозирование сезонной потребности в запасах с учетом долгосрочной тенденции.	164
Пример 6.9. Прогнозирования потребности в запасах по индикаторам.	172
Пример 8.1. Влияние размера заказа на уровень запаса в звене цепей поставок.....	244

Пример 8.2. Учет страхового запаса при расчете оптимального размера заказа на восполнение запаса.	255
Пример 8.3. Применение формулы Вильсона для определения рекомендуемого объема закупки товара.	256
Пример 8.4. Расчет оптимального размера заказа с учетом оптовых скидоч при отсутствии зависимости затрат на содержание запаса от закупочной цены.	273
Пример 8.5. Расчет оптимального размера заказа с учетом оптовых скидоч при зависимости затрат на содержание запаса от цены закупки.	277
Пример 8.6. а) Использование формулы Вильсона в экономической практике.	294
Пример 8.7. б) Использование формулы Вильсона в экономической практике.	295
Пример 8.8. в) Использование формулы Вильсона в экономической практике.	297
Пример 8.9. г) Использование формулы Вильсона в экономической практике.	312
Пример 9.1 Расчет параметров модели с фиксированным размером заказа.	334
Пример 9.2 Расчет параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами.	346
Пример 9.3. Расчет параметров модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня.	365
Пример 9.4. Расчет параметров модели «Минимум-максимум».	371
Пример 10.1. Значение уровня обслуживания.	385
Пример 10.2. Расчет уровня обслуживания статистическим методом.	387
Пример 10.3. Расчет уровня обслуживания по статистическому ряду.	393
Пример 10.4. Расчет уровня обслуживания по частотному ряду.	395
Пример 10.5. Расчет возможного дефицита запаса.	398
Пример 10.6. Расчет дефицита запаса в период выполнения заказа.	401
Пример 10.7. Расчет уровня обслуживания на основе учета затрат.	403
Пример 10.8. Расчет уровня обслуживания по числу стандартных отклонений.	409
Пример 10.9. Расчет страхового запаса в условиях неопределенности.	411
Пример 10.10. а) Расчет параметров модели с фиксированным размером заказа в условиях неопределенности.	412
Пример 10.11. б) Расчет параметров модели с фиксированным размером заказа в условиях неопределенности.	417
Пример 10.12. в) Расчет параметров модели с фиксированным размером заказа в условиях неопределенности.	421
Пример 10.13. г) Расчет параметров модели с фиксированным размером заказа в условиях неопределенности.	425
Пример 10.14. а) Расчет параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами в условиях неопределенности.	430
Пример 10.15. б) Расчет параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами в условиях неопределенности.	434

Пример 10.16. в) Расчет параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами в условиях неопределенности.	438
Пример 10.17. г) Расчет параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами в условиях неопределенности.	441
Пример 10.18. а) Расчет параметров однопериодной модели.	446
Пример 10.19. б) Расчет параметров однопериодной модели.	447
Пример 12.1. Расчет классификации ABC.	483
Пример 12.2. Расчет классификации XYZ.	502
Пример 13.1. Распределение запаса в сети.	515
Пример 13.2. Распределение запаса в сети методом пропорционального распределения.	518
Пример 13.3. Распределение запаса в сети методом максимального потока.	521
Пример 13.4. Распределение запаса в сети распределения методом DRP.	537

Введение

Тема управления запасами со второй половины 20-х годов XX века постоянно вызывает к себе практический интерес. До начала развития профессиональной логистики в 70-х годах в этой сфере деятельности были детально проработаны ставшие классическими методики управления запасами. Прежде всего, эти разработки велись в сугубо математическом разрезе. В частности, теория управления запасами, как известно, - отрасль математики. Именно благодаря этой науке современный менеджмент имеет описанную логику движения запаса и возможность моделирования состояния запаса.

Логистика позволила значительно расширить понимание процесса управления запасами. Количество изданий на эту тему существенно увеличилось. Только за последнее десятилетие в мире опубликовано более сотни учебников, учебных пособий, руководств и инструкций по управлению запасами. Следует отметить значительный вклад, который внесли в развитие управления запасами Carter R. J., Christopher M., Cooper J., Gattona J.L. и др.

В России в последнее десятилетие вышло несколько профессиональных публикаций, посвященных проблеме исключительно управления запасами. Прежде всего, это труды Зевакова А.М., Петрова В.В., Радионова Р.А., Радионова А.Р., Рыжикова Ю.И. и др.

Фактически, все отечественные монографии, учебники и учебные пособия по логистике включают в себя раздел управления запасами с высоким уровнем представления информации на эту тему. Вклад в развития отечественной практики управления запасами, как одного из элементов логистической деятельности, внесли Гаджинский А.М., Гордон М.П., Инютина К.В., Карнаухов С.Б., Лукинский В.С., Моисеева Н.К., Новиков О.А., Неруш Ю.М., Плоткин Б.К., Степанов В.И., Сергеев В.И., Уваров С.П., Фасоляк Н.Д. и др.

Бестселлеры иностранной литературы по логистике – издания Джонсона Дж., Линдерса М.Р., Харольда Е.Ф., Стивенсона В. Дж., Чейза Р.Б. и др. - доступны теперь на русском языке. Очень полезна для практики книга

Шрабфедера Дж., раскрывающая приемы эффективного управления запасами.

Настоящий учебник не ставит целью ни дублирование, ни компиляцию ранее изданных материалов. Длительный опыт автора по преподаванию дисциплины «Управление запасами» в образовательных программах первого высшего образования специальностей «Менеджмент организации» и «Логистика и управление цепями поставок», а также в системе дополнительного образования в программах второго высшего образования, повышения квалификации, переподготовки специалистов, MBA и Executive Programm позволил сформировать курс, ориентированный, прежде всего, на проблемы управления (а не расчета) запаса. Эта концепция реализована при подготовке примерной учебной программы дисциплины «Управление запасами в цепях поставок» Государственного образовательного стандарта специальности 080605.65 «Логистика и управление цепями поставок». Математический аппарат управления запасами изучается в рамках дисциплины «Экономико-математические методы в логистике» того же стандарта.

Цель дисциплины «Управление запасами в цепях поставок» в учебном плане подготовки логистов программы высшего образования - сформировать у слушателей представление о механизме формирования запаса, принципах и методах управления запасами в логистических системах и цепях поставки, развить навыки определения оптимального (рационального) уровня запаса и умение управлять процессом формирования запаса.

Задачами преподавания дисциплины является:

1. Формирование понимания необходимости и возможности управления запасами в звеньях цепей поставок.
2. Овладение знаниями содержания процессов формирования запаса в логистических системах различных уровней.
3. Изучение теории управления запасами и современных возможностей и опыта применения различных стратегий управления запасами.

4. Приобретение навыков выявления возможностей снижения общих логистических затрат и снижения общих издержек, достижения стратегической цели организации за счет снижения запаса при сохранении надежности функционирования логистической системы и цепей поставок.

Для освоения дисциплины в полном объеме требуются знания и навыки по дисциплинам "Математика", "Статистика", "Общий менеджмент" и "Основы логистики".

Структура учебника ориентирована на получение как теоретических знаний (главы «1. Запас как объект управления в звеньях цепей поставок» и «2. Движение запаса в звеньях цепей поставок»), так и практических навыков управления запасами (последующие главы).

Материал учебника может быть полезен как преподавателям системы основного и дополнительного высшего образования для планирования курса и методической работы со слушателями, так и читателям для самостоятельной работы.

Использование материалов учебника преподавателями. Структура учебника соответствует содержанию примерной учебной программы дисциплины «Управление запасами в цепях поставок» по специальности 080605.65 «Логистика и управление цепями поставок». Текст разделен на главы, разделы и подразделы в соответствии со структурой примерной учебной программы Государственного образовательного стандарта. Учебник может быть рекомендован как основная литература по курсу. Предварительное прочтение учебника перед разбором темы в аудитории повышает эффективность усвоения слушателями материалов.

Список вопросов для самопроверки составлен на основе текста соответствующего раздела. Преподаватель может акцентировать внимание слушателей при прочтении заданного раздела на выбранных, наиболее важных, по мнению преподавателя, вопросах. Вопросы так же могут быть использованы для организации изучения раздела или подраздела на основе поиска в тексте учебника ответов на заданные преподавателем вопросы. Часть вопро-

сов предлагают слушателям высказать собственное мнение по прочитанному материалу.

Глоссарий обеспечивает использование единой терминологии в рамках всего курса и позволяет корректно связать ранее изучаемые дисциплины с курсом управления запасами. Глоссарий так же может быть использован преподавателем для составления закрытых и открытых тестовых заданий для проведения текущего и итогового контроля знаний слушателей изучаемой дисциплины.

Список литературы дает возможность преподавателю организовать знакомство слушателей с материалами, превышающими необходимый минимум знаний, представленный в учебнике, и проведение презентаций, дискуссий и групповых обсуждений в аудитории.

Использование материалов учебника студентами и слушателями. Структура материала учебника ориентирована как на читателя, впервые знакомящегося с темой управления запасами, так и на специалиста, работающего с запасами, но не имеющего систематизированные и системные знания по управлению запасами. Разделение текста на главы, разделы и подразделы позволяет использовать учебник как справочное пособие.

Список вопросов для самопроверки позволяет провести самоконтроль качества усвоенного материала, обратить внимание на вопросы, имеющие практическую значимость для развития практики управления запасами читателями, связанными с этой темой профессионально.

Глоссарий поможет уточнить ранее изученные понятия, познакомиться с новыми терминами, подготовиться к промежуточным и итоговым контрольным мероприятиям по дисциплине.

Список литературы в конце каждого раздела учебника позволяет читателю познакомиться с соответствующими темами более глубоко, расширив области знания, выходящие за программу первого высшего образования по дисциплине «Управление запасами в цепях поставок».

1. Запас как объект управления в звеньях цепей поставок

Содержание главы

Условия и причины образования запаса

Определение запаса

Понятие запаса в логистике

Товарно-материальные ценности

- *сырье и материалы*
- *незавершенное производство*
- *готовая продукция*
- *товары*

Потребление запаса

Модель формирования запаса

Главная цель создания запаса

Главная причина возникновения запаса

Состав запаса

Запас сырья и материалов.

Запас незавершенного производства

Запас готовой продукции

Запас отходов

Производственный запас

Товарный запас

Запас в каналах сферы обращения

Запас в пути

Транспортный запас

Текущий запас

Страховой (гарантийный) запас
Резервный запас
Общий запас
Наличный запас
Располагаемый запас
Буферный запас
Сезонный запас
Запас досрочного завоза
Резервный (VIP) запас
Малоподвижный запас
Неликвидный запас
Запас на начало и на конец периода
Переходящий запас
Нормальный запас
Неизрасходованный запас
Стратегический запас
Рекламный запас
Подготовительный запас

1.1. *Условия и причины возникновения запаса*

Запас как явление в работе логистических систем и цепей поставок представляет собой товарно-материальные ценности, ожидающие потребление.

Остановимся на содержании определения запаса.

Запас (stock, inventory) в общем смысле – это то, что приготовлено, собрано для чего-либо. Составляющими запаса могут быть информация, финансовые ресурсы или прочие самые разнообразные ценности. Например, можно говорить о запасе здоровья, мыслей человека, о золотовалютном запасе, запасах недр и пр. В логистике термин «запас» применяется только в приложении к материальным потокам. Запасы в логистике и в управлении цепями поставок составляют товарно-материальные ценности.

Запасы имеют производственные предприятия, оптовые компании, розничные торговые предприятия и предприятия сферы услуг, логистические посредники и операторы, банки, биржи, страховые компании, порты и т.д. Во всех этих организациях запасы обеспечивают товарно-материальными ценностями основную и вспомогательную деятельность.

Товарно-материальные ценности, из которых формируются запасы в логистике, разделяют по этапу бизнес-процесса на следующие категории объектов:

- 1) сырье и материалы,
- 2) незавершенное производство,
- 3) готовую продукцию,
- 4) товары,
- 5) отходы.

(1) Группа сырья и материалов включает в себя товарно-материальные ценности на входе звена цепи поставки (см. Рисунок 1.1). В эту группу входят

- сырье,
- материалы,
- полуфабрикаты,
- детали,
- комплектующие,
- сборочные единицы,
- тара,
- упаковка.

Особенностью товарно-материальных ценностей этой группы является то, что они используются в производственном процессе и являются исходными составляющими, из которых производится готовая продукция. Группа сырья и материалов определяет состав товарно-материальных ценностей, из которых формируются материальные потоки в снабжении, как функциональной области логистики.

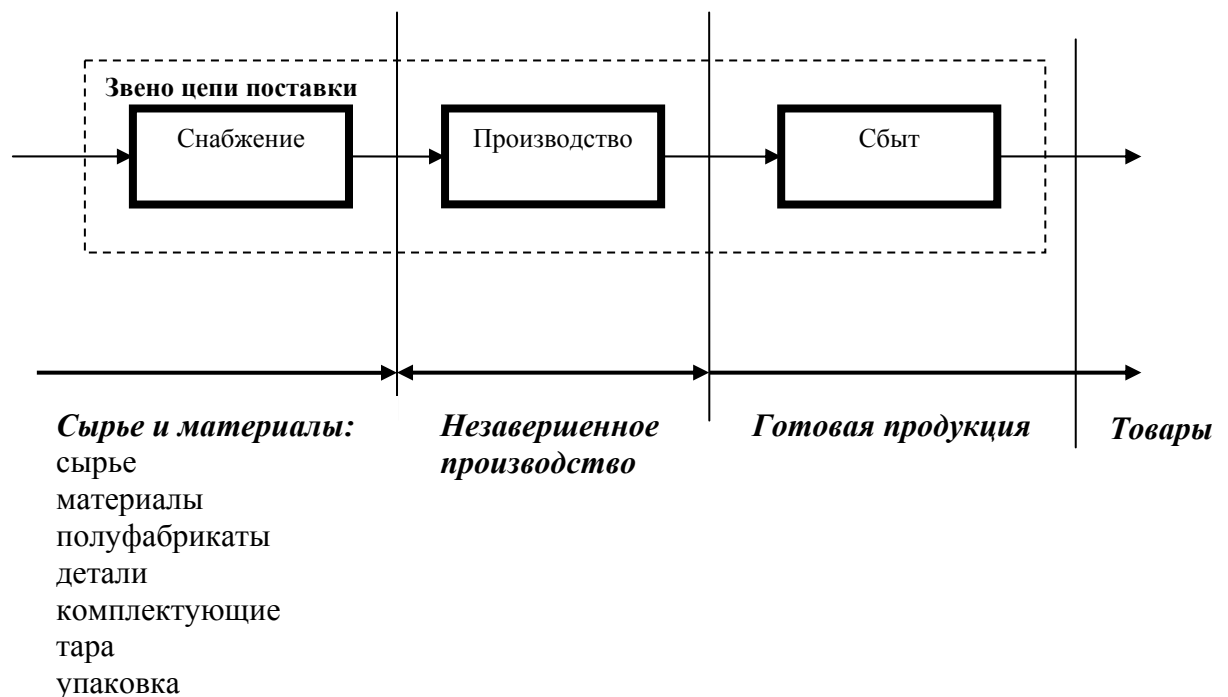


Рисунок 1.1. Состав товарно-материальных ценностей запаса.

(2) Вторая группа товарно-материальных ценностей - *незавершенное производство* (semifinished goods): совокупность товарно-материальных

ценностей, находящихся в рамках технологических процессов производства готовой продукции. Незавершенное производство имеется во всех производственных предприятиях, так как в любой момент времени определенная часть товарно-материальных ценностей находится либо в процессе, либо между выполнением операций технологической обработки.

Незавершенное производство может иметься и в рамках оптовых компаний или у логистических посредников или операторов, в случае, если эти компании предоставляют услуги грузопереработки, упаковки, затаривания и пр. Эти операции представляют собой производственный процесс в рамках таких организаций.

Группа незавершенного производства формирует материальные потоки в производстве, как функциональной области логистики.

(3) Третья группа товарно-материальных ценностей – это *готовая продукция*. Готовая продукция представляет собой товарно-материальные ценности полностью готовые к реализации. От незавершенного производства готовую продукцию отличают следующие особенности:

- а) технологическая обработка товарно-материальных ценностей полностью завершена,
- б) пройден контроль качества товарно-материальных ценностей,
- в) товарно-материальные ценности имеют полную комплектацию,
- г) товарно-материальные ценности приняты на склад готовой продукции.

Невыполнение одного из перечисленных пунктов свидетельствует о том, что товарно-материальные ценности по-прежнему относятся к группе незавершенного производства.

(4) Готовая продукция в каналах сферы обращения, за границами производственных предприятий, представляет собой **товары** (см. Рисунок 1.1). С товарами работают оптовые компании, розничные торговые предприятия, логистические посредники и операторы.

(5) Отходы образуются при производстве продукции, при добыче или обогащении полезных ископаемых в виде побочных продуктов, при проведении очистки и пр. действий. Отходы представляют собой товарно-материальные ценности, утратившие полностью или частично свои потребительские качества. Они накапливаются для транспортировки на другие производства, утилизации, переработки или захоронения.

Потребление запаса. Товарно-материальные ценности в запасе ожидают потребления. Из этого утверждения следует, что товарно-материальные ценности в рамках звена логистической системы или цепи поставки на той или иной территории (склада, кладовой, площади хранения и т.п.) находятся в состоянии относительного покоя. С одной стороны, запас формируется в результате пополнения товарно-материальных ценностей входящим материальным потоком (поставками). С другой стороны – за счет отгрузок (поставок, продаж, реализации), которые формируют выходящий материальный поток звена, содержащего запас (см. Рисунок 1.2).



Рисунок 1.2. Модель формирования запаса в звене цепей поставок.

Входящий материальный поток инициализируется смежными звеньями логистической цепи, которые могут принадлежать одному или нескольким юридическим лицам. Так как правом собственности на материальные потоки здесь можно пренебречь, будем называть совокупность всех входящих материальных потоков «Поставкой». Аналогично, все выходящие потоки назовем «Потреблением», не разделяя ситуации обслуживания собственного производства и внешних клиентов.

Главная цель создания запаса – обслуживание заказов потребляющего звена (потребителя, клиента, покупателя). Поэтому, если характеристики входящего материального потока полностью совпадают с характеристиками выходящего материального потока, запас не образуется. Входящие товарно-материальные ценности сразу же передаются потребителю (потребителю, клиенту, покупателю). Реализуется принцип поставки точно в срок.

Запас появляется в цепях поставок только в том случае, когда требования потребителя не могут быть напрямую удовлетворены поставщиком товарно-материальных ценностей. Другими словами, когда характеристики выходящего материального потока не могут быть поддержаны входящим материальным потоком. В такой ситуации необходимо предварительное накопление товарно-материальных ценностей, создание запаса с тем, чтобы было возможно в требуемой мере обслуживать заказы потребителя.

Таким образом, запас формируется при наличии несогласованных действий смежных звеньев цепей поставок. Запас является инструментом согласования совместного функционирования этих звеньев. Он позволяет обеспечить требования потребителя и выгодные условия работы поставщика.

Список вопросов для самопроверки по разделу 1.1

- 1) Что находится в запасах в логистической системе и цепей поставок?
- 2) Дайте определение запаса в логистике.
- 3) Объясните общее содержание понятия запас.
- 4) Приведите примеры запаса материальных ресурсов, незавершенного производства, готовой продукции, информации, финансов, культуры, здоровья, настроения. Что общего и что отличает запасы этих ценностей?
- 5) Какие предприятия бизнеса содержат запас?
- 6) Какова главная цель создания запаса?
- 7) Что входит в понятие товарно-материальных ценностей?

- 8) Перечислите состав запаса функциональных областей снабжения, производства и сбыта.
- 9) Какими позициями можно расширить состав группы сырья и материалов?
- 10) Запас какой группы товарно-материальных ценностей предназначен для использования в производственных процессах?
- 11) Чем запас готовой продукции отличается от запаса незавершенного производства?
- 12) Какие предприятия содержат запас незавершенного производства?
- 13) Какие организации содержат запас товаров?
- 14) Чем запас товаров отличается от запаса готовой продукции?
- 15) Что является главной причиной создания запаса в логистической цепи?
- 16) Можно ли говорить о движении запаса? Приведите примеры движения запаса или его отсутствия.
- 17) За счет каких процессов формируется запас?
- 18) Каково, на Ваш взгляд идеальное состояние запаса?
- 19) Приведите известные Вам примеры поставок точно в срок. В каких условиях такие поставки являются единственно возможными?
- 20) Какие конфликтные ситуации могут иметься у поставщика и потребителя? Каким образом запас может разрешать конфликтную ситуацию?

Список дополнительной литературы по разделу 1.1

1. Альбеков А.У. и Митько О.А. Коммерческая логистика. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 416 с.
2. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Маркетинг, 2002. - 408 с.

3. Зеваков А.М., Петров В.В. Логистика производственных и товарных запасов: Учебник. – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2002. – 320 с.
4. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.
5. Логистика: Учебник / Под. ред. Б.А. Аникина Б. – М.: ИНФРА-М, 3-е изд., 2001.– 352 с.
6. Миротин Л.Б., Сергеев В.И. Основы логистики: Учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 1999. - 200 с.
7. Неруш Ю.М. Логистика: Учебник. - М.: ЮНИТИ - ДАНА, 2000. - 389 с.
8. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 680 с.
9. Стерлигова А.Н. Роль управления запасами в организации успешного бизнеса // Логистика сегодня. - №1. - 2004. - С. 48-59. – М.: 2004. – 23 с.
10. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.
11. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

1.2. *Состав запаса*

Как было показано в п. 1.1, запас представляет собой довольно сложное явление, связанное с сочетанием характеристик движения входящего и выходящего материального потока, формирующего запас. Для упорядочивания решения задачи управления запасами в рамках заданной логистической системы или цепи поставки целесообразно разделять или классифицировать запас на составляющие части, которые принято называть видами запаса.

Имеется обширный ряд классификаций запаса, которые помогают детализировать принимаемые решения в сфере управления запасами. Некоторые из них приведены в литературе, рекомендованной для изучения в конце данного раздела (см. стр. 48). Остановимся на наиболее популярных видах запаса, общая карта которых представлена на Рисунок 1.3.

Прежде всего, запасы можно разделить **по видам товарно-материальных ценностей**. Запасы могут включать

- сырье и материалы (feed stock; raw(-material) stock),
- незавершенное производство (в производстве – задел, межоперационный запас; line balancing stock) (in-process stock; interprocess stock; semiprocesses stock),
- готовую продукцию (finished stock).

Запасы этих видов находятся в рамках отдельного предприятия или звена логистической системы или цепи поставки. Определения видов товарно-материальных ценностей представлены в глоссарии и материалах раздела 1.1.

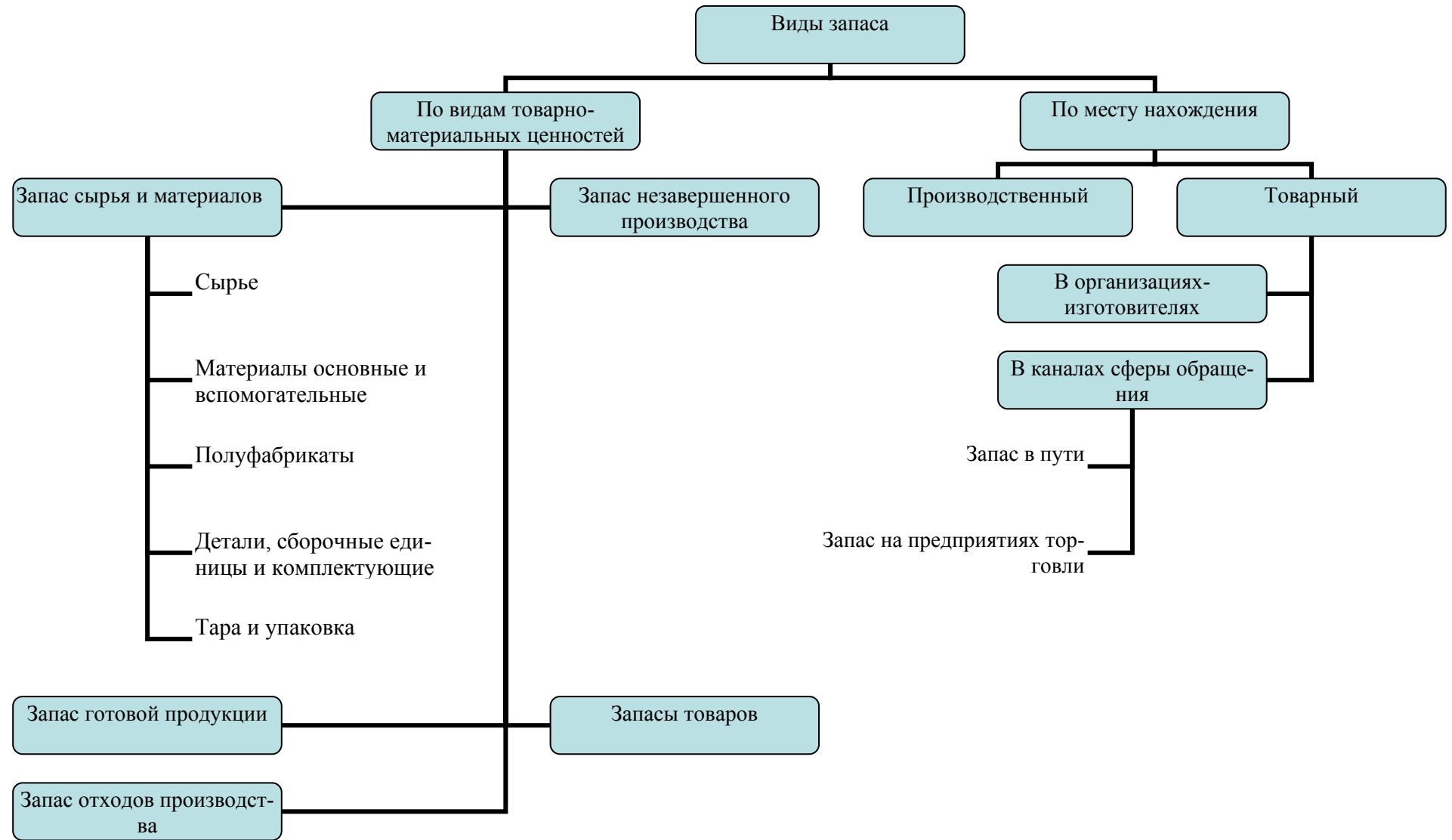


Рисунок 1.3. Виды запаса по месту нахождения и товарно-материальным ценностям.

По месту нахождения запасы делятся на

- производственный запас,
- товарный запас.

Производственный запас (factory stock) предназначен для использования в процессе производства. Он должен обеспечивать бесперебойность производственного процесса. Производственный запас учитывается в натуральных, условно-натуральных и стоимостных измерителях. К нему относятся не использованные и не подвергнутые переработке предметы труда.

Товарный запас (stock of goods; stock-in-trade; stock of commodities) находится у организаций-изготовителей на складах готовой продукции, а также в каналах сферы обращения. Товарный запас необходим для бесперебойного обеспечения потребителей материальными ресурсами.

Запас в каналах сферы обращения (business stock) разбиваются на

- запас в пути,
- запас на предприятиях торговли (retailers' stock).

Запас в пути (или транспортный запас) (stock in transit; intransit stock) находится на момент учета в процессе транспортировки от поставщиков к потребителям или на предприятии оптовой торговли. Запас в пути в общем виде рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_t = P_o * t_t,$$

Формула 1.1

где Z_t – объем запаса в пути, единиц;

P_o – среднесуточный объем отгрузки, единиц/день;

t_t – время нахождения запаса в пути, дни.

Время нахождения запаса в пути t_t включает в себя следующие составляющие:

- продолжительность выполнения различных маневровых операций,
- время передвижения,

- продолжительность погрузо-разгрузочных работ при передаче груза с одного вида транспорта на другой,
- время хранения грузов на складах транспортных организаций до получения их потребителями.

Каждая отдельная организация в логистической системе или в цепях поставок является с одной стороны организацией-поставщиком, а с другой - организацией - изготовителем. Следовательно, производственный и товарный запасы всегда имеются в рамках предприятия или звена цепи.

Производственный и товарный запасы различных товарно-материальных ценностей при решении отдельных задач управления могут подразделяться на подгруппы (см. Рисунок 1.4).

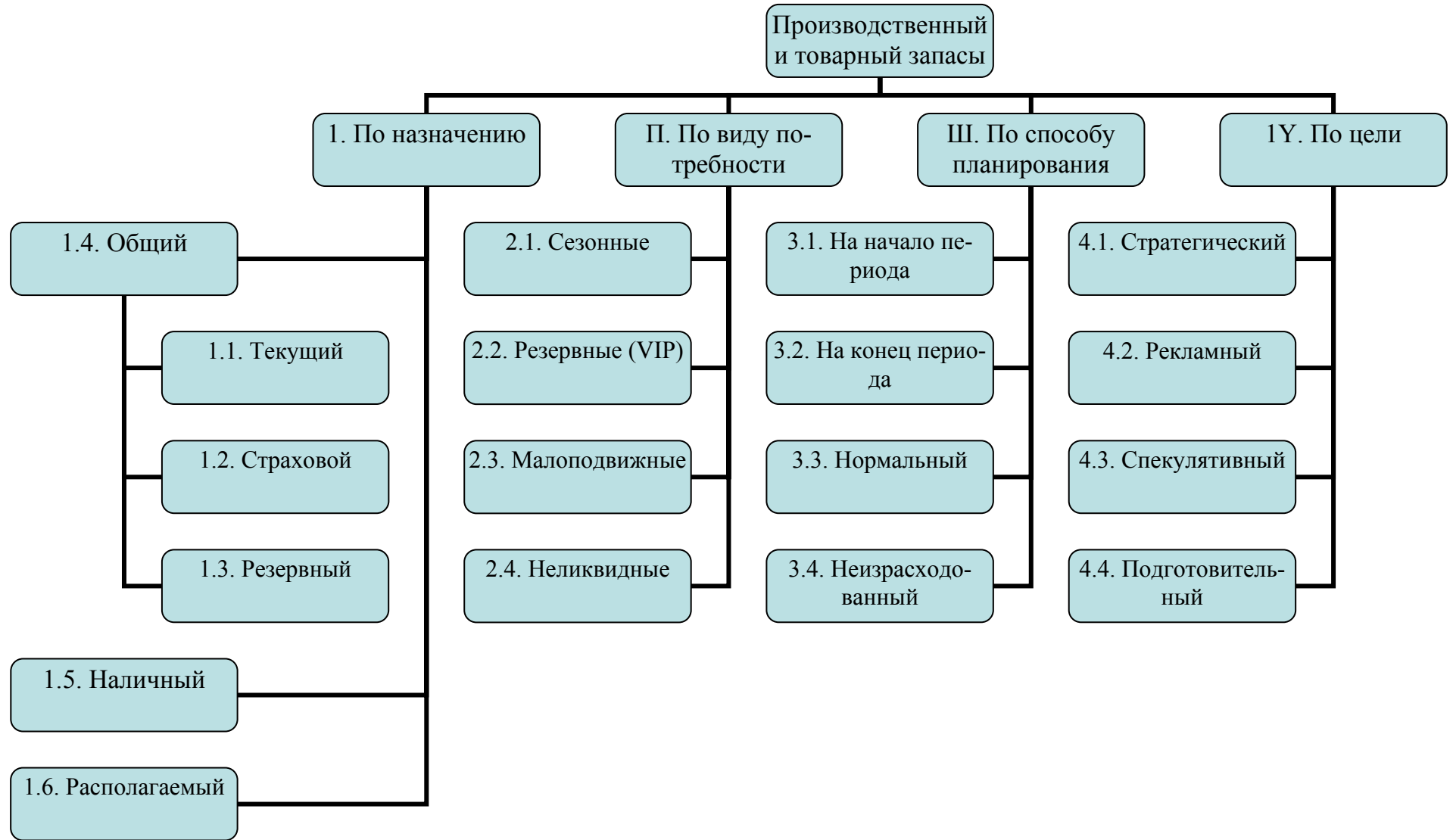


Рисунок 1.4. Классификации производственного и товарного запасов.

1. По назначению (см. Рисунок 1.4) запасы можно разделить на

- 1.1) текущий,
- 1.2) страховой (гарантийный),
- 1.3) резервный,
- 1.4) общий,
- 1.5) наличный,
- 1.6) располагаемый.

(1.1) Текущий запас (оборотный запас) (available supplies; turnover stock) (см. Рисунок 1.5) обеспечивает непрерывность процесса потребления между двумя поставками. Его величина постоянно меняется. Характер движения текущего запаса рассматривается в разделе 2.

Стр. 1 рукописных листов.

Рисунок 1.5. Текущий запас в звени цепей поставок.

На Рисунок 1.5 видно, что текущий запас представляет собой разницу между общим уровнем запаса на складе и уровнем так называемого страхового или гарантийного запаса, который предназначен для обслуживания потребления при возможных, но нежелательных отклонениях от ранее предусмотренных условий поставки или потребления. При отсутствии таких отклонений потребление обслуживает только текущий запас. Его состав посто-

янно обновляется за счет новых поставок, поэтому текущий запас так же называют оборотным (turnover stock).

Текущий запас может быть измерен в натуральных единицах, единицах объема, длины, массы, или в днях обеспечения потребности.

Текущий запас может быть рассчитан по следующим формулам.

$$Z_T = Z_o - Z_s,$$

Формула 1.2

где Z_T – уровень текущего запаса, единиц;

Z_o – общий уровень запаса, единиц;

Z_s – уровень страхового запаса, единиц.

$$Z_T = P_c * t_{mp},$$

Формула 1.3

где Z_T – уровень текущего запаса, единиц;

P_c – среднесуточный объем потребления, единиц/день;

t_{mp} – интервал времени между поставками, дни.

В свою очередь, среднесуточный объем потребления (отгрузок) запаса P_c может быть определен делением плановой потребности за длительный период (например, год, квартал или месяц) на количество календарных или рабочих дней в определенном плановом периоде:

$$P_c = \frac{P_g}{N_g},$$

Формула 1.4

где P_c – среднесуточный объем потребления, единиц/день;

P_g – плановая потребность за длительный период времени (год, квартал, месяц), единиц;

N_g – количество календарных или рабочих дней в соответствующем плановом периоде (год, квартал, месяц), дни.

Здесь и далее запас измеряется в единицах, под которыми подразумеваются следующие измерители:

- натуральные единицы измерения (например, шт.),
- единицы объема (например, м³),
- единицы площади (например, м²),
- единицы длины (например, м),
- единицы веса (например, т),
- время (например, дни).

Интервал времени между поставками t_{mp} зависит от конкретных условий организации работы с поставляющими звеньями цепи поставки. Расчет оптимального интервала времени между поставками рассмотрен в п. 8. Интервал времени между поставками можно рассчитывать следующим образом:

$$t_{mp} = \frac{Q}{P_c},$$

Формула 1.5

где t_{mp} – интервал времени между поставками, дни;

Q – размер заказа на пополнения запаса, единиц;

P_c – среднесуточный объем потребления запаса, единиц/день.

Размер заказа на пополнение запаса Q может рассчитываться по формуле расчета оптимального значения (см. п. 8), определяться поставщиком как минимальная партия отпуска или необходимостью полной загрузки транспортного средства.

Интервал времени между поставками t_{mp} может быть определен как средневзвешенный интервал по статистическим данным отчетных периодов. Из статистики интервалов времени между поставками должны быть исключены нетипичные по величине и срокам поставки. Средневзвешенный интервал времени между поставками рассчитывается следующим образом:

$$\bar{t}_{mp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{mpi} * Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i},$$

Формула 1.6

где \bar{t}_{mp} - средневзвешенный интервал времени между поставками, дни;

i – индекс отчетного периода;

n – количество отчетных периодов;

t_{mpi} – i -ый интервал времени между поставками, дни;

Q_i – размер i -го заказа на пополнения запаса, единиц.

(1.2) Страховой запас (гарантийный запас) (buffer stock; contingency stock; cushion stock; protective stock; safety stock) предназначен для непрерывного обеспечения потребления при появлении возможных обстоятельств:

- отклонения в периодичности и в величине партий поставок от запланированных,
- изменения интенсивности потребления (fluctuation stock),
- задержки поставок в пути и др.

Страховой запас иногда называются **буферным**.

При нормальных условиях работы страховой запас не расходуется. Страховой запас имеет те же единицы измерения, что и текущий запас (натуральные единицы, единицы объема, длины, массы, или дни обеспечения потребности).

При расчете страхового запаса может использоваться формула прямого счета, позволяющая связать возможное и нежелательное отклонение от плановых показателей и уровень страхового запаса (см. Рисунок 1.6). Например, если страховой запас создается для предотвращения дефицита запаса при задержке поставки, он может быть рассчитан следующим образом:

$$Z_s = P_c * t_{zp},$$

где Z_s – страховой запас, единиц;
 P_c – среднесуточный объем потребления, единиц/день;
 t_{zp} – время задержки поставки, дни.

Величина страхового запаса (в днях) может быть определена как средневзвешенная величина отклонения продолжительности поставки от плановой (средней) величины на основе статистических данных о ранее выполненных поставках:

$$Z_s = \frac{\sum_{i=1}^n (t_{pi} - \bar{t}_p) * Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i},$$

где Z_s – страховой запас, дни;
 i – индекс отчетного периода;
 n – количество отчетных периодов;
 t_{pi} – продолжительность i -ой поставки, дни;
 \bar{t}_p – средняя продолжительность поставок за n прошлых периодов, дни;
 Q_i – размер i -го заказа на пополнения запаса, единиц.

Для определения значения страхового запаса в иных единица измерения необходимо умножить значение Формула 1.8 на величину среднесуточного потребления P_c (см. Формула 1.4).

Вариантов расчета страхового запаса имеется достаточно много. Приведем две наиболее популярные и достаточно надежные формулы:

$$Z_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{pi} - \bar{t}_p)^2}{n}} * P_c,$$

где Z_s – страховой запас, единиц;

i – индекс отчетного периода;

n – количество отчетных периодов;

t_{pi} – продолжительность i -ой поставки, дни;

\bar{t}_p – средняя продолжительность поставок за n прошлых периодов, дни;

P_c – среднесуточный объем потребления, единиц/дни.

$$Z_s = k * \sqrt{\frac{\sum_{i=q}^n (t_{pi} - \bar{t}_p)^2 * Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}},$$

Формула 1.10

где Z_s – страховой запас, дни;

k – коэффициент надежности (равен 1 или 2);

i – индекс отчетного периода;

n – количество отчетных периодов;

t_{pi} – продолжительность i -ой поставки, дни;

\bar{t}_p – средняя продолжительность поставок за n прошлых периодов, дни;

Q_i – размер i -го заказа на пополнения запаса, единиц.

Как показала практика, надежность результатов расчета по Формула 1.10 выше, чем у Формула 1.9.

Варианты расчета страхового запаса в условиях неопределенности приведены в п. 10.1.2.

В результате потребления к моменту получения поставки запас может находиться на уровне, отличном от страхового. Для обозначения такого уровня запаса используют понятие **(1.3) резервного запаса** (reserve stock) (см. Рисунок 1.6). Как видно на рисунке, резервный запас по своей величине может совпадать или быть отличным от размера страхового запаса.

Стр. 2 рукописных листов.

Рисунок 1.6. Соотношение страхового и резервного запасов.

(1.4) Общий запас (pool stock; total stock) представляет собой сумму страховой и текущей составляющей запаса (см. Рисунок 1.5 и Рисунок 1.6):

$$Z_o = Z_T + Z_s,$$

Формула 1.11

где Z_o – общий уровень запаса, единиц;

Z_T – уровень текущего запаса, единиц;

Z_s – уровень страхового запаса, единиц.

Следующим видом запаса, выделенным по критерию назначения запаса (см. Рисунок 1.4) является **(1.5) наличный запас** (working stock; active stock). Наличный запас представляет собой остаток запаса на определенный момент времени (см. Рисунок 1.7).

Стр. 3 рукописных листов.

Рисунок 1.7. Наличный запас в звене цепей поставок.

Наличный запас соответствует уровню запаса, физически находящемуся на складе. В отличие от него **(1.6) располагаемый запас** (available stock; anticipation stock) позволяет учитывать запас, заказанный, но пока не поставленный на склад. Другими словами, объем располагаемого запаса равен объему наличного запаса плюс заказанное, но пока не поставленное на склад количество товарно-материальных ценностей (см. Рисунок 1.8).

Стр. 4 рукописных листов.

Рисунок 1.8. Наличный и располагаемый запасы.

II. Как отмечалось в п. 1.1, главная цель создания запаса - обеспечение потребления. По виду потребности (см. Рисунок 1.4) выделяют

- 2.1) сезонный запас,
- 2.2) резервный (VIP) запас,
- 2.3) малоподвижный запас,
- 2.4) неликвидны запас.

(2.1) Сезонный запас (anticipation stock, seasonal stock) образуется при сезонном характере производства продукции, их потребления или транспортировки. Сезонный запас должны обеспечить нормальную работу организации во время сезонного перерыва в производстве, потреблении или в транспортировке. Сезонный запас, вызванный сезонными условиями организации пополнения запаса (например, северный завоз), иногда называют запасом досрочного завоза.

На Рисунок 1.9 приведен пример статистики продаж товара, имеющей выраженную сезонную характеристику: пик продаж приходится на начало весны и конец лета - начало осени. Для того чтобы запас мог обеспечить сезонное возрастание потребности, в работе с запасом в аналогичных ситуациях предусматривается его сезонное накопление.

В отличие от текущего и страхового запасов, которые покрываются собственными оборотными средствами (собственным оборотным капиталом), сезонный запас не нормируется и, следовательно, не возмещается за счет собственных оборотных средств. Это объясняется тем, что потребность в сезонном запасе на протяжении года не является постоянно необходимой в равном объеме. В отдельные периоды сезонный запас может отсутствовать. Собственные средства, выделенные на создание сезонного запаса, в определенное время могут быть не востребованы. В связи с этим основным источником финансирования сезонного запаса служат привлеченные средства, главным образом краткосрочные кредиты банка.



Рисунок 1.9. Сезонное колебание продаж товара.

Для расчета сезонного запаса можно воспользоваться следующей формулой:

$$Z_c = P_{cc} * t_c,$$

Формула 1.12

где Z_c – уровень сезонного запаса, единиц;

P_{cc} – среднесуточная потребность в сезонном периоде, единиц/день;

t_c – продолжительность сезонного периода, дни.

Для расчета среднесуточной потребности в сезонном периоде можно воспользоваться Формула 1.4 (см. стр. 33).

Вариантом сезонного запаса является **запас досрочного завоза**, формирование которого вызвано сезонными условиями поставок.

Страховой запас (1.2) (см. Рисунок 1.4) предназначен для поддержки потребления в периоды его возможного роста. В отличие от этого вида запаса **(2.2) резервный запас (VIP)** подготавливается для обеспечения выполнения заказов конкретных клиентов (в том числе и VIP-класса). Такие заказы ожидаются, запас, фактически резервируется для покрытия спроса заранее определенного клиента. Резервный запас будет находиться на складе до появления заказа клиента (см. Рисунок 1.10).

Стр. 5 рукописных листов.

Рисунок 1.10. Страховой и резервный (VIP) запасы.

(2.3) Малоподвижный запас (редко используемый запас) (slow-moving stock) выделяется в целях поддержания потребности, имеющей невыраженный характер. Необходимость в таком запасе проявляется, например, в розничной торговле, где для поддержания ассортиментного разнообразия необходимо содержать в торговом зале редко продаваемые товары.

Малоподвижный запас может являться следствием ошибок прогнозирования или планирования спроса, который первоначально задавался в объеме значительно превышающем фактически заявленный.

(2.4) Неликвидный запас (dead stock, surplus stock; unsalable stock) – это запас длительно неиспользуемый (нереализуемый). Неликвидный запас может образовываться вследствие изменения качества товарно-материальных ценностей в процессе хранения, а также их морального износа. Неликвидным так же считается запас, потребность в котором отсутствует. Таковым может стать, например, излишний (неиспользуемый) запас (surplus stock). Излишний запас образуется в результате прекращения выпуска продукции, для изготовления которой они предназначались, или при замене их потребления более рациональными, прогрессивными видами материальных ресурсов.

Ш. Третьим критерием классификации видов запаса (см. Рисунок 1.4) является **способ планирования**. В эту группу видов запаса входят

- 3.1) запас на начало периода,
- 3.2) запас на конец периода,
- 3.3) нормальный запас,
- 3.4) неизрасходованный запас.

В процессе планирования, а так же и анализа накопленной за прошлые периоды времени статистики остатков запаса на складах удобно пользоваться оценками запаса **(3.1) на начало периода** (initial stock; opening stock) и **(3.2) на конец периода** (переходящий запас) (closing stock; final stock; remnant stock; transit stock). Запас на конец периода (переходящий запас) обеспечивает непрерывность потребления в отчетном (или следующим за отчетным) периоде на время до очередной поставки.

Уровень запаса, соответствующий планируемому уровню, называется **(3.3) нормальным запасом** (базовым, стандартным, обычным) (basic stock; standard stock; standard inventory stock).

Запас, который остался на складе на определенный момент времени представляет собой **(3.4) неизрасходованный запас** (free stock). Понятие неизрасходованного запаса близко по значению (1.5) наличный запас, но подчеркивает, что остаток запаса не включает в себя товарно-материальные ценности подлежащие отгрузке по согласованным ранее договоренностям.

1У. По цели запасы можно разделить на следующие виды (см. Рисунок 1.4):

- 4.1) стратегический запас,
- 4.2) рекламный запас,
- 4.3) спекулятивный запас,
- 4.4) подготовительный запас.

(4.1) Стратегический запас (strategic(al) stock) создается государством, включает запасы продовольствия, топлива, товаров, а также запас сырья в неразработанных месторождениях. Цель создание стратегического запаса - обеспечение экономической безопасности в критических ситуациях.

(4.2) Рекламный запас (или запас продвижения) создается и поддерживается в каналах распределения для быстрой реакции на повышения потребления в результате проведения маркетингового (рекламного) мероприятия. На Рисунок 1.11 показано типичное поведение спроса на рекламируемый товар. Во время и в короткий интервал после рекламной компании спрос постепенно растет. Затем следует снижение и стабилизация спроса на новом уровне. Рекламный запас подготавливается для поддержания временного роста спроса и дальнейшего обеспечения потребности в продукции на более высоком уровне.

Стр. 6 рукописных листов.

Рисунок 1.11. Изменение потребления товара в результате проведения рекламной компании.

(4.3) Спекулятивный запас (speculative stock) создается в целях защиты от возможного повышения цен или введения протекционистских квот или тарифов, а также для использования конъюнктуры рынка для получения дополнительной прибыли. Иногда спекулятивный запас называют буферным.

На корпоративном рынке сотрудник, отвечающий за создание и поддержание такого запаса, уполномочивается покупать данный товар, если его цена находится ниже определенного уровня. Уровень допустимой цены регулярно пересматривается. В результате, производители товара имеют возможность продавать товар внутренним потребителям с приемлемым уровнем

рентабельности. Если цена на товар на корпоративном рынке поднимается выше заданного уровня, товар продается на открытом рынке.

(4.4) Подготовительный запас (или запас буферный) выделяется из запаса сырья и материалов при необходимости их дополнительной подготовки перед использованием в производстве (например, сушка леса, вылеживание сыпучих материалов после транспортировки в целях приобретения необходимой плотности и др.). Подготовительный запас готовой продукции и подготовительный запас товаров вызваны необходимостью их подготовки к отпуску потребителям.

Основные формулы раздела 1.2

Таблица 1.1

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
1	Запас в пути, единиц	$Z_t = P_o * t_t$	P_o – среднесуточный объем потребления, единиц/день; t_t – время нахождения запаса в пути, дни.
2	Текущий запас, единиц	$Z_T = Z_o - Z_s$	Z_o – общий уровень запаса, единиц; Z_s – уровень страхового запаса, единиц.
		$Z_T = P_c * t_{mp}$	P_c – среднесуточный объем потребления, единиц/день; t_{mp} – интервал времени между поставками, дни.
4	Среднесуточный объем потребления, единиц/дни	$P_c = \frac{P_g}{N_g}$	P_g – плановая потребность за длительный период времени (год, квартал, месяц), единиц; N_g – количество календарных или рабочих дней в соответствующем плановом периоде (год, квартал, месяц), дни.
5	Интервал времени между поставками, дни	$t_{mp} = \frac{Q}{P_c}$	Q – размер заказа на пополнения запаса, единиц; P_c – среднесуточный объем потребления, единиц/день.
6	Средневзвешенный интервал времени между поставками, дни	$t_{mp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{mpi} * Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}$	i – индекс отчетного периода, n – количество отчетных периодов, t_{mpi} – i -ый интервал времени между поставками, дни;

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
7	Страховой запас, единиц	$Z_s = P_c * t_{zp}$	<p>Q_i – размер i-го заказа на пополнения запаса, единиц.</p> <p>P_c – среднесуточный объем потребления, единиц/день;</p> <p>t_{zp} – время задержки поставки, дни.</p>
		$Z_s = \frac{\sum_{i=1}^n (t_{pi} - \bar{t}_p) * Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}$	<p>i – индекс отчетного периода,</p> <p>n – количество отчетных периодов,</p> <p>t_{pi} – продолжительность i-ой поставки, дни;</p> <p>\bar{t}_p – средняя продолжительность поставок за n прошлых периодов, дни;</p> <p>Q_i – размер i-го заказа на пополнения запаса, единиц.</p>
		$Z_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{pi} - \bar{t}_p)^2}{n}} * P_c$	<p>i – индекс отчетного периода,</p> <p>n – количество отчетных периодов,</p> <p>t_{pi} – продолжительность i-ой поставки, дни;</p> <p>\bar{t}_p – средняя продолжительность поставок за n прошлых периодов, дни;</p> <p>P_c – среднесуточный объем потребления, единиц/дни.</p>
		$Z_s = k * \sqrt{\frac{\sum_{i=q}^n (t_{pi} - \bar{t}_p)^2 * Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}}$	<p>k – коэффициент надежности,</p> <p>i – индекс отчетного периода,</p> <p>n – количество отчетных периодов,</p> <p>t_{pi} – продолжительность i-ой поставки, дни;</p> <p>\bar{t}_p – средняя продолжительность поставок за n прошлых периодов, дни;</p> <p>Q_i – размер i-го заказа на пополнения запаса, единиц.</p>
8	Общий уровень запаса, единиц	$Z_o = Z_T + Z_s$	<p>Z_T – уровень текущего запаса, единиц;</p> <p>Z_s – уровень страхового запаса, единиц.</p>
9	Сезонный запас, единиц	$Z_c = P_{cc} * t_c$	<p>P_{cc} – среднесуточная потребность в сезонном периоде, единиц/день;</p> <p>t_c – продолжительность сезонного периода, дни.</p>

Список вопросов для самопроверки по разделу 1.2

- 1) В каких целях требуется выделять различные виды запаса?
- 2) Поясните, почему известные Вам классификации запаса не являются "чистыми", то есть не однозначно разделяют запасы на категории, виды и группы.
- 3) Каковы функции запаса? Как эти функции связаны с потребностью в запасах?
- 4) Поясните значение деления запаса по месту нахождения.
- 5) Дайте пояснения по каждому из видов запаса, перечисленных на стр. 20.
- 6) В каких единицах измерения может планироваться и учитываться запас?
- 7) Какова цель создания товарного запаса?
- 8) Какие организации имеют производственный или товарный запас?
- 9) Доля текущего или страхового запаса должна быть больше в составе общих запасов? Подумайте, при каких условиях должно выполняться то или иное соотношение между ними?
- 10) Выразите уровень текущего запаса через страховой и общий уровень запаса.
- 11) Почему текущий запас называют оборотным?
- 12) Какие составляющие страхового запаса Вы можете предложить использовать?
- 13) Как формирование страхового запаса связано с особенностями организации пополнения и отгрузок запаса?
- 14) С помощью глоссария определите разницу между нормой и нормативом запаса. Что значит то, что страховой запас нормируется?
- 15) Как связаны друг с другом страховой и резервный запасы?
- 16) Какова связь наличного запаса, располагаемого запаса и остатков запаса?

- 17) Из каких источников, как правило, финансируется сезонный запас?
- 18) Из каких источников финансируются, как правило, текущий запас?
- 19) Каковы причины образования малоподвижного запаса? Имеются среди этих причин причины объективного характера?
- 20) Какова функция переходящего запаса?
- 21) В чем отличие неизрасходованного и наличного запаса?
- 22) Может ли коммерческое предприятие создавать стратегический запас? Если да, то для каких целей?

Список дополнительной литературы по разделу 1.2

1. Альбеков А.У. и Митько О.А. Коммерческая логистика. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 416 с.
2. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Маркетинг, 2002. - 408 с.
3. Джонсон Дж. и др. Современная логистика. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.
4. Зеваков А.М., Петров В.В. Логистика производственных и товарных запаса: Учебник. – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2002. – 320 с.
5. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.
6. Логистика: Учебник / Под. ред. Б.А. Аникина Б. – М.: ИНФРА-М, 3-е изд., 2001.– 352 с.
7. Линдерс М.Р., Харольд Е.Ф. Управление снабжением и запасами. Логистика. – Пер. с англ. - СПб.: Полигон, 1999. - 768 с.
8. Неруш Ю.М. Логистика: Учебник. - М.: ЮНИТИ - ДАНА, 2000. - 389 с.

9. Радионов Р.А., Радионов А.Р. Логистика: управление сбытовыми запасами и оборотными средствами предприятия. - М.: ИНФРА-М, 2002. - 400 с.
10. Родников А.Н. Логистика: Терминологический словарь. - М.: ИНФРА-М, 2000. - 352 с.
11. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 680 с.
12. Степанов В.И. Логистика: Учебник. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. – 488 с.
13. Стерлигова А.Н. Терминологическая структура логистики // Логистика и управление цепями поставок. - 2004. - №4-5. - С. 101-119.
14. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.
15. Чудаков А.Д. Логистика: Учебник. – М.: РДЛ, 2001. – 480 с.
16. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

2. Движение запаса в звеньях цепей поставок

Содержание главы

Варианты движения запаса

Учет наличного запаса
Реальное и предполагаемое поведение запаса
Единичный период учета остатков запаса
Дискретное и непрерывное потребление (поставка)
Мгновенная и продолженная приемка (отгрузка)
Варианты формирования запаса
Виды движения запаса
Движение запаса точно в срок

Циклы движения запаса

Накопление запаса
Потребление запаса
Подразделения, принимающие решения об обновлении запаса
Подразделения, обеспечивающие движение запаса
Время выполнения заказа
Выполнение заказа
Состав подразделений, участвующих в выполнении заказа
Состав подразделений, участвующих в отгрузках запаса
Интервал времени между заказами
Интервал времени между поставками
Цикл обновления заказа
Циклы приемки и отгрузки

2.1. *Варианты движения запаса*

Как было рассмотрено с помощью Рисунок 1.1 и Рисунок 1.2 в п. 1.1 (см. стр. 21 и стр. 23), запас представляет собой товарно-материальные ценности, ожидающие потребление. Запас образуется в звеньях логистических систем и в цепях поставок в результате наличия рассогласованности в характеристиках движения входящего и выходящего материального потока. Если потребность в товарно-материальных ценностях не может быть обслужена поставляющим звеном в заданные моменты времени и в заданном объеме, необходимо создать запас требуемых товарно-материальных ценностей с тем, чтобы он смог удовлетворить потребность в требуемом объеме. Для правильного расчета требуемого для обслуживания потребности размера запаса необходимо правильно представлять механизм движения запаса.

Прежде всего, следует понимать, что фиксация размера запаса в документации или в информационной базе всегда происходит дискретно, то есть в отдельные моменты времени. Интервалы между моментами учета остатков запаса на складах могут быть различными: от нескольких минут до недель или месяца. Вне зависимости от этих интервалов, специалисты, занимающиеся запасами, имеют дискретную информацию о состоянии запаса.

На Рисунок 2.1 показано, что из-за дискретного характера учета остатков запаса на складах между реальным и предполагаемым поведением запаса может иметься существенная разница. Поэтому одним из первых шагов работы с запасом должна стать организация учета остатков запаса с оптимальным интервалом времени между получением новой информации. Очевидно, что чем короче интервалы учета, тем более точная информация о состоянии остатков будет иметься у специалистов. В информационных технологиях логистики уделяется большое внимание обеспечению обновления информации в «реальном режиме времени», то есть с минимальными интервалами времени между моментами учета. Менеджеры по запасам должны дос-

таточное внимание вопросам, связанным с организацией работы информационно-компьютерных систем организации и введением новых информационных технологий. Это поможет специалистам обеспечить максимально полное представление о реальном состоянии остатков запаса на складах и повысит надежность управления ими.



Стр. 7 рукописных листов.

Рисунок 2.1. Реальное и предполагаемое движение запаса при дискретном учете остатков запаса на складах.

После выбора минимального единичного периода учета информации о состоянии остатков запаса и организации такого учета дискретным характером накапливаемой информации о состоянии запаса, как правило, можно пренебречь. Все расчеты, связанные с управлением запасами, ведутся, в основном, по линейным функциям и графикам (см. Рисунок 2.1).

Изменение остатков запаса на складах определяется как характеристиками входящего материального потока (поставки), так и характеристиками выходящего материального потока (потребления) (см. Рисунок 1.2, стр. 23). Рассмотрим возможные сочетания этих характеристик.

Характеристики поставок и потребления могут иметь дискретный или непрерывный порядок, мгновенную или продолженную реализацию.

Поставки и потребление проходят дискретно, если приемка на склад (или отгрузка со склада) ведется в отдельные моменты времени относительно крупными партиями. Между приемками (или отгрузками) в этом случае имеются относительно продолжительные периоды времени, в течение которых отсутствует пополнение (или потребление) запаса (см. Рисунок 2.2).



Стр. 8 рукописных листов.

Рисунок 2.2. Дискретный порядок приемки (отгрузки) запаса.

Поставки и потребление проходят непрерывно, если приемка на склад (или отгрузка со склада) ведется непрерывно или в отдельные моменты времени относительно мелкими партиями. Между приемками (или отгрузками) в этом случае имеются относительно настолько малые периоды времени, в течение которых отсутствует пополнение (или потребление) запаса, что ими можно пренебречь (см. Рисунок 2.3).

Стр. 11 рукописных листов.

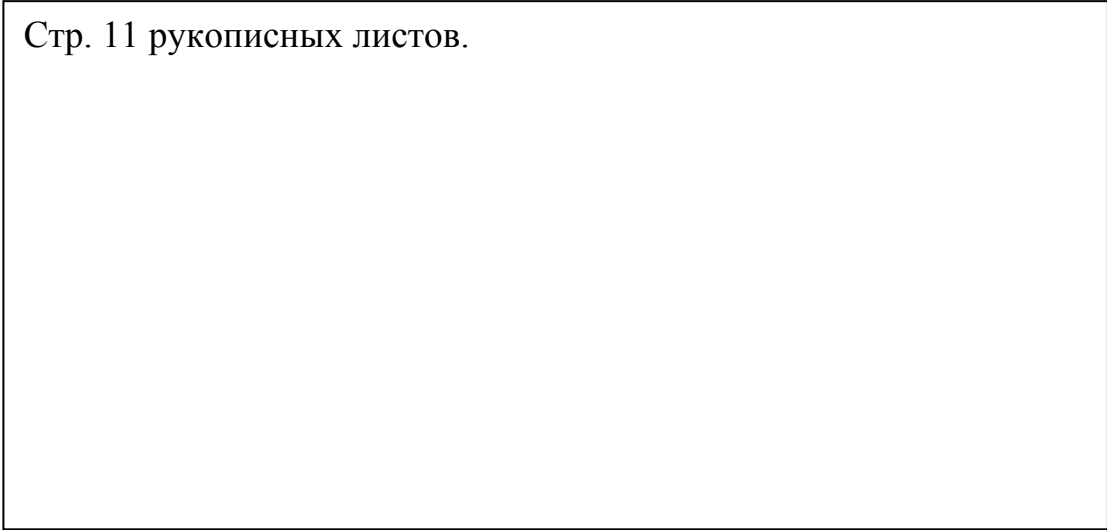


Рисунок 2.3. Непрерывный порядок приемки (отгрузки) запаса.

Поставка и потребление могут иметь мгновенную или продолженную реализацию приемки и, соответственно, отгрузки. Приемка (отгрузка) запаса проводится мгновенно, если ее продолжительность не превышает продолжительности единичного периода учета остатков запаса на складах. В таком случае результат приемки (отгрузки) отражается в одном единичном периоде учета (см. Рисунок 2.4).

Стр. 10 рукописных листов.



Рисунок 2.4. Мгновенная реализация приемки (отгрузки) запаса.

Приемка (отгрузка) запаса проводится продолженно, если она длится в течение периода времени, превышающего продолжительность единичного периода учета остатков запаса на складах. В таком случае результат приемки (отгрузки) отражается в нескольких единичных периодах учета (см. Рисунок 2.5).

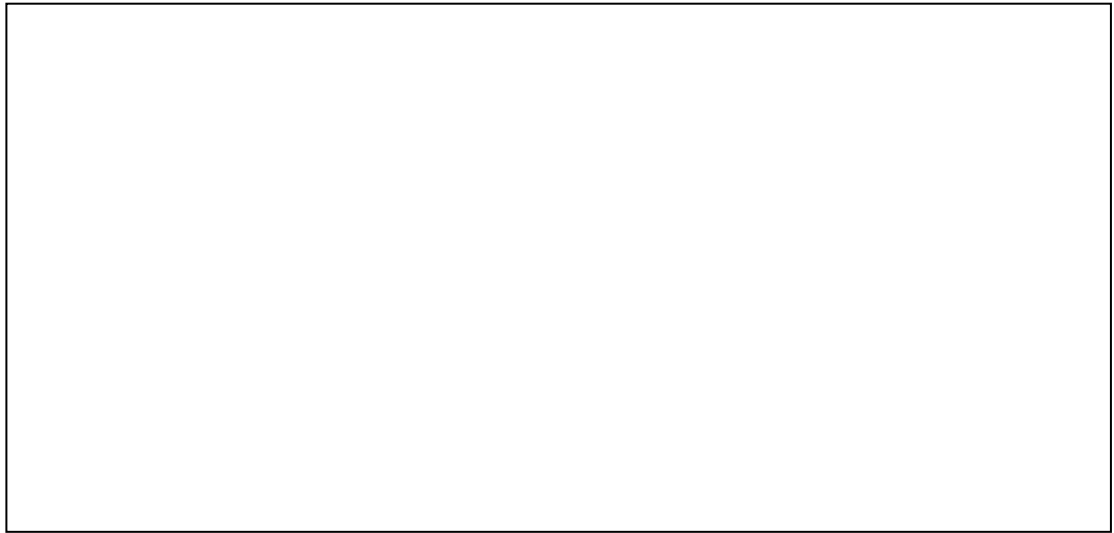


Рисунок 2.5. Продолженная реализация приемки (отгрузки) запаса.

Сочетание дискретного или непрерывного порядка поставки (потребления) и мгновенной или продолженной реализации приемки (отгрузки) запаса приводит к наличию четырех ситуаций их сочетания (см. Рисунок 2.6). Так как запас образуется под воздействием как характеристик поставки, так и характеристик потребления, теоретически существует следующие варианты его формирования (см. Таблица 2.1). Графическая иллюстрация движения запаса по каждому из 16 вариантов приведены на Рисунок 2.7.

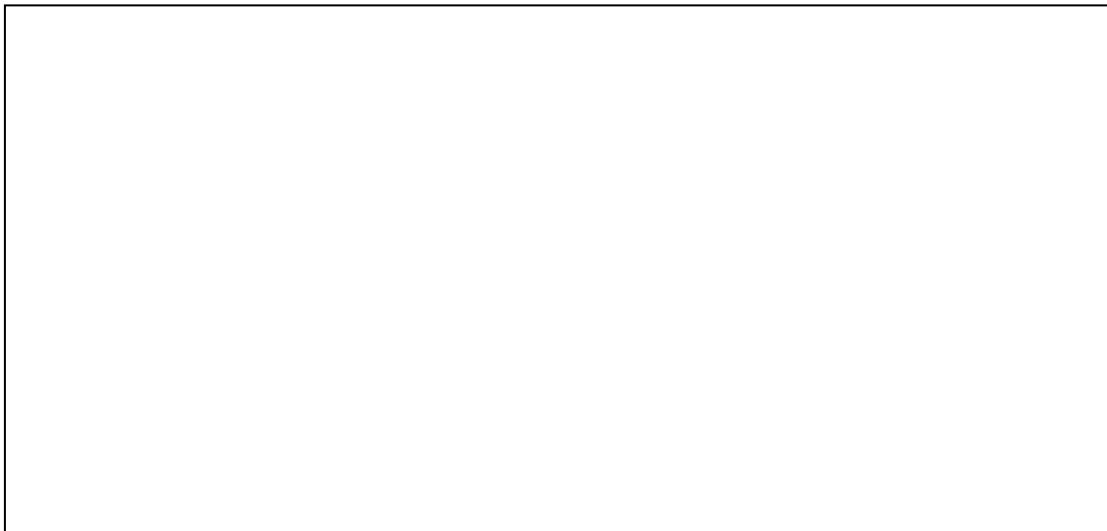
Стр. 13 рукописных листов.

Рисунок 2.6. Сочетание характеристик поставки (потребления) запаса.

Таблица 2.1

Варианты формирования запаса

			Поставки			
			Мгновенно-дискретная	Мгновенно-непрерывная	Продолженно-дискретная	Продолженно-непрерывная
			а	б	в	г
Потребление	1	Мгновенно-дискретная	1-а	1-б	1-в	1-г
	2	Мгновенно-непрерывная	2-а	2-б	2-в	2-г
	3	Продолженно-дискретная	3-а	3-б	3-в	3-г
	4	Продолженно-непрерывная	4-а	4-б	4-в	4-г



Стр. 14 рукописных листов.

Стр. 15 рукописных листов.

Стр. 16 рукописных листов.

Стр. 17 рукописных листов.

Стр. 18 рукописных листов.

Стр. 19 рукописных листов.

Стр. 20 рукописных листов.



Стр. 21 рукописных листов.



Стр. 22 рукописных листов.

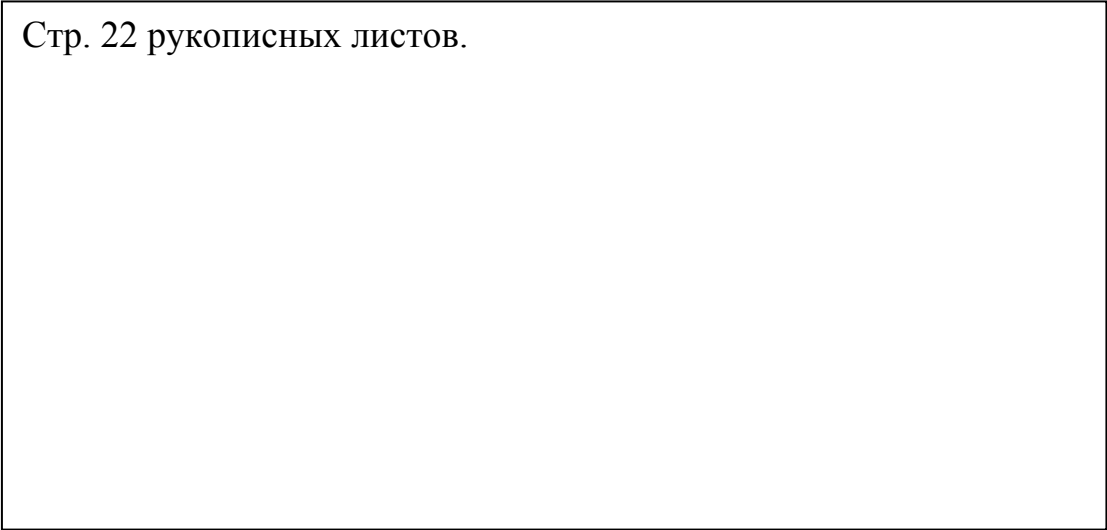


Рисунок 2.7. Иллюстрации движения запаса при различных вариантах сочетания характеристик поставки и потребления (см. Таблица 2.1)

Как видно из иллюстраций Рисунок 2.7, нежелательное пролеживание запаса в ожидании отгрузок вариантов (1-в) при мгновенно-дискретном характере потребления и поставок, (3-а) при продолженно-дискретном потреблении и мгновенно-дискретной поставке, а так же (3-в) при продолженно-дискретном характере поставках и потреблении (см. Таблица 2.1) требуют согласования моментов времени приемки с моментом времени отгрузки запаса. В общем можно сказать, что в идеальной ситуации эти варианты движения запаса могут не включать периоды времени, в течение которых объем запаса не меняется.

В целом, все виды движения запаса без внимания к конкретным характеристикам поставок и потребления можно свести к четырем вариантам (см. Рисунок 2.8). Три первых варианта могут быть объединены в группу пилообразного движения запаса. Пилообразное движение запаса указывает на необходимость накопления запаса для обслуживания потребления в случае, когда поставяющее звено цепи поставки не может обеспечить работу на условиях поставки точно в срок. Пилообразное движение запаса зачастую требует от менеджеров по запасам проектирования оригинальной модели управления запасами. Этот вопрос будет рассмотрен в п. 11.1.

Четвертый вариант Рисунок 2.8 представляет собой движение запаса при максимальной согласованности характеристик потребления и характеристик поставки и близок к варианту работы на условиях поставки точно в срок. Такое поведение запаса соответствует работе систем управления стандарта МРП

В общем случае движения запаса испытывает на себе самое разнообразное сочетание характеристик поставки и отгрузки как во времени, так и по объемам, но в целом имеет вид пилообразного изменения (см. Рисунок 2.9).

Стр. 23 рукописных листов.

Стр. 24 рукописных листов.

Стр. 25 рукописных листов.

Стр. 26 рукописных листов.

Рисунок 2.8. Варианты движения запаса.

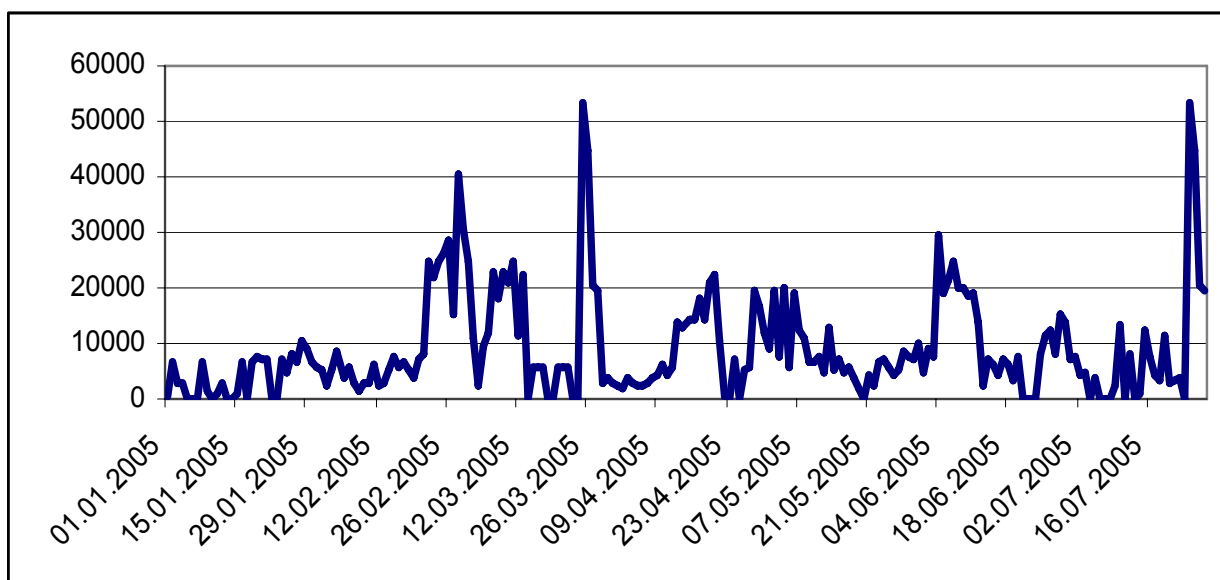


Рисунок 2.9. Пример движения остатков запаса на складе оптового предприятия.

Список вопросов для самопроверки по разделу 2.1

- 1) Приведите примеры дискретного учета состояния запаса.
- 2) По какой причине менеджер по управлению запасами должен обращать внимание на качество процедуры учета остатков запаса на складах?
- 3) Какие соображения могут быть положены в основу выбора продолжительности единичного периода учета остатков на складе?

- 4) Какое влияние на формирование запаса оказывает дискретный характер поставки?
- 5) Что подразумевается под дискретным порядком поставки (отгрузки)?
- 6) Какое влияние на формирование запаса оказывает дискретный характер поставки и дискретный характер потребления?
- 7) Какое влияние на формирование запаса оказывает сезонность поставки и сезонность потребления?
- 8) Что подразумевается под непрерывным порядком поставки (отгрузки)?
- 9) Приведите примеры непрерывного пополнения запаса.
- 10) Что такое мгновенная реализация приемки (отгрузки)?
- 11) Что понимается под продолженной приемкой (отгрузкой)?
- 12) Можно ли по статистическим данным судить о мгновенном или продолженном характере реализации приемки (отгрузки)?
- 13) Для решения каких вопросов менеджер по запасам должен знать способ реализации приемки (отгрузки)?
- 14) Дайте пояснения по каждому из иллюстраций Рисунок 2.7.
- 15) Почему отсутствие движения запаса (его пополнение или отгрузка) являются нежелательным?
- 16) Зарисуйте основные варианты пилообразного движения запаса. В каких условиях запас имеет пилообразное изменение остатков?
- 17) В каких условиях остатки запаса на складе имеют вид столбчатой диаграммы?

Список дополнительной литературы по разделу 2.1

1. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Маркетинг, 2002. - 408 с.

2. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.
3. Логистика: Учебник / Под. ред. Б.А. Аникина Б. – М.: ИНФРА-М, 3-е изд., 2001.– 352 с.
4. Неруш Ю.М. Логистика: Учебник. - М.: ЮНИТИ - ДАНА, 2000. - 389 с.
5. Радионов Р.А., Радионов А.Р. Логистика: управление сбытовыми запасами и оборотными средствами предприятия. - М.: ИНФРА-М, 2002. - 400 с.
6. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 680 с.
7. Степанов В.И. Логистика: Учебник. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. – 488 с.
8. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.
9. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

2.2. Циклы движения запаса

При наличии рассогласованности характеристик входящего и выходящего материального потоков (см. Рисунок 1.2, стр. 23) требуется накопление запаса для их дальнейшего использования. Это приводит к пилообразному движению запаса (см. Рисунок 2.8, стр. 62). При таком движении в работе с запасом имеются повторяющиеся совокупности действий, которые принято называть циклами. Рассмотрим состав и содержание таких циклов подробнее (см. Рисунок 2.10).

Стр. 27 рукописных листов.

Рисунок 2.10. Циклы движения запаса в звене цепей поставок.

Процесс движения запаса можно разделить на этапы накопления и потребления. Накопление запаса происходит в результате организации поставок товарно-материальных ценностей. В определенный момент времени поставщику выдается заказ за пополнение запаса партией определенного размера. Через заданный период времени заказанная партия товарно-материальных ценностей поставляется на склад, принимается и приходуются. Все параметры этого процесса пополнения запаса рассчитываются. Порядок расчета этих параметров рассмотрен в п. 9.

Принятие решения об обновлении запаса могут исполнять, в зависимости от организационной структуры предприятия и закрепления функций, сотрудники следующих подразделений:

- отдела логистики,
- группы управления запасами,
- отдела закупок (снабжения).

Принятие решения о моменте и размере выдачи заказа определяется или поддерживается деятельностью следующих подразделений:

- производственные подразделения,
- отдел продаж (или коммерческий отдел),
- отдел маркетинга,

- отдел информационных технологий,
- планово-экономический отдел,
- складское хозяйство,
- финансовый отдел,
- бухгалтерия.

От момента выдачи заказа на пополнение запаса и до момента учета пришедшей на склад партии товарно-материальных ценностей проходит интервал времени, называемый время выполнения заказа (см. Рисунок 2.10).

Время выполнения заказа (lead time) включает продолжительность следующих действий, выполняемых при обработке сделанного заказа:

- 1) передача заказа поставщику,
- 2) прием заказа поставщиком,
- 3) производство или подбор заказа поставщиком,
- 4) проверка качества поставщиком,
- 5) подготовка поставщиком заказа к отгрузке,
- 6) отгрузка,
- 7) перевозка,
- 8) складирование груза на складах при перегрузке на другие виды транспорта,
- 9) погрузка-разгрузка партии при смене вида транспорта,
- 10) задержки в пути,
- 11) выполнение операций по таможенному оформлению груза,
- 12) приемка партии заказа,
- 13) разгрузка,
- 14) проверка качества партии заказа,
- 15) размещение товарно-материальных ценностей на складе.

Перечисленные работы выполняют различные подразделения организации, содержащей запас, а так же ее различные контрагенты.

(1) Передача заказа поставщику проводится отделом логистики (группой управления запасами или отделом закупок) при поддержке отдела информационных технологий.

Работы по пп. (2-6) - прием заказа поставщиком, производство или подбор заказа поставщиком, проверка качества поставщиком, подготовка поставщиком заказа к отгрузке, отгрузка – проводится организацией-поставщиком.

Работы по пп. (7-11) - перевозка, складирование груза на складах при перегрузке на другие виды транспорта, погрузка-разгрузка партии при смене вида транспорта, задержки в пути, выполнение операций по таможенному оформлению груза – проводятся, в зависимости от условий поставки, организацией-поставщиком, организацией-заказчиком или организацией-перевозчиком, транспортно-экспедиторской компанией, логистическим оператором или иными специализированными организациями.

Работы пп. (12-15) - приемка партии заказа, разгрузка, проверка качества партии заказа, размещение товарно-материальных ценностей на складе - вновь ведутся организацией-заказчиком, содержащей запас в лице следующих подразделений:

- складское хозяйство,
- отдел логистики (группа управления запасами),
- отдел информационных технологий,
- бухгалтерия.

Таким образом, в обновлении запаса участвуют следующие подразделения и организации:

- организация-заказчик, содержащая запас:
 - o отдел логистики (группа управления запасами)
 - o отдела закупок (снабжения),
 - o производственные подразделения,
 - o отдел продаж (коммерческий отдел),
 - o отдел маркетинга,

- отдел информационных технологий,
 - планово-экономический отдел,
 - финансовый отдел,
 - бухгалтерия,
 - складское хозяйство.
- организация-поставщик,
 - организация-перевозчик,
 - транспортно-экспедиторская компания,
 - логистический оператор.

По завершению времени выполнения заказа (см. Рисунок 2.10) запас учтен на складе и предназначен для отгрузок потребителю. Отгрузки запаса идут вследствие деятельности следующих подразделений организации, содержащей запас:

- отдел маркетинга,
- отдел продаж (коммерческий отдел),
- производственные подразделения,
- финансовый отдел,
- бухгалтерия,
- планово-экономический отдел,
- отдел информационных технологий.

Для предотвращения исчерпания запаса необходимо через некоторый период времени повторить заказ на пополнение запаса. Определение интервала времени между заказами, как и интервала времени между поставками, является существенным элементом процесса управления запасом. Расчет этих интервал рассмотрен в п. 9.1.2.

Со стороны отдела логистики (группы управления запасами или отдела закупок), который принимает решения о характеристиках входящего и выходящего материальных потоков, в движении запаса актуальны циклы обновления запаса, которые включают процессы принятия решения об обновлении

запаса, время выполнения заказа и время подготовки выдачи заказа на пополнение запаса (см. Рисунок 2.10).

Со стороны складского хозяйства, содержащего физический запас, в движении запаса выделяются циклы приемки и отгрузки.

Список вопросов для самопроверки по разделу 2.2

- 1) На какие этапы может быть разделен процесс движения запаса?
- 2) Какие подразделения могут принимать участие в принятии решения об обновлении запаса?
- 3) Что определяет конкретный состав подразделений, ответственных за принятие решений об обновлении запаса?
- 4) Какие виды работ, связанные с запасами, выполняет отдел логистики?
- 5) Какие подразделения обеспечивают деятельность отдела логистики, связанную с обновлением запаса?
- 6) Какие виды работ, связанные с движением запаса, выполняет складское хозяйство?
- 7) Какие составляющие, как правило, включаются в период времени выполнения поставки?
- 8) Какие виды работ, связанные с выполнением поставки, ведут контрагенты организации, содержащей запас?
- 9) Какие организации участвуют в выполнении поставки, пополняющей запас?
- 10) Какие подразделения обеспечивают и поддерживают отгрузку запаса со склада?
- 11) Какие составляющие входят в интервал времени между заказами?
- 12) Какие составляющие входят в интервал времени между поставками?

Список дополнительной литературы по разделу 2.2

1. Альбеков А.У. и Митько О.А. Коммерческая логистика. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 416 с.
2. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Маркетинг, 2002. - 408 с.
3. Джонсон Дж. и др. Современная логистика. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.
4. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.
5. Линдерс М.Р., Харольд Е.Ф. Управление снабжением и запасами. Логистика. – Пер. с англ. - СПб.: Полигон, 1999. - 768 с.
6. Неруш Ю.М. Логистика: Учебник. - М.: ЮНИТИ - ДАНА, 2000. - 389 с.
7. Степанов В.И. Логистика: Учебник. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. – 488 с.
8. Чейз Р.Б. и др. Производственный и операционный менеджмент. – 8-е изд. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 704 с.
9. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

3. Показатели состояния запаса в звеньях цепей поставок

Содержание главы

Анализ статистики поведения запаса

Анализ связи динамики пополнения и отгрузок запаса:

- *динамика пополнения запаса*
- *динамика отгрузок запаса*
- *средние показатели пополнения и отгрузок запаса*
- *вариация пополнения и отгрузок запаса*
- *корреляция статистических рядов пополнения и отгрузок запаса*

Динамика остатков запаса

Основные показатели состояния запаса

Средний уровень запаса

Запасоемкость

Обеспеченность потребности запасом

Доля переходящего запаса

Скорость обращения запаса

Время оборота запаса

3.1. *Анализ статистики поведения запаса*

Так как запас представляет собой сложное явление, вызванное сочетанием характеристик входящего и выходящего материального потока (см. Рисунок 1.2, стр. 23), для описания состояния запаса следует воспользоваться рядом показателей, характеризующих запас с разных сторон.

Для первоначального описания запаса следует воспользоваться статистикой поведения запаса. Анализ статистики поведения запаса включает

- 1) анализ связи динамики пополнения и отгрузок запаса:
 - a. динамика пополнения запаса,
 - b. динамика отгрузок запаса,
 - c. средние показатели пополнения и отгрузок запаса,
 - d. вариация пополнения и отгрузок запаса,
 - e. корреляция статистических рядов пополнения и отгрузок запаса;
- 2) анализ динамики остатков запаса.

(1) Для анализа связи динамики пополнения и отгрузок запаса необходимо обработать статистику пополнения и отгрузок.

Динамика пополнения запаса позволяет описать входящий на склад материальный поток (см. Рисунок 3.1). Данные о пополнения запаса содержатся в данных оперативного складского учета, а так же на оборотных ведомостях счетов движения товарно-материальных ценностей бухгалтерского учета. Динамика пополнения запаса на складе позволяет планировать производственную мощность склада, численность персонала склада, отслеживать сезонные нагрузки на склад.

Пример 3.1. Анализ динамики пополнения запаса в звене цепей поставок.

На Рисунок 3.1 в течение одного года возрастание прихода товара на склад с января по май завершается спадом поставок в апреле – июле, затем сменяется ростом прихода в августе-сентябре с последующим спадом в ок-

тябре - декабре. Сличение пополнения запаса по продукту за ряд лет позволяет выявлять выраженные сезонные тенденции.

На Рисунок 3.2 представлена динамика прихода на склад этого же товара за 2001-2004 года. Как видно из иллюстрации, для товара в целом характерны пики поставок в весенний (март - апрель) и осенний (август - сентябрь) периоды. Весенние периоды всех рассматриваемых годов имели смещение пиков поставок от марта к апрелю. Осенние периоды имеют пик продаж в сентябре. Во всех годах июль месяц отмечен минимальными объемами прихода товара на склад. Очевидна тенденция снижения общего объема поставок товара в течение 3 лет.

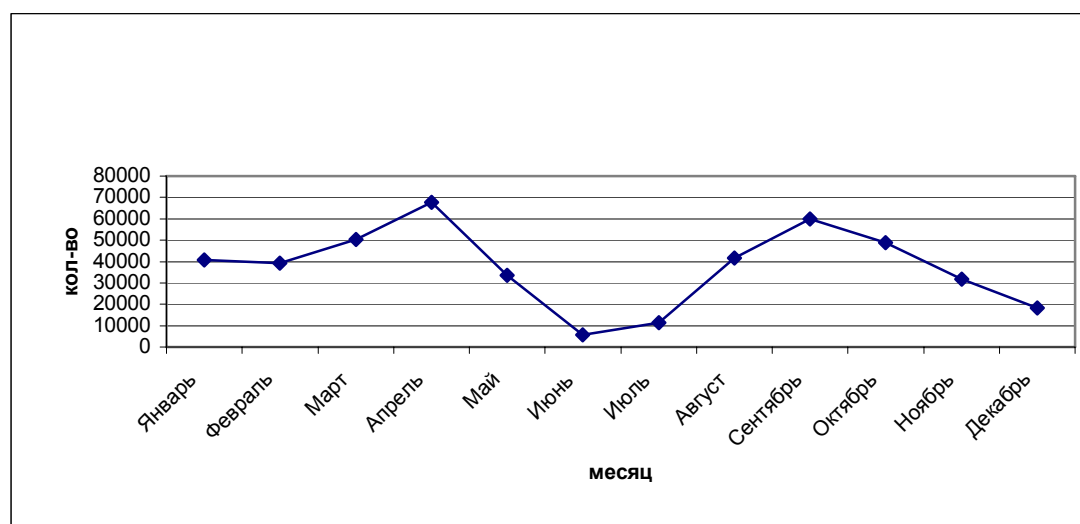


Рисунок 3.1. Пример динамики пополнения запаса на складе.

Выраженное сезонное поведение входящего материального потока может иметь различные причины. Характер прихода товара на склад по объемам и времени должен являться отражением характера отгрузок товара со склада. Поэтому для получения выводов о состоянии запаса требуется проведение анализа отгрузок товаров со склада.

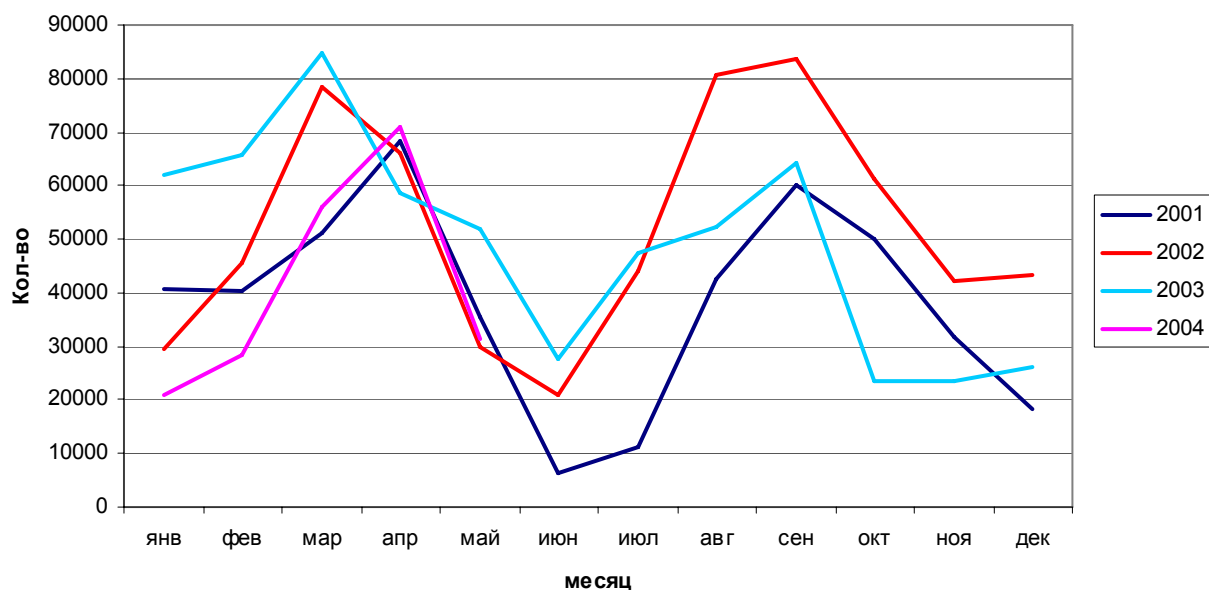


Рисунок 3.2. Динамика пополнения запаса товара в 2001-2004 годах.

Динамика отгрузок запаса позволяет описать выходящий со склада материальный поток.

Пример 3.2. Анализ динамики отгрузок запаса в звене цепей поставок.

Отгрузки со склада (см. Рисунок 3.3) характеризуют объем имеющейся потребности в запасе, объем продаж или товарооборот торговых предприятий. Данные об отгрузках (потребности, объеме продаж или товарооборота) запаса, так же, как и данные о пополнении запаса, содержатся в данных оперативного складского учета, а так же на оборотных ведомостях счетов движения товарно-материальных ценностей бухгалтерского учета. Динамика отгрузок запаса позволяет планировать производственную мощность склада, численность персонала склада, отслеживать сезонные нагрузки на склад.

По Рисунок 3.3 можно отметить наличие невыявленной при анализе поступлений товара на склад (см. Рисунок 3.2) тенденции к завышению объемов отгрузок в пике осенних отгрузок в августе - сентябре по сравнению с пиком весенних отгрузок в марте - апреле. Эта тенденция присутствует в

2002-2003 годах и не наблюдается в 2001 году. Таким образом, увеличение отгрузок товара в осенний период обеспечивалось завышенным уровнем поступлений в более ранние периоды. В отгрузках в июне - июле имеется выраженный спад. Рост отгрузок происходит в течение всех рассматриваемых лет за один август месяц. Только в 2003 году наблюдается наличие нескольких пиков весенних отгрузок, что отражается и в пиках прихода товара на склад.

Обзор тенденций динамики поступлений на склад и отгрузки со склада товара должен показать, имеется ли между поступлениями и отгрузками товара выраженная связь.

Пример 3.3. Анализ связи пополнения и отгрузок запаса в звене цепей поставок.

По Рисунок 3.2 и Рисунок 3.3 можно предположить, что динамика поступлений тесно связана с отгрузками. Для точного вывода требуется провести более детальный анализ.

На Рисунок 3.4 представлена динамика прихода (красный цвет линий) и отгрузок (потребности, объем продаж или товарооборота) (черный цвет линий) товара. Тенденции прихода и отгрузок в целом совпадают. Периодически возникающие превышения прихода над отгрузками являются основой повышенного роста отгрузок в дальнейшем периоде. При этом приход имеет более сглаженную динамику, чем отгрузки, что является положительной чертой практики управления запасами товара на складе. В работе с запасом потребление является обслуживаемым фактором, а поставки – организуемым. Более гладкий характер динамики поставок указывает на большую регулярность поставок, по сравнению с потреблением.

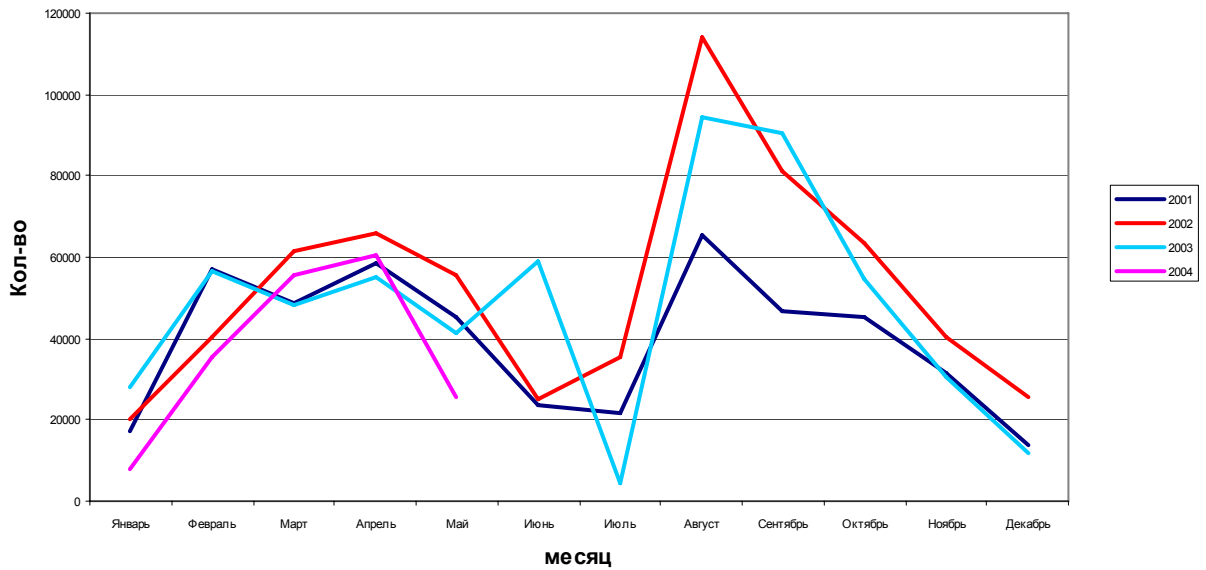


Рисунок 3.3. Динамика отгрузок товара со склада в 2001-2004 годах.

Средние показатели входящего и выходящего со склада материальных потоков позволяют получить более обобщенную характеристику соответствия пополнения и использования запаса. Средние показатели пополнения и отгрузок запаса рассчитываются по следующей формуле:

$$\bar{P}_m = \frac{\sum_{i=1}^n P_{mi}}{n},$$

Формула 3.1

где \bar{P}_m – среднемесячный объем пополнения (отгрузок, продаж, товарооборот) запаса, единиц/месяц;

i – индекс года статистического ряда;

n – количество лет статистических рядов;

P_{mi} – объем пополнения (отгрузок, продаж, товарооборот) запаса в m -ом месяце i -го года, единиц/месяц.

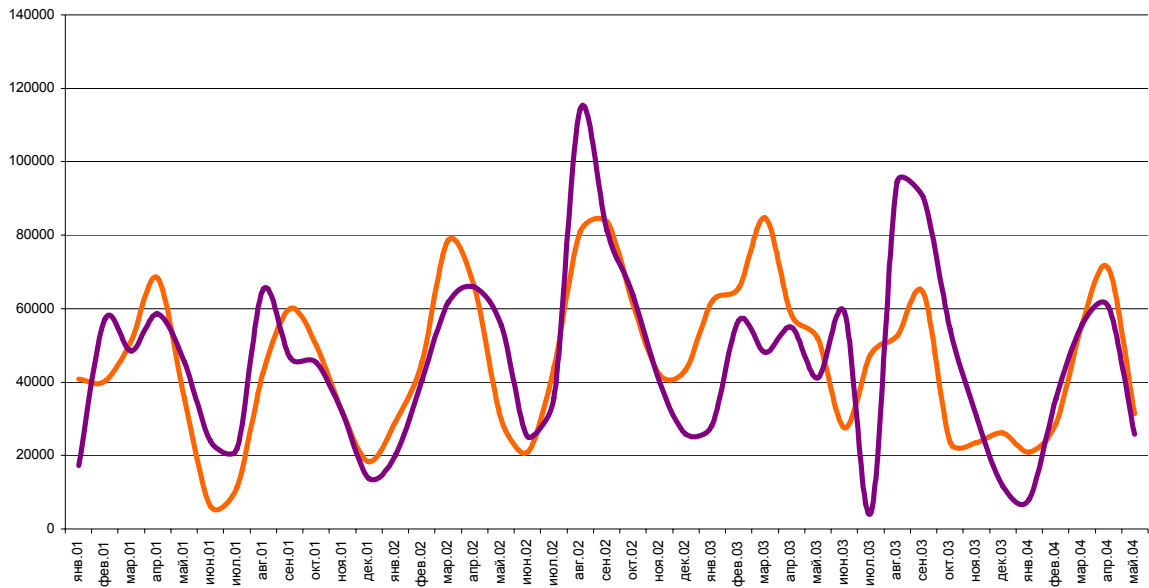


Рисунок 3.4. Динамика прихода и расхода товара в 2001-2004 годах.

Средние показатели прихода и отгрузок Пример 3.1 Рисунок 3.2 - Рисунок 3.4 показывают (см. Рисунок 3.5), что в целом колебания отгрузок значительны, пополнения запаса менее подвержено резким колебаниям. В летний и осенний периоды пополнение запаса медленнее реагирует на изменение отгрузок, чем в зимний и весенний периоды.

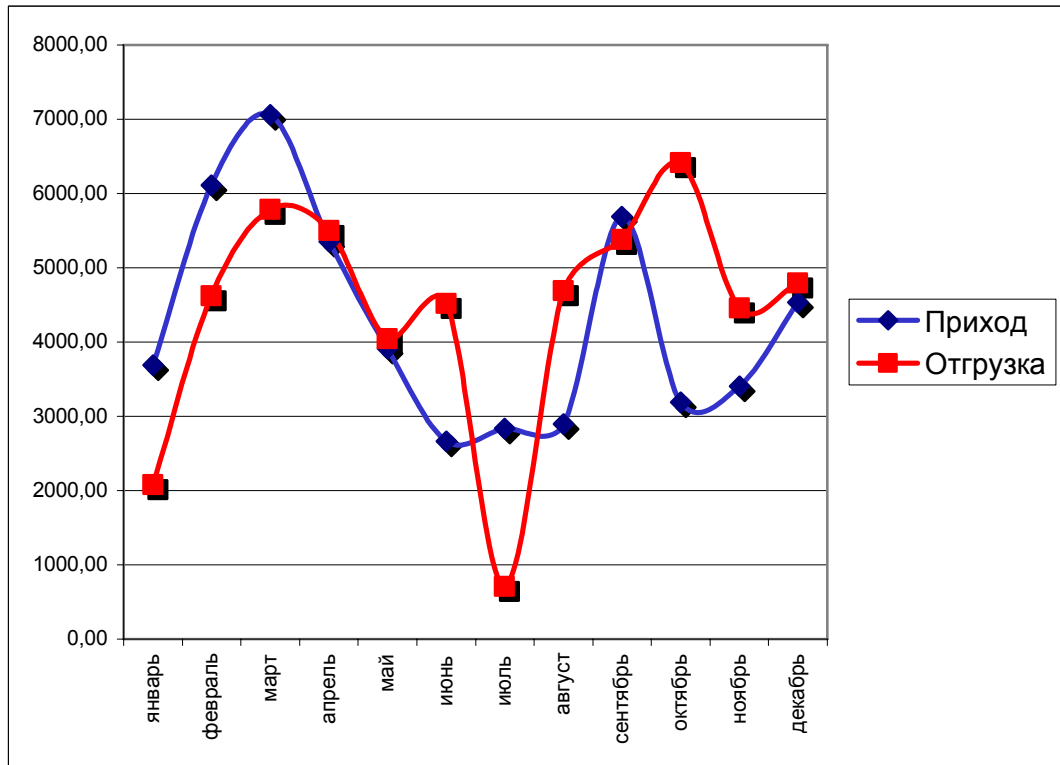


Рисунок 3.5. Динамика средних показателей пополнения и отгрузок запаса за 2001-2004 годы.

Динамика средних показателей прихода и отгрузок (потребности, объема продаж или товарооборота) товара со склада связана с динамикой **вариации значений прихода и отгрузок**. Вариация показывает степень изменчивости статистического ряда. Она рассчитывается как отношение стандартного отклонения к средней арифметической величине статистического ряда:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

Формула 3.2

где V – коэффициент вариации, доли;

σ – стандартное отклонение, единиц;

\bar{x} – средняя арифметическая величина, единиц.

В свою очередь, стандартное отклонение (или корень из дисперсии) равен

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}},$$

Формула 3.3

где σ – стандартное отклонение, единиц;

i – индекс даты,

n – количество статистических данных,

x_i – статистическая величина, единиц;

\bar{x} – средняя арифметическая величина, единиц; рассчитываемая по формуле

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}.$$

Формула 3.4

В

Таблица 3.1 представлен расчет показателя вариации статистических рядов пополнения и расхода запаса товара Пример 3.1 на складе. За год информация о пополнении запаса представлена в

Таблица 3.2, о расходе – в

Таблица 3.3. На Рисунок 3.6 показана динамика вариации поставок и отгрузок запаса товара.

Таблица 3.1

Статистические данные о движении запаса на складе в январе месяце

Дата	Приход	Расход
08.01	348	725
09.01	1189	1464
10.01	1397	1640
11.01	3034	0
12.01	260	1651
13.01	10367	2466
14.01	3386	2444
15.01	2599	1503
16.01	3344	1198
17.01	1884	87
18.01	1753	2274
19.01	6457	2167

Дата	Приход	Расход
20.01	2122	2792
21.01	4478	5929
22.01	2528	869
23.01	6530	4581
24.01	1857	1406
25.01	6874	1715
26.01	9641	4600
Среднее значение	3686,73684	2079,526
Дисперсия	8259949,56	2226857
Стандартное отклонение	2874,01	1492,27
Вариация	77,96	71,76

Таблица 3.2

Статистические данные поставок запаса за год

Месяц	Среднее значение	Дисперсия	Стандартное отклонение	вариация
январь	3686,737	8259949,56	2874,01	77,96
февраль	6111,429	8021099,50	2832,15	46,34
март	7059,957	7802483,57	2793,29	39,57
апрель	5352,727	7587184,32	2754,48	51,46
май	3913,737	7774412,53	2788,26	71,24
июнь	2660,895	7094396,85	2663,53	100,10
июль	2839,158	5450265,31	2334,58	82,23
август	2895,083	5746629,67	2397,21	82,80
сентябрь	5688,5	6127992,61	2475,48	43,52
октябрь	3189,154	23027664,77	4798,71	150,47
ноябрь	3402,762	23400043,61	4837,36	142,16
декабрь	4536,043	28334461,89	5323,01	117,35

Таблица 3.3

Статистические данные отгрузок запаса за год

Месяц	Среднее значение	Дисперсия	Стандартное отклонение	Вариация
январь	2079,526	2226857,09	1492,27	71,76
февраль	4619,571	2157015,89	1468,68	31,79
март	5784,87	2127504,05	1458,60	25,21
апрель	5499,227	2334966,37	1528,06	27,79
май	4041,105	2084273,53	1443,70	35,73
июнь	4515,263	2436133,52	1560,81	34,57
июль	710,6842	2553413,15	1597,94	224,85
август	4685,375	2626942,23	1620,78	34,59
сентябрь	5383,083	2558989,84	1599,68	29,72

Месяц	Среднее значение	Дисперсия	Стандартное отклонение	Вариация
октябрь	6413,077	2437573,36	1561,27	24,35
ноябрь	4453,714	2027075,63	1423,75	31,97
декабрь	4794,174	2040875,71	1428,59	29,80

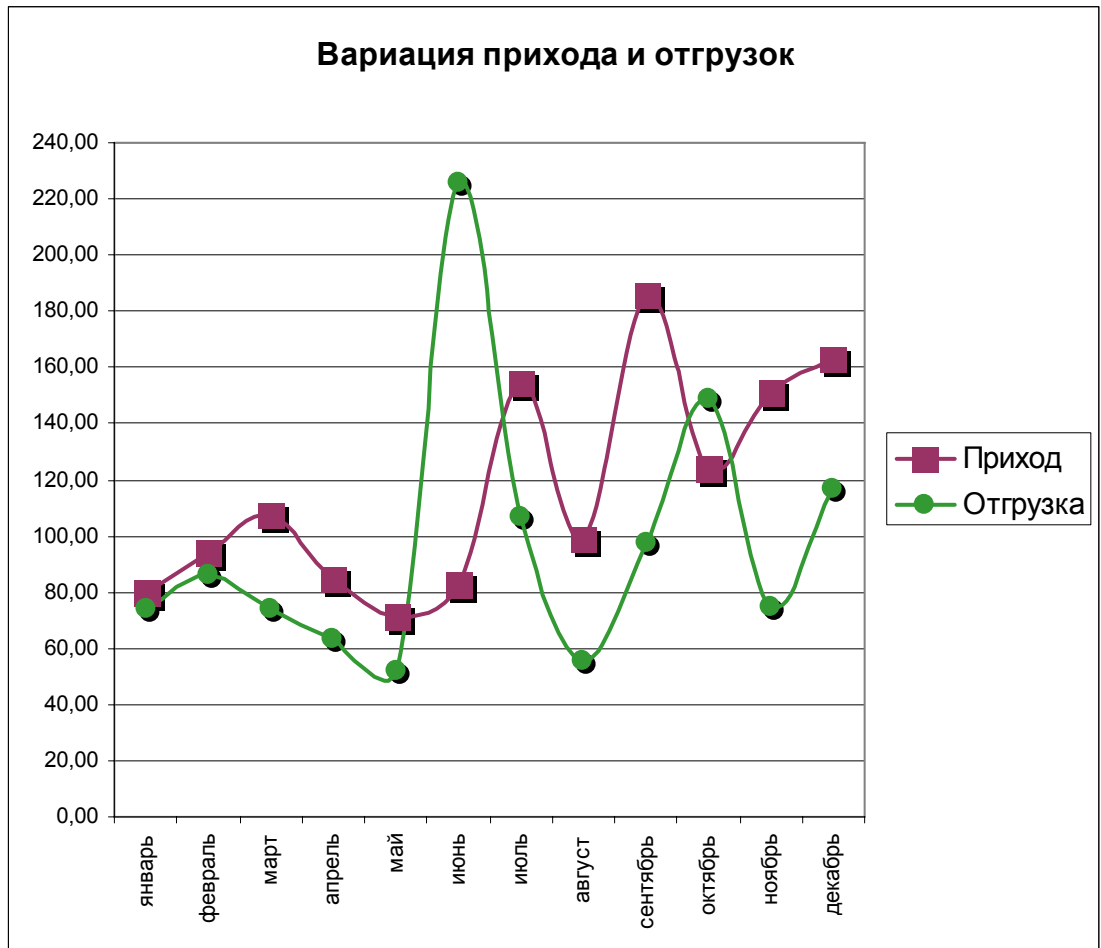


Рисунок 3.6. Вариации прихода и отгрузок запаса товара.

Рисунок 3.6 показывает, что вариация отгрузок за год выше вариации пополнений запаса. При этом вариация пополнения систематически растет с течение времени. Обращает на себя внимание наличие упреждающей вариации прихода, что указывает на проактивные действия, которые ведутся специалистами по запасам. Совместный анализ средних показателей прихода и вариации прихода (см. Рисунок 3.7) показывает наличие связи между вариацией и динамикой средних показателей: с ростом значения средних величин пополнения запаса вариация пополнения запаса падает и наоборот. Такая же

картина и при анализе связи средних показателей отгрузок и вариации отгрузок (см. Рисунок 3.8). Если на показатели отгрузки, зачастую, специалисты по движению материальных потоков не могут влиять на прямую, то на характеристику входящих материальных потоков такое прямое влияние не только возможно, но и ожидается.

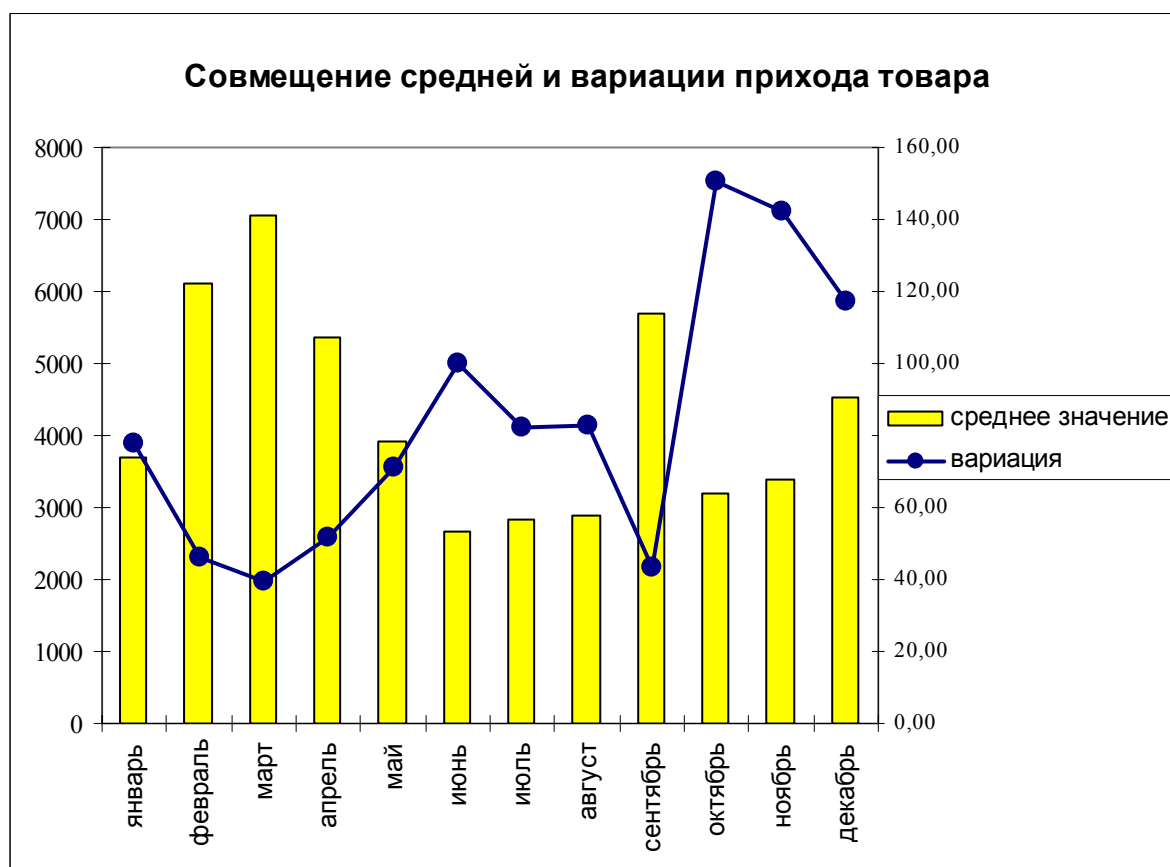


Рисунок 3.7. Средние показатели и вариация пополнения запаса за год.

Для изучения закономерностей связи прихода и отгрузок товаров на складе можно оценить возможность построения тренда по показателям прихода и отгрузок по каждой из товарных групп. Наличие прямо пропорциональной зависимости между потребностью в запасах и их пополнением – необходимое условие эффективной работы с запасом, так как отражает необходимость роста оборачиваемости запаса.

По Пример 3.1 на основе статистических рядов прихода и отгрузок по месяцам 2001-2004 годов (см. Рисунок 3.4) построен график рассеяния значе-

ний объемов прихода и отгрузок и линейный тренд зависимости расхода (отгрузок) от прихода товара на склад (см. Рисунок 3.9). Рассеяние точек графика довольно велико, но построение линейного и полиномиального тренда указывает на имеющуюся прямую связь расхода и прихода товара на склад.

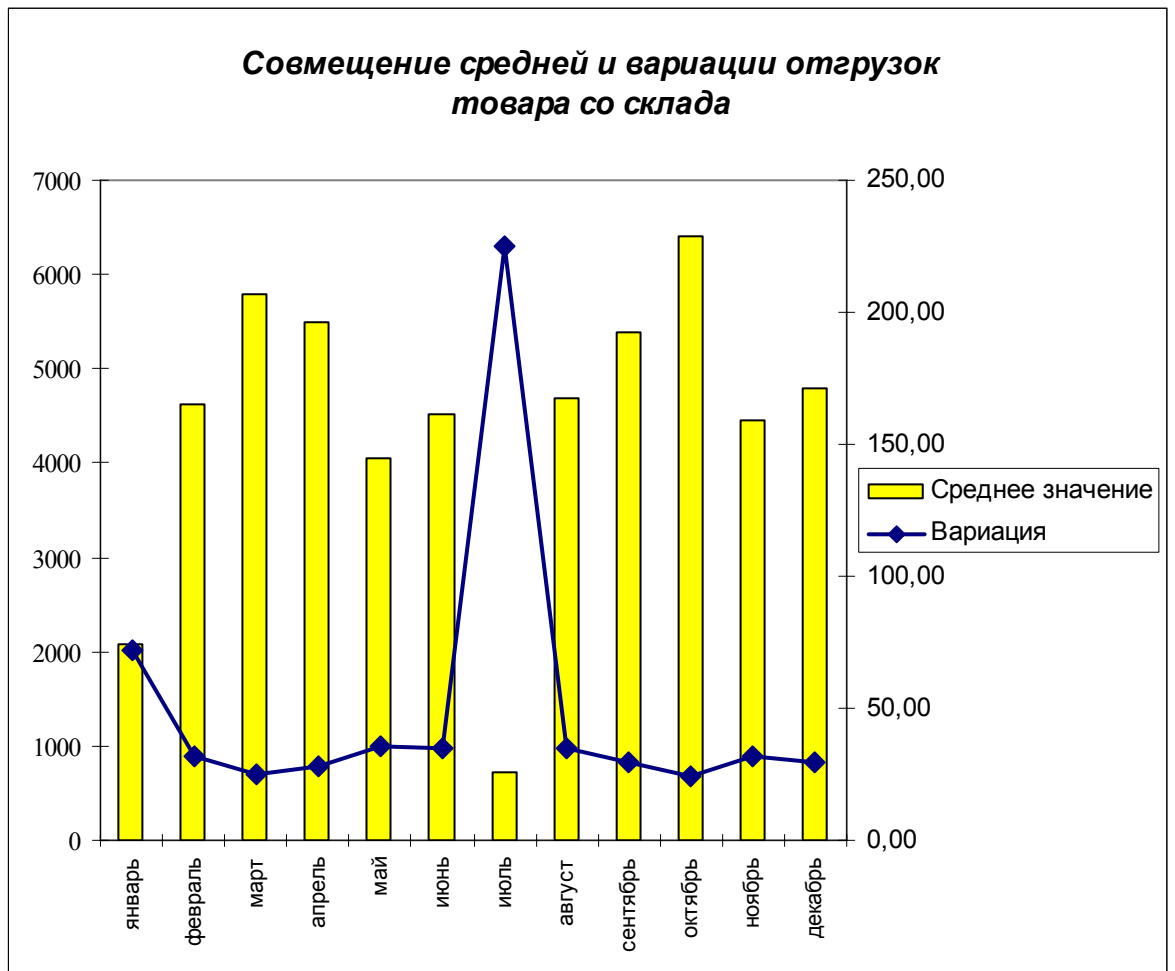


Рисунок 3.8. Средние показатели и вариация отгрузок за год.

Для точной оценки степени связи прихода товаров на склад и их отгрузки можно рассчитать коэффициент корреляции по отдельным товарным группам. Коэффициент корреляции двух статистических рядов (в нашем случае фрагмент статистических рядов отгрузок и пополнения запаса товара за январь месяц (см.

Таблица 3.1)) показывает на наличие или отсутствие взаимосвязи между двумя свойствами. Коэффициент корреляции рассчитывается по следующей формуле:

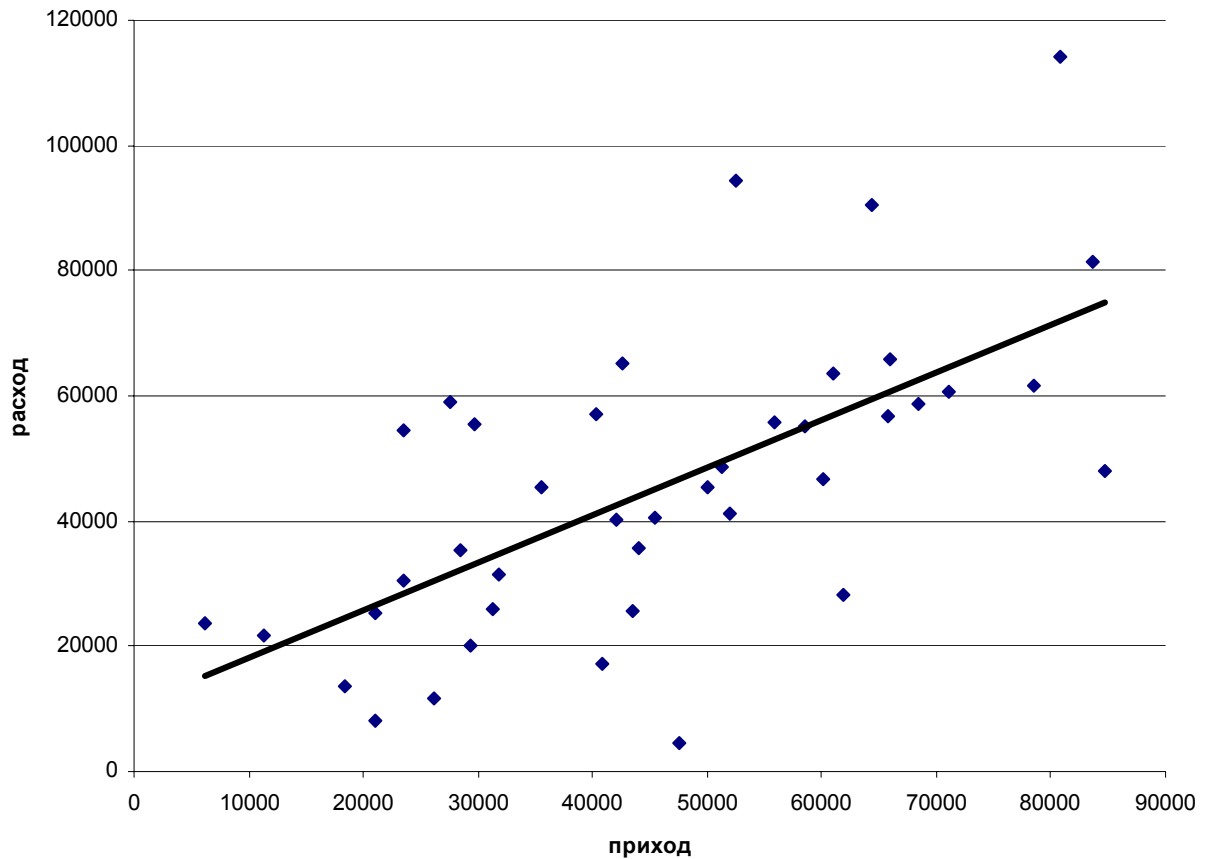


Рисунок 3.9. Диаграмма прихода и расхода товара в 2001-2004 годы.

$$\rho_{xy} = \frac{Cov(X;Y)}{\sigma_x * \sigma_y},$$

Формула 3.5

где ρ_{xy} – коэффициент корреляции;

σ_x, σ_y – стандартные отклонения статистических рядов X и Y;

$Cov(X;Y)$ – ковариация статистического ряда (среднее произведение отклонений каждой пары точек данных):

$$Cov(X;Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}),$$

Формула 3.6

где n – количество наблюдений,

i – индекс наблюдений,

x_i – значение статистической величины ряда X в i -ый момент времени, единиц;

\bar{x} – средняя арифметическая величина статистического ряда Y , единиц;

y_i – значение статистической величины ряда Y в i -ый момент времени, единиц;

\bar{y} – средняя арифметическая величина статистического ряда Y , единиц;

Значения коэффициентов корреляции, рассчитанные для статистических рядов пополнения и отгрузок запаса, приведены в

Таблица 3.4. Тесной можно считать связи с коэффициентом корреляции более 75%. Как показывают расчеты

Таблица 3.4, максимально тесная связь (77%) имеется между приходом и отгрузками запаса по товарной группе 3. По товарной группе 1 имеется теснота связи 65%, по товарной группе 2 – 56%. Коэффициент корреляции по приходу и отгрузкам в целом за год по всем товарным группам составляет 71%, что позволяет сделать вывод о необходимости совершенствования методики управления запасами на складе, описанном с помощью приведенной статистики.

Таблица 3.4

Значение коэффициента корреляции прихода и отгрузок запаса по товарным группам за 2001-2004 годы

Товарная группа	Коэффициент корреляции
Товарная группа 1	0,645661
Товарная группа 2	0,560461
Товарная группа 3	0,773454
Всего	0,711062

(2) Кроме описания пополнения и отгрузок запаса важной характеристикой, описывающей состояние запаса, являются **остатки запаса** (или наличный запас) (см. Рисунок 1.2, стр. 21). Значения остатков запаса на складе находятся в данных оперативного складского учета, в ведомостях учета движения товарно-материальных ценностей, в информационной базе. Анализ

динамики остатков запаса может дать общее представление о загрузке складских площадей и оборачиваемости запаса.

Пример 3.4. Анализ остатков запаса в звене цепей поставок.

На Рисунок 3.10 представлена динамика остатков запаса товара Пример 3.1 за 2001-2004 годы. В целом, можно сделать заключения об изменении уровней запаса по годам, выявить сезонные тенденции, но при этом необходимо помнить, что остатки запаса появляются в результате совмещения характеристик входящего и выходящего материальных потоков, а, следовательно, не являются самостоятельной величиной. Для дальнейшего описания состояния запаса требуются иные, более детальные показатели.

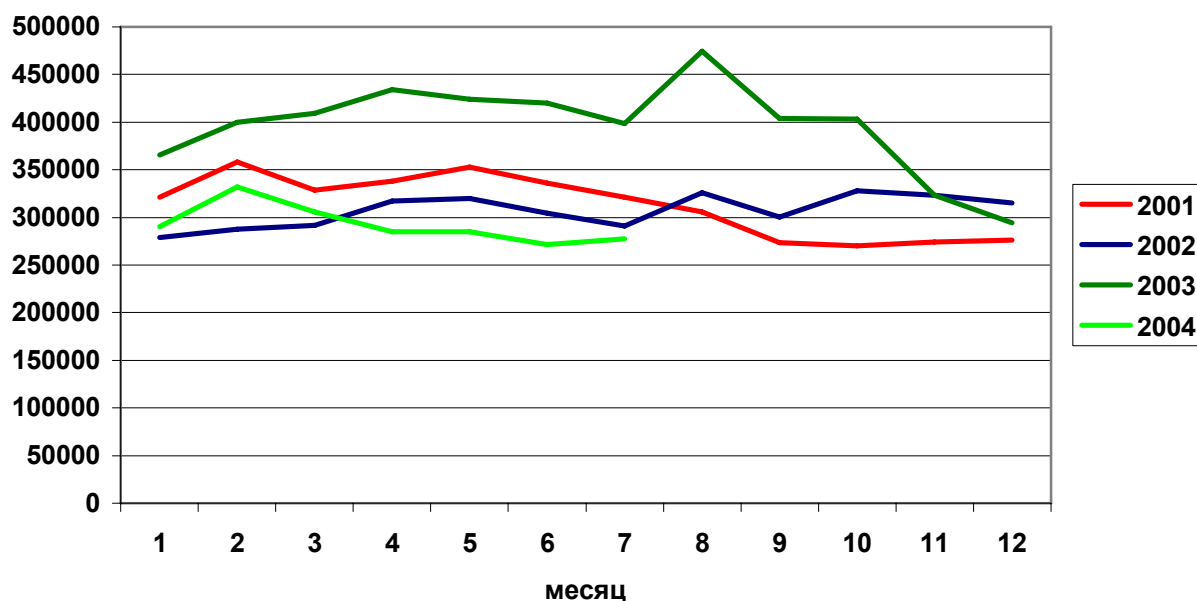


Рисунок 3.10. Динамика изменения остатков запаса товара на складе за 2001-2004 годы.

3.2. Основные показатели состояния запаса

К основным показателям состояния запаса относятся:

- 1) средний уровень запаса,
- 2) запасоемкость,

- 3) обеспеченность потребности запасом,
- 4) доля переходящего запаса,
- 5) скорость обращения запаса,
- 6) время оборота запаса.

(1) Средний уровень запаса - первый производный показатель состояния запаса из рассматриваемых. Средний уровень запаса рассчитывается по единичным отчетным периодам по следующей формуле:

$$\bar{Z}_i = \frac{Z_{ni} + Z_{ki}}{2},$$

Формула 3.7

где \bar{Z}_i – средний объем запаса в i -ом периоде, единиц;

Z_{ni} – остаток запаса на начало i -го периода, единиц;

Z_{ki} – остаток запаса на конец i -го периода, единиц.

Пример 3.5. Расчет среднего объема запаса в звене цепей поставок.

В

Таблица 3.5 представлен пример расчет среднего объема запаса в коротких периодах времени (по месяцам). Средний объем запаса, например, в январе месяце рассчитывался на основе данных остатков запаса на начало января и на начало февраля месяцев следующим образом (см. столбец 2

Таблица 3.5):

$$\frac{185012 + 208883}{2} = 196947,5.$$

В феврале месяце средний объем запаса определен так:

$$\frac{208883 + 188513}{2} = 198698 \text{ и т.д.}$$

Таблица 3.5

Расчет среднего объема запаса товара по месяцам

Месяц	Остатки	Средние остатки
1	2	3
янв.01	185012	196947,5
фев.01	208883	198698
мар.01	188513	192051,5
апр.01	195590	200458,5
май.01	205327	201777,5
июн.01	198228	191355
июл.01	184482	177896
авг.01	171310	161716,5
сен.01	152123	158491,5
окт.01	164860	169741,5
ноя.01	174623	176713
дек.01	178803	182500

На Рисунок 3.11 показана динамика средних остатков запаса по коротким периодам (см. столбец 3

Таблица 3.5) на фоне динамики остатков запаса за те же периоды. Как видно из рисунка, средние показатели сглаживают отклонения и дают возможность более точно судить об имеющихся тенденциях.

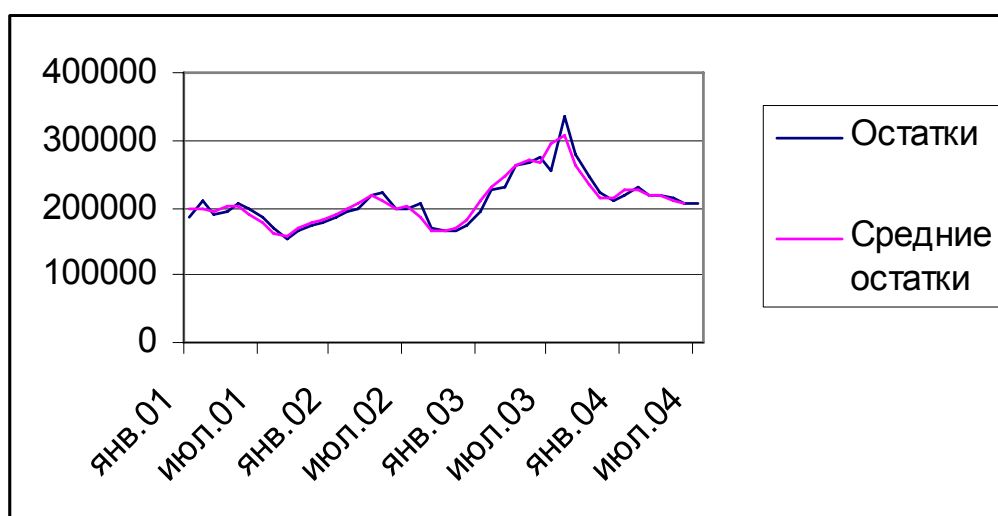


Рисунок 3.11. Динамика остатков и средних остатков запаса товара по коротким периодам.

Для расчета среднего уровня запаса за длительный период следует использовать формулу средней хронологической:

$$\bar{Z}_j = \frac{0,5 * Z_1 + \sum_{i=2}^{n-1} Z_i + 0,5 * Z_n}{n - 1},$$

Формула 3.8

где \bar{Z}_j – средний уровень запаса в j-ом длительном периоде, единиц;

Z_1, Z_n – остаток запаса на первый и последний единичный период учета, единиц;

i – индекс единичного периода учета,

n – количество единичных периодов учета,

Z_i – остаток запаса на i-ый единичный период учета, единиц.

По данным столбца 2

Таблица 3.5 средняя хронологическая величина объемов запаса в 2001 году рассчитывается следующим образом:

$$\begin{aligned} & (0,5 * 185012 \\ & +208883 \\ & +188513 \\ & +195590 \\ & +205327 \\ & +198228 \\ & +184482 \\ & +171310 \\ & +152123 \\ & +164860 \\ & +174623 \\ & +0,5 * 178803) / 11 \\ & = 184167,9. \end{aligned}$$

Соотношение остатков запаса, средней арифметической остатков запаса в единичные периоды учета и средней хронологической остатков запаса за длительный период (по годам) представлено на Рисунок 3.12. Значение сред-

ней хронологической величины остатков запаса за длительный период удобно использовать как определения общего объема финансирования работ по созданию и поддержанию запаса.

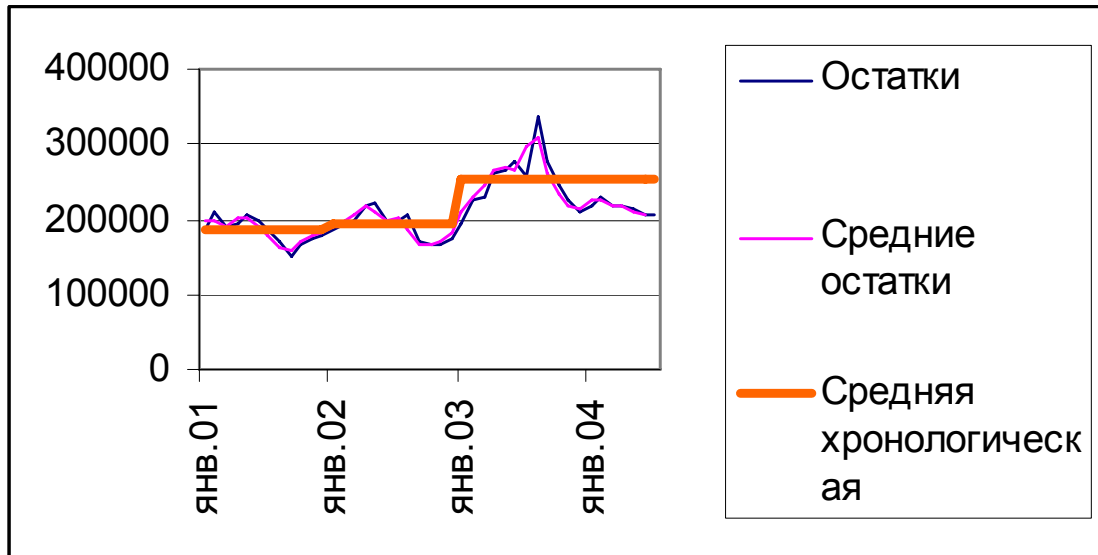


Рисунок 3.12. Динамика средней хронологической остатков запаса на фоне средних остатков и наличного запаса.

(2) Запасоемкость – показатель состояния уровня запаса, который показывает, сколько единиц остатков запаса имеется на единицу отгрузки прошлого единичного периода учета. Расчет запасоемкости проводится по следующей формуле:

$$Z_{em_i} = \frac{Z_{i+1}}{D_i},$$

Формула 3.9

где Z_{em_i} – запасоемкость запаса в i -ом периоде учета,

i – индекс периода учета,

Z_{i+1} – остаток запаса на начало $(i+1)$ -го периода учета (или на конец i -го единичного периода учета), единиц;

D_i – объем отгрузок (потребности, объем продаж или товарооборот) за i -ый единичный период учета, единиц.

Запасоемкость является безразмерным показателем. По существу, запасоемкость показывает для обслуживания скольких будущих периодов будет достаточно остатков запаса, созданных на конец рассматриваемого периода, при условии, что объем отгрузок (потребность, объем продаж или товарооборот) в будущих периодах останется на уровне рассматриваемого периода.

Пример 3.6. Расчет запасоемкости

В Таблица 3.6 приведен расчет запасоемкость товара Пример 3.5 по месяцам 2001 года. Так, например, запасоемкость товара в январе месяце рассчитывается следующим образом:

$$\frac{208882}{17244} = 12,1.$$

В феврале месяце запасоемкость рассчитывается так:

$$\frac{188513}{57187} = 3,3 \text{ и т.д.}$$

Таблица 3.6

Расчет запасоемкости товара

Месяц	Остатки	Отгрузки	Запасоемкость
1	2	3	4
январь.01	185012	17244	12,1
февраль.01	208883	57187	3,3
март.01	188513	48504	4,0
апрель.01	195590	58647	3,5
май.01	205327	45477	4,4
июнь.01	198228	23833	7,7
июль.01	184482	21730	7,9
август.01	171310	65289	2,3
сентябрь.01	152123	46663	3,5
октябрь.01	164860	45344	3,9
ноябрь.01	174623	31497	5,7
декабрь.01	178803	13714	-

На Рисунок 3.13 представлена динамика запасоемкости товара за четыре года. За исключением июля месяца 2003 года и начала 2004 года, уровень запасоемкости по годам стабилен и указывает на 3-5 кратное превышение уровня остатков запаса на конец рассматриваемого периода над отгрузками рассматриваемого периода при наличии тенденции к повышению этого показателя в летние месяцы года. Другими словами, в конце каждого отчетного периода на складе имеется такой уровень запаса, который достаточен для обеспечения потребности 3-5 будущих периодов при условии, что сохранится объем потребности отчетного периода.

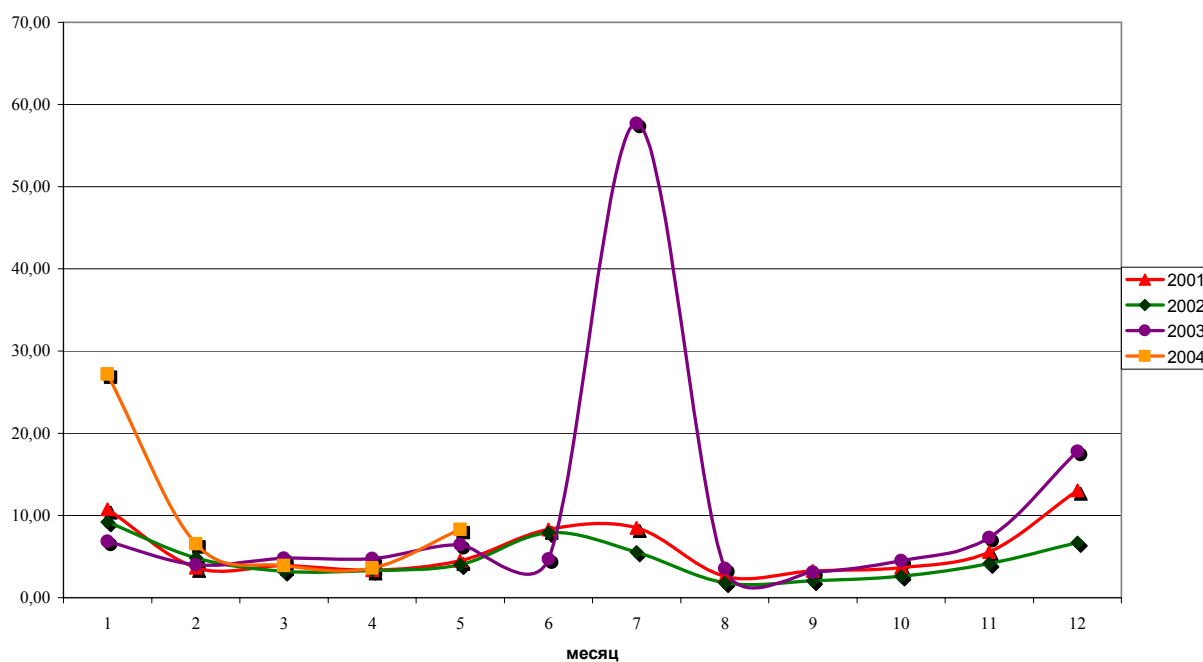


Рисунок 3.13. Динамика запасоемкости товара в 2001-2004 годах.

(3) По своему содержанию показатель запасоемкости аналогичен показатель **обеспеченности потребности запасом**. Главным отличием этого показателя является то, что обеспеченность потребности запасом имеет размерность. Этот показатель измеряется в единицах времени и показывает, на сколько дней (недель, декад, месяцев и др.) хватит наличных запаса до мо-

мента их полного истощения. Обеспеченность потребности запасом рассчитывается по следующей формуле:

$$O_{di} = \frac{Z_{ei}}{m_j},$$

Формула 3.10

где O_{di} – обеспеченность потребности запасом в i -ом периоде учета, дни;

i – индекс периода учета,

Z_{ei} – остаток запаса на конец i -го периода учета, единиц;

m_j – объем отгрузок (потребность, объем продаж или товарооборот) в j -ом единичном периоде учета, единиц/дни.

Пример 3.7. Расчет обеспеченности потребности запасом.

Расчет обеспеченности потребности запасом в 2001 г. для данных

Таблица 3.5 представлен в Таблица 3.7. Обеспеченность потребности в запасе в январе месяце рассчитывается следующим образом:

$$\frac{208883}{\frac{17244}{31}} = 375,5 \text{ дней} \approx 375 \text{ дней.}$$

Формула 3.11

Округление в Формула 3.11 произведено до ближайшего меньшего целого числа, так как такой подход удобен для определения количества дней, на которое хватит запаса до его полного истощения.

В феврале месяце расчет обеспеченности потребности запасом проведен так:

$$\frac{188513}{\frac{57187}{28}} = 92,3 \approx 92 \text{ дня и т.д.}$$

Таблица 3.7

Расчет обеспеченности потребности запасом

Месяц	Остатки	Отгрузки	Запасоемкость	Количество рабочих дней	Обеспеченность потребности запасом
1	2	3	4	5	6
январь.01	185012	17244	12,1	31	375
февраль.01	208883	57187	3,3	28	92
март.01	188513	48504	4,0	31	125
апрель.01	195590	58647	3,5	30	105
май.01	205327	45477	4,4	31	135
июнь.01	198228	23833	7,7	30	232
июль.01	184482	21730	7,9	31	244
август.01	171310	65289	2,3	31	72
сентябрь.01	152123	46663	3,5	30	105
октябрь.01	164860	45344	3,9	31	119
ноябрь.01	174623	31497	5,7	30	170
декабрь.01	178803	13714	-	31	-

На Рисунок 3.14 представлена динамика обеспеченности потребности запасом товара в 2001-2004 годах. В целом, динамика обеспеченности потребности запасом повторяет динамику запасоемкости (см. Рисунок 3.13). Действительно, из Формула 3.9 и Формула 3.10 видно, что между показателями запасоемкости и обеспеченности потребности запасом имеется однозначная связь:

$$O_{d_i} = Z_{e_i} * t,$$

Формула 3.12

где O_{d_i} – обеспеченность потребности запасом в i -ом периоде учета, дни;

Z_{e_i} – запасоемкость запаса в i -ом периоде учета, безразмерна;

t – длительность (в днях, неделях, декадах, месяцах и пр.) i -го периода учета, дни.

Обеспеченность потребности запасом, как видно из Формула 3.12, представляет собой запасоемкость, приведенную в единицы времени. Данные Таблица 3.7 позволяют убедиться в этом:

В январе месяце обеспеченность потребности запасом равна (см. столбцы 4-6 Таблица 3.7):

$$12,1 * 31 = 375,1 \approx 375 \text{ дня.}$$

В феврале месяце обеспеченность потребности запасом равна (см. столбцы 4-6 Таблица 3.7):

$$3,3 * 28 = 92,4 \approx 92 \text{ дня и т.д.}$$

Среднее количество дней обслуживания потребности запасом в примере на Таблица 3.7 колеблется от 50 до 300. Тенденция к завышению обеспеченности потребности запасом в летние месяцы свидетельствует, что присутствует некоторый элемент перестраховки или системная ошибка в прогнозировании спроса этого сезона. Учитывая, что план производства предприятия, товар разрабатывается на полугодие, поставки на склад ведутся ежемесячно, а обеспеченность потребности запасом составляет 50-300 дней, запас, очевидно, выше необходимого.

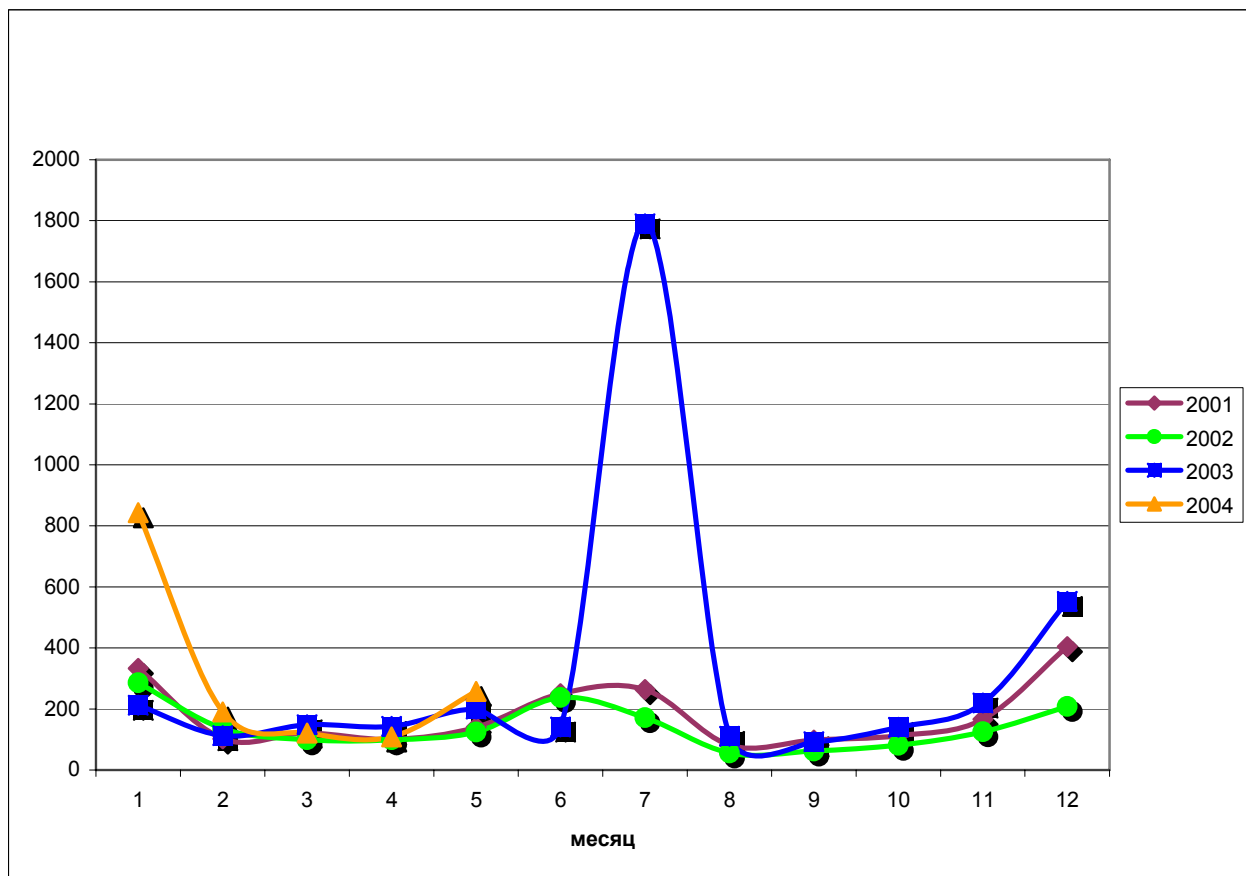


Рисунок 3.14. Динамика обеспеченности потребности запасом товара в 2001-2004 годах.

(4) **Доля переходящего запаса** - следующий показатель состояния запаса, который помогает оценить уровень наличного запаса, дополняя информацию, полученную при расчете пяти вышеприведенных показателей. Доля переходящего запаса представляет собой отношение объема запаса на начало периода к предполагаемому балансовому итогу запаса на конец этого же периода при предположении, что отгрузка (потребности, продаж, товарооборот) в рассматриваемом периоде не происходило. При расчете этого показателя используется уравнение баланса запаса:

$$Z_{ei} = Z_{ni} + S_i - D_i,$$

Формула 3.13

где Z_{ei} – остаток запаса на конец i -го периода,

Z_{ni} – остаток запаса на начало i -го периода,

S_i – объем пополнения запаса в i -ом периоде,

D_i – объем отгрузок (потребления, объем продаж или товарооборот) запаса в i -ом периоде.

Расчет доли переходящего запаса проводится по следующей формуле:

$$d_i = \frac{Z_{ni}}{Z_{ni} + S_i},$$

Формула 3.14

где d_i – доля переходящего запаса i -го периода;

Z_{ni} – остаток запаса на начало i -го периода, единиц;

S_i – объем пополнения запаса в i -ом периоде, единиц.

Учитывая Формула 3.13, расчет доли переходящего запаса можно проводить и по следующей формуле:

$$d_i = \frac{Z_{ni}}{Z_{ni} + (Z_{ei} - Z_{ni} + D_i)} = \frac{Z_{ni}}{Z_{ei} + D_i},$$

Формула 3.15

где d_i – доля переходящего запаса i -го периода;

Z_{ni} – остаток запаса на начало i -го периода, единиц;

Z_{ei} – остаток запаса на конец i -го периода, единиц;

D_i – объем отгрузок (потребления, объем продаж или товарооборот) запаса в i -ом периоде, единиц.

Пример 3.8. Расчет доли переходящего запаса

Для данных

Таблица 3.5 в

Таблица 3.8 проведен расчет доли переходящего запаса рассматриваемого товара. В январе месяце доля переходящего запаса составила:

$$\frac{185012}{208883 + 17244} = 0,82.$$

$$\text{В феврале месяце} - \frac{208883}{188513 + 57187} = 0,85 \text{ и т.д.}$$

Таблица 3.8

Расчет доли переходящего запаса товара

Месяц	Остатки	Отгрузки	Доля переходящего запаса
1	2	3	4
янв.01	185012	17244	0,82
фев.01	208883	57187	0,85
мар.01	188513	48504	0,77
апр.01	195590	58647	0,74
май.01	205327	45477	0,84
июн.01	198228	23833	0,95
июл.01	184482	21730	0,96
авг.01	171310	65289	0,79
сен.01	152123	46663	0,72
окт.01	164860	45344	0,75
ноя.01	174623	31497	0,83
дек.01	178803	13714	-

На Рисунок 3.15 представлена динамика доли переходящего запаса товара в период 2001-2004 годов. Как видно из рисунка, доля колеблется в диапазоне от 0,7 до 0,95, показывая, что в начале рассматриваемого периода (в данном случае, месяца) на складе имеется запас товара в размере от 70% до 95% поставок, которые ожидаются в этом месяце. При этом делается предположение, что уровень поставок в рассматриваемом месяце будет равен объему поставок в предшествующем месяце.

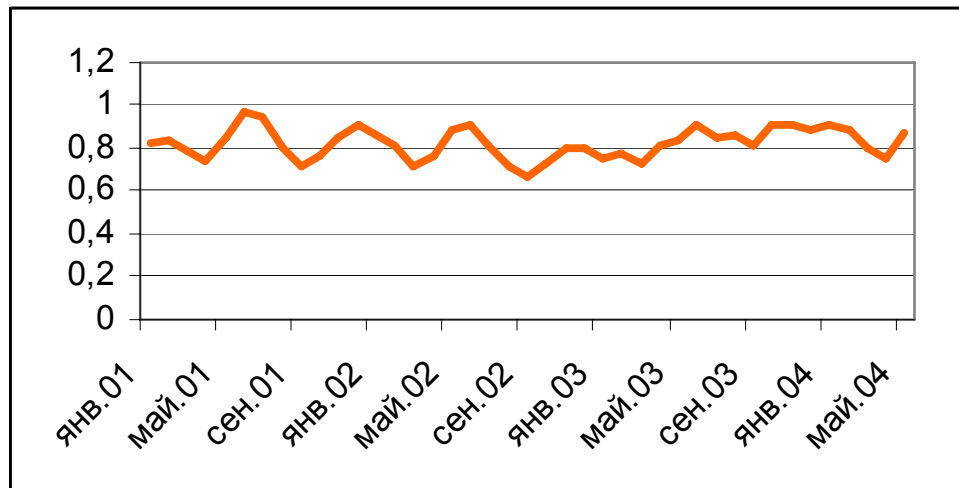


Рисунок 3.15. Динамика доли переходящего запаса товара за 2001-2004 годы.

Сравнение динамики запасоемкости (или обеспеченности потребности запасом) (см. Рисунок 3.13 или Рисунок 3.14 на стр. 92 и 96) и динамики доли переходящего запаса (см. Рисунок 3.15) показывает, что показатели запасоемкости (обеспеченности потребности) и доли переходящего запаса по товару имеют различные тенденции, так как отражают состояния запаса со стороны пополнения запаса (доля переходящего запаса) и со стороны потребления запаса (запасоемкость или обеспеченность потребности запасом). Наличие этих показателей необходимо для составления наиболее полной картины о состоянии запаса, которые имеет сложную природу своего формирования.

(5) Скорость обращения запаса показывает количество оборотов (количество раз полного обновления состава) среднего запаса за рассматриваемый период. Скорость обращения позволяет рассматривать запас как итог сочетания характеристик входящего и выходящего материального потока (см. Рисунок 1.2 на стр. 23).

Скорость обращения запаса рассчитывается по формуле:

$$V_i = \frac{D_i}{Z_i},$$

Формула 3.16

где V_i – скорость обращения, количество раз;

D_i – объем отгрузок (потребления, объем продаж или товарооборот) запаса в i -ом периоде, единиц;

\bar{Z}_i – средний объем запаса в i -ом периоде (см. Формула 3.7 и Формула 3.8 на стр. 87), единиц.

Пример 3.9. Расчет скорости обращения запаса

Для

Таблица 3.5 в

Таблица 3.9 представлен расчет скорости обращения по месяцам года.

В январе месяце скорость обращения равна $\frac{17244}{196947,5} = 0,09$. В феврале - $\frac{57187}{198698} = 0,29$ и т.д. В среднем за месяц 2001 года скорость обращения составила $\frac{475129}{2208347} = 0,22$. За 2001 год скорость обращения составила $0,22 * 12 = 2,64$ раза.

Таблица 3.9

Расчет скорости обращения запаса товара

Месяц	Отгрузки	Средний запас	Скорость обращения
2	3	4	5
январь.01	17244	196947,5	0,09
февраль.01	57187	198698	0,29
март.01	48504	192051,5	0,25
апрель.01	58647	200458,5	0,29
май.01	45477	201777,5	0,23
июнь.01	23833	191355	0,12
июль.01	21730	177896	0,12
август.01	65289	161716,5	0,40
сентябрь.01	46663	158491,5	0,29
октябрь.01	45344	169741,5	0,27
ноябрь.01	31497	176713	0,18
декабрь.01	13714	182500	0,08
Итого	475129	2208347	0,22

На Рисунок 3.16 приведены данные о скорости обращения товара **Ошибка! Источник ссылки не найден.** Как видно из рисунка, средняя скорость обращения за 2001-2004 года составляла 2-3 раза в год, что соответствует значениям показателям запасоемкости и обеспеченности, а так же доли переходящего запаса. Снижение размера пополнения запаса на фоне повышения частоты пополнения может приводить к повышению скорости оборачиваемости и в целом к экономии оборотных средств, вложенных в запасы.

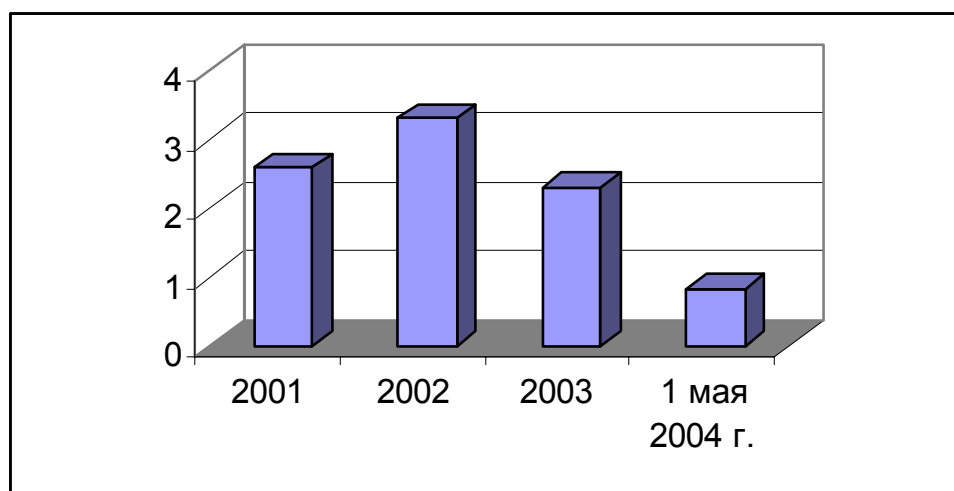


Рисунок 3.16. Динамика скорости обращения товара в 2001-2004 годах.

(6) Время оборота - последний показатель из состава обязательно рассчитываемых для описания состояния запаса. Время оборота показывает среднее число дней (недель, декад, месяцев и др.), в течение которых средний размер запаса находится на складе. Время оборота рассчитывается по следующей формуле:

$$T_i = \frac{\bar{Z}_i}{m_j},$$

Формула 3.17

где T_i – время оборота запаса, дни;

i – индекс рассматриваемого периода времени,

j – индекс единичного периода учета,

\bar{Z}_i - средний объем запаса в i -ом периоде (см. Формула 3.7 и Формула 3.8 на стр. 87), единиц;

m_j – объем отгрузок (потребность, объем продаж или товарооборот) в j -ом единичном периоде учета, единиц/дни.

Пример 3.10. Расчет времени оборота запаса.

Для

Таблица 3.5 в

Таблица 3.10 приведен результат расчета времени оборота запаса по месяцам года. Например, в январе месяце запас имел время оборота

$\frac{196947,5}{17244} = 11,42$ месяца. В феврале - $\frac{198698}{57187} = 3,47$ месяца. Среднее время оборота за 2001 год составило $\frac{2208347}{475127} = 4,65$ месяца.

Таблица 3.10

Расчет времени обращения запаса

Месяц	Отгрузки	Средний запас	Время оборота
1	2	3	4
янв.01	17244	196947,5	11,42
фев.01	57187	198698	3,47
мар.01	48504	192051,5	3,96
апр.01	58647	200458,5	3,42
май.01	45477	201777,5	4,44
июн.01	23833	191355	8,03
июл.01	21730	177896	8,19
авг.01	65289	161716,5	2,48
сен.01	46663	158491,5	3,40
окт.01	45344	169741,5	3,74
ноя.01	31497	176713	5,61
дек.01	13714	182500	13,31
Итого	475129	2208347	4,65

На Рисунок 3.17 показана динамика изменения времени оборота запаса рассматриваемого товара в 2001-2004 годах. Как видно из рисунка, время

оборота составляет от 3,5 до 6 месяцев. Показатель времени оборота по своему значению связан со значением показателя скорости обращения (см. Формула 3.16). Он позволяет определиться с такими важными оценками состояния запаса, как соответствие срока хранения сроку годности товарно-материальных ценностей и времени обращения оборотных средств.

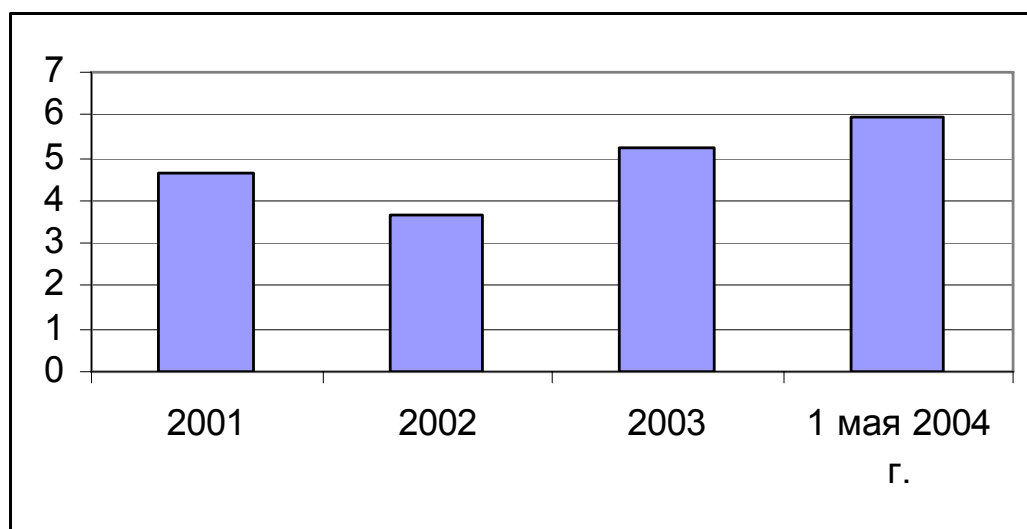


Рисунок 3.17. Динамика времени оборота запаса товара в 2001-2004 годах.

В целом, рассмотренный состав показателей оценки состояния запаса является минимально необходимым для постоянного мониторинга запаса, что необходимо для обеспечения эффективного управления запаса, методика которого представлена в последующих главах.

Основные формулы раздела по главе 3

Таблица 3.11

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
1	Среднемесячный объем пополнения (отгрузок), единиц	$\bar{P}_m = \frac{\sum_{i=1}^n P_{mi}}{n}$	<i>i</i> – индекс года статистического ряда; <i>n</i> – количество лет статистических рядов; <i>P_{mi}</i> - объем пополнения (отгрузок, продаж, товарооборот) запаса в <i>m</i> -ом месяце <i>i</i> -го года, единиц.

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
2	Коэффициент вариации, безразмерный	$V = \frac{\sigma}{\bar{x}}$	σ – стандартное отклонение, единиц; \bar{x} – средняя арифметическая величина, единиц.
3	Стандартное отклонение, единиц	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$	i – индекс даты; n – количество статистических данных; x_i – статистическая величина, единиц.
4	Средняя арифметическая величина, единиц	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	i – индекс даты; n – количество статистических данных; x_i – статистическая величина, единиц.
5	Коэффициент корреляции	$\rho_{xy} = \frac{Cov(X;Y)}{\sigma_x * \sigma_y}$	σ_x, σ_y – стандартные отклонения статистических рядов X и Y, единиц; $Cov(X;Y)$ – ковариация статистического ряда.
6	$Cov(X;Y)$ – ковариация статистического ряда	$Cov(X;Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$	n – количество наблюдений; i – индекс наблюдений; x_i – значение статистической величины ряда X в i -ый момент времени, единиц; \bar{x} – средняя арифметическая величина статистического ряда Y, единиц; y_i – значение статистической величины ряда Y в i -ый момент времени, единиц; \bar{y} – средняя арифметическая величина статистического ряда Y, единиц.
7	Средний объем запаса, единиц	$\bar{Z}_i = \frac{Z_{ni} + Z_{ki}}{2}$	i – индекс периода; Z_{ni} – остаток запаса на начало i -го периода, единиц; Z_{ki} – остаток запаса на конец i -го периода, единиц.
		$\bar{Z}_j = \frac{0,5 * Z_1 + \sum_{i=2}^{n-1} Z_i + 0,5 * Z_n}{n-1}$	\bar{Z}_j – средний уровень запаса в j -ом длительном периоде, Z_1, Z_n – остаток запаса на первый и последний единичный период учета, единиц; i – индекс единичного периода учета; n – количество единичных периодов учета; Z_i – остаток запаса на i -ый

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
			единичный период учета, единиц.
8	Запасоемкость, безразмерный	$Z_{em_i} = \frac{Z_{i+1}}{D_i}$	i – индекс периода учета; Z _{i+1} – остаток запаса на начало (i+1)-го периода учета (или на конец i-го единичного периода учета), единиц; D _i – объем отгрузок (потребности, объем продаж или товарооборот) за i-ый единичный период учета, единиц.
9	Обеспеченность потребности запасом, дни	$O_{d_i} = \frac{Z_{e_i}}{m_j}$	i – индекс периода учета; Z _{e_i} – остаток запаса на конец i-го периода учета, единиц; m _j – объем отгрузок (потребность, объем продаж или товарооборот) в j-ом единичном периоде учета, единиц/дни.
		$O_{d_i} = Z_{e_i} * t$	Z _{em_i} – запасоемкость запаса в i-ом периоде учета; t – длительность (в днях, неделях, декадах, месяцах и пр.) i-го периода учета, дни.
10	Остаток запаса на конец периода, единиц	$Z_{e_i} = Z_{n_i} + S_i - D_i$	Z _{n_i} – остаток запаса на начало i-го периода, единиц; S _i – объем пополнения запаса в i-ом периоде, единиц; D _i – объем отгрузок (потребления, объем продаж или товарооборот) запаса в i-ом периоде, единиц.
11	Доля переходящего запаса	$d_i = \frac{Z_{n_i}}{Z_{n_i} + S_i}$	Z _{n_i} – остаток запаса на начало i-го периода, единиц; S _i – объем пополнения запаса в i-ом периоде, единиц.
		$d_i = \frac{Z_{n_i}}{Z_{n_i} + (Z_{e_i} - Z_{n_i} + D_i)} = \frac{Z_{n_i}}{Z_{e_i} + D_i}$	Z _{n_i} – остаток запаса на начало i-го периода, единиц; Z _{e_i} – остаток запаса на конец i-го периода, единиц; D _i – объем отгрузок (потребления, объем продаж или товарооборот) запаса в i-ом периоде, единиц.
12	Скорость обращения, раз	$V_i = \frac{D_i}{\bar{Z}_i}$	D _i – объем отгрузок (потребления, объем продаж или товарооборот) запаса в i-ом периоде, единиц; \bar{Z}_i – средний объем запаса в

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
13	Время оборота, дни	$T_i = \frac{\bar{Z}_i}{m_j}$	<p>i-ом периоде, единиц.</p> <p>i – индекс рассматриваемого периода времени;</p> <p>j – индекс единичного периода учета;</p> <p>\bar{Z}_i - средний объем запаса в i-ом периоде, единиц;</p> <p>m_j – объем отгрузок (потребность, объем продаж или товарооборот) в j-ом единичном периоде учета, единиц/дни.</p>

Список вопросов для самопроверки по главе 3

- 1) Перечислите основные показатели оценки состояния запаса.
- 2) В каких документах содержатся данные о пополнении запаса?
- 3) Для решения каких задач требуется использовать данные о пополнении запаса?
- 4) Прокомментируйте динамику пополнения запаса, приведенную на Рисунок 3.1 на стр. 73.
- 5) Назовите некоторые причины сезонного поведения входящего материального потока.
- 6) В каких документах можно найти данные об отгрузках запаса со склада?
- 7) Для решения каких задач требуется знание динамики отгрузок запаса со склада?
- 8) Для каких целей проводится совместный анализ тенденций поступлений и отгрузок запаса?
- 9) Дайте комментарий о соответствии динамики пополнения и отгрузок запаса по Рисунок 3.4 на стр. 77.
- 10) Что показывают средние показатели пополнения и отгрузок запаса?
- 11) Дайте комментарий Рисунок 3.5 на стр. 78.

- 12) Как рассчитывается вариация прихода и отгрузок запаса?
- 13) Для решения каких задач требуется сравнение вариации пополнения и отгрузок запаса?
- 14) Имеется ли зависимость между динамикой средних показателей пополнения и отгрузки запаса и вариации пополнения и отгрузки запаса?
- 15) Ответы на какие вопросы можно найти, анализируя тренды рассеяния данных о приходе и расходе запаса?
- 16) Как рассчитывается коэффициент корреляции пополнения и отгрузок запаса? Для ответа на какие вопросы может быть полезен расчет коэффициента корреляции?
- 17) Как можно рассчитать средний уровень запаса на складе?
- 18) Для решения каких задач требуется рассчитывать средний уровень запаса на складе по коротким и длительным учетным периодам?
- 19) Что такое запасоемкость?
- 20) Как запасоемкость связана с обеспеченностью потребности запасом?
- 21) В каких единицах измерения рассчитывается обеспеченность потребности запасом?
- 22) Для ответов на какие вопросы требуется расчет показателя обеспеченности потребности запасом?
- 23) Что такое доля переходящего запаса?
- 24) Для ответа на какие вопросы требуется расчет доли переходящего запаса?
- 25) Дайте комментарий по Рисунку 3.15 на стр. 99.
- 26) Что показывает скорость обращения запаса?
- 27) Как время оборота запаса связано со скоростью обращения запаса?
- 28) Какие показатели состояния запаса позволяют определить общие характеристики сочетания характеристик входного и выходного материального потока?

Список дополнительной литературы по главе 3

1. Зеваков А.М., Петров В.В. Логистика производственных и товарных запаса: Учебник. – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2002. – 320 с.
2. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.
3. Моисеева Н.К., Адрианова Т.Р. Логистика товародвижения. – М.: МИЭТ, 2002. – 164 с.
4. Неруш Ю.М. Логистика: Учебник. - М.: ЮНИТИ - ДАНА, 2000. - 389 с.
5. Радионов Р.А., Радионов А.Р. Логистика: управление сбытовыми запасами и оборотными средствами предприятия. - М.: ИНФРА-М, 2002. - 400 с.
6. Родников А.Н. Логистика: Терминологический словарь. - М.: ИНФРА-М, 2000. - 352 с.
7. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 680 с.
8. Степанов В.И. Логистика: Учебник. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. – 488 с.
9. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

4. Процесс управления запасами в звеньях цепей поставок

Содержание главы

Процедура управления запасами

Понятие управления запасами

Содержание процедуры разработки алгоритма управления запасами

- *определение объема потребности в запасе*
- *определение состава статей затрат, связанных с созданием и поддержание запаса*
- *расчет оптимального размера заказа, пополняющего запас*
- *согласование условий пополнения запаса*
- *проектирование алгоритма управления запасами*

Последовательность этапов процедуры разработки алгоритма управления запасами

Состав подразделений, участвующих в разработке алгоритма управления запасами

- *Ведущие подразделения*
- *Обеспечивающие подразделения*

Содержание процесса управления запасами

Содержание процесса управления запасами на операционном уровне

- *Разработка алгоритма управления запасами*
- *Разработка и отладка программного обеспечения использования алгоритма управления запасами*
- *Эксплуатация алгоритма управления запасами*

4.1. Процедура разработки алгоритма управления запасами

Для того чтобы запас мог обеспечивать имеющуюся потребность, необходима реализация процесса управления запасами. Под управлением запасами понимается деятельность, направленная на обеспечение требуемого уровня запаса. Процесс управления запасами требует наличия алгоритма управления запасами. Процедура разработки такого алгоритма включает несколько этапов (см. Рисунок 4.1):

- 1) Определение объема потребности в запасе.
- 2) Определение состава статей затрат, связанных с созданием и поддержанием запаса.
- 3) Расчет оптимального размера заказа, пополняющего запас.
- 4) Согласование условий пополнения запаса.
- 5) Проектирование алгоритма управления запасами.

Стр. 28а рукописных листов.

Рисунок 4.1. Процедура разработки алгоритма управления запасами в звене цепей поставок.

Последовательность этапов процедуры разработки алгоритма управления запасами связана с логикой модели формирования запаса (см. Рисунок 1.2 на стр. 23).

(1) **Определение объема потребности в запасе** позволяет определить предполагаемые характеристики выходящего материального потока (см.

Рисунок 4.2). Общая характеристика содержания этого этапа приведена в п. 5 и п. 6. В работах определению потребности в запасе могут принимать участие (в зависимости от отрасли деятельности) отдел маркетинга, отдел продаж (или коммерческий отдел), производственные подразделения (или планово-экономические отделы, обслуживающие производство), отдел логистики, отдел информационных технологий (или отдел бизнес-аналитики).

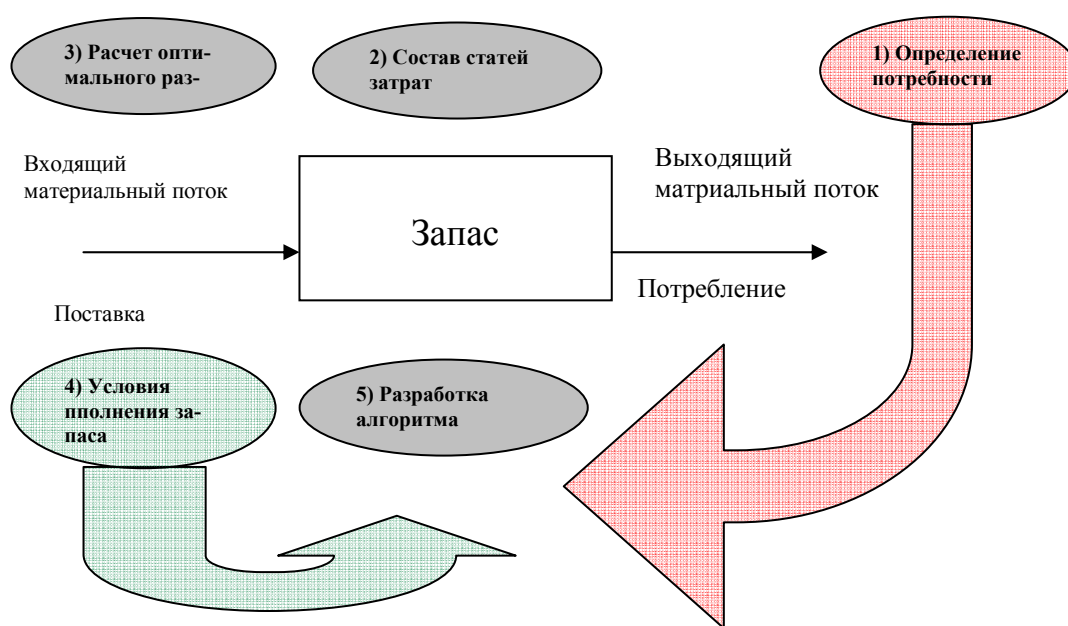


Рисунок 4.2. Формирование запаса на основе процедуры управления запасами.

(2) **Определение состава статей затрат**, связанных с запасами, является основой принятия решений по управлению запасами. Затраты, связанные с запасами, представляют собой основной критерий оптимизации уровня запаса. Состав возможных статей затрат, учитываемых при работе с запасами, рассмотрен в п. 7. В работе по согласованию состава статей затрат, организации их учета и использованию величин затрат в управлении запасами принимают участие планово-экономический отдел, отдел управленческого учета, бухгалтерия, отдел логистики, отдел информационных технологий (или отдел бизнес-аналитики).

(3) **Расчет оптимального размера заказа**, пополняющего запас, позволяет предварительно определить характеристики входящего материального потока. Учитывая, что исходной информацией работы с запасом являются характеристики потребления, формирование характеристик входящего потока представляет собой главный инструмент манипуляции с запасом. Определение оптимального размера заказа - фактически, главная возможность оптимизации уровня запаса. Расчету оптимального размера заказа посвящен п. 8. Расчет оптимального размера заказа проводится отделом логистики при участии транспортного отдела, складского хозяйства, производственных подразделений, отдела информационных технологий.

(4) **Согласование условий пополнения запаса** проводится с представителями поставляющего звена (поставщиком) на основе результатов расчета оптимального размера заказа, проведенного на предыдущем этапе разработки алгоритма управления запасом. Такое согласование проводится в рамках переговоров с поставщиком и предполагает учет позиции и интересов поставщика. Результат 4-го этапа, как правило, приводит к определению характеристик входящего материального потока, отличных от рассчитанных на 3-ем этапе. В работе по этому этапу участвуют отдел закупок, отдел логистики, юридический отдел, финансовый отдел.

К началу 5-го этапа у разработчика алгоритма управления запасом имеются определенные характеристики выходящего материального потока (результат 1-го этапа) и входящего материального потока (результат 4-го этапа) (см. Рисунок 4.1). Запас формируется в результате расхождения этих характеристик. 5-ый этап разработки алгоритма управления запасами обеспечивает **формирование алгоритма**, который позволит поддерживать созданный запас на оптимальном (для организации, содержащей запас) уровне. Разработку алгоритма управления запасами ведет отдел логистики или специалисты отдела (группы) бизнес-аналитики. Методика разработки алгоритма рассмотрена в п. 11.1.

Состав подразделений организации, участвующих в процедуре разработки алгоритма управления запасами (см. Таблица 4.1), зависит от организационной структуры конкретного предприятия и распределения функций между этими подразделениями. В целом, можно считать состав подразделений, отмеченных в Таблица 4.1, рекомендуемым. В Таблица 4.2 по подразделениям указаны этапы процедуры разработки алгоритма управления запасами, в которых участвуют руководители или сотрудники этих подразделений.

Таблица 4.1

Состав подразделений организации, принимающих участие в процедуре разработки алгоритма управления запасами

Этап	Ведущие подразделения	Обеспечивающие подразделения
1) Определение потребности	Отдел маркетинга Отдел продаж (или коммерческий отдел) Производственные подразделения (или планово-экономические отделы)	Отдел информационных технологий (или отдел бизнес-аналитики). Отдел логистики
2) Определение состава статей затрат	Планово-экономический отдел Отдел управленческого учета Финансовый отдел Бухгалтерия	Отдел логистики Отдел информационных технологий (или отдел бизнес-аналитики)
3) Расчет оптимального размера заказа	Отдел логистики	Транспортный отдел Складское хозяйство Производственные подразделения Отдел информационных технологий (или отдел бизнес-аналитики)
4) Согласование условий пополнения запаса	Отдел закупок	Отдел логистики Юридический отдел Финансовый отдел
5) Проектирование алгоритма управления запасами	Отдел логистики (или специалисты отдела (группы) бизнес-аналитики)	Отдел информационных технологий

Таблица 4.2

Участие подразделений организации в этапах процедуры разработки алгоритма управления запасами

Подразделение	Этап
Отдел логистики	(1) Определение потребности (2) Определение состава статей затрат (3) Расчет оптимального размера заказа (4) Согласование условий пополнения запаса (5) Проектирование алгоритма управления запасами
Отдел маркетинга	(1) Определение потребности
Отдел продаж (коммерческий отдел)	(1) Определение потребности
Производственные подразделения	(1) Прогнозирование (планирование) потребности (3) Расчет оптимального размера заказа
Отдел закупок	(4) Согласование условий пополнения запаса
Планово-экономический отдел	(1) Определение потребности (2) Определение состава статей затрат
Финансовый отдел	(2) Определение состава статей затрат (4) Согласование условий пополнения запаса
Бухгалтерия	(2) Определение состава статей затрат
Отдел управленческого учета (контроллинга)	(2) Определение состава статей затрат
Отдел информационных технологий	(1) Определение потребности (2) Определение состава статей затрат (3) Расчет оптимального размера заказа (5) Проектирование алгоритма управления запасами
Отдел (группа) бизнес-аналитики	(1) Определение потребности (2) Определение состава статей затрат (3) Расчет оптимального размера заказа (5) Проектирование алгоритма управления запасами
Транспортный отдел	(3) Расчет оптимального размера заказа
Складское хозяйство	(3) Расчет оптимального размера заказа
Юридический отдел	(4) Согласование условий пополнения запаса

При принципиальном изменении характера потребления процедуру разработки алгоритма управления запасами требуется повторить (см. Рисунок 4.1).

4.2. *Содержание процесса управления запасами*

Процедура разработки алгоритма является одним из шагов процесса управления запасами, которая включает в себя вопросы, решаемые на различных уровнях организационной структуры управления предприятием. На

операционном уровне по завершении разработки алгоритма управления запасами требуется разработка и отладка программного обеспечения для поддержки принятия решений в соответствии с алгоритмом (см. Рисунок 4.3). Эксплуатация разработанного алгоритма может завершиться введением нового алгоритма принятия решений по управлению запасами.

A rectangular box with a thin black border. Inside the box, at the top left, is the text "Стр. 28б рукописных листов." The rest of the box is empty.

Рисунок 4.3. Процедура использования алгоритма управления запасами.

Список вопросов для самопроверки по главе 4

- 1) Какова главная цель управления запасами?
- 2) Почему управление запасами должно иметь алгоритм?
- 3) Перечислите этапы процедуры разработки алгоритма управления запасами.
- 4) Объясните связь последовательности этапов процедуры разработки алгоритма управления запасами и логики их формирования.
- 5) Какой из этапов процедуры разработки алгоритма управления запасами позволяет определить характеристики выходящего материального потока?
- 6) Какой из этапов процедуры разработки алгоритма управления запасами позволяет определить характеристики входящего материального потока?

- 7) Поясните состав подразделений, участвующих в определении потребности в запасе.
- 8) Почему определение состава статей затрат является основой принятия решений по управлению запасами?
- 9) Что, как правило, является основным критерием принятия решений в логистике? Как с этим критерием связаны статьи затрат, учитываемых при работе с запасами?
- 10) Поясните состав подразделений, участвующих в определении состава затрат, связанных с запасами.
- 11) На каком этапе процедуры разработки алгоритма управления запасами определяются характеристики входящего материального потока?
- 12) Почему работа со входящим материальным потоком является основной возможностью оптимизации уровня запаса?
- 13) Поясните состав подразделений, участвующих в расчете оптимального размера заказа, пополняющего запас.
- 14) Приведите примеры звеньев-поставщиков в цепях поставок различных отраслей бизнеса.
- 15) Чем этап согласования условий поставок принципиально отличается от предыдущих этапов?
- 16) Перечислите возможные причины отклонения результатов этапов согласования условий поставок от результатов расчета оптимального размера заказа.
- 17) Поясните состав подразделений, участвующих в согласовании условий поставок.
- 18) Что является исходной информацией для проектирования алгоритма управления запасами?
- 19) Поясните состав подразделений, участвующих в проектировании алгоритма управления запасом.

20) Изучите содержание Таблица 4.2 и определите состав подразделений, организация взаимодействия с которыми является необходимым условием успешного проектирования алгоритма управления запасами.

21) При каких условиях требуется пересмотр алгоритма управления запасами?

22) Какие вопросы решаются на операционном уровне управления запасами?

Список дополнительной литературы по главе 4

1. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.

2. Стерлигова А.Н. Процедуры оптимального распределения запаса в цепях поставок // Логистика сегодня. - №4. - 2005. - С. 20-30.

3. Стерлигова А.Н. Роль управления запасами в организации успешного бизнеса // Логистика сегодня. - №1. - 2004. - С. 48-59. – М.: 2004. – 23 с.

4. Стерлигова А.Н. Терминологическая структура логистики // Логистика и управление цепями поставок. - 2004. - №4-5. - С. 101-119. - М.: ГУ-ВШЭ, 2004. – 31 с.

5. Определение объема потребности в запасе

Содержание главы

Потребность производства

- *Планы производства*
- *Планы обслуживания производства*

Прогнозирование потребности производства

Потребности в незавершенном производстве

Потребности сферы обращения

Планы продаж

Виды потребности в запасе

Общая потребность

Чистая потребность

Регулярное потребление

Нерегулярное потребление

Сезонное потребление

Непредсказуемый спрос

Зависимый спрос

Зависимый вертикальный спрос

Зависимый горизонтальный спрос

Независимый спрос

5.1. *Процесс прогнозирования потребности в запасе*

Определение объема потребности в запасах представляет собой первый этап процедуры разработки алгоритма управления запасами (см. п. 4).

Определение объема потребности в запасе зависит от характера потребляющего звена. Если запас создается на входе производственного предприятия, объем потребности по основным группам сырья и материалам определяется планом производства и плановыми потребностями в обслуживании основного производства (например, планом проведения планово-предупредительного ремонта оборудования, плановой потребностью во вспомогательных материалах и др.). Планы производства и его обслуживания рассчитывается на основе данных о длительности циклов производства продукции. Несмотря на относительную стабильность, **производственные планы и планы обслуживания производства** могут корректироваться. Годовые планы имеют полугодовые или квартальные корректировки, квартальные планы – месячные, планы на месяц могут корректироваться по декадам, неделям, пятидневкам или дням. Для обеспечения обслуживания запасом корректируемой производственной потребности, потребности в запасных частях, вспомогательных материалах и др., особенно в случаях, когда время пополнения запаса велико (более, соответственно, недели, месяца или квартала), необходимо прогнозирование потребности в товарно-материальных ценностях. Под прогнозированием здесь понимается попытка предсказать будущий объем потребности.

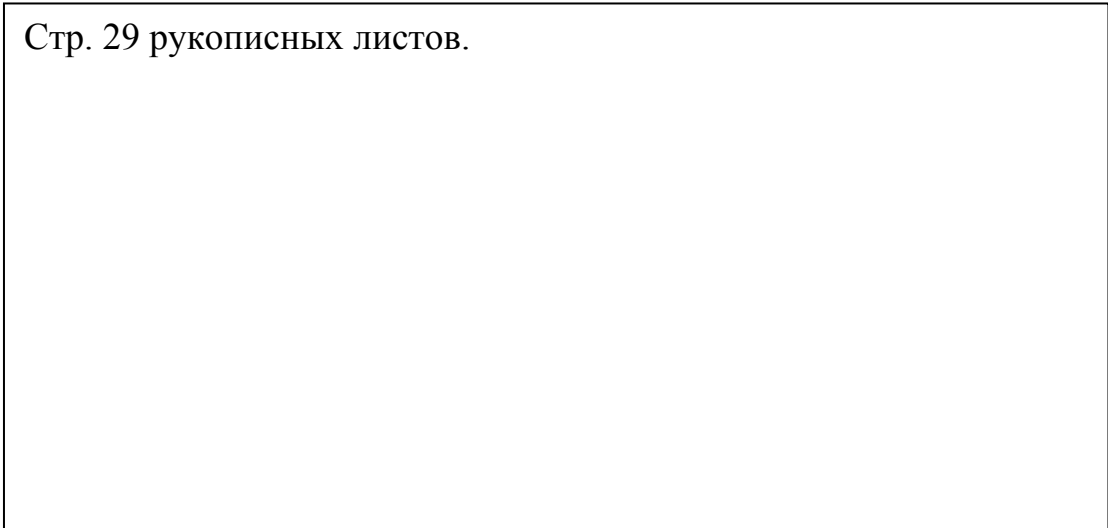
Возможные отклонения от производственного плана порождают корректировки потребностей отдельных рабочих мест в запасах незавершенного производства.

Предсказание будущего объема потребности требуется и для обеспечения запасом готовой продукции **плана продаж**, который значительно в большей степени, чем производственные планы, подвержен отклонениям от заранее определенных показателей.

Точность прогнозирования объема потребности в запасе определяет требуемый уровень страховой составляющей запаса (см. п. 2), а, следовательно, и общий объем запаса. Описание процедур и приемов прогнозирования объема потребности в запасе имеется во многих источниках по экономической статистике, а так же в специальных изданиях по логистике и управлению запасами (см. списки дополнительной литературы к настоящему разделу). Остановимся на наиболее используемой практике прогнозирования как объемов производственной потребности в запасе сырья и материалов, так и потребности в готовой продукции.

5.2. Виды потребности в запасе

Для обеспечения максимальной точности прогнозирования объема потребности в запасе требуется различать отдельные виды потребности (см. Рисунок 5.1).



Стр. 29 рукописных листов.

Рисунок 5.1. Виды потребности в запасе.

Как отмечалось выше (см. п. 5), при управлении запасами сырья и материалов при обслуживании производственной потребности (см. Рисунок 1.1 на стр. 21) в качестве исходной информации используются планы производ-

ства и планы по работам, обеспечивающим производство. **Общая потребность** в группе товарно-материальных ценностей, относящихся к сырью и материалам, складывается из потребностей в конкретном виде сырья и материалов на все возможные цели:

$$P_{\text{общ}i} = P_{\text{пр}i} + P_{\text{кст}i} + P_{\text{нт}i} + P_{\text{рз}i} + P_{\text{техн}i} + P_{\text{нзп}i},$$

Формула 5.1

где $P_{\text{общ}i}$ - общая потребность в i -ом наименовании товарно-материальных ценностей, единиц;

$P_{\text{пр}i}$ - потребность в i -ом наименовании товарно-материальных ценностей на выполнение плана производства и продаж, единиц;

$P_{\text{кст}i}$ - потребность в i -ом наименовании товарно-материальных ценностей на капитальное строительство, единиц;

$P_{\text{нт}i}$ - потребность на внедрение новой техники, единиц;

$P_{\text{рз}i}$ - потребность в i -ом наименовании товарно-материальных ценностей на ремонтно-эксплуатационные нужды, единиц;

$P_{\text{техн}i}$ - потребность в i -ом наименовании товарно-материальных ценностей на изготовление технологической оснастки и инструментов, единиц;

$P_{\text{нзп}i}$ - потребность в i -ом наименовании товарно-материальных ценностей на прирост незавершенного производства, единиц.

При работе с запасом готовой продукции общая потребность должна учитывать иные составляющие, определяемые состоянием рынка. В отличие от производственной потребности, потребность в готовой продукции определяется в основном не внутренними факторами организации, а внешними, прежде всего, рыночными факторами.

Общая потребность (или брутто-потребность) в товарно-материальных ценностях на любом этапе движения материального потока может быть скорректирована на объем имеющихся наличных запаса, которые могут быть использованы для покрытия планируемого или прогнозируемого спроса.

Пример 5.1. Расчет чистой потребности в запасе.

Если прогнозируемый спрос на будущий период составляет 1000 единиц товара, а на складе на начало периода уже имеется 200 единиц этого товара, то в течение планового периода требуется обеспечить вновь создаваемым запасом не 1000, а 800 единиц потребности ($1000 - 200 = 800$). Такая потребность, учитывающая наличный запас называется чистой потребностью (или нетто-потребностью).

Потребность в товарно-материальных ценностях может иметь регулярный и нерегулярный характер. *Регулярное потребление* – это ситуация, в которой запас потребляется ежедневно, еженедельно или ежемесячно. Точность прогнозирования такой потребности должна быть максимальной.

Нерегулярное потребление – это ситуация, в которой спрос на товарно-материальные ценности время от времени отсутствует. Для нерегулярного потребления характерно, что объем отгрузок (продаж) в отдельные дни (недели или месяцы) больше среднего объема продаж за длительный период времени.

Прогнозирование как регулярного, так и нерегулярного потребления может представлять собой довольно сложную задачу. И при регулярном, и при нерегулярном потреблении могут иметься периоды сезонного потребления - периодическое увеличение или уменьшение спроса на запас в течение года. Потребность может иметь и случайные изменения, что характерно для так называемого непредсказуемого (спорадического) спроса.

Потребность на товарно-материальные ценности как группы сырья и материалов, так и групп незавершенного производства, готовой продукции или товаров может иметь зависимый и независимый характер. Зависимый спрос (dependent demand) имеет место при наличии технологической (вертикальной) обусловленности закупок, производственного процесса или процесса потребления. Например, потребность в готовом изделии определяет по-

требность на входящие в него сырье, материалы, детали, комплектующие, сборочные единицы.

Зависимый спрос может иметь и горизонтальную составляющую, если демонстрируется связанная потребность в нескольких, технологически не связанных товарах. Например, розничный магазин, торгующий фасованным древесным углем, может обслуживать и зависимый спрос на одноразовую посуду, столовые приборы, одноразовые скатерти, используемые при проведении пикников. Как правило, горизонтальный зависимый спрос имеется при проведении рекламных компаний. При наличии горизонтального зависимого спроса потребность диктуется замыслами маркетинга. Зависимый спрос определяется по спросу на основной продукт в соответствии с известными нормами применимости или использования.

Независимый спрос (independent demand) – это спрос, никак не связанный со спросом на другой продукт. Такая характеристика потребности характерна для большинства продуктов рынка конечного потребления. Независимый спрос прогнозируется отдельно для каждого наименования товарно-материальных ценностей.

Товарно-материальные ценности с различным характером потребления нуждаются в различных методах прогнозирования.

Основные формулы раздела по главе 5

Таблица 5.1

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
1	Общая потребность, единиц	$P_{\text{общ}i} = P_{\text{пр}i} + P_{\text{кст}i} + P_{\text{нт}i} + P_{\text{рз}i} + P_{\text{техн}i} + P_{\text{нзп}}$	$P_{\text{пр}i}$ - потребность в i -ом наименовании товарно-материальных ценностей на выполнение плана производства и продаж, $P_{\text{кст}i}$ - потребность в i -ом наименовании товарно-материальных ценностей на капитальное строительство, $P_{\text{нт}i}$ - потребность на внедрение новой техники,

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
			<p>P_{pi} - потребность в i-ом наименовании товарно-материальных ценностей на ремонтно-эксплуатационные нужды,</p> <p>$P_{техni}$ - потребность в i-ом наименовании товарно-материальных ценностей на изготовление технологической оснастки и инструментов,</p> <p>$P_{изпi}$ - потребность в i-ом наименовании товарно-материальных ценностей на прирост незавершенного производства.</p>

Список вопросов для самопроверки по главе 5

- 1) По каким причинам точность прогнозирования связана с выделением видов потребности?
- 2) Что такое производственная потребность?
- 3) Какой вид потребности связан с запасом сырья и материалов? С запасом незавершенного производства? С запасом готовой продукции? С запасом товаров?
- 4) Как можно рассчитать общую производственную потребность?
- 5) В чем принципиальное отличие общей потребности на готовую продукцию или товар от общей потребности на сырье и материалы?
- 6) Назовите синоним брутто-потребности. Назовите синоним нетто-потребности.
- 7) Что такое чистая потребность в товаре на складе?
- 8) Регулярное или нерегулярное потребление должно иметь максимальную точность прогноза?
- 9) Приведите пример нерегулярного потребления.
- 10) Что такое сезонное потребление?

- 11) Приведите причины случайного спроса на продукцию книжного магазина.
- 12) В чем отличие вертикального и горизонтального зависимого спроса?
- 13) Для каких предприятий характерно наличие зависимого спроса? Для каких предприятий характерно наличие независимого спроса?
- 14) Для запаса какой группы товарно-материальных ценностей характерен зависимый спрос? Для запаса какой группы товарно-материальных ценностей характерен независимый спрос?
- 15) Сотрудники каких подразделений предприятий работают с зависимым спросом? Сотрудники каких подразделений предприятий работают с независимым спросом?
- 16) Приведите пример технологической связи потребности на сырье, материалы, комплектующие, сборочные единицы и др.
- 17) Что является исходной информацией для расчета зависимого спроса?
- 18) Для какого уровня укрупнения номенклатурных позиций должен быть рассчитан независимый спрос?

Список дополнительной литературы по главе 5

1. Джонсон Дж. и др. Современная логистика. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.
2. Линдерс М.Р., Харольд Е.Ф. Управление снабжением и запасами. Логистика. – Пер. с англ. - СПб.: Полигон, 1999. - 768 с.
3. Степанов В.И. Логистика: Учебник. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. – 488 с.
4. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.

5. Чейз Р.Б. и др. Производственный и операционный менеджмент. – 8-е изд. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 704 с.

6. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

6. Техника прогнозирования потребности в запасе

Содержание главы

Подходы к прогнозированию потребности в запасе

Количественный подход

Качественный подход

Комбинированный подход

Прогнозирование потребности на основе статистических данных

Прогнозирование потребности по временным рядам

Временной ряд

Анализ временных рядов

Составляющие спроса

- *относительно равномерный спрос*
- *сезонная потребность*
- *тенденции изменения спроса*
- *циклические колебания спроса*
- *наличие эффекта стимулирования продаж*
- *случайные колебания спроса*

Методы прогнозирования

- *наивный прогноз*
- *прогнозирование по средним величинам*
- *метод экспоненциального сглаживания*

Учет количества рабочих дней в отчетных периодах

Критерий выбора метода прогнозирования

Метод прогнозирования по простой средней

Метод скользящей средней

- *чувствительность прогноза*
- *значимость статистики*

Метод взвешенной скользящей средней

- *коэффициент значимости*

Метод экспоненциального сглаживания

- *константа сглаживания*

Сезонная потребность

Прогнозирование сезонной потребности

Тенденции спроса

Краткосрочные тенденции

Долгосрочные тенденции

Виды тенденций

- *положительные тенденции*
- *отрицательные тенденции*
- *уравнения трендов*
- *метод экстраполяции*

Процесс прогнозирования для временных рядов, имеющих долгосрочные тенденции

- *фильтрация значений статистического ряда.*
- *выбор вида уравнения тренда.*
- *прогнозирование объема потребления.*
- *оценка точности прогноза.*

Тенденции спроса и сезонность

Прогнозирование сезонной потребности с учетом долгосрочных тенденций

Циклические колебания спроса

- *жизненный цикл продукции*
- *выявление ведущего показателя*

Наличие эффекта стимулирования спроса

Случайные факторы спроса

Прогнозирование потребности в запасе по индикаторам

Индикаторы изменения потребности в запасе

Уравнение регрессии

Виды уравнений регрессии

Прогнозирование на основе экспертных оценок

Метод экспертных оценок

Этапы экспертного оценивания

Разработка программы экспертного оценивания

Подбор экспертов

Эффективность решения задачи экспертами

- *Достоверность экспертного оценивания*
- *Затраты на проведение экспертизы*

Подготовка процедуры опроса

Методы проведения опроса

- *анкетирование*
- *интервьюирование*
- *групповое обсуждение*
 - совещание
 - дискуссия
 - мозговой штурм
 - метод Дельфы

Проведение опроса экспертов

Обработка результатов опроса

Последовательность выполнения этапов метода экспертных оценок

Использование экспертных оценок при прогнозировании потребности в запасе

Комбинированный подход к прогнозированию потребности в запасе

Варианты комбинации количественного и качественного подходов к прогнозированию потребности в запасе

Оценка и анализ точность прогноза потребности в запасе

Этапы работы с прогнозами потребности

Оценка погрешности прогноза

- *ошибка прогноза*

- *средняя ошибка прогноза*
- *абсолютная ошибка прогноза*
- *средняя абсолютная ошибка прогноза*
- *среднее квадрата ошибки*
- *стандартное отклонение*
- *относительная ошибка прогноза*
- *средняя относительная ошибка прогноза*

Контроль качества прогноза

Метод контрольного графика

- *нормальный закон распределения*

Контрольные границы ошибки

Развитие методов прогнозирования

Прогнозирование будущего потребления запаса основывается на двух принципиально различных подходах:

- I) количественный подход,
- II) качественный подход.

(I) Прогнозирование при количественном подходе. Оценка будущей потребности в запасе строится либо на основе временных рядов накопленной за прошлые периоды времени статистики потребления, либо на основе статистических данных изменения фактической величины спроса и связанного, определяющего спрос, показателя. В п. 6.1 приведены основные методы количественного прогнозирования потребности в запасе, использующие в качестве исходной информации статистические данные прошлых периодов.

(II) Качественный подход к прогнозированию потребности опирается на экспертные оценки специалистов. Особенности этого подхода рассмотрены в п. 6.2.2.

Комбинация количественного и качественного подходов к прогнозированию потребности в запасе позволяет говорить о **(III) комбинированном подходе** к прогнозированию спроса, который описан в п. 6.3.

Общая карта имеющихся методов прогнозирования потребности в запасе представлена на Рисунок 6.1.

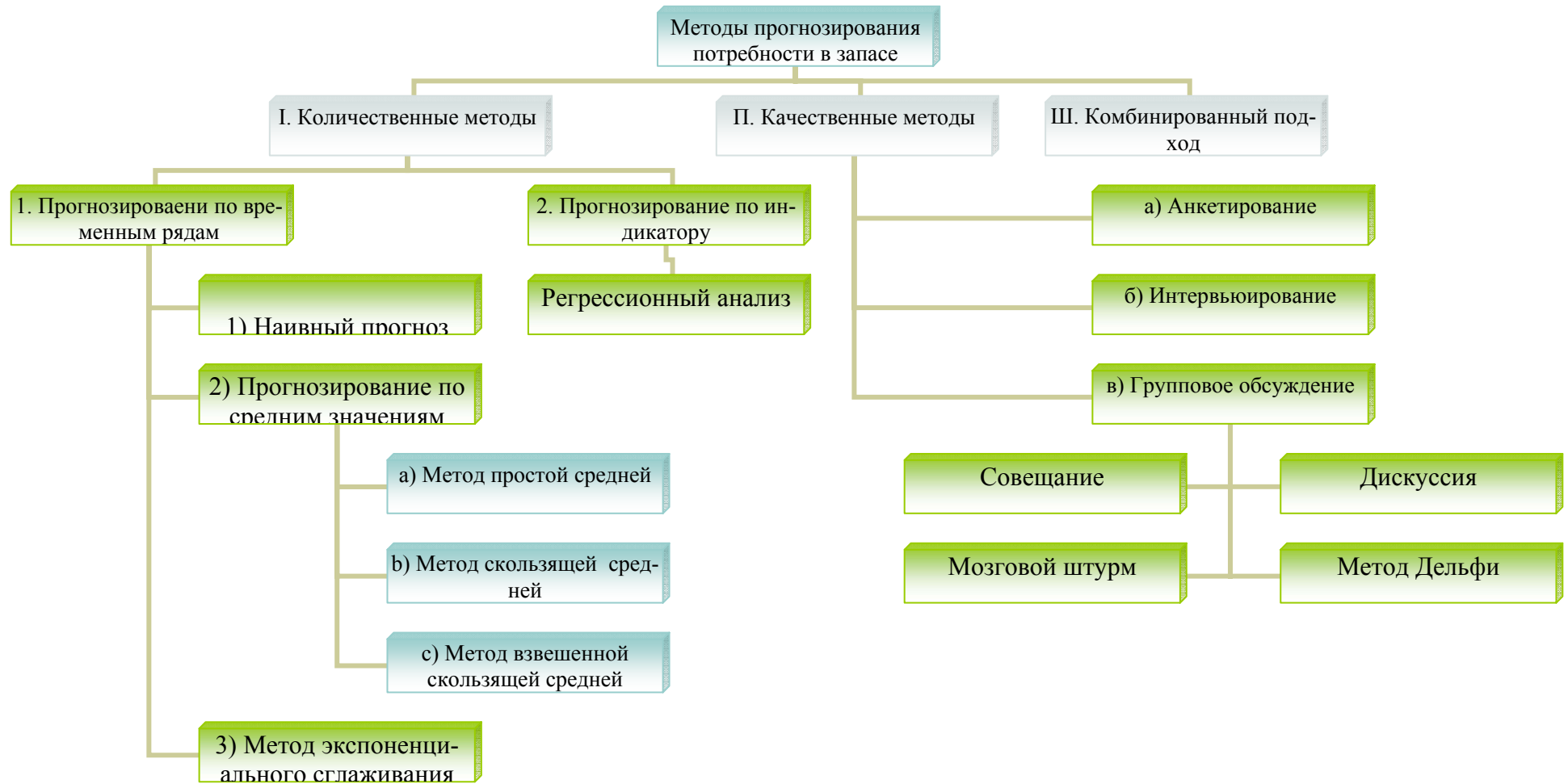


Рисунок 6.1. Методы прогнозирования потребности в запасе.

6.1. Прогнозирование потребности в запасе на основе статистических данных

Прогнозирование потребности в запасе на основе статистических данных составляет количественный подход к прогнозированию. По группам используемых методов количественное прогнозирование можно разделить на два класса:

1. Прогнозирование потребности по временным рядам (см. п. 6.1.1).
2. Прогнозирование по индикаторам (см. п. 6.1.2).

Оба класса в качестве исходной информации используют накопленные за прошлые периоды данные об отгрузках (продажах, товарообороте или объеме потребности) запаса.

6.1.1. Прогнозирование по временным рядам

Временной ряд (time series) представляет собой упорядоченные во времени наблюдения. Такие наблюдения производятся через равные интервалы времени и фиксируют объемы отгрузок запаса в ответ на заявленный спрос на товарно-материальные ценности запаса. Элементы анализа временных рядов потребления запаса представлены в Пример 3.1 (см. Рисунок 3.3 - Рисунок 3.10 на стр. 76 - 86).

На основе анализа временных рядов можно строить прогнозы потребления на будущие периоды. Для этого достаточно построение графика динамики отгрузок и внимательного его изучения. В общем случае во временном ряде потребности требуется выделить следующие составляющие:

- a) относительно равномерный спрос,
- b) сезонную потребность,
- c) тенденции изменения спроса,
- d) циклические колебания спроса,
- e) наличие эффекта стимулирования продаж,

f) случайные колебания спроса.

а. Относительно равномерный спрос

Относительно равномерный (или базовый) спрос характерен для регулярно потребляемых запасов, не имеющих сезонных периодов потребления. Относительно равномерный спрос типичен для запасов основных материалов производственных предприятий. Для прогнозирования потребности в запасе, характеризуемых временными рядами отгрузок равномерного характера, можно использовать методы наивного прогноза и группу методов прогнозирования по среднему значению (простой средней, скользящей средней, взвешенной скользящей средней), а так же метод экспоненциального сглаживания (см. Рисунок 6.1).

На примере потребления запаса за два года (см.

Таблица 6.1) проиллюстрируем простейшие методы прогнозирования,

а именно

- 1) наивный прогноз,
- 2) прогнозирование по средним значениям,
- 3) метод экспоненциального сглаживания.

Таблица 6.1

Временной ряд отгрузок товара со склада

Месяц	Фактические отгрузки
<i>Предыдущий год</i>	
январь	20232
февраль	40446
март	61633
апрель	65989
май	55498
июнь	25189
июль	35613
август	114141
сентябрь	81257

Месяц	Фактические отгрузки
октябрь	63549
ноябрь	40105
декабрь	25747
<i>Текущий год</i>	
январь	17244
февраль	57187
март	48504
апрель	58647
май	45477
июнь	23833
июль	21730

Месяц	Фактические отгрузки
август	65289
сентябрь	46663
октябрь	45344
ноябрь	31497

Месяц	Фактические отгрузки
декабрь	13714

(1) Наивный прогноз является самой простой методикой прогнозирования. Она основывается на предположении о том, что прогнозируемое потребление будущего периода равно потреблению предшествующего периода.

Пример 6.1. Наивный прогноз потребности в запасе.

Пример наивного прогноза потребности в запасе по текущему году представлен в Таблица 6.2 и на Рисунок 6.2. Результаты прогнозирования демонстрируют отставание прогнозных значений от фактически реализуемых.

Таблица 6.2

Пример наивного прогнозирования потребления запаса в предыдущем году

Месяц	Фактические отгрузки	Наивный прогноз
январь	17244	-
февраль	57187	17244
март	48504	57187
апрель	58647	48504
май	45477	58647
июнь	23833	45477
июль	21730	23833
август	65289	21730
сентябрь	46663	65289
октябрь	45344	46663
ноябрь	31497	45344
декабрь	13714	31497

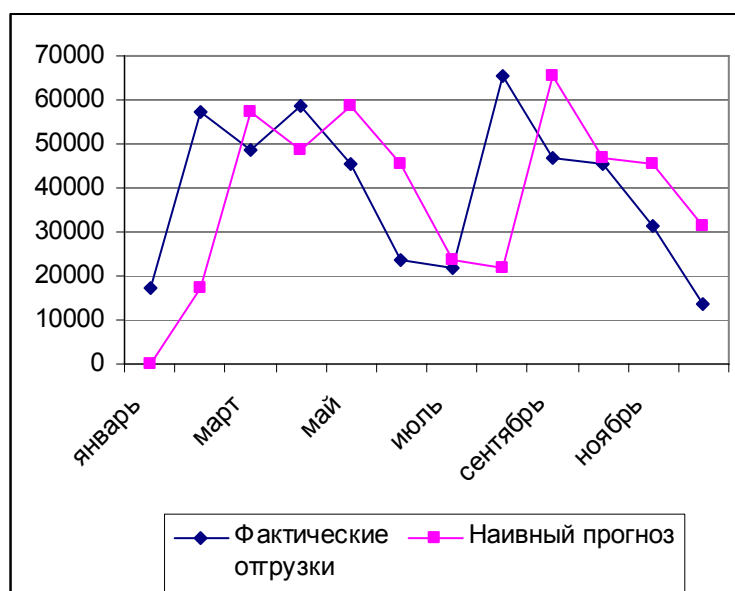


Рисунок 6.2. Результаты наивного прогнозирования потребности в запасе.

Может показаться, что наивное прогнозирование является чрезмерно упрощенным методом. В то же время необходимо отметить и сильные стороны такого приема. Для проведения наивного прогноза не требуется наличия накопленной статистической базы. Наивный прогноз позволяет работать и при ее отсутствии. Наивный прогноз понятен, прост в подготовке, быстр в реализации, не требует, фактически, никаких затрат. Основным недостатком наивного прогнозирования является вероятная низкая точность прогноза, как, например, в случае Рисунок 6.2.

Другие методы прогнозирования, которые будут рассмотрены в данном разделе, могут привести к более точным результатам, чем метод наивного прогнозирования, но, являясь более сложными, могут потребовать и более высоких затрат на их применение. Поэтому по критерию соотношения затрат на реализацию и точности прогнозирования менеджеры должны определиться, какой метод прогнозирования следует применять. Вполне возможно, что таким методом окажется метод наивного прогноза.

(2) Прогнозирование по средним значениям. В случае если временной ряд имеет интервал наблюдений в один месяц, повысить точность наив-

ного прогноза позволяет **(а) метод прогнозирования по простой средней** величине потребления с учетом количества рабочих дней в месяце.

Пример 6.2. Прогнозирование среднедневного потребления.

В

Таблица 6.1 количество рабочих дней по месяцам предыдущего года представлено в Таблица 6.3 столбец 3

Таблица 6.3

Прогноз потребления предыдущего года на основе среднедневного потребления

Месяц	Фактические отгрузки за месяц	Количество рабочих дней	Среднее потребление в день	Прогноз среднедневного потребления	Прогноз месячного потребления
1	2	3	4	5	6
январь	17244	16	1078	0	0
февраль	57187	20	2860	1078	21560
март	48504	21	2310	2860	60060
апрель	58647	21	2793	2310	48510
май	45477	20	2274	2793	55860
июнь	23833	22	1084	2274	50028
июль	21730	20	1087	1084	21680
август	65289	23	2839	1087	25001
сентябрь	46663	22	2122	2839	62458
октябрь	45344	21	2160	2122	44562
ноябрь	31497	21	1500	2160	45360
декабрь	13714	21	654	1500	31500

Динамика фактических отгрузок по месяцам (см. столбец 2 Таблица 6.3) приведена на Рисунок 6.3. Динамика среднедневного потребления запаса по месяцам (см. столбец 4 Таблица 6.3) представлена на Рисунок 6.4.

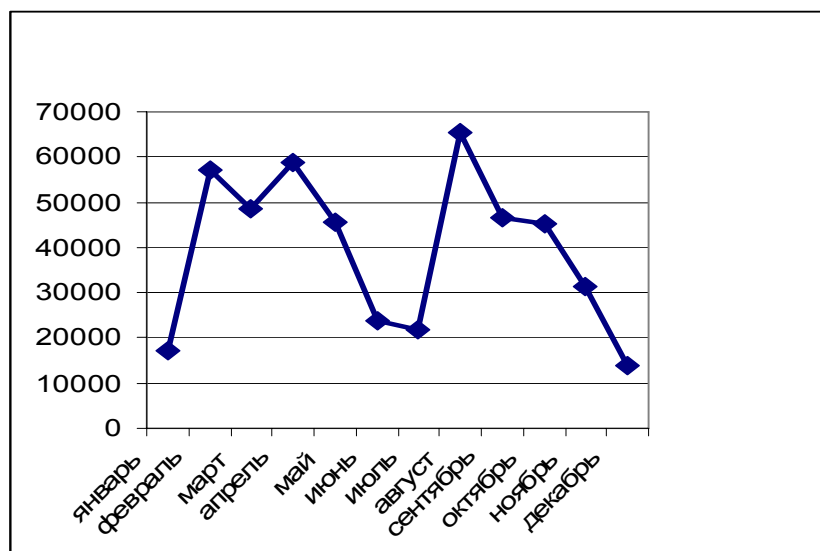


Рисунок 6.3. Динамика фактических отгрузок товара по месяцам.

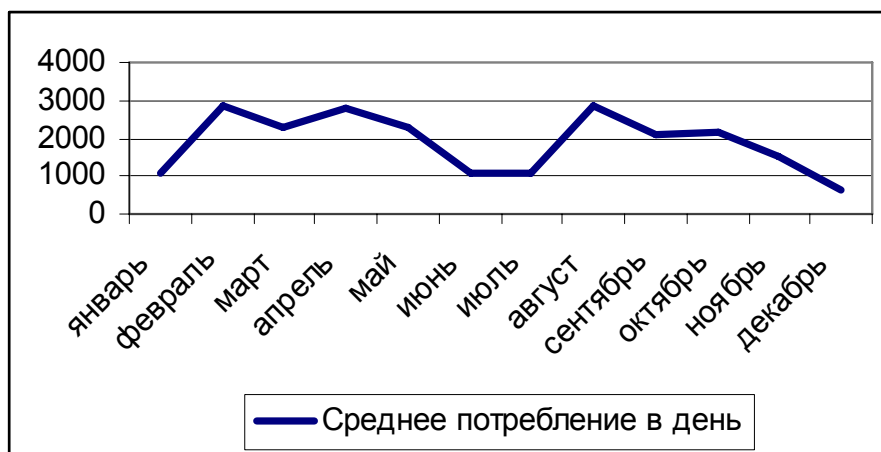


Рисунок 6.4. Динамика среднеедневного потребления запаса по месяцам.

Сравнение Рисунок 6.3 и Рисунок 6.4 показывает, что учет количества рабочих дней позволяет более верно отразить фактические отгрузки. Так, например, рост потребности в январе-феврале по месячным оценкам составил приблизительно 2,3 раза ($\frac{57187 - 17244}{17244}$), а по среднеедневным оценкам – приблизительно 1,7 раза ($\frac{2859 - 1078}{1078}$). Учет меньшего количества рабочих дней в январе по сравнению с февралем позволяет более точно определить реальное положение вещей.

Для расчета среднедневного потребления, например, в январе месяце требуется разделить фактические отгрузки в январе месяце на количество рабочих дней месяца:

$$17244 / 16 = 1077,75 \approx 1078.$$

Формула 6.1

При получении дробной величины среднедневного потребления округление производится в большую сторону, чтобы исключить нехватку запаса при обеспечении потребности.

В феврале месяце среднедневная потребность составит

$$57187 / 20 = 2859,35 \approx 2860.$$

Формула 6.2

Прогноз среднедневного потребления делается на основе расчета среднедневного потребления в предыдущем месяце. Для февраля месяце прогноз среднедневного потребления составит 1078 единиц (см. Таблица 6.3 и Формула 6.1), для марта месяце – 2860 единиц (см. Формула 6.2) и т.д.

Прогноз месячного потребления (см. столбец 6 Таблица 6.3) рассчитывается как произведение прогноза среднедневного потребления на количество рабочих дней в соответствующем месяце. Например, для февраля месяце прогноз среднемесячного потребления составит

$$1078 * 20 = 21560.$$

Иллюстрация результатов прогнозирования по средней величине потребления с учетом количества рабочих дней месяцев в сравнении с результатами наивного прогноза приведена на Рисунок 6.5. Как видно из рисунка, прогноз потребления с учетом количества рабочих дней по месяцам приводит в

абсолютном большинстве случаев к более точному результату, что наивный прогноз.

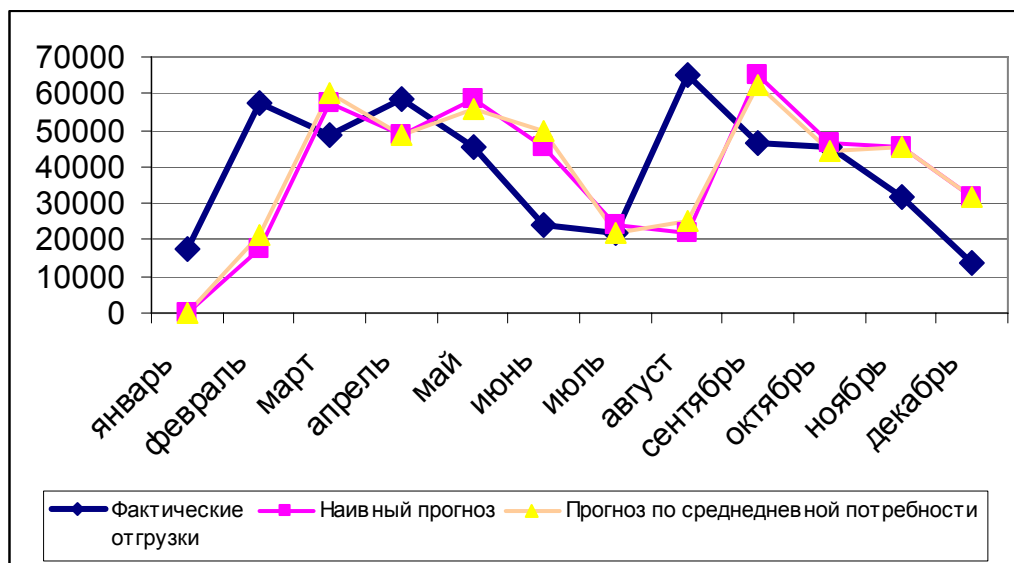


Рисунок 6.5. Результаты прогнозирования потребности в запасе на основе средневзвешенного потребления.

Еще одним методом прогнозирования, относящимся к прогнозированию по средним значениям, является **(б) прогноз на основе скользящего среднего значения** потребления запаса.

Метод скользящей средней при составлении прогноза использует значение средней арифметической величины потребления за последние периоды наблюдений. Скользящая средняя рассчитывается по следующей формуле:

$$\bar{P}_j = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n},$$

Формула 6.3

где \bar{P}_j – прогнозируемый объем потребности в j -ом периоде времени, единиц;

i – индекс предыдущего периода времени;

P_i – объем потребления в i -ом предыдущем периоде времени;

n – количество периодов, используемых в расчете скользящей средней.

Для составления прогноза по скользящей средней требуется определиться в количестве периодов наблюдений n , которые будут использоваться в расчете. При этом требуется учитывать особенности имеющегося временного ряда. Чем большее количество точек наблюдения берется в расчет, тем скользящая средняя менее чувствительная к изменениям значений потребления в прошлые периоды. Если изменение наблюдений имеет ступенчатый характер, то следует обеспечить высокую чувствительность прогноза к каждому из наблюдений. Это требует использования возможно меньшего количества наблюдений.

Пример 6.3. Прогнозирование по скользящей средней.

В примере, который разбирается в данном разделе (см. Таблица 6.3 и Рисунок 6.5) колебания спроса в течение первой половины года не длятся более 2 месяцев. Во второй половине года имеются более длительные тенденции (до 4 месяцев в конце года). Игнорируя пока характер сезонных колебаний и тенденции рассматриваемого примера, выберем в качестве интервала расчета скользящей средней 2 месяца. Результат расчет прогноза по скользящей средней с учетом количества рабочих дней в месяцах приведен в Таблица 6.4.

Таблица 6.4

Расчет прогнозного значения потребления запаса по скользящей средней

Месяц	Фактические отгрузки за месяц	Количество рабочих дней	Среднее потребление в день	Прогноз среднесуточной потребности	Прогноз месячной потребности
1	2	3	4	5	6
январь	17244	16	1078	-	-
февраль	57187	20	2859	-	-
март	48504	21	2310	1969	41349
апрель	58647	21	2793	2585	54285
май	45477	20	2274	2552	51040
июнь	23833	22	1083	2534	55748
июль	21730	20	1087	1679	33580
август	65289	23	2839	1086	24978

Месяц	Фактические отгрузки за месяц	Количество рабочих дней	Среднее потребление в день	Прогноз среднесуточной потребности	Прогноз месячной потребности
1	2	3	4	5	6
сентябрь	46663	22	2121	1963	43186
октябрь	45344	21	2159	2481	52101
ноябрь	31497	21	1500	2141	44961
декабрь	13714	21	653	1830	38430

Для получения прогноза среднесуточной потребности (см. столбец 5 Таблица 6.4), например, в марте месяце требуется использовать статистику фактических среднесуточных отгрузок в январе и феврале месяце (см. столбец 4 Таблица 6.4):

$$(1078 + 2859) / 2 = 1968,5 \approx 1969.$$

Формула 6.4

Для прогнозирования среднесуточной потребности в апреле (см. столбец 5 Таблица 6.4) требуется использовать статистику фактических среднесуточных отгрузок в феврале и марте месяце (см. столбец 4 Таблица 6.4):

$$(2859 + 2310) / 2 = 2584,5 \approx 2585.$$

Округление полученной средней величины потребления ведется до целого числа в большую сторону для обеспечения гарантии покрытия потребности запасом.

Для получения прогноза месячной потребности (см. столбец 6 Таблица 6.4), например, в марте месяце требуется прогноз среднесуточного потребления в марте месяце (см. столбец 5 Таблица 6.4) умножить на количество рабочих дней в этом месяце (см. столбец 3 Таблица 6.4 и Формула 6.4):

$$1969 * 21 = 41349.$$

Иллюстрация результатов прогнозирования по скользящей средней с учетом количества рабочих дней в месяцах приведена на Рисунок 6.6.

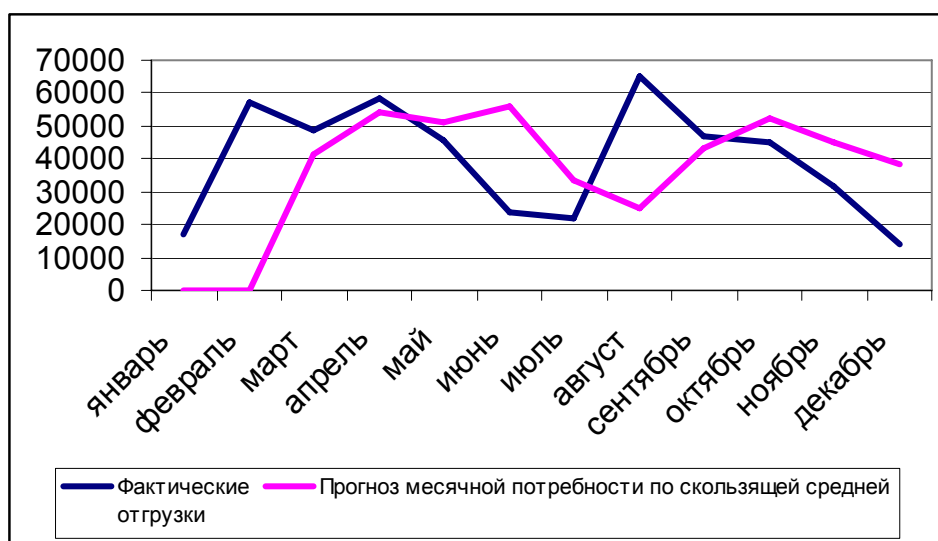


Рисунок 6.6. Результаты прогнозирования потребности в запасе методом скользящей средней.

Преимущество прогнозирования по скользящей средней состоит в простоте метода. Основным недостатком является то, что значимость значений прошлых периодов при прогнозировании будущей потребности одинакова. Например, если в расчете скользящей средней используется 6 значений, то значимость каждого значения равна $1/6$. Между тем, очевидно, что значимость статистики последнего из предшествующих периодов более велика, чем предыдущих.

Для учета важности отдельных периодов наблюдений используют **(в) метод взвешенной скользящей средней**. В этом методе каждому используемому в расчете скользящей средней периоду присваивается коэффициент, отражающий значимость влияния этого периода на прогнозное значение потребления. Значимость более поздних периодов должна быть выше, чем значимость более ранних периодов. Например, из 6-ти периодов расчета скользящей средней последнему может быть присвоен удельный вес 5, предыдущему - 4, далее 3; 2; 1 и 1. В общем виде взвешенная скользящая средняя рассчитывается следующим образом:

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n k_i * P_i}{\sum_{i=1}^n k_i},$$

Формула 6.5

где P_j – прогнозируемый объем потребности в j -ом периоде времени, единиц;

i – индекс предыдущего периода времени;

k_i – коэффициент значимости i -го периода времени;

P_i – объем потребления в i -ом предыдущем периоде времени, единиц;

n – количество используемых в расчете предыдущих периодов времени.

Пример 6.4. Прогнозирование потребности в запасе по взвешенной скользящей средней.

Для данных Таблица 6.4 выберем коэффициенты значимости прошлых периодов при прогнозировании потребности будущего периода. Для последнего периода коэффициент значимости принимается равным 5, для предпоследнего - 1. Расчет взвешенной скользящей средней приведен в Таблица 6.5.

Таблица 6.5

Расчет прогноза потребления запаса по взвешенной скользящей средней

Месяц	Фактические отгрузки за месяц	Количество рабочих дней	Среднее потребление в день	Прогноз среднесуточной потребности	Прогноз месячной потребности
1	2	3	4	5	6
январь	17244	16	1078	0	0
февраль	57187	20	2859	0	0
март	48504	21	2310	2563	53823
апрель	58647	21	2793	2402	50442
май	45477	20	2274	2713	54260
июнь	23833	22	1083	2361	51942
июль	21730	20	1087	1283	25660
август	65289	23	2839	1087	25001
сентябрь	46663	22	2121	2547	56034
октябрь	45344	21	2159	2242	47082
ноябрь	31497	21	1500	2154	45234

Месяц	Фактические отгрузки за месяц	Количество рабочих дней	Среднее потребление в день	Прогноз среднесуточной потребности	Прогноз месячной потребности
1	2	3	4	5	6
декабрь	13714	21	653	1610	33810

Для расчета прогноза среднесуточного потребления запаса (см. столбец 5 Таблица 6.5), например, в марте месяце требуется статистика фактических среднесуточных отгрузок (см. столбец 2 Таблица 6.5) за январь и февраль месяцы:

$$(2859*5+1078*1) / 6 = 2562, 17 \approx 2563.$$

Округление произведено в большую сторону для гарантии обеспечения потребности запасом.

Для получения прогноза месячной потребности в марте месяце (см. столбец 6 Таблица 6.5) надо прогноз среднесуточной потребности в марте (см. столбец 5 Таблица 6.5) умножить на количество рабочих дней в этом месяце (см. столбец 3 Таблица 6.5):

$$2563*21 = 53823.$$

Иллюстрация результатов прогнозирования потребности в запасе на основе взвешенной скользящей средней (см. Таблица 6.5) приведена на Рисунок 6.7.



Рисунок 6.7. Результаты прогнозирования потребности в запасе методом взвешенной скользящей средней.

В целом, прогнозирование по взвешенной скользящей средней дает более точные результаты, чем по простой скользящей средней. Главное преимущество взвешивания состоит в том, что в прогнозируемой величине в большей степени учитываются последние значения потребности. Определенную проблему представляет собой подбор коэффициентов значимости. Они, как правило, определяются экспертно и проверяются экспериментально, то есть путем проб и ошибок.

Более сложный метод прогнозирования на основе расчета взвешенного среднего – это **(3) метод экспоненциального сглаживания** (см. Рисунок 6.1 на стр. 132). В этом методе каждый новый прогноз основан на учете значения предыдущего прогноза и его отклонения от фактического значения. Прогнозное значение по методу экспоненциального сглаживания определяется следующим образом:

$$\text{Прогнозное значение} = \text{Значение предыдущего прогноза}$$

+

$a \cdot (\text{Фактическая потребность} - \text{Значение предыдущего прогноза})$

или

$$P_j = P_{j-1} + a \cdot (F_{j-1} - P_{j-1}),$$

Формула 6.6

где P_j – прогнозируемый объем потребности в j -ом периоде времени, единиц;

P_{j-1} – прогнозируемый объем потребности в $(j-1)$ -ом периоде времени, единиц;

a – константа сглаживания,

F_{j-1} – фактическая потребность в $(j-1)$ -ом периоде, единиц.

Константа сглаживания a определяет чувствительность прогноза к ошибке. Чем ближе ее значение к нулю, тем медленнее прогноз будет реагировать на ошибки. Тем, следовательно, будет выше степень сглаживания прогноза. Напротив, чем ближе значение сглаживающей константы к единице, тем выше чувствительность и меньше сглаживание. Подбор значения константы сглаживания проводится экспериментально. Цель такого подбора состоит в том, чтобы определить такое значение a , чтобы, с одной стороны, прогноз был чувствителен к изменениям временного ряда, а с другой стороны, хорошо сглаживал скачки потребления, вызванные случайными факторами.

Пример 6.5. Прогнозирование потребности в запасе методом экспоненциального сглаживания.

Пример расчета прогноза при константе сглаживания равной 0,2 и 0,8 приведен в Таблица 6.6.

Таблица 6.6

Расчет прогноза потребления запаса по методу экспоненциального сглаживания

Месяц	Фактические отгрузки	Количество рабочих дней	Среднее потребление в день	Прогноз средней дневной потребности при $a=0,2$	Прогноз месячной потребности методом при $a=0,2$	Прогноз дневной потребности при $a=0,8$	Прогноз месячной потребности при $a=0,8$
1	2	3	4	5	6	7	8
январь	17244	16	1078	0	0	0	0
февраль	57187	20	2859	0	0	0	0
март	48504	21	2310	2563	53823	2563	53823
апрель	58647	21	2793	2513	52773	2361	49581
май	45477	20	2274	2569	51380	2737	54740
июнь	23833	22	1083	2510	55220	2367	52074
июль	21730	20	1087	2225	44500	1341	26820
август	65289	23	2839	1998	45954	1138	26174
сентябрь	46663	22	2121	2167	47674	2499	54978
октябрь	45344	21	2159	2158	45318	2198	46158
ноябрь	31497	21	1500	2159	45339	2168	45528
декабрь	13714	21	653	2028	42588	1634	34314

Для расчета ожидаемого потребления запаса в апреле месяце использован прогноз отгрузки в марте по взвешенной скользящей средней (см. Таблица 6.5 и столбцы 5 и 7 Таблица 6.6). Величина прогнозного значения дневной потребности в запасе в апреле месяце рассчитывается при значениях константы сглаживания $a=0,2$ или $a=0,8$ следующим образом:

$$2563+0,2*(2310-2563) = 2512,4 \approx 2513$$

Формула 6.7

и

$$2563+0,8*(2310-2563) = 2360,6 \approx 2361.$$

Формула 6.8

Для мая месяца расчет проводится следующим образом:

$$2513+0,2*(2793-2513) = 2569$$

Формула 6.9

и

$$2513+0,8*(2793-2513) = 2737 \text{ и т.д.}$$

Округления полученных значений проводятся до ближайшего большего целого числа.

Для получения прогноза месячной потребности (см. столбцы 6 и 8 Таблица 6.6) следует умножить прогноз среднедневного потребления (см. столбцы 5 и 7 Таблица 6.6) на количество рабочих дней соответствующего месяца (см. столбец 3 Таблица 6.6):

для апреля месяца (см. Формула 6.7 и Формула 6.8):

$$2513*21 = 52773 \text{ и } 2361*21 = 49581;$$

для мая месяца (см. Формула 6.9 и Формула 6.10):

$$2569*20 = 51380 \text{ и } 2737*20 = 54740.$$

Для выявления, при каком значении константы сглаживания ($a = 0,2$ или $a = 0,8$) прогноз Таблица 6.6 (см. так же Рисунок 6.8) имеет более высокую точность, следует провести оценку точности прогноза. Методы оценки точности прогноза приведены в п. 6.4.1.

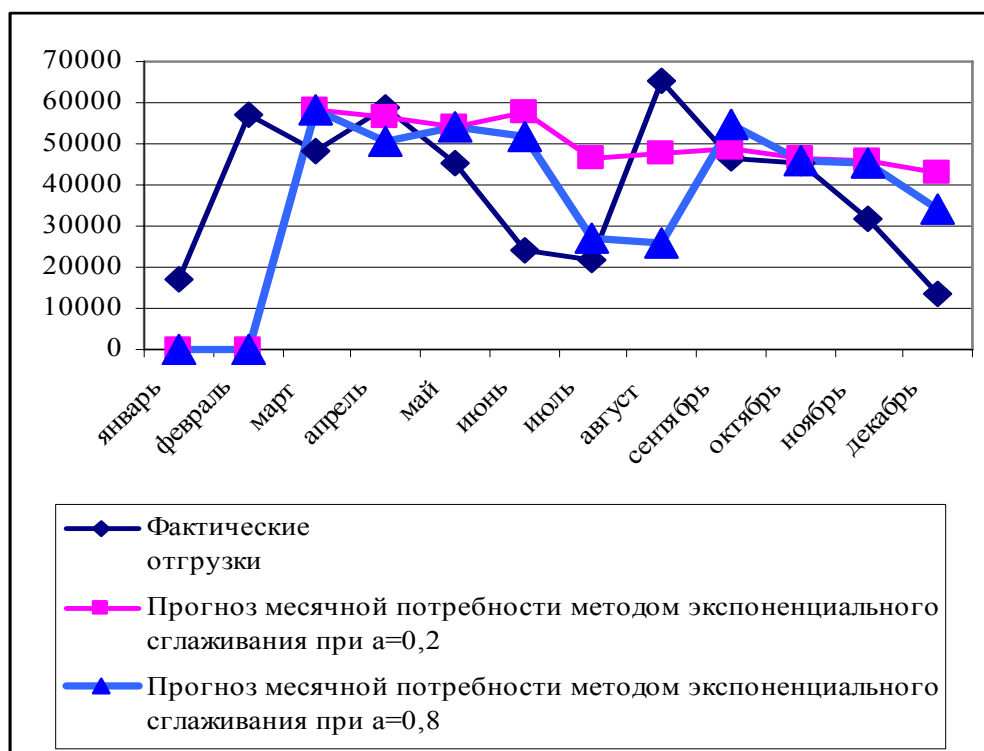


Рисунок 6.8. Результаты прогнозирования потребности в запасе методом экспоненциального сглаживания.

В практике довольно часты случаи, когда запас отгружается неравномерно. В неравномерности могут присутствовать сразу несколько составляющих. Разберем их последовательно.

в. Наличие сезонного спроса

Спрос является сезонным, если в нем имеются краткосрочные (менее года) регулярные изменения, связанные с погодой или с определенными календарными периодами (время отпусков, праздники, времена года и пр.). Сезонный спрос проявляется в периодическом увеличении или уменьшении спроса в течение года.

В Пример 6.1 (см.

Таблица 6.1 на стр. 134) характерна явно выраженная сезонная тенденция спроса: пик отгрузок приходится на март-апрель и сентябрь-октябрь двух следующих друг за другом года (см. Рисунок 6.9). Соответственно, в январе-

феврале и в июле-августе наблюдаются относительное повышение спроса, а в мае-июне и в ноябре-декабре – спады.

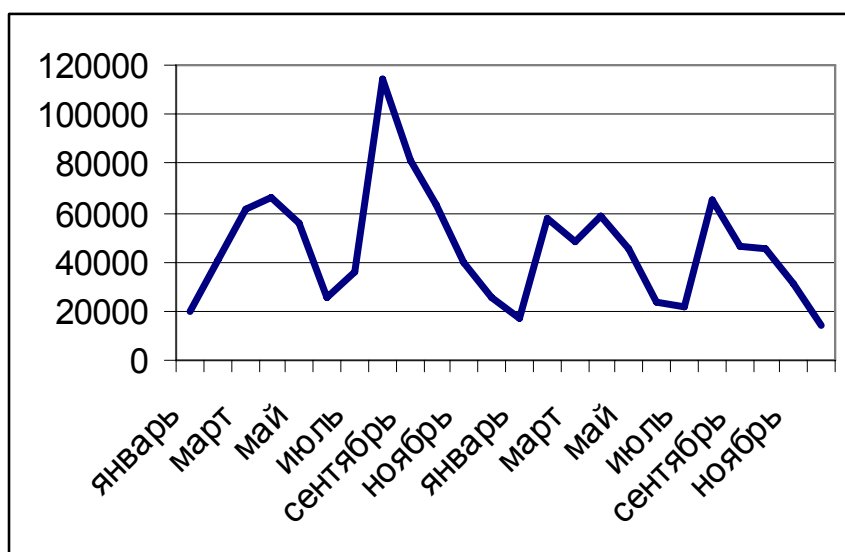


Рисунок 6.9. Динамика отгрузок запаса товара за два года.

Для прогнозирования такого явно выраженного сезонного спроса требуется использовать статистику отгрузок соответствующих периодов прошлых лет.

Пример 6.6. Прогнозирование сезонной потребности в запасе

Проиллюстрируем возможности прогнозирования сезонного спроса в периоде роста и спада спроса, используя данные Пример 6.1 (см. стр. 135). Таблица 6.1 содержит временные ряды фактических отгрузок за три года: текущий год, предыдущий год и год, предшествующий предыдущему. Текущий год имеет как данные по фактической отгрузке запаса, так и данные прогнозных оценок отгрузки. Прогноз потребления запаса в текущем году выполнен на основе вывода о наличии сезонного спроса на товар (см. Рисунок 6.9). Расчет проводился по методу взвешенной скользящей средней по данным двух предшествующих годов. Результаты расчетов приведены в Таблица 6.7.

Таблица 6.7

Результаты прогнозирования сезонной потребности в запасе по взвешенной скользящей средней.

Год, предшествующий предыдущему				Предыдущий год				Текущий год					
Месяц	Фактические отгрузки	Количество рабочих дней	Среднедневное потребление	Месяц	Фактические отгрузки	Количество рабочих дней	Среднедневное потребление	Месяц	Фактические отгрузки	Количество рабочих дней	Среднедневное потребление	Прогноз среднедневной потребности	Прогноз месячной потребности
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
январь	28163	15	1878	январь	20232	15	1265	январь	17244	16	1078	1368	21888
февраль	56795	20	2840	февраль	40446	20	2023	февраль	57187	20	2860	2160	43200
март	48140	20	2407	март	61633	22	2935	март	48504	21	2310	2847	59787
апрель	54986	21	2619	апрель	65989	22	3143	апрель	58647	21	2793	3056	64176
май	41216	18	2290	май	55498	18	2775	май	45477	20	2274	2695	53900
июнь	58916	20	2946	июнь	25189	22	1145	июнь	23833	22	1084	1446	31812
июль	4442	22	202	июль	35613	22	1781	июль	21730	20	1087	1518	30360
август	94425	21	4497	август	114141	22	4963	август	65289	23	2839	4886	112378
сентябрь	90370	22	4108	сентябрь	81257	21	3694	сентябрь	46663	22	2122	3763	82786
октябрь	54449	23	2368	октябрь	63549	20	3027	октябрь	45344	21	2160	2918	61278
ноябрь	30609	19	1611	ноябрь	40105	21	1910	ноябрь	31497	21	1500	1861	39081
декабрь	11697	22	532	декабрь	25747	23	1227	декабрь	13714	21	654	1021	21451

Для получения прогноза средневневной потребности (см. столбец 13 Таблица 6.7), например, в январе месяца текущего года были использованы коэффициенты значимости предыдущего года в размере 5 и года, предшествующего предыдущему, – 1. Прогноз средневневной потребности был рассчитан следующим образом:

(объем фактических средневневных отгрузок января года, предшествующего предыдущему,

*

коэффициент значимости данного года

+

объем фактических средневневных отгрузок января предыдущего года

*

коэффициент значимости данного года)

/

сумма коэффициентов значимости предшествующего предыдущему и предыдущего годов

Формула 6.11

или

$$(1265 * 5 + 1878 * 1) / 6 = 1367,17 \approx 1368,$$

где коэффициент значимости года, предшествующего предыдущему, равен 1, а коэффициент значимости предыдущего года равен 5.

Прогноз месячной потребности (см. столбец 14 Таблица 6.7) определяется как произведение прогноза средневневной потребности (столбец 13 Таблица 6.7) на количество рабочих дней в соответствующем месяце прогнозируемого года (столбец 11 Таблица 6.7):

$$1368 * 16 = 21888.$$

На Рисунок 6.10 приведена иллюстрация результатов прогнозирования сезонной потребности (см. столбец 14 Таблица 6.7). Прогнозирование выявленной сезонной потребности дает лучший результат по сравнению с прогнозированием методом наивного прогноза (см. Рисунок 6.2 на стр. 136), простой средней (см. Рисунок 6.5 на стр. 140), скользящей средней (см. Рисунок 6.6 на стр. 143) взвешенной скользящей средней (см. Рисунок 6.7 на стр. 146) и методом экспоненциального сглаживания (см. Рисунок 6.8 на стр. 150).

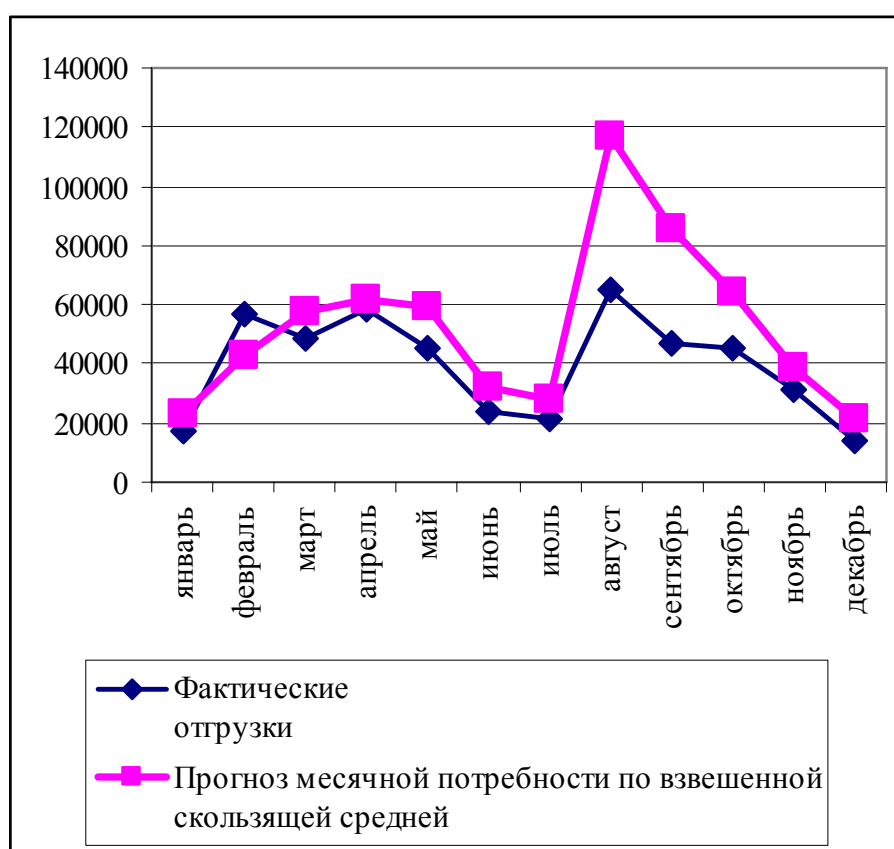


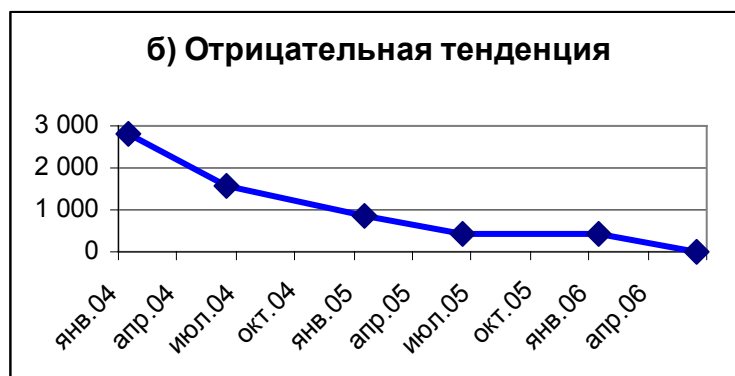
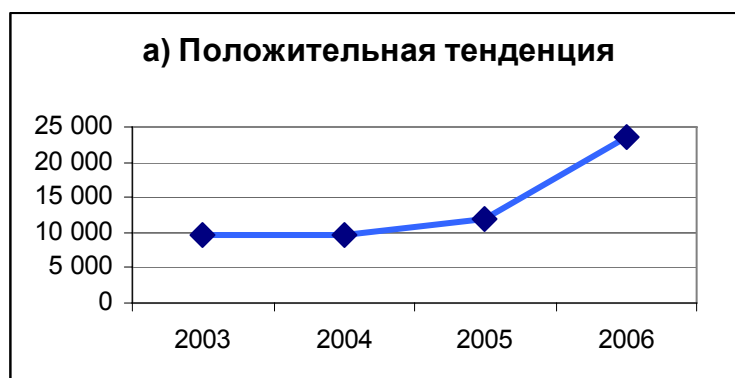
Рисунок 6.10. Результаты прогнозирования сезонной потребности в запасе методом взвешенной скользящей средней.

с. Тенденции изменения спроса

Кроме наличия сезонной потребности во временном ряде могут отслеживаться и иные тенденции изменения спроса краткосрочного (менее од-

ного года) и долгосрочного (более одного года) характера. Тенденции изменения спроса **краткосрочного характера** могут иметь сезонную повторяемость из года в год. При отсутствии сезонных особенностей (например, в условиях, когда статистическая база поведения запаса еще не накоплена) принципиальной разницы работы с краткосрочными и долгосрочными тенденциями нет.

Наиболее типичные тенденции изменения спроса представлены на Рисунок 6.11. Имеются линейные положительные тенденции спроса, соответствующие росту объема потребности в запасе в течение нескольких лет (см. Рисунок 6.11 а)); линейные отрицательные тенденции спроса, соответствующие падению объема потребности в запасе в течение нескольких лет (см. Рисунок 6.11 б)). Кроме линейных тенденций могут иметься параболические тенденции (см. Рисунок 6.11 в-г), а так же экспоненциальные, гиперболические и др. тенденции спроса.



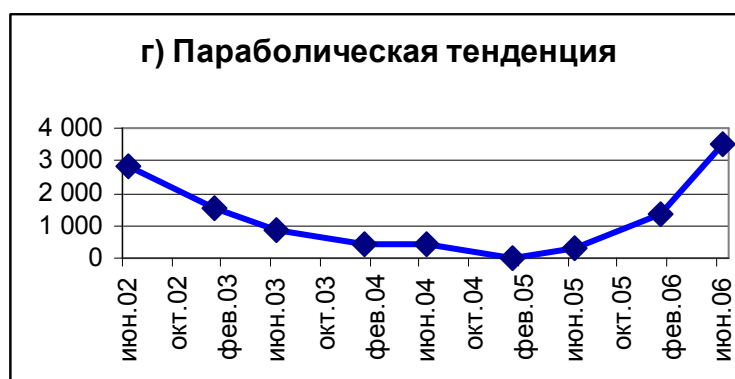


Рисунок 6.11. Временные тенденции изменения спроса.

Процесс прогнозирования потребности в запасе для временных рядов, имеющих долгосрочные тенденции, проводится в несколько этапов (см. Рисунок 6.12):

- 1) Фильтрация значений статистического ряда.
- 2) Выбор вида уравнения тренда.
- 3) Прогнозирование объема потребления.
- 4) Оценка точности прогноза (см. п. 6.4).

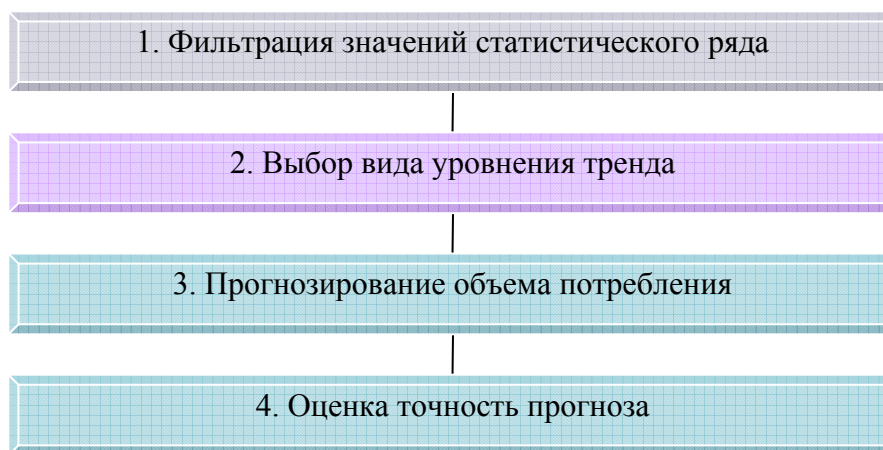


Рисунок 6.12. Процесс прогнозирования потребления запаса при наличии долгосрочной тенденции.

(1) Фильтрация значений статистического ряда проводится для повышения надежности прогнозирования будущей потребности.

В статистическом ряде могут иметься сведения о необычно больших или необычно малых объемах отгрузок (продаж, товарооборота) запаса в некотором периоде времени. Возможно, рост объема продаж был следствием уникальной ситуации на рынке, связанной, например, с временным отсутствием на рынке конкурента, проводящего техническое переоборудование своего производства, либо с временно образовавшимся у конкурентов дефицитом данного продукта в связи с погодными условиями. Малый объем продаж может быть связан с вынужденной приостановкой деятельности по решению органов надзора и пр. Необычно большие или малые объемы потребления запаса в прошедших периодах могут носить и просто случайный характер. При этом надо иметь в виду, что начало работы с новым партнером или потеря крупного клиента, вызвавшие изменение фактических объемов отгрузок запаса в прошлых периодах, должны быть учтены при составлении прогноза будущей потребности в запасе.

Таким образом, статистический ряд до начала его использования при составлении прогноза нуждается в фильтрации нетиповых, случайных, единичных данных, которые не предполагаются к повторению в будущие периоды. Такая фильтрация может быть проведена статистически или экспертно.

Если статистический ряд отражает многочисленные отгрузки больших объемов товарно-материальных ценностей может быть удобным и полезным использование статистического фильтра. В качестве фильтра могут быть заданы максимальная и минимальная границы значений фактических отгрузок статистического ряда, которые будут использоваться в дальнейших расчетах.

Пример 6.7. Фильтрация значений статистического ряда отгрузок запаса в звене цепей поставок.

Например, на Рисунок 6.13 приведен пример статистического ряда отгрузок запаса товара по дням 2005 года, в котором отражены единичные всплески объемов потребления запаса. Средний объем отгрузок в день составляет 4534 единицы в день при стандартном отклонении отгрузок – 5380 единиц.

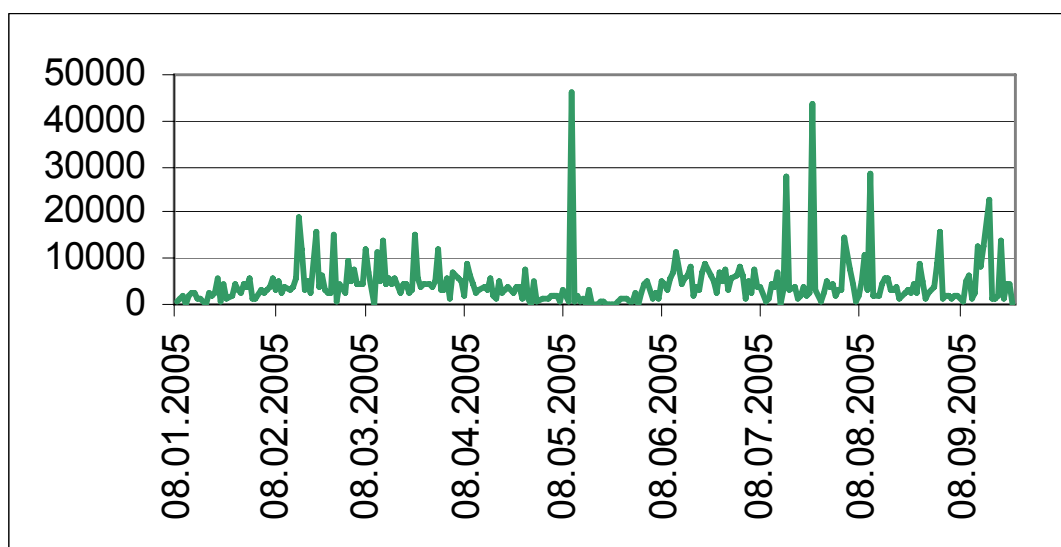


Рисунок 6.13. Пример статистического ряда с единичными высокими объемами отгрузок запаса.

В качестве возможной максимальной границы учитываемых значений статистического ряда был выбран объем отгрузок 15000 единиц. Этот фильтр приводит к отсеиванию 9 значений с максимальным объемом из 264 имеющихся значений. Полученный результат фильтрации приведен на Рисунок 6.14.

Фильтрация значений статистического ряда может быть проведена и автоматически с помощью программных средств. Например, на Рисунок 6.15 приведен результат линейной фильтрации статистического ряда Пример 6.7 по 5 точкам, выполненный с помощью Microsoft Excel. Синим цветом на рисунке представлен выровненный статистический ряд, полученный методом наименьших квадратов.

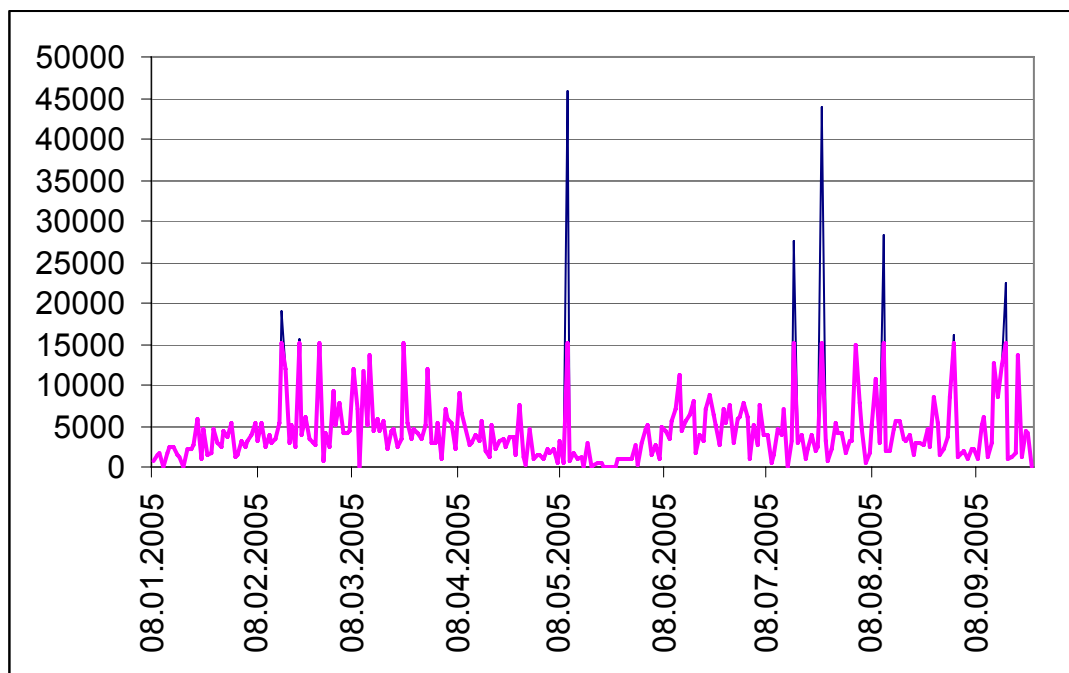


Рисунок 6.14. Фильтрация максимальных значений статистического ряда с единичными высокими объемами отгрузок запаса.

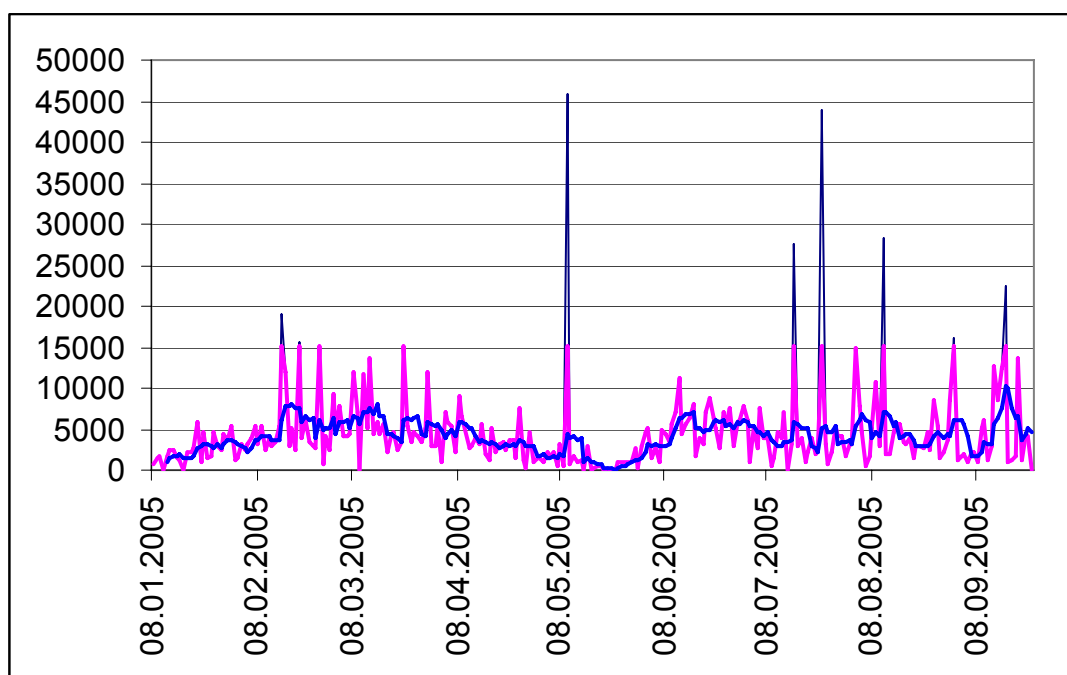


Рисунок 6.15. Результат автоматической линейной фильтрации значений статистического ряда с единичными высокими объемами отгрузок запаса.

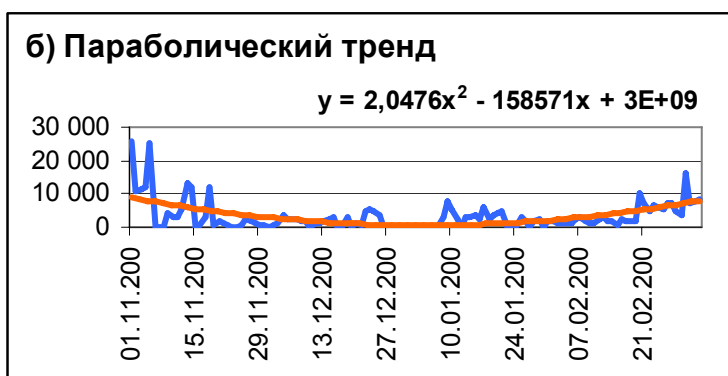
Если количество и объем отгрузок единичен, требуется проведение тщательного анализа необычных по объемам отгрузок запаса экспертным путем, то есть с привлечением специалистов, связанных с работой с запасами и знающих все нюансы динамики потребности в запасе. Привлеченные эксперты должны определить вероятность полного или частичного повторения ситуации прошлых периодов и провести фильтрацию статистического ряда.

Кроме того, следует иметь в виду, что при наличии тенденции резкого возрастания или падения отгрузок в прошлые периоды рекомендуется сокращение рассматриваемых при составлении прогноза отчетных периодов.

(2) Выбор вида уравнения тренда. Поиск и анализ тенденции потребности в запасе включает в себя определение вида уравнения, которое может наиболее точно описать тенденцию. Прежде, чем приступать к математической обработке статистического ряда требуется выдвинуть и исследовать гипотезы дальнейшего потребления запаса. Вариантами таких гипотез могут быть предположения о монотонном возрастании (падении) будущей потреб-

ности в запасе, о наличии ограничений изменения потребности в запасе сверху или снизу, о наличии ограничения времени развития потребности и др.

Уравнения тренда могут быть линейными или нелинейными. Их построение можно выполнять с помощью широко доступных программных средств (Microsoft Excel, SPSS, MathCAD и др.). В частности, на Рисунок 6.16 приведены примеры трендов линейного, параболического и полиномиально-го вида, построенных с помощью Microsoft Excel. Часто используются также уравнения экспоненциальной и гиперболической формы. Окончательный выбор наиболее подходящего вида уравнения тренда производится экспериментально, на основе оценки точности прогноза (см. п. 6.4).



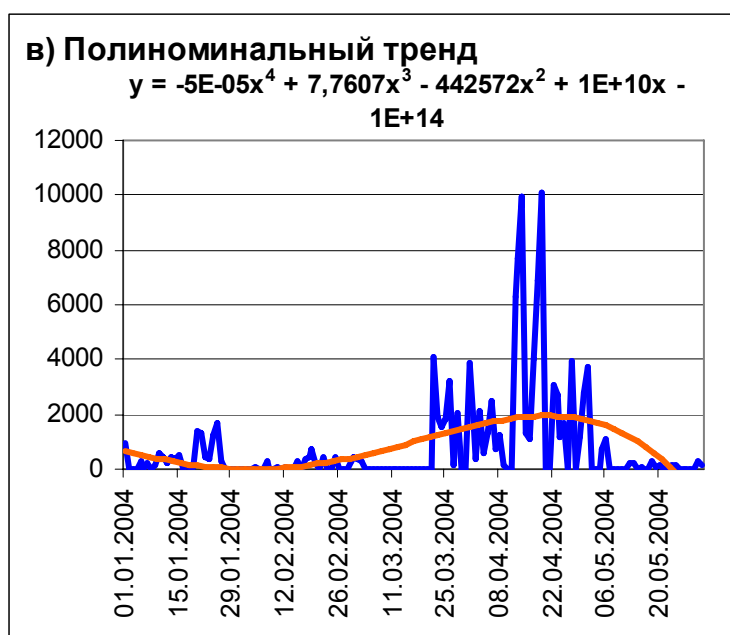


Рисунок 6.16. Примеры уравнений трендов.

(3) Прогнозирование объема потребления на основе имеющейся тенденции проводится с помощью (г) **метода экстраполяции** (см. Рисунок 6.1 на стр. 132), который позволяет на основе уравнения, описывающего тенденцию, определить предполагаемую величину аргумента на будущий период. Все компьютерные программы статистической обработки данных позволяют автоматически проводить такое прогнозирование. На Рисунок 6.17 представлены примеры прогнозирования тенденции на основе линейного и параболического тренда (см. Рисунок 6.16 а) и б)).



Период прогноза

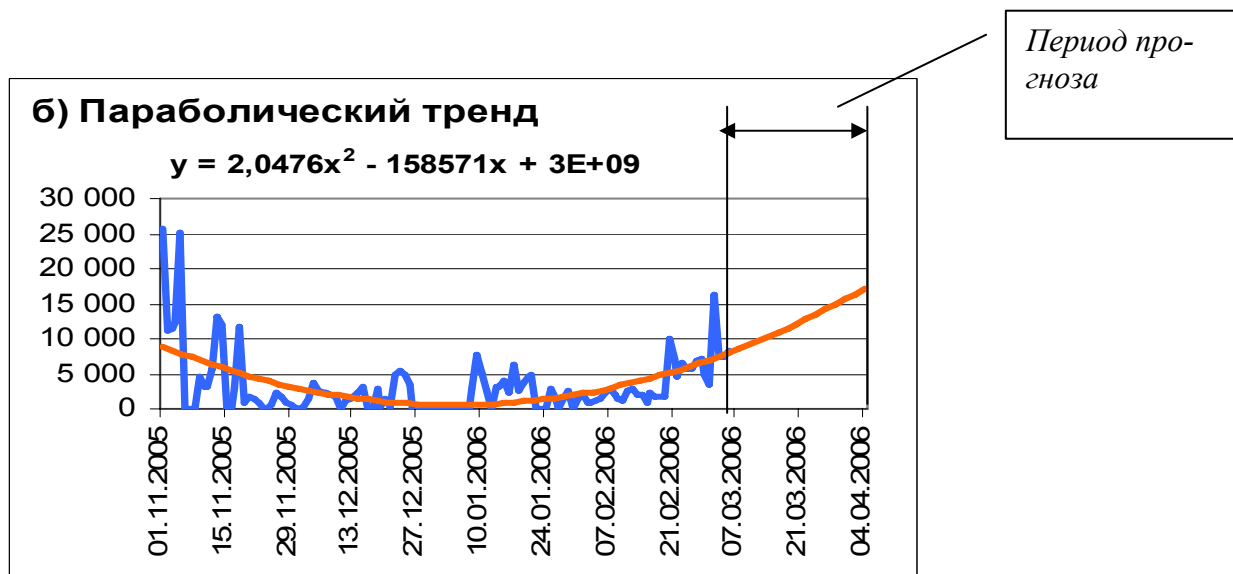


Рисунок 6.17. Прогнозирование тенденций методом экстраполяции.

Временные ряды могут не иметь сезонную потребность, а иметь только долгосрочную тенденцию. На Рисунок 6.18 представлен временной ряд Рисунок 6.16 а) и Рисунок 6.17 а) по месяцам года. На Рисунок 6.18 хорошо видно, что при наличии явно выраженной тенденции роста потребности ее сезонная составляющая отсутствует.

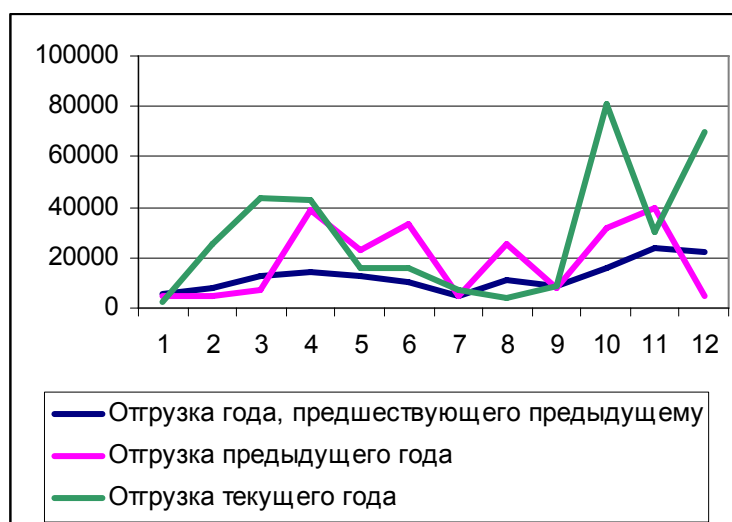


Рисунок 6.18. Временной ряд с долгосрочной тенденцией и отсутствием сезонной потребности.

Временной ряд может иметь долгосрочную тенденцию, например, роста и явно выраженную сезонную потребность по месяцам каждого года, как на Рисунок 6.19.

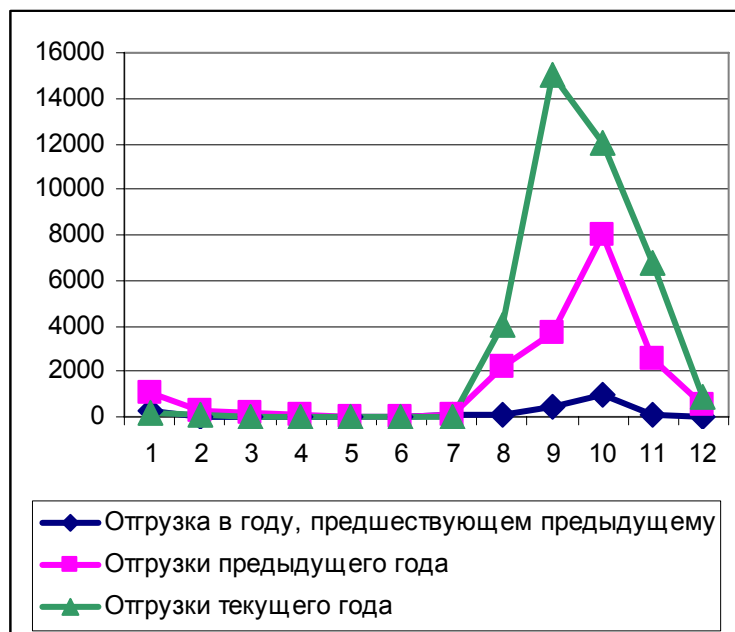


Рисунок 6.19. Временные ряды с сезонной потребностью и наличием долгосрочной тенденции.

Если временной ряд имеет сезонное потребление на фоне наличия долгосрочной тенденций (увеличение или уменьшение год от года продаж сезонных товаров) для прогнозирования сезонной потребности требуется учитывать коэффициент тенденции.

Пример 6.8. Прогнозирование сезонной потребности в запасе с учетом долгосрочной тенденции.

В Таблица 6.8 представлена статистика объемов отгрузок за три года: текущий год, предыдущий год и год, предшествующий предыдущему (см. столбцы 1-4 Таблица 6.8).

Таблица 6.8

Прогноз потребности по методу взвешенной скользящей средней с учетом долгосрочной тенденции

Ме- сяц	Объем отгру- зок в году, предшест- вующем пре- дыдущему	Объем отгрузок в преды- дущем году	Объем отгрузок в теку- щем го- ду	Прогноз объ- ема отгрузок	Кoeffи- циент тенденции	Прогноз объема отгрузок с учетом тенден- ции
1	2	3	4	5	6	7
1	287	546	145	0	0,00	0
2	69	127	81	0	0,00	0
3	59	189	41	568	1,89	1074
4	46	77	27	254	2,47	628
5	8	18	10	213	2,53	540
6	5	17	15	82	1,76	145
7	80	964	40	28	2,69	76
8	104	1257	4051	683	11,54	7883
9	1274	3690	15074	1542	12,07	18613
10	953	1197	12062	3758	3,59	13492
11	1390	1567	6772	4001	2,19	8780
12	260	1980	836	2624	1,18	3096

Прогноз объема отгрузок в текущем году (см. столбец 5 Таблица 6.8) проведен по методу взвешенной скользящей средней. Для получения прогноза потребления, например, в третьем месяце года требуется учесть объемы отгрузок за первые два месяца двух предшествующих лет. Коэффициенты значимости равны 2 для предыдущего года и 1 - для года, предшествующего предыдущему. Расчет объема отгрузок в марте месяце проведен следующим образом:

$$((546+127)*2 + (287+69)*1) / 3 = 567,33 \approx 568.$$

Прогноз объема отгрузок в апреле месяце (см. столбец 5 Таблица 6.8) рассчитан так:

$$((127+189)*2 + (69+59)*1) / 3 = 253,33 \approx 254 \text{ и т.д.}$$

Округление полученного расчетного значения прогноза отгрузок проводится в большую сторону для обеспечения гарантии обеспеченности потребности запасом.

Наличие долгосрочной положительной тенденции статистики Таблица 6.8 описано с помощью коэффициента тенденции (см. столбец 6). Он рассчитывается в общем виде следующим образом:

$$K_{Tj} = \frac{\sum_{i=1}^n F_{j-1,i}}{\sum_{i=1}^n F_{j-2,i}},$$

Формула 6.12

где K_{Tj} – коэффициент тенденции в j -ом периоде;

j – индекс прогнозируемого периода;

i – индекс предшествующего месяца;

n – количество предшествующих месяцев, учитываемых для определения коэффициента тенденции;

$F_{j-1,i}$ – фактический объем потребности в предыдущем прогнозируемом периоде времени в i -ом предшествующем месяце, единиц;

$F_{j-2,i}$ – фактический объем потребности в периоде времени, предшествующем предыдущему прогнозируемому, в i -ом предшествующем месяце, единиц.

В Таблица 6.8 коэффициент тенденции (см. столбец 6) для, например, марта месяца рассчитан следующим образом (см. Формула 6.12):

$$\frac{546 + 127}{287 + 69} = 1,89.$$

В апреле месяце коэффициент тенденции равен, соответственно, следующей величине (см. столбец 6 Таблица 6.8):

$$\frac{127 + 189}{69 + 59} = 2,47 \text{ и т.д.}$$

Прогноз объема отгрузок рассчитывается по формуле:

$$P_{Tj} = P_j * K_{Tj},$$

Формула 6.13

где P_{Tj} - прогноз потребности с учетом тенденции в j -ом периоде, единиц;

j – индекс прогнозируемого периода;

P_j – прогноз потребности в j -ом периоде;

K_{Tj} – коэффициент тенденции в j -ом периоде.

Для Пример 6.8 (см. Таблица 6.8 на стр. 164), прогноз объема отгрузок, рассчитанный по методу взвешенной скользящей средней (см. столбец 5), требуется скорректировать на коэффициент тенденции (см. столбец 6). Получаем, например, в марте месяце прогноз потребности с учетом имеющейся долгосрочной тенденции

$$568 * 1,89 = 1073,52 \approx 1074.$$

В апреле месяце прогноз объема отгрузок с учетом долгосрочной тенденции будет равен (см. столбец 6 Таблица 6.8)

$$254 * 2,47 = 627,38 \approx 628 \text{ и т.д.}$$

Результаты расчета прогноза потребности, имеющей сезонный характер, при наличии долгосрочной тенденции (по данным столбца 6 Таблица 6.8) приведены на Рисунок 6.20. Сравнение результатов прогнозирования объема потребности по этой же статистике по методу взвешенной скользящей средней без учета долгосрочной тенденции показывает значительно более высокую точность прогнозирования объема отгрузок с учетом как сезонной, так и долгосрочной тенденции.

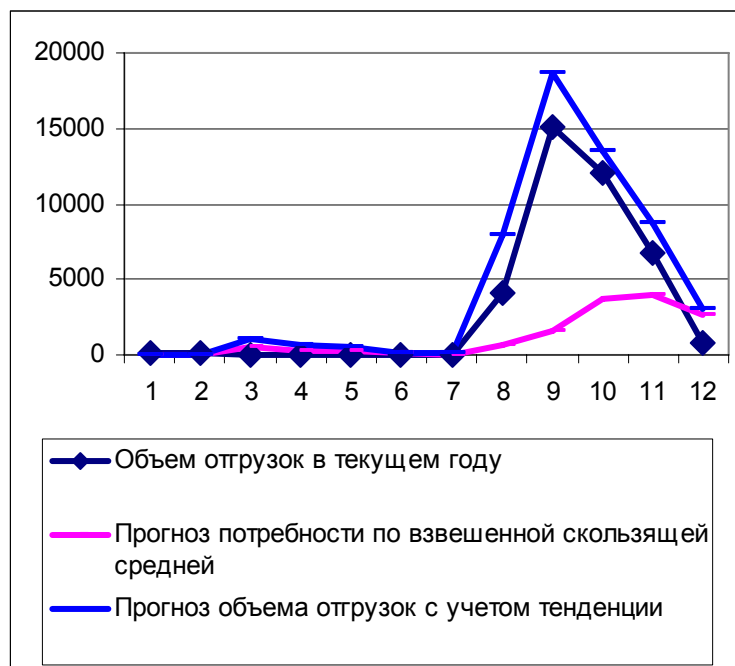


Рисунок 6.20. Прогнозирование сезонной потребности с учетом долгосрочной тенденции.

d. Циклические колебания спроса

Циклические колебания спроса представляют продолжительные изменения тенденций потребления, сменяющие друг друга в периоды, как правило, более двух лет. Выявление циклических колебаний спроса затруднено необходимостью наличия статистической базы за длительный период времени и влиянием на спрос различных нерегулярных тенденций. Для учета циклических колебаний спроса в условиях отсутствия очевидной картины по статистической базе следует полагаться на знание типовых циклов, характерных для данной отрасли или вида бизнеса.

Так, для всех видов готовой продукции характерно наличие цикла жизни товара (см. Рисунок 6.21). Отслеживание текущего этапа жизненного цикла позиции запаса и планирование ввода (вывода) новых позиций запаса (например, при обновлении ассортимента бренда) позволяет и без накопления статистической базы за длительный период делать выводы о наличии циклических колебаний спроса.

Стр. 30 рукописных листов.

Рисунок 6.21. Циклические изменения спроса на товар, вызванные жизненным циклом товара.

Другим приемом отслеживания циклических изменений спроса является выявление ведущих показателей циклического изменения спроса на запас. Такими ведущими показателями могут быть, например, начало строительства крупного предприятия, которое в течение уже своего жизненного цикла будет заявлять потребность в обслуживании запасом своей деятельности, или принятие программ, соглашений операторов рынка о будущей деятельности и т.п.

е. Наличие эффекта стимулирования спроса

Эффект стимулирования спроса представляет собой изменение спроса на товар в ответ на маркетинговые мероприятия.

Маркетинговые мероприятия по стимулированию сбыта, проводимые организацией, содержащей запас, оказывают существенное влияние на изменение потребности в запасе. Результат маркетинговых мероприятий дополняет тенденции развития рынка, определяемые отделом маркетинга или отделом продаж. Он так же может повлечь существенное изменение тенденции спроса и сезонную потребность, имеющиеся во временных рядах статистических

данных. Обеспечение своевременности получения информации о планируемых рекламных акциях – залог корректного прогнозирования потребности в запасе. Знание плана проведения маркетинговых акций особенно важно при составлении прогноза отгрузок запаса товаров рынка конечного потребления, который чрезвычайно гибко реагирует на стимулирующие мероприятия.

В общем виде результат успешного маркетингового мероприятия, направленного на стимулирование спроса, представлен на Рисунок 1.11 на стр. 44. Проведение рекламных акций позволяет спланировать цикличность изменения спроса на продукт (см. п. 6.1.1.d Циклические колебания спроса).

В то же время, стимулирующие маркетинговые мероприятия организации могут носить регулярный характер, то есть повторяться в одни и те же периоды года. В этом случае такое стимулирование спроса играет роль сезонного фактора и должно быть учтено в рамках прогнозирования сезонной потребности (см. п. 6.1.1.b Наличие сезонного спроса).

Все это требует корректной организации системы обмена информации между отделом маркетинга (отделом продаж) и отделом логистики (или иным подразделением, принимающим решения по управлению запасами организации).

f. Случайные факторы спроса

При работе по выявлению периодов времени, в течение которых присутствует относительно равномерный спрос (см. п. 6.1.1.a), имеются сезонные (см. п. 6.1.1.b) и прочие тенденции потребления (см. п. 6.1.1.c), так же циклические изменения спроса (см. п. 6.1.1.d) и влияние мероприятий по стимулированию спроса (см. п. 6.1.1.e) приходится сталкиваться со случайными и неожиданными факторами спроса.

К случайным изменениям спроса относятся те изменения, которые не получили своего объяснения наличием сезонных, циклических и прочих тен-

денций изменения спроса, а так же влиянием мероприятий по стимулированию спроса.

Появление таких случайных изменений в потребности в запасе является неминуемым, что, естественно, снижает точность прогнозирования. Один из приемов преодоления влияния случайных факторов на точность прогнозирования – фильтрация статистического ряда, используемого при составлении прогноза. Он был рассмотрен ранее в п. 6.1.1.с (см. Рисунок 6.12 - Рисунок 6.15 на стр. 157 - 160). Более сложные методы учета случайного фактора при прогнозировании потребности в запасе (например, имитационного моделирования, нейро-сетевых методов, модели авторегрессивной интегрированной скользящей средней Бокс-Дженкинса и др.) требуют специальной математической подготовки и, как правило, выполняются силами специалистов отделов бизнес-аналитики и бизнес-информатики. Наличие универсальных пакетов SYSTAT, SPSS, язык GPSS, специализированных пакетов анализа временных рядов (Forecast Expert, FreeFore, МЕЗОЗАВР и др.), а так же Neural Connection и др. существенно упрощает эту задачу.

Достаточно эффективным и простым методом, позволяющим справиться с влиянием случайных факторов на изменение потребности в запасе, является прогнозирование на основе регрессионного анализа (см. п. 6.1.2).

6.1.2. Прогнозирование потребности в запасе по индикаторам

Работа с временными рядами статистических данных предполагает анализ потребности в запасе по сложившимся с течением времени тенденциям (см. п. 6.1.1 Прогнозирование по временным рядам). В силу влияния случайных факторов (см. п. 6.1.1.f Случайные факторы спроса) зачастую складывается ситуация, когда прогнозирование по данным временных рядов не дает требуемой точности прогноза. В таких случаях можно воспользоваться идеей о том, что на отгрузки запаса рассматриваемых товарно-материальных ценно-

стей оказывает влияние какая-либо переменная, от которой зависит прогнозируемый спрос. Например, температура воздуха оказывает воздействие на интенсивность спроса на прохладительные напитки, численность новорожденных детей определяет через 2-3 года спроса на детскую книжную продукцию и т.п. Определение и анализ таких переменных, которые принято называть индикаторами, дает возможность составить прогноз будущего потребления.

Индикаторами, оказывающими воздействие на спрос, являются, например,

- индекс оптовых цен,
- индекс потребительских цен,
- объем производства,
- показатели миграции населения,
- процентные ставки за кредит,
- уровень платежеспособности населения,
- затраты на рекламу и др.

Для того чтобы те или иные события могли служить индикаторами, требуются следующие три условия:

а) Наличие логического объяснения связи индикатора и прогнозируемой потребности.

б) Интервал времени между изменением индикатора и изменением потребности должен быть достаточно велик для возможности использования прогноза.

в) Наличие высокой корреляционной связи между индикатором и уровнем потребности.

Пример 6.9. Прогнозирования потребности в запасе по индикаторам.

Рассмотрим задачу прогнозирования спроса на основные продукты питания в ресторане гостиницы. В качестве индикатора прогнозирования спроса выбран показатель численности постояльцев гостиницы. Имеется статистический ряд, описывающий связь между числом постояльцев и спросом на основные виды продуктов (см.

Таблица 6.9). Места в гостинице бронируются за 10 дней до заезда. Это позволяет утверждать, что второе условие использования индикатора (см. выше) выполнено. Коэффициент корреляции между значениями индикатора и потребности (см. Формула 3.5 на стр. 29) равен 82%, что соответствует достаточно тесной статистической связи между этими двумя показателями.

Таблица 6.9

Статистические данные о связи двух показателей

Число постояльцев	Объем потребления основных продуктов питания
220	1500
250	1510
305	1540
310	1680
325	1700
Коэффициент корреляции	0,82

Для прогнозирования потребности в запасе на основе индикаторов используют регрессионный анализ. Простейшей формой регрессии является линейная связь между двумя переменными. Уравнение линейной регрессии имеет вид

$$y = a + bx,$$

Формула 6.14

где y – прогнозируемая (зависимая) переменная, единиц;

a, b – коэффициенты;

x – индикатор (независимая переменная), единиц.

Коэффициенты a и b вычисляются следующим образом:

$$b = \frac{n * \sum_{\forall i} x_i * y_i - \sum_{\forall i} x_i * \sum_{\forall i} y_i}{n * \sum_{\forall i} x_i^2 - (\sum_{\forall i} x_i)^2},$$

Формула 6.15

$$a = \frac{\sum y_i - b * \sum x_i}{n},$$

Формула 6.16

где a , b – коэффициенты,

n – количество парных наблюдений,

y – прогнозируемая (зависимая) переменная, единиц;

x – индикатор (независимая переменная), единиц.

Кроме линейной регрессии можно использовать и иные, более сложные виды регрессии (параболическую, гиперболическую, экспоненциальную и др.).

Для Пример 6.9 (см.

Таблица 6.9) построим график рассеяния значений индикатора и прогнозируемого потребления (см. Рисунок 6.22).

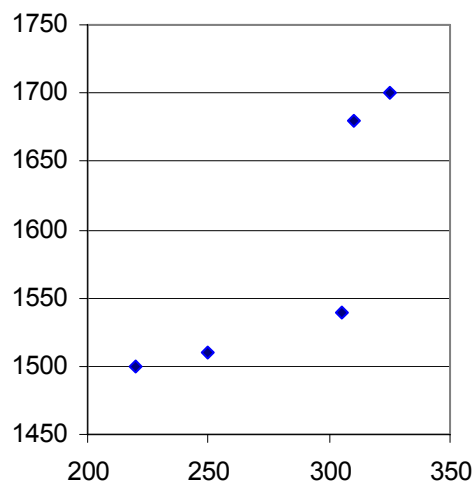


Рисунок 6.22. График рассеивания переменных

Таблица 6.9.

Рисунок 6.22 показывает, что линейный вид уравнения регрессии является приемлемым, так как точки графика визуально находятся вокруг некоторой предполагаемой прямой линии.

Рассчитаем коэффициенты уравнения регрессии (см. Формула 6.15 и Формула 6.16):

$$b = \frac{5 * (220 * 1500 + 250 * 1520 + 305 * 1540 + 310 * 1680 + 325 * 1700) - 1410 * 7930}{5 * 405650 - 1410 * 1410} =$$

$$= \frac{5 * 2250500 - 11181300}{2028250 - 1988100} = 1,7733,$$

$$a = \frac{7930 - 1,7733 * 1410}{5} = 1085,9.$$

Таким образом, имеем уравнение линейной регрессии

$$y = 1085,9 + 1,7733 * x.$$

Формула 6.17

Построение регрессионных уравнений проводят все стандартные программные пакеты. В частности, на Рисунок 6.23 представлен результат расчета линейной регрессии, выполненный в Microsoft Excel. Microsoft Excel позволяет быстро провести визуальный анализ точности уравнения регрессии различных видов.

На Рисунок 6.24 приведены варианты уравнения регрессии для того же примера логарифмического, полиномиального, степенного и экспоненциального вида. Анализ рисунка показывает, что линейное уравнение регрессии представляет собой простейший и достаточно точный вариант описания регрессии в Пример 6.9.

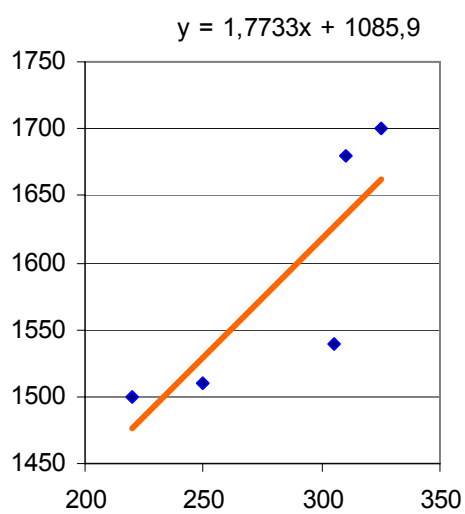
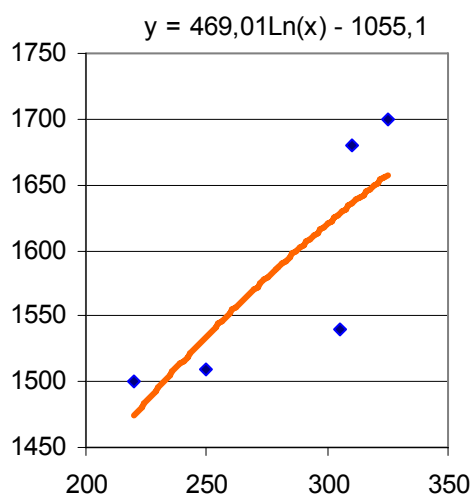


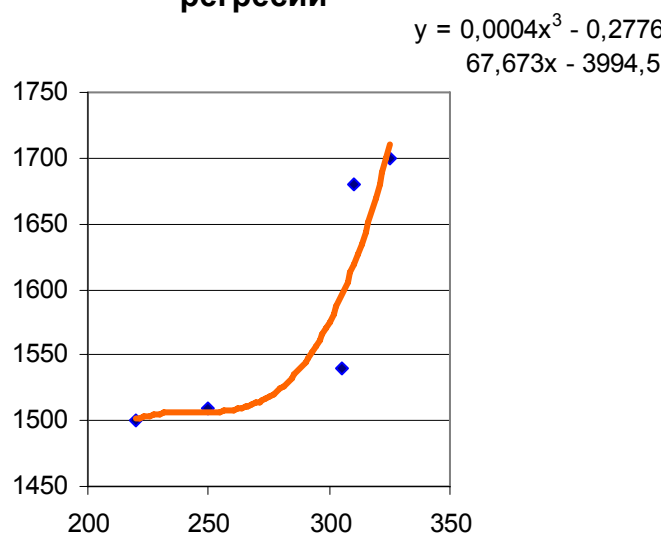
Рисунок 6.23. Результат регрессионного анализа примера

Таблица 6.9.

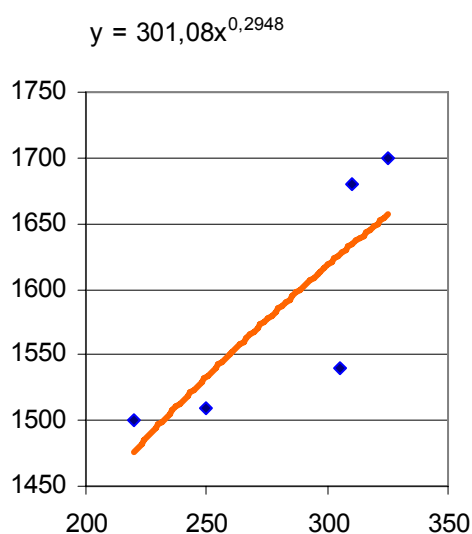
а) Логарифмическое уравнение регрессии



б) Полиномиальное уравнение регрессии



в) Степенное уравнение регрессии



г) Экспоненциальное уравнение регрессии

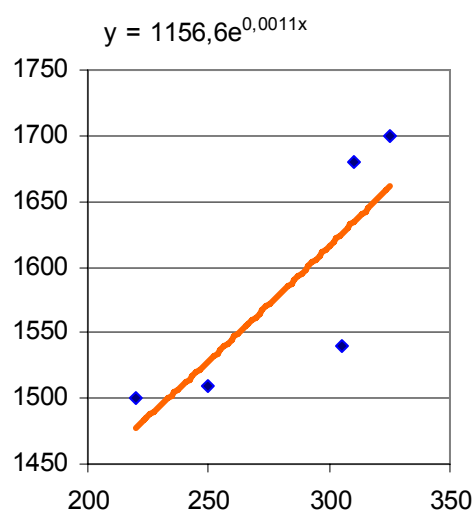


Рисунок 6.24. Различные виды уравнения регрессии примера

Таблица 6.9.

Используя полученное уравнение линейной регрессии (см. Формула 6.17) можно провести прогнозирование значений потребления основных продуктов питания в ресторане гостиницы в зависимости от числа постояльцев (см. Таблица 6.10). Прогноз потребления при численности постояльцев 220 человек составлен следующим образом:

$$1085,9 + 1,7733 \cdot 220 = 1476,026 \approx 1477.$$

При численности постояльцев, например, 230 человек прогнозируется объем потребности в запасе основных продуктов питания в размере

$$1085,9 + 1,7733 \cdot 230 = 1493,759 \approx 1494.$$

Таблица 6.10

Прогноз потребления основных продуктов питания по числу постояльцев гостиницы

Число постожальцев	Прогноз потребления основных продуктов питания
220	1477
230	1494
240	1512
250	1530
260	1547
270	1565
280	1583
290	1601
300	1618
305	1627
310	1636
320	1654
325	1663
330	1672
340	1689
350	1707

Основные формулы раздела по разделу 6.1

Таблица 6.11

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
1	Прогнозируемый объем потребности по скользящей средней, единиц	$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$	<i>i</i> – индекс предыдущего периода времени; <i>P_i</i> – объем потребления в <i>i</i> -ом предыдущем периоде времени, единиц; <i>n</i> – количество периодов, используемых в расчете скользящей средней.
2	Прогнозируемый объем потребности по методу взвешенной скользящей средней, единиц	$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n k_i * P_i}{\sum_{i=1}^n k_i}$	<i>i</i> – индекс предыдущего периода времени; <i>k_i</i> – коэффициент значимости <i>i</i> -го периода времени; <i>P_i</i> – объем потребления в <i>i</i> -ом предыдущем периоде времени, единиц; <i>n</i> – количество используемых в расчете предыдущих периодов времени.
3	Прогнозируемый объем потребности по методу экспоненциального сглаживания, единиц	$P_j = P_{j-1} + a*(F_{j-1} - P_{j-1})$	<i>P_{j-1}</i> – прогнозируемый объем потребности в (<i>j-1</i>)-ом периоде времени, единиц; <i>a</i> – константа сглаживания; <i>F_{j-1}</i> – фактическая потребность в (<i>j-1</i>)-ом периоде, единиц.

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
3	Коэффициент тенденции	$K_{Tj} = \frac{\sum_{i=1}^n F_{j-1,i}}{\sum_{i=1}^n F_{j-2,i}}$	<p>j – индекс прогнозируемого периода;</p> <p>i – индекс предшествующего месяца;</p> <p>n – количество предшествующих месяцев, учитываемых для определения коэффициента тенденции;</p> <p>$F_{j-1,i}$ – фактический объем потребности в предыдущем прогнозируемом периоде времени в i-ом предшествующем месяце, единиц;</p> <p>$F_{j-2,i}$ – фактический объем потребности в периоде времени, предшествующем предыдущему прогнозируемому, в i-ом предшествующем месяце, единиц.</p>
4	Прогнозируемый объем потребности при учете тенденции спроса, единиц	$P_{Tj} = P_j * K_{Tj}$	<p>j – индекс прогнозируемого периода;</p> <p>P_j – прогноз потребности в j-ом периоде, единиц;</p> <p>K_{Tj} – коэффициент тенденции в j-ом периоде.</p>
5	Уравнение линейной регрессии	$y = a + bx$	<p>y – прогнозируемая (зависимая) переменная, единиц;</p> <p>a, b – коэффициенты;</p> <p>x – индикатор (независимая переменная), единиц.</p>
		$b = \frac{n * \sum_{\forall i} x_i * y_i - \sum_{\forall i} x_i * \sum_{\forall i} y_i}{n * \sum_{\forall i} x_i^2 - (\sum_{\forall i} x_i)^2}$	<p>n – количество парных наблюдений;</p> <p>y – прогнозируемая (зависимая) переменная, единиц;</p> <p>x – индикатор (независимая переменная), единиц.</p>
		$a = \frac{\sum_{\forall i} y_i - b * \sum_{\forall i} x_i}{n}$	<p>n – количество парных наблюдений;</p> <p>y – прогнозируемая (зависимая) переменная, единиц;</p> <p>x – индикатор (независимая переменная), единиц.</p>

Список вопросов для самопроверки по разделу 6.1

- 1) Перечислите возможные подходы к прогнозированию потребности в запасе.

- 2) Что такое количественный подход к прогнозированию потребности в запасе?
- 3) Что такое качественное прогнозирование потребности в запасе?
- 4) В чем заключается комбинированный подход к прогнозированию спроса?
- 5) Перечислите методы прогнозирования потребности в запасе.
- 6) Что такое временной ряд? Как он образуется?
- 7) Какие составляющие спроса могут быть выделены в результате анализа временного ряда?
- 8) Что такое относительно равномерный спрос?
- 9) Для запаса каких видов товарно-материальных ценностей типичен относительно равномерный спрос?
- 10) Как строится наивный прогноз?
- 11) Каковы основные преимущества и недостатки наивного прогнозирования?
- 12) Какой критерий рекомендуется использовать для проведения оценки целесообразности применения того или иного метода прогнозирования спроса?
- 13) В каких ситуациях следует учитывать количество рабочих дней в отчетном периоде при прогнозировании спроса?
- 14) Как рассчитывается среднедневное потребление запаса?
- 15) Перечислите все известные Вам приемы составления прогноза месячной потребности в запасе?
- 16) Что такое скользящая средняя? Какое применение она находит при прогнозировании потребности в запасе?
- 17) На основе каких соображений определяется период расчета скользящей средней?
- 18) Каковы основные преимущества и недостатки прогнозирования потребности в запасе на основе скользящей средней?
- 19) Объясните суть метода взвешенной скользящей средней.

- 20) Как определяется коэффициент значимости периодов в методе взвешенной скользящей средней?
- 21) Каковы основные преимущества и недостатки метода прогнозирования потребности в запасе на основе взвешенной скользящей средней?
- 22) Как определяется прогноз потребности в методе экспоненциального сглаживания?
- 23) Как определяется константа сглаживания в методе экспоненциального сглаживания?
- 24) Что такое чувствительность прогноза? Как она связана с константой сглаживания?
- 25) Что такое сезонная потребность? Каковы сроки демонстрации сезонной потребности?
- 26) На основе каких данных прогнозируется сезонная потребность?
- 27) Перечислите все возможные тенденции изменения спроса.
- 28) Поясните, что такое краткосрочные и долгосрочные тенденции изменения спроса.
- 29) Перечислите этапы прогнозирования потребности в запасе, имеющей долгосрочную тенденцию.
- 30) Какова цель фильтрации значений статистического ряда?
- 31) Приведите примеры статистической фильтрации статистического ряда.
- 32) Кто может выступать в роли эксперта при проведении экспертной фильтрации статистического ряда?
- 33) При каких условиях возможно использовать статистическую фильтрацию статистического ряда?
- 34) При каких условиях рекомендуется использовать экспертную фильтрацию статистического ряда?
- 35) На Ваш взгляд, кто из сотрудников организации может быть задействован в разработке и проверки гипотезы изменения потребления запаса?

- 36) Приведите примеры возможных гипотез изменения потребления запаса.
- 37) Поясните суть метода экстраполяции.
- 38) Что такое коэффициент тенденции?
- 39) Как следует составлять прогноз сезонного спроса при наличии долгосрочных тенденций?
- 40) В результате каких обстоятельств образуются циклические колебания спроса?
- 41) На статистической базе какого периода могут быть выявлены циклические колебания спроса?
- 42) Какие соображения могут помочь выявлению циклического изменения спроса?
- 43) Приведите несколько примеров ведущих показателей циклического колебания спроса.
- 44) В результате каких действий образуется эффект стимулирования спроса?
- 45) Какую роль играет эффект стимулирования спроса при прогнозировании потребности в запасе?
- 46) В каких случаях эффект стимулирования спроса может учитываться по методике работы с сезонной потребностью?
- 47) Образование каких видов запаса может быть связано с эффектом стимулирования спроса?
- 48) Что относится к случайным факторам спроса?
- 49) Можно ли избежать случайных колебаний потребности в запасе? Если да, то для каких видов товарно-материальных ценностей это возможно?
- 50) Какие методы прогнозирования потребности в запасе могут быть использованы для прогнозирования случайного спроса?
- 51) Что такое индикатор прогнозирования? В каких случаях он может использоваться?

52) Приведите несколько примеров индикаторов прогнозирования потребности в запасе.

53) Поясните каждое из условий использования индикатора прогнозирования.

54) Какие виды уравнений регрессии Вы знаете?

Список дополнительной литературы по разделу 6.1

1. Джонсон Дж. и др. Современная логистика. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.

2. Аналитические технологии для прогнозирования и анализа данных. - Copyright © 1999-2005 НейроПроект.

http://www.neuroproject.ru/forecasting_tutorial.php#regress

3. Линдерс М.Р., Харольд Е.Ф. Управление снабжением и запасами. Логистика. – Пер. с англ. - СПб.: Полигон, 1999. - 768 с.

4. Рутковская Д. и др. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 452 с.

5. Степанов В.И. Логистика: Учебник. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. – 488 с.

6. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.

7. Сигел Э. Практическая бизнес-статистика. – М.: Вильямс, 2002. – 1056 с.

8. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – М.: Вильямс, 2005. – 1104 с.

9. Ханк Дж.Э. и др. Бизнес-прогнозирование. – М.: Вильямс, 2003. – 656 с.

10. Чейз Р.Б. и др. Производственный и операционный менеджмент. – 8-е изд. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 704 с.

11. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

12. Armstrong J. S., Armstrong J. S. Principles of Forecasting - A Handbook for Researchers and Practitioners. - Book Series: International series in Operations Research and Management Science: Volume 30.

6.2. Прогнозирование потребности в запасе на основе экспертных оценок

Наиболее часто прогнозирование потребности в запасе ведется на основе статистических данных о потреблении в прошлые периоды времени (см. п. 6.1). В некоторых случаях прогнозирование потребления запаса строится без учета статистики. Это может потребоваться, например, при вводе на рынок принципиально нового продукта, или при выходе с известным продуктом на принципиально новый рынок. Так же в период экономической и политической перестройки довольно часто не удается воспользоваться статистической информацией, которая безнадежно устаревает. Иногда обработка статистики требует значительного времени. При его отсутствии приходится искать методы прогнозирования, опирающиеся не на количественную, а на качественную информацию.

Во всех перечисленных примерах для прогнозирования потребности в запасе требуется прибегать к методам, которые основываются на опыте и интуиции специалистов или к методу экспертных оценок.

Методом экспертных оценок называют описательные, качественные, приблизительные, а так же количественные оценки процессов или явлений, не поддающихся в принципе или в данной ситуации непосредственному измерению. В результате использования метода экспертной оценки выявляются субъективные мнения экспертов и на их основе определяются объективные

оценки прогноза. При этом метод экспертных оценок основывается на выполнении следующих гипотез:

- 1) эксперт является качественным источником информации,
- 2) групповое мнение экспертов близко к истинному решению проблемы.

При прогнозировании потребности в запасе методы экспертных оценок в своем классическом виде применяются довольно редко. Так как экспертные методы занимают рабочее время квалифицированных специалистов, их использование влечет за собой довольно высокие затраты. Кроме того, экспертные методы требуют реализации довольно длительной процедуры получения и обработки экспертных оценок. Тем не менее, остановимся на кратком обзоре содержания экспертного оценивания в его наиболее общем виде. Понимание классической организации экспертного оценивания обеспечивает правильную организацию его упрощенных форм.

6.2.1. *Этапы экспертного оценивания*

Использование метода экспертных оценок включает в себя несколько этапов (см. Рисунок 6.25):

- a) Разработка программы экспертного оценивания.
- b) Подбор экспертов.
- c) Подготовка процедуры опроса.
- d) Проведение опроса экспертов.
- e) Обработка результатов опроса.



Рисунок 6.25. Этапы использования метода экспертных оценок.

Последовательность выполнения этапов метода экспертных оценок во времени приведена на Рисунок 6.26.

см. рис. на стр. 31 рукописных листов

Рисунок 6.26. Последовательность выполнения этапов метода экспертных оценок.

Рассмотрим содержание каждого этапа метода экспертных оценок подробнее.

а. Разработка программы экспертного оценивания

Разработка программы экспертного оценивания - первый этап организации работ по применению экспертных оценок. В этом документе формули-

руются цель работы экспертов и основные положения по ее выполнению. В программе должны быть отражены следующие вопросы:

- постановка цели экспертного опроса,
- сроки выполнения работ,
- задачи и состав группы управления,
- обязанности и права группы управления,
- финансовое и материальное обеспечение работ.

Для подготовки программы экспертного оценивания и для осуществления руководства всей работой назначается руководитель экспертизы. На него возлагается формирование группы управления опросом и ответственность за организацию ее работы.

в. Подбор экспертов

Подбор экспертов – второй этап метода экспертных оценок. Подбор экспертов ведет группа управления опросом. Эта процедура включает в себя несколько шагов:

- уяснение решаемой задачи,
- определение круга областей деятельности, связанных с задачей,
- определение долевого состава экспертов по каждой области деятельности,
- определение количества экспертов в группе,
- составление предварительного списка экспертов с учетом их местонахождения,
- анализ качеств экспертов и уточнение списка экспертов в группе,
- получение согласия экспертов на участие в работе,
- составление окончательного списка экспертной группы.

Общим требованием при формировании группы экспертов является эффективность решения поставленной задачи. Как и любой показатель эффек-

тивности, *эффективность решения* задачи экспертами определяется как отношение а) результата экспертных оценок к б) затратам, которые понесены при проведении экспертной оценки. В качестве результата решения экспертами задачами выступает достоверность экспертизы, то есть точность предсказания экспертами будущего реального процесса. Таким образом, можно сказать, что эффективность решения экспертами задачи представляет собой отношение достоверности результатов экспертизы и затрат на ее проведение:

$$\text{Эффективность решения} = \frac{\text{Достоверность экспертного оценивания}}{\text{Затраты на проведение экспертизы}}$$

(а) Достоверность экспертного оценивания может быть определена только оценкой соответствия экспертной оценки характеристикам реального процесса. Экспертные оценки прогнозирования будущей потребности в запасе проводятся, как правило, регулярно с одним и тем же составом экспертов. В результате этого имеется возможность накопления статистических данных о реально заявленных потребностях в запасах и расчета показателя достоверности работы группы экспертов. Оценка точности прогнозирования группы экспертов определяется по классическим показателям точности прогноза (см. п. 6.4).

(б) Затраты на проведение экспертизы могут иметь ограничения. Это оказывает влияние на максимальное число экспертов в группе и, следовательно, на достоверность получаемого решения. Возможно наличие альтернативы:

- снижение достоверности результатов в связи с наличием ограничений по оплате труда экспертов,
- увеличение расходов на оплату экспертов.

с. Подготовка процедуры опроса

Подготовка процедуры опроса ведется параллельно с процессом формирования группы экспертов группой управления. При работе над процедурой опроса решаются следующие вопросы:

- место и время проведения опроса,
- количество и задачи туров опроса,
- форма проведения опроса,
- порядок фиксации и сбора результатов опроса,
- состав необходимых для работы экспертов документов.

Довольно важным вопросом среди выше перечисленных является определение формы проведения опроса. Известно довольно разнообразный спектр методов проведения опроса.

Выбор той или иной формы опроса определяется многими факторами, например,

- цель и задачи экспертизы,
- существо и сложность анализируемой проблемы,
- полнота и достоверность исходной информации,
- требуемые объем и достоверность информации, получаемой в результате опроса,
- время, отведенное на опрос и экспертизу в целом,
- допустимая стоимость опроса и экспертизы в целом,
- количество экспертов и членов группы управления,
- характеристики экспертов и членов группы управления.

К основным методам проведения опроса, прежде всего, относятся следующие (см. Рисунок 6.1):

- а) анкетирование,
- б) интервьюирование,
- в) групповое обсуждение.

(а) Анкетирование проводится индивидуально и заочно по анкетам закрытого (с заранее указанными вариантами ответов) или открытого (без заранее определенного перечня вариантов ответов) типа. Заполненные анкеты собираются и обрабатываются сотрудниками группы управления (см. Рисунок 6.26).

К преимуществам анкетирования можно отнести следующие моменты:

- относительная простота организации,
- возможность охвата больших групп экспертов,
- возможность получения количественных результатов после статистической обработки результатов анкетирования.

Недостатками этих методов являются

- отсутствие гарантии серьезного и заинтересованного заполнения анкеты экспертом,
- отсутствие уверенности, что вопросы были правильно поняты экспертом,
- возможность субъективной интерпретации экспертом вопросов анкеты,
- неполнота и возможная частичность ответов как при закрытом, так и при открытом типе анкет.

(б) Интервьюирование проводится членами группы управления (см. Рисунок 6.26) очно по заранее составленному списку вопросов или в режиме свободного диалога индивидуально или с группой экспертов. По сравнению с анкетированием, интервьюирование имеет как сильные, так и слабые стороны. К недостаткам интервьюирования следует, прежде всего, отнести

- вероятно большую продолжительность проведения опроса экспертов,
- высокую трудоемкость,
- необходимость наличия достаточного штата сотрудников, проводящих интервью.

Преимущества интервьюирования по сравнению с анкетированием заключаются в полном преодолении недостатков анкетирования (см. выше).

(в) Групповое обсуждение может быть реализовано несколькими методами. К наиболее часто используемым относятся следующие:

- совещание,
- дискуссия,
- мозговой штурм,
- метод Дельфы.

Каждый из методов группового обсуждения обладает преимуществами и недостатками, определяющими рациональную область применения. Во многих случаях наибольший эффект дает комплексное применение нескольких методов.

Наиболее популярным методом группового обсуждения экспертами поставленной проблемы является метод Дельфы. Он представляет собой серию анкетирования или интервьюирования экспертов, причем каждая серия анкет или вопросников для интервью разрабатывается на основе обработки результатов предыдущей серии. Главная цель метода Дельфы – составление согласованного членами экспертной группы прогноза.

d. Проведение опроса

В процессе непосредственного проведения опроса экспертов и обработки его результатов группа управления осуществляет выполнение комплекса работ в соответствии с разработанным планом, корректируя его по мере необходимости по содержанию, срокам и обеспечению ресурсами.

Проведение опроса - главный этап совместной работы группы управления и экспертов. Основным содержанием опроса являются следующие элементы:

- предъявление вопросов экспертам,

- информационное обеспечение работы экспертов,
- выработка экспертами суждений, оценок, предложений,
- сбор результатов работы экспертов.

е. Обработка результатов опроса

Обработка результата опроса является последним этапом метода экспертных оценок. На этом этапе производится

- обработка результатов экспертного оценивания,
- анализ результатов экспертного оценивания,
- составление отчета,
- обсуждение результатов,
- оформление итогов работы,
- ознакомление с результатами экспертизы заинтересованных организаций и лиц.

Исходной информацией для обработки результатов экспертных оценок являются числовые данные, выражающие предпочтения экспертов и содержательное обоснование этих предпочтений. Целью обработки является получение обобщенных данных и новой информации, содержащейся в скрытой форме в экспертных оценках.

Имеется довольно широкое разнообразие методов обработки экспертных оценок, подробно описанные в специальной литературе. Одним из простейших методов является получение групповой экспертной оценки путем суммирования индивидуальных оценок экспертов, скорректированных по коэффициенту компетентности эксперта. Расчет коэффициентов компетентности эксперта, в свою очередь, так же может быть проведен по нескольким методикам, эффективность применения которых зависит от сферы применения метода.

6.2.2. Использование экспертных оценок при прогнозировании потребности в запасе

Как видно из приведенного в п. 6.2.1 обзора содержания классического метода экспертной оценки, реализация его в рамках управления запасами может потребовать значительных затрат времени и средств. Это привело к значительному упрощению процедуры использования экспертных методов при прогнозировании потребности в запасе. Эти упрощения касаются всех этапов метода экспертной оценки.

Наиболее существенно изменение статуса экспертов. В классическом виде эксперт представляет собой лицо, не связанное лично или по должностным обязанностям ни с организацией, проводящей экспертное оценивание, ни с обсуждаемым вопросом. Это условие существенно для обеспечения отсутствия личной заинтересованности эксперта в получаемом результате и для обеспечения объективности суждения эксперта. Такое положение привело к наличию специального института экспертов. При прогнозировании потребности в запасе в качестве экспертов могут выступать следующие лица:

- специалисты отдела логистики (или иного подразделения), непосредственно работающие с запасами,
- специалисты отдела продаж и маркетинга, непосредственно контактирующие с потребителями и хорошо осведомленные о планах заказчиков на будущее,
- руководители служб или отделов логистики, закупок, производства, продаж, маркетинга,
- потребители,
- внешние консультанты.

Другими словами, при прогнозировании потребности в запасе в качестве экспертом могут использоваться (кроме последнего пункта выше приведенного списка) специалисты, непосредственно связанные с процессом управления запасом в данной организации. Это привело к возможности существенно сократить процедуру экспертного оценивания, проводить ее «в рабо-

чем порядке». С одной стороны, такое упрощение может привести к снижению достоверности результатов экспертного оценивания, но с другой стороны повышает оперативность принятия решения и снижает затраты на проведение экспертизы. Следует иметь в виду, что получаемые при такой системе результаты имеют ярко выраженный субъективный характер, так специалисты могут иметь свои личные предпочтения.

6.3. Комбинированный подход к прогнозированию потребности в запасе.

Комбинированный подход к прогнозированию потребности в запасе представляет собой сочетание прогнозирования на основе статистических данных (см. п. 6.1) и на основе экспертных оценок. Такое сочетание позволяет избежать недостатков каждого из двух предыдущих подходов и использовать их преимущества.

Фактически, комбинированный подход вызван несостоятельностью в современных условиях методов прогнозирования потребности, использующих статистические данные. Чем более динамично и разнообразнее развиваются рынок и цепей поставок, тем более сильное влияние оказывают неформализуемые факторы на характеристики конечного спроса и, следовательно, потребность в запасе отдельных звеньев цепей поставок. Для повышения точности прогнозирования необходимо дополнять результаты статистической обработки данных прошлых периодов экспертными оценками, которые имеют возможность оперативного учета новых тенденций.

Комбинирования подходов может иметь следующим варианты:

I. Рассчитываемые автоматически по временным рядам с учетом сезонности и тенденциозности спроса (см. п. 6.1.1) краткосрочные прогнозы потребления ежедневно (еженедельно) корректируются на основе экспертной оценки ведущего специалиста.

II. Рассчитанные автоматически по временным рядам с учетом сезонности и тенденциозности спроса (см. п. 6.1.1) прогнозы ежемесячно кор-

ректируются по результатам группового обсуждения на совещаниях ведущих специалистов и руководителей подразделений (служб), связанных с управлением запасами (см. п. 2.2 и Таблица 4.1).

III. Рассчитанные автоматически по временным рядам с учетом сезонности и тенденциозности спроса (см. п. 6.1.1) прогнозы ежеквартально корректируются по результатам группового обсуждения на совещаниях ведущих специалистов и руководителей подразделений (служб) связанных по цепей поставок организаций.

Список вопросов для самопроверки по разделам 6.2 – 6.3

- 1) Приведите примеры, когда статистические данные не могут быть использованы при составлении прогноза потребления.
- 2) Что называется методом экспертных оценок?
- 3) Что в общем случае должно стать результатом метода экспертных оценок?
- 4) По каким причинам классические формы метода экспертных оценок редко используются при прогнозировании потребности в запасе?
- 5) Перечислите этапы использования метода экспертных оценок. Поясните последовательность их выполнения.
- 6) Каково содержание программы экспертного оценивания?
- 7) Кто разрабатывает программу экспертного оценивания?
- 8) Каковы обязанности группы управления опросом?
- 9) Перечислите шаги подбора группы экспертов.
- 10) Как определяется эффективность решения экспертами задачи?
- 11) Как рассчитывается достоверность экспертного оценивания?
- 12) Какие основные статьи могут быть включены в состав затрат на проведение экспертизы?
- 13) Какие вопросы решаются при подготовке процедуры опроса?
- 14) Чем определяется форма проведения экспертного опроса?

- 15) Назовите основные методы проведения опроса.
- 16) Что такое анкета открытого (закрытого) типа?
- 17) Каковы основные достоинства анкетирования экспертов?
- 18) В чем состоят основные недостатки анкетирования?
- 19) Опишите порядок проведения интервьюирования экспертов?
- 20) Кто проводит интервьюирование экспертов?
- 21) Каковы недостатки и преимущества интервьюирования по сравнению с анкетированием?
- 22) Какие методы группового обсуждения Вы знаете?
- 23) В чем состоит метод Дельфы?
- 24) Перечислите основные элементы проведения опроса экспертов.
- 25) Какие виды работ выполняются на этапе обработки результатов экспертного опроса?
- 26) Какова цель обработки результатов экспертного опроса?
- 27) Как может быть получена групповая экспертная оценка?
- 28) Кто может выступать в качестве эксперта при прогнозировании потребности в запасе?
- 29) Каково содержание комбинированного подхода к прогнозированию потребности в запасе?
- 30) Опишите некоторые варианты комбинирования подходов к прогнозированию потребности в запасе.

Список дополнительной литературы по разделам 6.2 – 6.3

1. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. - М.: Статистика, 1980. - 263 с.
2. Джонсон Дж. и др. Современная логистика. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.
3. Евланов Л.Г., Кутузов В.А. Экспертные оценки в управлении. - М.: Экономика, 1978. - 133 с.

4. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.
5. Ханк Дж.Э. и др. Бизнес-прогнозирование. – М.: Вильямс, 2003. – 656 с.
6. Чейз Р.Б. и др. Производственный и операционный менеджмент. – 8-е изд. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 704 с.
7. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

6.4. Оценка и анализ точности прогноза потребности в запасе

Прогнозирование потребности в запасе, выполняемое на основе имеющейся статистики (см. п. 6.1), экспертных оценок (см. п. 6.2) или комбинацией этих двух подходов (см. п. 6.3), требует отслеживания точности полученных данных. Для того чтобы прогноз позволял строить корректные планы потребления и отгрузок запаса следует обеспечить контроль ошибки прогнозирования и механизм совершенствования техники его проведения. Таким образом, можно выделить 3 этапа работы с прогнозами потребности в запасе (см. Рисунок 6.27):

- 1) Оценка погрешности прогноза.
- 2) Контроль качества прогноза.
- 3) Развитие методов прогнозирования.



Рисунок 6.27. Этапы работы с прогнозами потребности в запасе.

6.4.1. Оценка точности прогноза

Первый этап работы с прогнозами потребности в запасе – оценка точности прогноза - может проводиться несколькими методами. Рассмотрим различные способы оценок точности на примере прогноза, полученного путем экспоненциального сглаживания при константе сглаживания $a=0,2$ и $a=0,8$ (см. Таблица 6.6).

Ошибка прогноза – это разница между фактическим и предсказанным значением:

$$M_t = F_t - P_t,$$

Формула 6.18

где M_t – ошибка прогноза на t -ый период, единиц;

F_t – фактическое значение объема потребности в запасе в t -ом периоде, единиц;

P_t – прогноз потребления запаса в t -ом периоде, единиц.

В столбцах 4 и 7 Таблица 6.12 представлен результат расчета ошибки прогноза потребности в запасе по месяцам года. В январе месяце ошибка прогноза рассчитана следующим образом (см. Формула 6.18):

$$\text{при } a = 0,8: 48504 - 53823 = - 5319;$$

$$\text{при } a = 0,2: 48504 - 53823 = -5319.$$

Формула 6.19

В апреле месяца ошибка прогноза, соответственно, равна:

$$\text{при } a = 0,8: 58647 - 49581 = 9066;$$

$$\text{при } a = 0,2: 58647 - 52773 = 5874.$$

Формула 6.20

Значение ошибки прогноза может быть отрицательным, когда прогноз завышен (как в приведенных выше расчетах по марту месяцу (см. Формула 6.19) или положительным, когда прогноз потребления занижен (как в приведенных выше расчетах по апрелю месяцу (см. Формула 6.20)).

Таблица 6.12

Оценка точности прогноза по абсолютным показателям

Месяц	Фактические отгрузки	Оценка прогноза потребности методом экспоненциального сглаживания при $a=0,8$			Оценка прогноза потребности методом экспоненциального сглаживания при $a=0,2$		
		прогноз потребности	ошибка прогноза	квадрат ошибки прогноза	прогноз потребности	ошибка прогноза	квадрат ошибки прогноза
1	2	3	4	5	6	7	8
январь	17244	-	-	-	-	-	-
февраль	57187	-	-	-	-	-	-
март	48504	53823	-5319	28291761,00	53823	-5319,00	28291761
апрель	58647	49581	9066	82192356,00	52773	5874,00	34503876
май	45477	54740	-9263	85803169,00	51380	-5903,00	34845409
июнь	23833	52074	-28241	797554081,00	55220	-31387,00	985143769
июль	21730	26820	-5090	25908100,00	44500	-22770,00	518472900
август	65289	26174	39115	1529983225,00	45954	19335,00	373842225
сентябрь	46663	54978	-8315	69139225,00	47674	-1011,00	1022121
октябрь	45344	46158	-814	662596,00	45318	26,00	676
ноябрь	31497	45528	-14031	196868961,00	45339	-13842,00	191600964
декабрь	13714	34314	-20600	424360000,00	42588	-28874,00	833707876
Итого	-	-	2578	6647373,06	-	-786,67	618844,444
Средняя ошибка	-	-	214,85	-	-	-65,56	-
Абсолютная ошибка прогноза	-	-	214285	-	-	208772	-
Средняя абсолютная ошибка	-	-	17857,08	-	-	17397,67	-
Среднее квадрата ошибки	-	-	-	618951998,09	-	-	597194552,91
Стандартное отклонение ошибки	-	-	-	24878,75	-	-	24437,56

Так как ошибки прогноза потребностей по месяцам имеют различные знаки, ошибка прогноза за год (см. строка «Итого», столбцы 4 и 7 Таблица 6.12) нивелирует различия ошибок прогноза по месяцам. Завышенные и заниженные ошибки прогноза потребности по месяцам взаимно погашаются, что скрывает существенную погрешность прогнозирования в обоих случаях.

Средняя ошибка прогноза рассчитывается следующим образом:

$$\bar{M} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{n},$$

Формула 6.21

где \bar{M} – средняя ошибка прогноза, единиц;
 M_t – ошибка прогноза на t-ый период, единиц;
 n – количество рассматриваемых периодов.

По оценкам средней ошибки прогноза потребности в запасе Таблица 6.12 (см. строка «Средняя ошибка прогноза», столбцы 4 и 7) видно, что константа сглаживания $a = 0,2$ дает более точное значение, чем константа $a = 0,8$: $214,85 > -65,56$.

Избежать недостатка метода оценки точности по средней ошибке позволяет использование показателя **абсолютной ошибки прогноза**, которая рассчитывается по следующей формуле:

$$M_a = \sum_{i=1}^n |F_i - P_i|,$$

Формула 6.22

где M_a – абсолютная ошибка прогноза, единиц;
 n – количество рассматриваемых периодов;
 F_i – фактическое значение объема потребности в запасе в i-ом периоде, единиц;
 P_i – прогноз потребления запаса в i-ом периоде, единиц.

Сумма модулей ошибки прогноза по месяцам (см. строка «Абсолютная ошибка прогноза» и столбцы 4 и 7 Таблица 6.12) показывает, что абсолютная ошибка прогноза с константой сглаживания $a = 0,2$ ниже, чем с константой сглаживания $a = 0,8$: $208772 < 214285$.

Средняя абсолютная ошибка прогноза потребности в запасе за год рассчитывается с учетом количества месяцев по формуле:

$$\bar{M}_a = \frac{\sum_{i=1}^n |F_i - P_i|}{n},$$

Формула 6.23

где \bar{M}_a – средняя абсолютная ошибка прогноза, единиц;

n – количество рассматриваемых периодов;

F_i – фактическое значение объема потребности в запасе в i -ом периоде, единиц;

P_i – прогноз потребления запаса в i -ом периоде, единиц.

Средняя в месяц абсолютная ошибка прогноза по рассматриваемому примеру Таблица 6.12 для коэффициента сглаживания $a = 0,8$ равен (см. строка «Средняя абсолютная ошибка», столбец 4 и Формула 6.23) $214285 / 12 = 17857,08$. Для коэффициента сглаживания $a = 0,2$ (см. столбец 7) - $208772 / 12 = 17397,67$. Как и по предыдущим оценкам точности, коэффициент сглаживания $a = 0,2$ дает более точный результат прогноза, чем коэффициент сглаживания $a = 0,8$.

Метод оценки точности прогноза по абсолютным отклонениям фактического и прогнозного объема потребности в запасе придает равные веса и серьезным, и незначительным отклонениям. Избежать этого недостатка позволяет среднее квадрата ошибки:

$$\bar{M}_k = \frac{\sum_{i=1}^n (F_i - P_i)^2}{n-1},$$

Формула 6.24

где \bar{M}_k – среднее квадрата ошибки прогноза, единиц²;

n – количество рассматриваемых периодов;

F_i – фактическое значение объема потребности в запасе в i-ом периоде, единиц;

P_i – прогноз потребления запаса в i-ом периоде, единиц.

В Таблица 6.12 приведен результат расчета среднего квадрата ошибки прогноза при коэффициенте сглаживания $a = 0,8$ (см. столбец 4) и $a = 0,8$ (см. столбец 7). Из сравнения результатов видно, что точность прогноза при $a = 0,2$ выше, чем при $a=0,8$: 618951998,09 > 597194552,91.

Стандартное отклонение рассчитывается как корень квадратный из значения среднего квадрата ошибки:

$$M_\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (F_i - P_i)^2}{n-1}},$$

Формула 6.25

где M_σ – стандартное отклонение ошибки прогноза, единиц;

n – количество рассматриваемых периодов;

F_i – фактическое значение объема потребности в запасе в i-ом периоде, единиц;

P_i – прогноз потребления запаса в i-ом периоде, единиц.

Результаты расчета стандартного отклонения ошибки прогноза представлены в Таблица 6.12 в строке «Стандартное отклонение ошибки» и в столбцах 4 и 7.

Показатели средней, абсолютной средней и квадратичной оценки точности прогноза (см. Формула 6.18 - Формула 6.25 на стр. 198 - 203) не отра-

жают долю изменения потребности в запасе по отношению к масштабу прогноза. Например, для данных Таблица 6.12 отклонение фактической потребности в запасе от прогнозируемой на 100 единиц или на 10000 единиц даст одинаковую оценку ошибки прогноза. Для возможности отражения доли отклонения фактического значения потребности от прогнозируемой используются относительные показатели ошибки прогноза. **Относительная ошибка прогноза** рассчитывается по следующей формуле:

$$M_{oi} = \frac{|F_i - P_i|}{P_i} * 100,$$

Формула 6.26

где M_{oi} - относительная ошибка прогноза в i -ом периоде, %;

F_i – фактическое значение объема потребности в запасе в i -ом периоде, единиц;

P_i – прогноз потребления запаса в i -ом периоде, единиц.

В Таблица 6.13 приведены результаты расчета относительной ошибки прогноза по месяцам (см. столбцы 5 и 9). Для марта месяца относительная ошибка рассчитана так:

$$\text{для } a = 0,8 \text{ и } a = 0,2: \frac{|5319|}{53283} * 100 = 9,88.$$

Для апреля месяца относительная ошибка равна:

$$\text{для } a = 0,8: \frac{|9066|}{49581} * 100 = 18,29; \text{ для } a = 0,2: \frac{|5874|}{52773} * 100 = 11,13 \text{ и т.д.}$$

Средняя относительная ошибка прогноза потребности в запасе рассчитывается с учетом количества сделанных прогнозов следующим образом:

$$\bar{M}_o = \frac{\sum_{i=1}^n |F_i - P_i|}{n * \sum_{i=1}^n P_i} * 100,$$

Формула 6.27

Таблица 6.13

Оценка точности прогноза по относительным показателям

Месяц	Фактические отгрузки	Оценка прогноза потребности методом экспоненциального сглаживания при $\alpha=0,8$				Оценка прогноза потребности методом экспоненциального сглаживания при $\alpha=0,2$			
		прогноз потребности	ошибка прогноза	относительная ошибка	относительная ошибка - вариант	прогноз потребности	ошибка прогноза	относительная ошибка	относительная ошибка - вариант
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
январь	17244	-	-	-	-	-	-	-	-
февраль	57187	-	-	-	-	-	-	-	-
март	48504	53823	-5319	9,88	10,97	53823	-5319,00	9,88	10,97
апрель	58647	49581	9066	18,29	18,29	52773	5874,00	11,13	11,13
май	45477	54740	-9263	16,92	20,37	51380	-5903,00	11,49	12,98
июнь	23833	52074	-28241	54,23	118,50	55220	-31387,00	56,84	131,70
июль	21730	26820	-5090	18,98	23,42	44500	-22770,00	51,17	104,79
август	65289	26174	39115	149,44	149,44	45954	19335,00	42,07	42,07
сентябрь	46663	54978	-8315	15,12	17,82	47674	-1011,00	2,12	2,17
октябрь	45344	46158	-814	1,76	1,80	45318	26,00	0,06	0,06
ноябрь	31497	45528	-14031	30,82	44,55	45339	-13842,00	30,53	43,95
декабрь	13714	34314	-20600	60,03	150,21	42588	-28874,00	67,80	210,54
Средняя ошибка	-	-	-	37,55	55,54	-	-	28,31	57,03

где \bar{M}_o – средняя относительная ошибка прогноза, %;

n – количество рассматриваемых периодов;

F_i – фактическое значение объема потребности в запасе в i-ом периоде, единиц;

P_i – прогноз потребления запаса в i-ом периоде, единиц.

Средняя относительная ошибка прогноза для рассматриваемого примера равна (см. Таблица 6.13, строка «Средняя ошибка», столбцы 5 и 9) для $a = 0,8$ - 37,55%, для $a = 0,2$ – 28,31.

Относительную ошибку так же можно рассчитывать и по отношению к минимальному из фактического и предполагаемому значений потребности:

$$M_{oi} = \frac{|F_i - P_i|}{\text{MIN}\{F_i; P_i\}} * 100,$$

Формула 6.28

где M_{oi} - относительная ошибка прогноза в i-ом периоде, %;

F_i – фактическое значение объема потребности в запасе в i-ом периоде, единиц;

P_i – прогноз потребления запаса в i-ом периоде, единиц.

В Таблица 6.13 приведены результаты расчета второго варианта относительной ошибки прогноза с использованием минимальной величины из фактических и предполагаемых отгрузок. В марте месяце, например, для $a = 0,8$ и $a = 0,2$ эта величина составила (см. столбцы 6 и 10):

$$\frac{|5319|}{48504} * 100 = 10,97.$$

В апреле месяце эта относительная ошибка рассчитана следующим образом:

$$\text{для } a = 0,8: \frac{|9066|}{49581} * 100 = 18,29; \text{ для } a = 0,2: \frac{|5874|}{52773} * 100 = 11,13.$$

Средняя относительная ошибка прогноза потребления запаса для варианта расчета Формула 6.28 определяется по следующей формуле:

$$\bar{M}_o = \frac{\sum_{i=1}^n |F_i - P_i|}{n * \sum_{i=1}^n \text{MIN}\{ F_i; P_i \}} * 100,$$

Формула 6.29

где \bar{M}_o – средняя относительная ошибка прогноза, %;

n – количество рассматриваемых периодов;

F_i – фактическое значение объема потребности в запасе в i-ом периоде, единиц;

P_i – прогноз потребления запаса в i-ом периоде, единиц.

В Таблица 6.13 приведены результаты расчета средней относительной ошибки по второму варианту относительной ошибки прогноза с использованием минимальной величины из фактических и предполагаемых отгрузок. В марте месяце, например, для $a = 0,8$ и $a = 0,2$ эта величина составила (см. строка «Средняя ошибка», столбцы 6 и 10), соответственно, 55,54 и 57,03.

Таким образом, коэффициент сглаживания $a = 0,2$, может использоваться для прогнозирования потребности в запасе рассматриваемого примера как наиболее надежный.

6.4.2. **Контроль качества прогноза**

Ошибки точности прогноза (см. п. 6.4.1) необходимо контролировать, чтобы прогноз потребности позволял правильно организовывать деятельность по управлению запасами. Контроль прогноза потребления может вестись различными методами. Рассмотрим один из наиболее простых приемов контроля ошибки прогноза – **метод контрольного графика**. Этот метод ос-

нован на заранее определяемых величинах контрольных границ, в пределах которых ошибка прогноза определяется случайными факторами. Метод основан на следующих предположениях:

- распределение ошибок прогноза описываются нормальным законом распределения вероятностей,
- ошибки прогноза произвольно распределяются вокруг нулевого значения.

Для нормального закона распределения вероятностей приблизительно 95% ошибок прогноза должны попасть в пределы ± 2 стандартных отклонений. Стандартное отклонение для ошибок прогноза для рассматриваемого примера приведено в см. Таблица 6.12 последняя строка «Стандартное отклонение». Остановимся на контроле ошибок прогнозирования для коэффициента сглаживания $a = 0,2$, который по результатам анализа ошибок прогноза должен быть отобран как наиболее надежный (см. предыдущий параграф). Стандартное отклонение ошибки прогноза при этом равно 24437,56 или приблизительно 25000 единиц. Рассмотрим, каким образом ошибки прогнозирования потребности по месяцам распределены в границах ± 25000 единиц. Динамика ошибок прогноза представлена на Рисунок 6.28. Контрольный график ошибок прогноза. График наглядно показывает, что абсолютное большинство случаев наличия ошибок прогнозирования находится в рамках установленных контрольных границ. Следовательно, прогноз можно считать адекватным. В противном случае, техника прогнозирования требовала бы изменения.



Рисунок 6.28. Контрольный график ошибок прогноза потребности в запасе.

В то же время следует отметить, что в рамках контрольных границ ошибки прогноза имеют явно выраженную циклическую тенденцию, повторяющую форму сезонной потребности в запасе (сравнить Рисунок 6.28 и Рисунок 6.29).

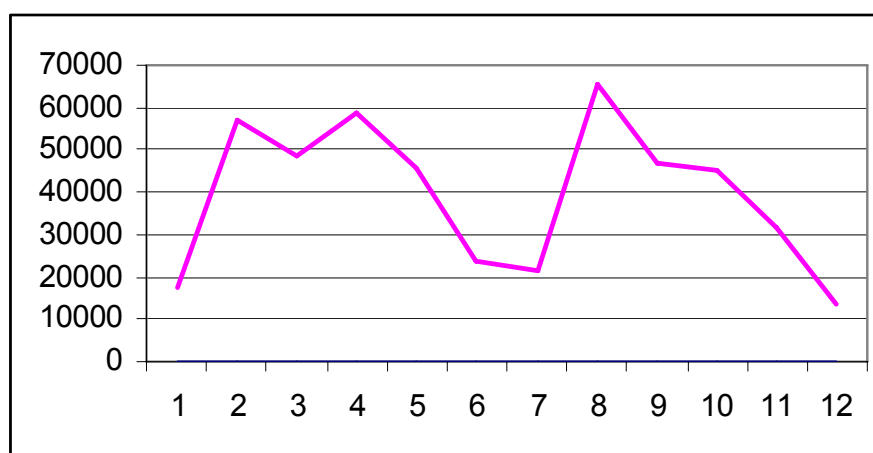


Рисунок 6.29. Динамика потребности в запасе по месяцам года.

Обнаружение закономерности распределения ошибок прогноза на контрольном графике в контрольных границах указывает на то, что ошибка прогноза является предсказуемой, не случайной. Следовательно, прогноз можно улучшить. В данном случае очевидно, что ошибка прогнозирования растет с ростом объема потребности и уменьшается с его сокращением.

Основные формулы раздела по разделу 6.4

Таблица 6.14

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
1	Ошибка прогноза, единиц	$M_t = P_t - F_t$	P_t – прогноз потребления запаса в t-ом периоде, единиц; F_t – фактическое значение объема потребности в запаса в t-ом периоде, единиц.
2	Средняя ошибка прогноза, единиц	$M = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{n}$	M_t – ошибка прогноза на t-ый период, единиц; n – количество рассматриваемых периодов.
3	Абсолютная ошибка прогноза, единиц	$M_a = \sum_{i=1}^n F_i - P_i $	n – количество рассматриваемых периодов; F_i – фактическое значение объема потребности в запаса в i-ом периоде, единиц; P_i – прогноз потребления запаса в i-ом периоде, единиц.
4	Средняя абсолютная ошибка прогноза, единиц	$M_a = \frac{\sum_{i=1}^n F_i - P_i }{n}$	n – количество рассматриваемых периодов; F_i – фактическое значение объема потребности в запаса в i-ом периоде, единиц; P_i – прогноз потребления запаса в i-ом периоде, единиц.
5	Среднее квадрата ошибки, единиц ²	$M_k = \frac{\sum_{i=1}^n (F_i - P_i)^2}{n - 1}$	n – количество рассматриваемых периодов; F_i – фактическое значение объема потребности в запаса в i-ом периоде, единиц; P_i – прогноз потребления запаса в i-ом периоде, единиц.
6	Стандартное отклонение ошибки прогноза, единиц	$M_\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (F_i - P_i)^2}{n - 1}}$	n – количество рассматриваемых периодов; F_i – фактическое значение объема потребности в запаса в i-ом периоде, единиц; P_i – прогноз потребления запаса в i-ом периоде, единиц.
7	Относительная ошибка, %	$M_{oi} = \frac{ F_i - P_i }{P_i} * 100$	F_i – фактическое значение объема потребности в запаса в i-ом периоде, единиц; P_i – прогноз потребления запаса в i-ом периоде, единиц.
		$M_{oi} = \frac{ F_i - P_i }{MIN\{F_i; P_i\}} * 100$	F_i – фактическое значение объема потребности в запаса в i-ом периоде, единиц; P_i – прогноз потребления запаса в i-ом периоде, единиц.

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
8	Средняя относительная ошибка, %	$\bar{M}_o = \frac{\sum_{i=1}^n F_i - P_i }{n * \sum_{i=1}^n P_i} * 100$ <hr/> $\bar{M}_o = \frac{\sum_{i=1}^n F_i - P_i }{n * \sum_{i=1}^n MIN\{ F_i; P_i \}} * 100$	<p>n – количество рассматриваемых периодов;</p> <p>F_i – фактическое значение объема потребности в запасе в i-ом периоде, единиц;</p> <p>P_i – прогноз потребления запаса в i-ом периоде, единиц.</p>

Список вопросов для самопроверки по разделу 6.4

- 1) В каких целях требуется отслеживание точности прогноза потребности в запасе?
- 2) Перечислите этапы работы с прогнозами потребности.
- 3) Что такое ошибка прогноза? Как она рассчитывается? При решении каких задач она может быть использована?
- 4) О чем говорят положительные и отрицательные значения ошибок прогноза?
- 5) В чем состоит основной недостаток использования ошибки прогноза для получения выводов о качестве используемых методов?
- 6) Как можно рассчитать среднюю ошибку прогнозирования за длительный период?
- 7) Чем абсолютная ошибка прогноза отличается от простой ошибки прогноза? В чем ее главное преимущество?
- 8) Что показывает средняя абсолютная ошибка прогноза потребности?
- 9) Что показывает стандартное отклонение ошибки прогноза?
- 10) Какие варианты расчета относительной ошибки прогноза Вы знаете?
- 11) Для решения каких задач используется средняя относительная ошибка прогноза?
- 12) В чем заключается метод контрольного графика при анализе ошибки прогноза потребности?

- 13) Для какого закона распределения вероятностей верны основные предположения метода контрольного графика?
- 14) На что указывает наличие ошибок прогноза за пределами контрольных границ контрольного графика?
- 15) Какими факторами объясняются ошибки прогноза, находящиеся в контрольных границах графика анализа ошибок прогнозирования?
- 16) О чем свидетельствует наличие закономерностей распределения ошибок прогнозирования в контрольных границах контрольного графика?
- 17) Как можно прогнозировать ошибки прогнозирования?
- 18) При каких условиях необходимо изменение методов прогнозирования?

Список дополнительной литературы по разделу 6.4

1. Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Дж. Логистика: Интегрированная цепь поставок. – М.: Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.
2. Джонсон Дж. и др. Современная логистика. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.
3. Линдерс М.Р., Харольд Е.Ф. Управление снабжением и запасами. Логистика. – Пер. с англ. - СПб.: Полигон, 1999. - 768 с.
4. Степанов В.И. Логистика: Учебник. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. – 488 с.
5. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.
6. Чейз Р.Б. и др. Производственный и операционный менеджмент. – 8-е изд. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 704 с.
7. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

7. Затраты, связанные с запасами в цепях поставок

Содержание главы

Роль и состав затрат, связанных с запасами

Удельный вес затрат, связанных с запасами, в логистических издержках

Группы затрат, связанных с запасами

Затраты на закупку

Затраты на пополнение запаса

Затраты на содержание запаса

Отражение затрат, связанных с запасами, в балансе и отчете о прибылях и убытках

Влияния затрат, связанных с запасами, на финансовые показатели деятельности компании

Затраты на закупку

Расчет затрат на закупку

Функция затрат на закупку при отсутствии оптовых скидок

Функция затрат на закупку при наличии

Затраты на пополнения запаса

Расчет затрат на пополнение запаса

Затраты на выполнение одного заказа

Состав затрат на выполнение одного заказа

- *затраты на подготовку заказа*
- *затраты на пополнение запаса*

- *затраты на приемку заказа*

Расчет затрат на выполнение одного заказа

Функция затрат на пополнения запаса

Затраты на содержание запаса

Расчет затрат на содержание запаса

Расчет без учета страхового запаса

Расчет с учетом страхового запаса

Функция затрат на содержание запаса

Состав затрат на содержание запаса

Затраты на содержание склада

- *собственные склады*
- *склады общего хранения*
- *арендуемые склады*

Затраты по обеспечению движения запаса

Расходы на обслуживание запаса

- *стоимость страхования*
- *плата за кредит*
- *налоги*

Стоимость рисков, связанных с содержанием запаса

- *порча*
- *потеря*
- *моральное старение*
- *кражи*

Альтернативные затраты

Общие затраты, связанные с запасами

Расчет общих затрат, связанных с запасами

Функция общих затрат, связанных с запасами

7.1. *Роль и состав затрат, связанных с запасами*

В процедуре разработки алгоритма управления запасами (см. п. 4.1) определение состава затрат, связанных с запасами, стоит на втором месте после завершения составления прогноза (плана) потребности в запасе на будущий период (см. Рисунок 4.1 и Рисунок 4.2 на стр. 110- 111 и п. 5-6). Этот этап процедуры позволяет определить значения ключевых составляющих критерия оптимизации уровня запаса. Его результат оказывает принципиально важное влияние на результаты последующих этапов разработки алгоритма управления запасами и на качество управления запасами в целом.

Затраты, связанные с запасами, в своем стоимостном измерении представляют собой часть логистических издержек. Затраты, связанные с запасами, являются главной составляющей частью издержек на логистику. В среднем, затраты на запасы составляют от 12% до 40% совокупных логистических затрат. При этом производственные предприятия имеют более низкий уровень этого показателя, а оптовые и розничные компании - довольно высокий удельный вес затрат, связанных с запасами (до 50%).

Затраты, связанные с запасами включают в себя (см. Рисунок 7.1):

1. Затраты на закупку,
2. Затраты на пополнение запаса,
3. Затраты на содержание запаса,

(1) Затраты на закупку запаса – это расходы финансовых ресурсов на непосредственную закупку товарно-материальных ценностей запаса у поставщика. Вопросы расчета этих затрат рассмотрены в п. 7.1.1.

(2) Затраты на пополнение запаса представляют собой расходы материальных, финансовых, информационных, трудовых и других видов ресурсов, необходимых для обеспечения пополнения запаса. Они включают затраты, несомые при планировании, осуществлении и контроле закупки. Состав работ, использующих эти ресурсы, рассмотрен в п. 2.2 и п. 4. Затраты на пополнение запаса связаны с деятельностью подразделений, участвующих в принятии и реализации решений о пополнении запаса в целях обеспечения

предполагаемой или заявленной потребности. К таким подразделениям относятся отдел маркетинга, продаж (или коммерческий отдел), производственные подразделения, отдел закупок, отдел логистики, информационных технологий, бизнес-аналитики, планово-экономический отдел, отдел управленческого учета, финансовый отдел, бухгалтерия и др. (см. Таблица 4.1 и Таблица 4.2 на стр. 113). Состав затрат на пополнение запаса описан в п. 7.1.2.

(3) Затраты на содержание запаса (holding (carrying) costs) представляют собой расходы материальных, финансовых, информационных, трудовых и других видов ресурсов, необходимых для обеспечения сохранности и поддержания качества товарно-материальных ценностей, находящихся в запасе на определенной территории или на транспортном средстве. Состав работ, использующих эти ресурсы, рассмотрен в п. 2.2 и в п. 4. Затраты на содержание запаса связаны с деятельностью складского хозяйства и транспортного отдела, выполняющих работы непосредственно с физическим запасом. Состав затрат на содержание запаса представлен в п. 7.1.3.

В отличие от других логистических издержек, затраты, связанные с запасами, не находят полного отражения в балансе предприятия и в отчете о прибылях и убытках. Статья «Запасы» находится в разделе активов баланса. Затраты, связанные с запасами, не имеют отдельной статьи отражения. Между тем, финансовые средства, вложенные в запасы, отвлекаются от других направлений инвестиций компании. Затраты, связанные с обслуживанием созданных запаса, отрывают финансовые ресурсы от иных видов деятельности. Экономия на запасах, таким образом, существенно сказывается на общих результатах бизнеса. Таким образом, затраты, связанные с запасами, оказывают существенное влияние на финансовое положение компании и требуют своего учета и анализа.

При этом необходимо учитывать, что снижение уровня наличных запасов снижает затраты на содержание запаса, но требует увеличения затрат на размещение заказов и на транспортные расходы. Следовательно, принятие

решений об уровне запаса должно сопровождаться комплексной оценкой изменения связанных с этим решением статей затрат, не только в сфере логистики, но и в иных областях деятельности компании.

Определение целевых показателей движения запаса (скорости обращения и времени оборота и др. (см. п. 3.2)), обеспечивающих заданный уровень обслуживания потребителей и заданный уровень рентабельности логистической системы, так же имеет связь с затратами и оказывает принципиальное влияние на финансовые результаты работы организации.

Для правильного учета всех аспектов работы с запасами, связанными с финансовыми результатами деятельности компании, необходимо знать состав статей затрат, связанных с запасами (см. п. 7.1.1 - 7.1.3).

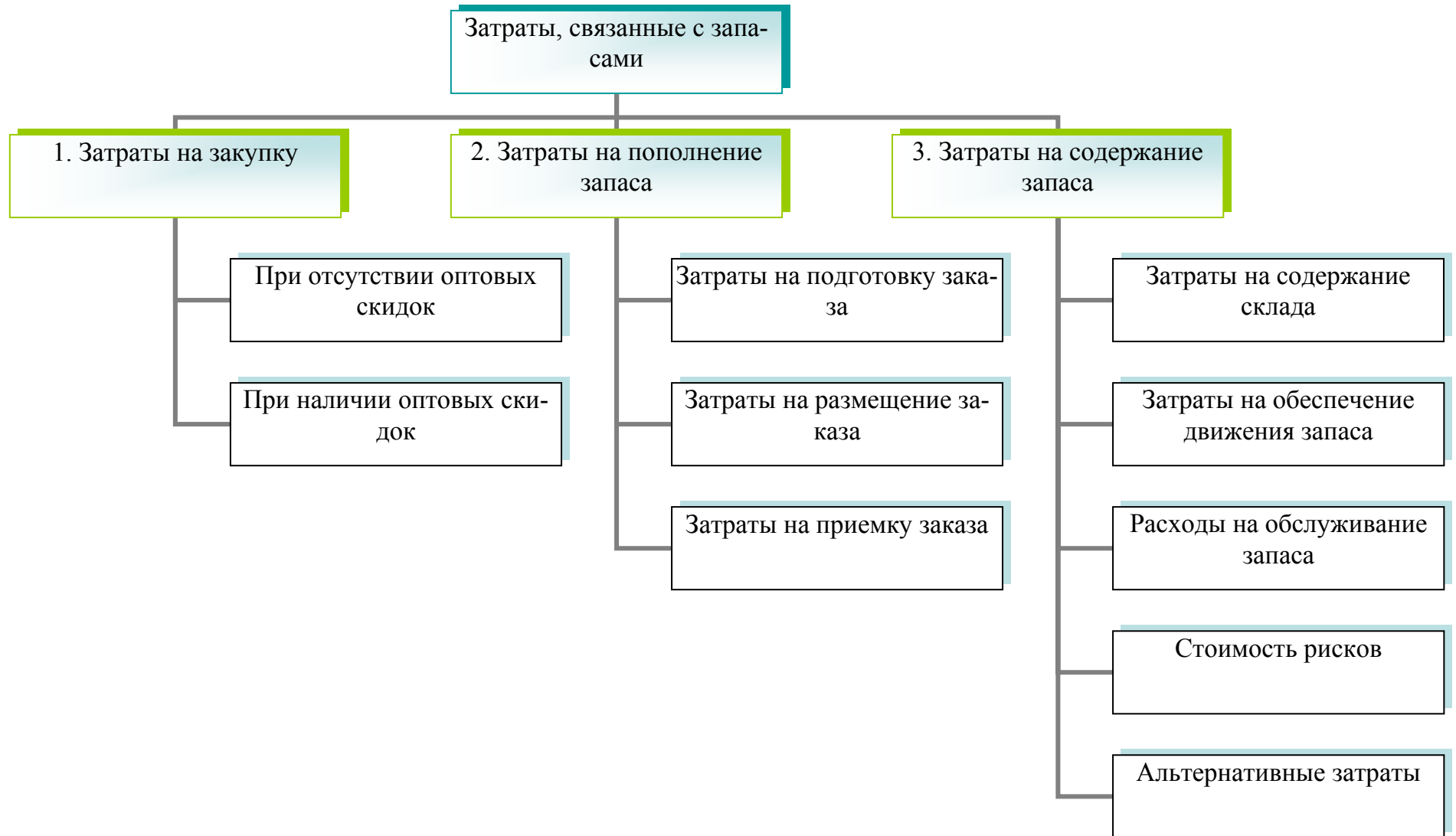


Рисунок 7.1. Затраты, связанные с запасами в цепях поставок.

7.1.1. Затраты на закупку

Затраты на закупку (см. Рисунок 7.1) запаса рассчитываются следующим образом:

$$C_p = C * Q,$$

Формула 7.1

где C_p – затраты на закупку запаса, руб.;

C – закупочная цена единицы товара, руб.;

Q – размер заказа, единиц.

При отсутствии оптовых скидок (quantity discounts) при проведении закупок, изменение затрат на закупку имеет прямо пропорциональную зависимость от размера партии закупки (см. Рисунок 7.2 и Формула 7.1). В этом случае уровень цены за единицу товара фиксирован и не зависит от размера партии закупки (см. Рисунок 7.3). При наличии оптовых скидок затраты на закупку меняются дискретно в соответствии со схемой изменения цены, согласованной с поставщиком. Пример схемы изменения цены при наличии оптовых скидок приведен на Рисунок 7.4. Зависимость затрат на закупку от размера партии закупки при наличии оптовых скидок приведен на Рисунок 7.5.

Стр. 32а рукописных листов.

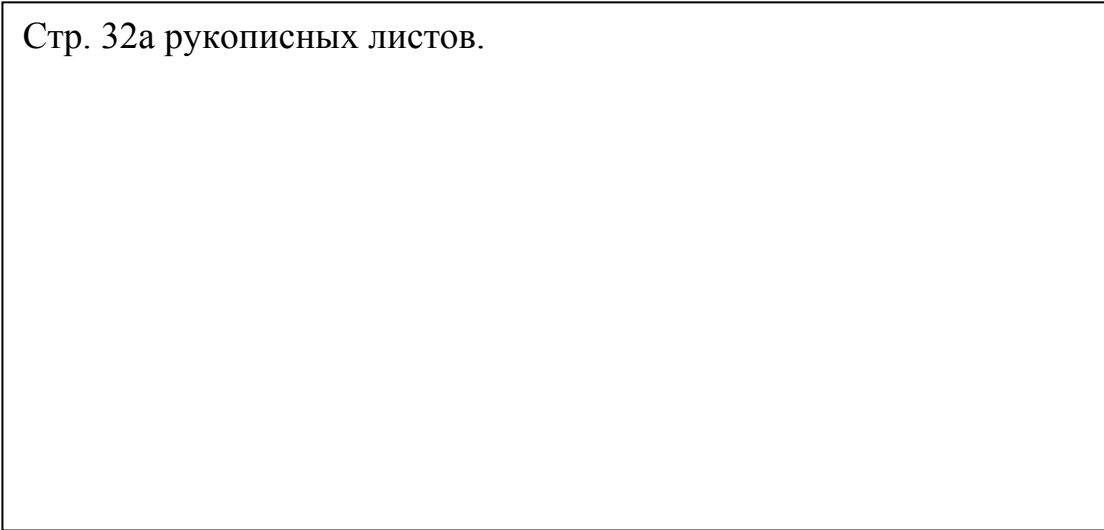


Рисунок 7.2. Зависимость затрат на закупку от размера партии закупки при отсутствии оптовых скидок за закупку.

Стр. 32б рукописных листов.



Рисунок 7.3. Уровень цены на закупку единицы товара при отсутствии оптовых скидок.

Стр. 33 рукописных листов.

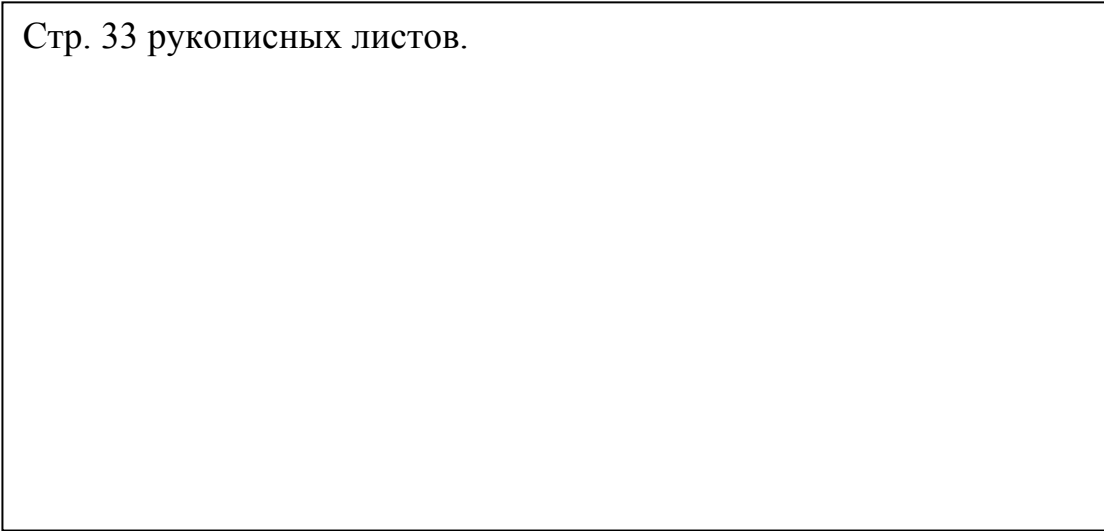


Рисунок 7.4. Уровень цены на закупку единицы товара при наличии оптовых скидок.

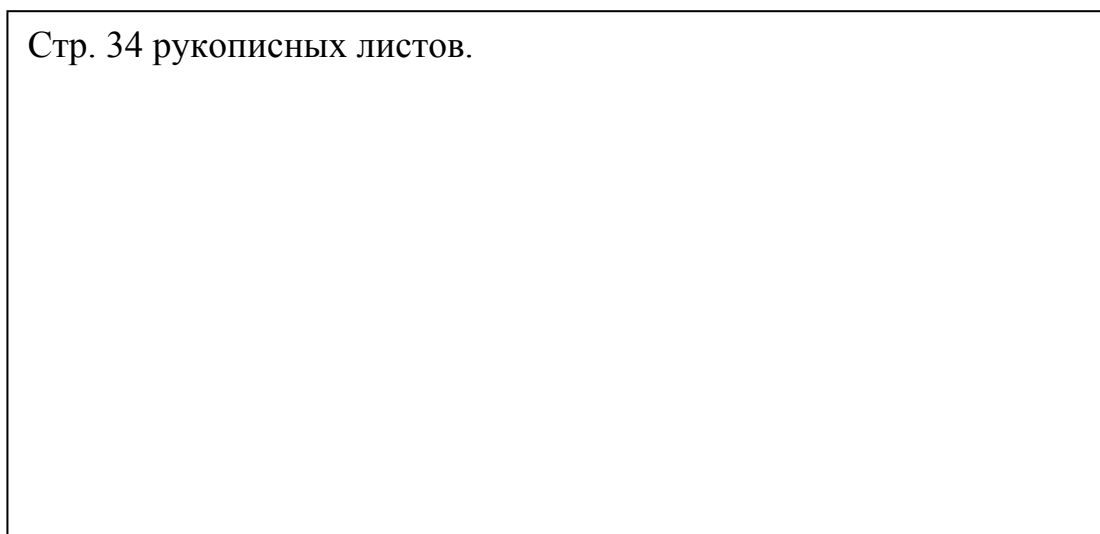


Рисунок 7.5. Зависимость затрат на закупку от размера партии закупки при наличии оптовых скидок за закупку.

Затраты на закупку составляют основную часть капитальных затрат, связанных с запасами. Финансовые ресурсы, замороженные в запасе, по удельному весу довольно часто имеют максимальный удельный вес в общих затратах, связанных с запасами. В капитальных затратах, как правило, так же учитываются альтернативные затраты, формирующиеся в процессе хранения запаса и равные прибыли, которая могла бы быть получена при использовании финансовых ресурсов, вложенных в запас, в иных целях. Альтернативные затраты относятся к затратам, связанным с содержанием запаса, и рассмотрены в п. 7.1.3.

7.1.2. *Затраты на пополнение запаса*

Затраты на пополнение запаса – вторая группа затрат, связанных с запасами (см. Рисунок 7.1 на стр. 219).

Затраты на пополнение запаса – это затраты, связанные с расходом материальных, финансовых, информационных, трудовых и других видов

ресурсов, необходимых для оформления и получения заказа. Они включают затраты, несомые при планировании, осуществлении и контроле закупки.

Если общая потребность в единичный период времени составляет S единиц, а восполнение этой потребности ведется партиями по Q единиц, то отношение $\frac{S}{Q}$ определяет количество заказов в единичный период. Тогда затраты на пополнение запаса составят:

$$C_{pz} = \frac{S}{Q} * A,$$

Формула 7.2

где C_{pz} – затраты на пополнение запаса, руб.;

S – объем потребности в запасе, единиц;

Q – размер заказа, единиц;

A – затраты на выполнение одного заказа, руб.

Величина затрат на выполнение одного заказа A (ordering costs) включает постоянные затраты на подготовку, размещение, контроль исполнения и приемку одного заказа. Величина A , как и постоянные затраты, не зависит от объема заказа. Они связаны с процедурой выдачи заказов. В состав затрат на выполнение одного заказа входят, например, затраты на следующие виды работ (см. Рисунок 7.7):

затраты на подготовку заказа:

- на анализ статистической информации по движению запаса,
- на поиск поставщика,
- на ведение переговоров,
- представительские расходы,
- на определение нужного объема заказа,
- на оформление заказа;

затраты на пополнение запаса:

- на передачу заказа,

- на контроль выполнения;

затраты на приемку заказа:

- на отслеживание процесса транспортировки заказа,
- на контроль качества поставки,
- на оформление претензий по качеству при необходимости,
- на регистрацию полученного заказа в компьютерной системе и

пр.

Чем большим размером заказа происходит пополнение запаса в единичный период времени, тем реже приходится делать заказ, тем, следовательно, меньше затраты, связанные с пополнением запаса (см. Рисунок 7.6).

Стр. 35 рукописных листов.

Рисунок 7.6. Зависимость затрат на пополнение запаса от размера партии закупки.

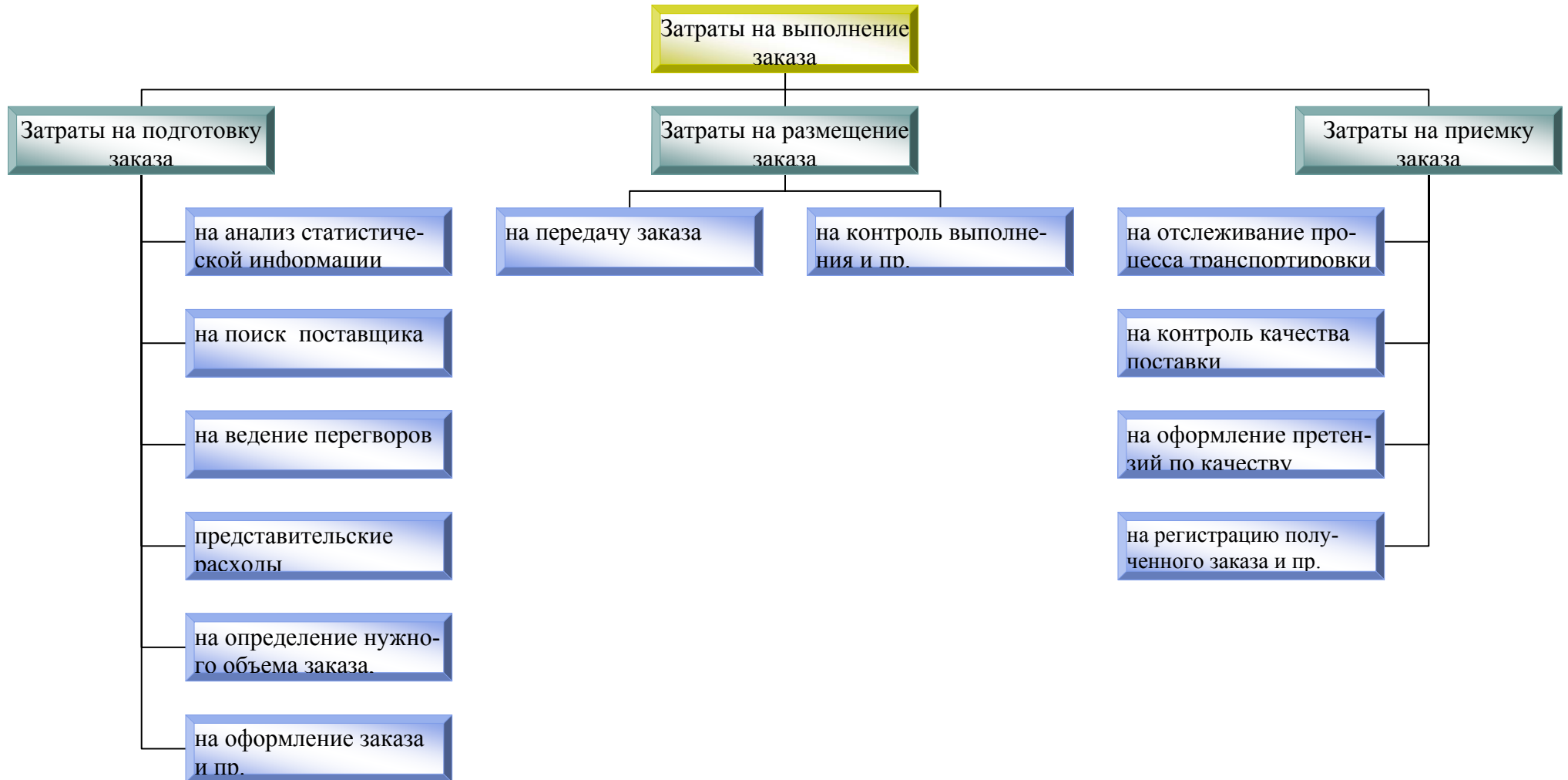


Рисунок 7.7. Состав затрат на выполнение заказа.

Затраты на выполнение заказа может быть определена как отношение общих годовых затрат на содержание отдела, осуществляющего заказы (это может быть отдел закупок или отдел логистики), на число подаваемых за год заказов:

$$A = \frac{O_{op}}{N_Q},$$

Формула 7.3

где A – затраты на выполнение одного заказа, руб.;

O_{op} – совокупные годовые затраты на содержание отдела, выполняющего заказы на восполнение запаса, руб.;

N_Q – количество выданных за год заказов по всем позициям запаса.

При использовании Формула 7.3 затраты на подачу каждого заказа будут завышены. Другой методы оценки затрат на выполнение одного заказа A - хронометраж и выборочное обследование в целях определения средних затрат времени на подготовку и подачу одного заказа. Этот метод довольно высок по стоимости реализации. Получение результата требует длительного времени для сбора и обработки данных.

При хорошо налаженном управленческом учете данные о затратах на выполнение одного заказа накапливаются в корпоративной информационной системе. Их сбор и обработка не требуют затрат ни значительных средств, ни времени.

В случае, если статистику о затратах на выполнение одного заказа по сложно лучить, можно прибегнуть к методу экспертной оценки (см. 6.2.1).

7.1.3. *Затраты на содержание запаса*

Затраты на содержание запаса представляют собой расходы материальных, финансовых, информационных, трудовых и других видов ресурсов,

необходимых для обеспечения сохранности и поддержания качества товарно-материальных ценностей, находящихся в запасе на определенной территории или на транспортном средстве.

Затраты на содержание запаса рассчитываются по следующей формуле:

$$C_c = \bar{Z} * I,$$

Формула 7.4

где C_c – затраты на содержание запаса, руб.;

\bar{Z} – средний уровень запаса, единиц;

I – затраты на содержание единицы запаса, руб.

Средний уровень запаса \bar{Z} может быть рассчитан по Формула 3.7 на стр. 87 или исходя из следующих соображений. Если воспользоваться общепринятым подходом к расчету среднего уровня запаса, то средний уровень запаса при восполнении его партиями по Q единиц равен половине этой величины, т.е. $Q/2$ (см. Рисунок 7.8 и Формула 3.7 на стр. 87):

$$\bar{Z} = \frac{Q}{2},$$

Формула 7.5

где \bar{Z} – средний уровень запаса, единиц;

Q – размер заказа, единиц.

При учете наличия страхового запаса средний уровень запаса будет рассчитан иначе (см. Рисунок 7.9):

$$\bar{Z} = Z_s + \frac{Q}{2},$$

Формула 7.6

где \bar{Z} – средний уровень запаса, единиц;

Z_s – страховой уровень запаса, единиц;

Q – размер заказа, единиц.

Стр. 36 рукописных листов.

Рисунок 7.8. Расчет среднего уровня запаса в звене цепей поставок.

Стр. 37 рукописных листов.

Рисунок 7.9. Расчет среднего уровня запаса с учетом наличия страхового запаса.

Функция затрат на содержание запаса может иметь один из следующих видов: при ситуации Рисунок 7.8:

$$C_c = \frac{Q}{2} * I,$$

или при ситуации Рисунок 7.9:

$$C_c = \left(Z_s + \frac{Q}{2} \right) * I,$$

Формула 7.8

где C_c – затраты на содержание запаса, руб.;

Z_s – размер страхового запаса, единиц;

Q – размер заказа, единиц;

I – затраты на содержание единицы запаса, руб.

Довольно часто затраты на содержание запаса оцениваются в процентах от стоимости наличного запаса. В таком случае затраты на содержание запаса следует рассчитывать так:

$$C_c = \bar{Z} * C * i,$$

Формула 7.9

где C_c – затраты на содержание запаса, руб.;

\bar{Z} – средний уровень запаса, единиц;

C – стоимость единицы запаса, руб.;

i – затраты на содержание единицы запаса, %.

Затраты на содержание запаса в общем случае имеют прямо пропорциональную зависимость от размера заказа: чем большими партиями пополняется запас, тем дороже стоит содержание запаса (см. Рисунок 7.10).

Стр. 38 рукописных листов.

Рисунок 7.10. Зависимость затрат на содержание запаса в звене цепей поставок от размера партии закупки.

В состав затрат на содержание единицы запаса I могут быть отнесены (см. Рисунок 7.11):

1. Затраты на содержание склада:

- амортизационные отчисления машин, оборудования и технических средств,
- основная и дополнительная заработная плата работников склада и сотрудников отдела снабжения, связанных с работой склада,
- стоимость аренды складского помещения,
- коммунальные платежи,
- расходы на оплату управленческого персонала,
- затраты на регламентные работы, проводимые с хранимыми товарно-материальными ценностями,
- затраты на проведение инвентаризации запаса и пр.

2. Затраты по обеспечению движения запаса:

- оплата труда работников, задействованных в приемке,
- стоимость израсходованных при приемке материалов,
- расходы на подачу транспорта,
- расходы на погрузо-разгрузочные работы,
- затраты на транспортировку из зоны приемки к месту хранения,

- затраты на упаковку и затаривание,
- оплата труда работников, задействованных в отгрузке запаса со склада и пр.

3. Расходы на обслуживание запаса:

- стоимость страхования,
- процент за полученные кредиты,
- налоги и пр.

4. Стоимость рисков, связанных с содержанием запаса:

- порча товарно-материальных ценностей в результате хранения,
- потери от естественной убыли,
- моральное старение,
- кражи.

5. Альтернативные затраты.

(1) Затраты на содержание склада имеют постоянную и переменную составляющие. В зависимости от типа склада состав этих затрат меняется. Содержание *склада, находящегося в собственности предприятия*, в основном определяется постоянными затратами (амортизационные отчисления, коммунальные платежи, расходы на оплату труда управленческого персонала, и др.). Переменные затраты имеют небольшой удельный вес и носят косвенный характер (основная и дополнительная заработная плата работников склада и др.).

При работе со *складом общего пользования* взимается плата в зависимости, как правило, от объема товарно-материальных ценностей, принимаемых и отгружаемых складом и объема запаса, хранящихся на складе. Поэтому в большинстве случаев в затратах на содержание склада общего пользования организация, владеющая запасом, в основном имеет больший удельный вес переменных затрат, связанных с объемом перерабатываемого запаса.

В случае, если организация, владеющая запасом, использует *арендованный склад*, то, как правило, в структуре затрат на содержание склада большую долю имеют постоянные затраты, не связанные в краткосрочном

периоде с объемом хранящихся запаса, а с предполагаемым максимальным объемом запаса.

(2) Затраты по обеспечению движения запаса в основном определяются затратами на грузопереработку запаса и имеют переменный характер.

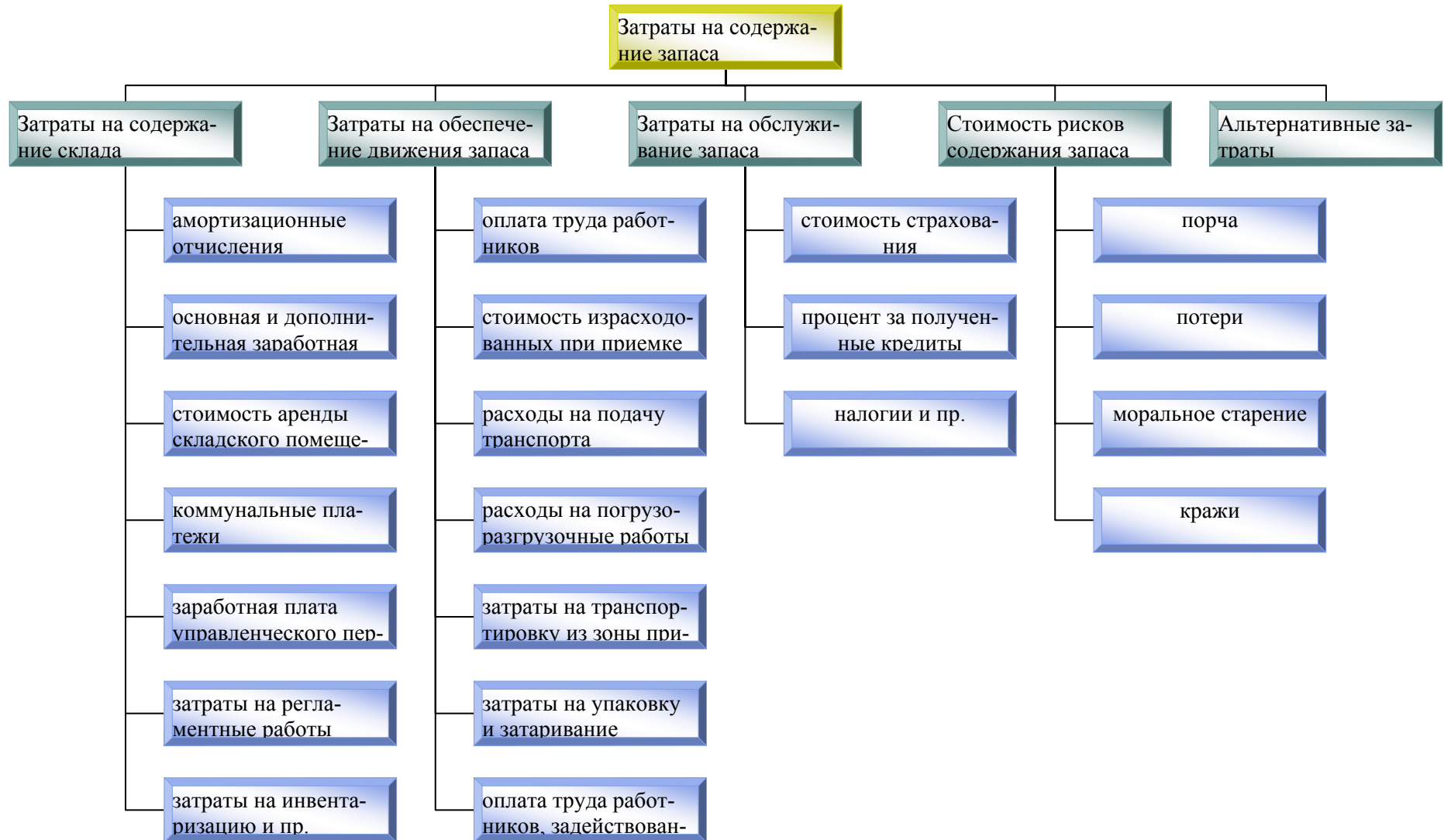


Рисунок 7.11. Затраты на содержание запаса в звене цепей поставок.

(3) Расходы на обслуживание запаса включает ряд важных составляющих. *Стоимость страхования* пропорциональна стоимости запаса и количественной оценке рисков и связана с природой товарно-материальных ценностей запаса и складскими мощностями. Например, страхование дорогостоящих продуктов, требующих особых условий содержания, обходится дороже, чем страхование малоценных продуктов.

Если товарно-материальные ценности запаса закупались с помощью привлечения кредитов, то *плата за кредит* включается в состав затрат на обслуживание запаса.

Уплата *налогов* связана с действующим налоговым законодательством и, как правило, имеет отношение к стоимости имущества и зависит от состояния запаса. В целом, уровень налогов пропорционален объему запаса.

(4) Стоимость рисков, связанных с содержанием запаса, основывается на учете тех видов рисков, которые связаны с физическим состоянием запаса. К таким видам рисков относятся порча, потеря, моральное старение и кража.

В процессе хранения товарно-материальные ценности могут частично или полностью утрачивать свое качество. Это определяется понятием *порчи*. Как правило, порча не покрывается страхованием. В результате порчи часть товарно-материальных ценностей требуется уценить, списать, уничтожить или перевезти на свалку. Процент потерь определяется статистически на основе прошлого опыта.

Потеря или естественная убыль так же проявляется в результате хранения запаса. С течением времени хранения товарно-материальные ценности могут терять влагу или содержание некоторых химических веществ в результате чего сокращается вес или объем запаса. Потери могут быть связаны не только с особенностями самих товарно-материальных ценностей, но так же и с условиями их хранения.

Моральное старение проявляется в том, что в результате нахождения товарно-материальных ценностей на складе они теряют с течением времени свои потребительские качества не в связи с порчей или потерей, а в связи с появлением товаров-заменителей, новых видов товаров или новых технологий. Для реализации такого морально устаревшего запаса приходится снижать цену реализации или перевозить запас на иные территории, где он будет иметь более высокую потребительскую стоимость. И в том, и в другом случаях владелец запаса несет убытки и дополнительные затраты.

Кражи – наиболее существенный вид риска, связанный с запасами. В отличие от порчи, потери, морального старения кража, как правило, скрывается и может быть отслежена только после принятия решения об отгрузке запаса. Наличие краж требует проведения комплекса работ по обеспечению безопасности хранения запаса.

(5) Альтернативные затраты представляют собой финансовые затраты, замороженные в приобретенных товарно-материальных ценностях запаса. Наличие запаса требует собственных или заемных финансовых ресурсов, замороженных в запасе. Эти ресурсы могли бы быть направлены в иные сферы деятельности, включая инвестиционные. Поэтому затраты, понесенные при покупке и последующем хранении запаса, имеют так называемую альтернативную составляющую, определяющую норму прибыли, которая могла бы быть получена при использовании данных финансовых ресурсов в иных целях. Отсутствие прибыли в связи с наличием замороженного (иммобилизованного) капитала в запасах означает, что компания, содержащая запасы, несет потери.

7.2. Общие затраты, связанные с запасами

Общие затраты, связанные с запасами, представляют собой сумму затрат на закупку, на пополнение запаса и затрат на содержание запаса (см. Рисунок 7.1 на стр. 219). Учитывая выражения, определяющие объем этих

групп затрат (см. Формула 7.1 на стр. 220, Формула 7.2 на стр. 223, Формула 7.3 на стр. 226), общие затраты, связанные с запасами, могут быть рассчитаны следующим образом:

$$T = C_p + C_{pz} + C_c,$$

Формула 7.10

где T – общие затраты, связанные с запасом, руб.;

C_p – затраты на закупку запаса, руб.;

C_{pz} – затраты на пополнение запаса, руб.;

C_c – затраты на содержание запаса, руб.

или

$$T = C * S + \frac{S}{Q} * A + (Z_s + \frac{Q}{2}) * I,$$

Формула 7.11

где T – общие затраты, связанные с запасом, руб.;

C – закупочная цена единицы товара, руб.;

Q – размер заказа, единиц;

S – объем потребности в запасе, единиц;

A – затраты на выполнение одного заказа, руб.

Z_s – размер страхового запаса, единиц;

I – затраты на содержание единицы запаса, руб.

Графическая иллюстрация формирования общих затрат, связанных с запасами, приведена на Рисунок 7.12.

Стр. 39 рукописных листов.

Рисунок 7.12. Формирование общих затрат, связанных с запасами в звене цепей поставок.

Основные формулы раздела по главе 7

Таблица 7.1

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
1	Затраты на закупку запаса, руб.	$C_p = C * Q$,	C – закупочная цена единицы товара, руб.; Q – размер заказа, единиц.
2	Затраты на пополнение запаса, руб.	$C_{pz} = \frac{S}{Q} * A$	S – объем потребности в запасе, единиц; Q – размер заказа, единиц; A – затраты на выполнение одного заказа, руб.
3	Затраты на выполнение одного заказа, руб.	$A = \frac{O_{op}}{N_Q}$	O _{op} – совокупные годовые затраты на содержание отдела, выполняющего заказы на восполнение запаса, руб.; N _Q – количество выданных за год заказов по всем позициям запаса.
4	Затраты на содержание запаса, руб.;	$C_c = \bar{Z} * I$ $C_c = \bar{Z} * C * I$ $C_c = \frac{Q}{2} * I$ $C_c = (Z_s + \frac{Q}{2}) * I$	\bar{Z} – средний уровень запаса, единиц; I – затраты на содержание единицы запаса, руб. или %; C – закупочная цена единицы запаса, руб.; Q – размер заказа, единиц; Z _s – размер страхового запаса, единиц.

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
5	Общие затраты, связанные с запасом, руб.	$T = C_p + C_{pz} + C_c$	C_p – затраты на закупку запаса, руб.; C_{pz} – затраты на пополнение запаса, руб.; C_c – затраты на содержание запаса, руб. C – закупочная цена единицы товара, руб.;
		$T = C * S + \frac{S}{Q} * A + (Z_s + \frac{Q}{2}) * I$	Q – размер заказа, единиц; S – объем потребности в запасе, единиц; A – затраты на выполнение одного заказа, руб. Z_s – размер страхового запаса, единиц; I – затраты на содержание единицы запаса, руб.

Список вопросов для самопроверки по главе 7

- 1) Поясните различие понятий "издержки", "затраты", «расходы».
- 2) Перечислите группы затрат, связанные с запасами.
- 3) Как затраты, связанные с запасами, отражаются в балансе и в отчете о прибылях и убытках?
- 4) Как влияет снижение уровня запаса на различные виды затрат?
- 5) Поясните расчет затрат на закупку.
- 6) Как отличается функция затрат на закупку при наличии и отсутствии оптовых скидок?
- 7) Что такое затраты на пополнение запаса?
- 8) Поясните расчет затрат на пополнение запаса.
- 9) Как величина затрат на выполнение одного заказа зависит от размера партии закупки?
- 10) Перечислите группы затрат, учитываемые при расчете затрат на выполнение одного заказа.
- 11) Перечислите постоянные и переменные затраты на выполнение одного заказа.
- 12) Определите состав прямых и косвенных затрат, связанных с выполнением одного заказа.

- 13) Какие варианты расчета затрат на выполнение одного заказа Вы можете предложить? Определите условия их использования.
- 14) Что представляют собой затраты на содержание запаса?
- 15) Поясните расчет затрат на содержание запаса.
- 16) Перечислите прямые и косвенные, постоянные и переменные затраты на содержание склада.
- 17) Перечислите прямые и косвенные, постоянные и переменные затраты по обеспечению движения запаса.
- 18) Перечислите прямые и косвенные, постоянные и переменные затраты на обслуживание запаса.
- 19) Что включаются в себя затраты на обслуживание запаса?
- 20) Перечислите риски, связанные с содержанием запаса.
- 21) Какой вид затрат, как правило, более существенен в затратах на содержание собственного склада, склада общего пользования, арендуемого склада?
- 22) Какой вид затрат, как правило, более существенен в затратах по обеспечению движения запаса?
- 23) Что входит в расходы на обслуживание запаса?
- 24) Что такое альтернативные затраты? Как они формируются?
- 25) Из каких затрат складываются общие затраты, связанные с запасами?
- 26) Поясните расчет общих затрат, связанных с запасами.

Список дополнительной литературы по главе 7

1. Альбеков А.У. и Митько О.А. Коммерческая логистика. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 416 с.
2. Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Дж. Логистика: Интегрированная цепь поставок. – М.: Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.

3. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Маркетинг, 2002. - 408 с.
4. Джонсон Дж. и др. Современная логистика. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.
5. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.
6. Лебедев В.Г. и др. Управление затратами на предприятии: Учебное пособие. – С.-Пб.: Бизнес-пресса, 2003. – 256 с.
7. Линдерс М.Р., Харольд Е.Ф. Управление снабжением и запасами. Логистика. – Пер. с англ. - СПб.: Полигон, 1999. - 768 с.
8. Неруш Ю.М. Логистика: Учебник. - М.: ЮНИТИ - ДАНА, 2000. - 389 с.
9. Родников А.Н. Логистика: Терминологический словарь. - М.: ИНФРА-М, 2000. - 352 с.
10. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 680 с.
11. Степанов В.И. Логистика: Учебник. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. – 488 с.
12. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.
13. Управление организацией: Энциклопедический словарь / Под ред. А.Г. Поршнева, А.Я. Кибанова, В.Н. Гунина.. – М.: Инфра-М, 2001. – 822 с.
14. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

8. Расчет оптимального размера заказа на восполнение запаса

Содержание главы

Влияние размера заказа на состояние запаса

Табличная форма определения оптимального размера заказа

Связь размера заказа, затрат на пополнение запаса и затрат на содержание запаса

Размер заказа и общие затраты, связанные с запасом

Классическая формула расчета оптимального размера заказа

Критерий оптимизации

Формула Вильсона

Характер функции общих затрат

Точность определения оптимального размера заказа

Допущения формулы Вильсона

Движение запаса, предполагаемое в формуле Вильсона

Учет страхового запаса для определения оптимального размера заказа

Примеры определения оптимального размера заказа по формуле Вильсона

Модификации классической формулы расчета оптимального размера заказа

Модель с учетом потерь от замороженного капитала

Модель с постепенным пополнением

Модель с учетом потерь от дефицита

Движение запаса с учетом и без учета дефицита

Издержки дефицита

- жесткие издержки дефицита

- мягкие издержки дефицита

Модель с учетом потерь от дефицита при постепенном пополнении

Модель работы с многономенклатурным заказом

Модель с учетом оптовых скидок

Вариант с затратами на содержание запаса, не зависящими от цены закупки

Вариант с затратами на содержание запаса, зависящими от цены закупки

Модель с учетом НДС

Модель с учетом затрат на содержание запаса на единицы площади склада

Сбор и обработка исходной информации для расчета оптимального размера заказа

Состав исходной информации

Группы исходной информации и особенности работы с ними

Характеристики потребности

Ценовые характеристики

Характеристики поступления запаса на склад

Затраты на содержание

Затраты на пополнение запаса

Издержки дефицита

Характеристики товарно-материальных ценностей

Дополнительные величины

Проблемы использования формул расчета оптимального размера заказа

Доступность исходной информации

Корректность интерпретации полученных результатов

Учет транспортных расходов

Вывод формул расчета оптимального размера заказа, соответствующей конкретной ситуации

Факторы внешней и внутренней среды менеджмента, учитываемые при определении оптимального размера заказа

Направления использования формул расчета оптимального размера заказа

Возможности определения стратегических изменений деятельности в цепях поставок

Сравнение условий работы с поставщиками

Согласование оптовых скидок

Определение рекомендуемого уровня затрат на пополнение запаса и затрат на содержание запаса

Определение рекомендуемого к обслуживанию объема потребности

По завершению рассмотрения состава статей затрат, которые необходимо учитывать при управлении запасами в конкретной организации (см. п. 7), можно перейти к расчету оптимального размера заказа на пополнение запаса – третьему этапу процедуры разработки алгоритма управления запасами (см. п. 4.1 и Рисунок 4.1 на стр. 110). При расчете размера заказа общие затраты, связанные с запасами (см. Формула 7.11 на стр. 236), являются критерием оптимизации.

Так как запас представляет собой товарно-материальные ценности, ожидающие потребление (см. п. 1.1), оценка будущей потребности в запасе является исходной информацией для управления запасами, а определение характеристик пополнения запаса – единственных инструментов оптимизации уровня запаса.

Расчет оптимального размера заказа, пополняющего запас, является одной из характеристик поставок (см. Рисунок 4.2 на стр. 111). Второй характеристикой является частота выполнения поставок – показатель, производный от оптимального размера заказа. В этой главе рассматриваются варианты расчета характеристик пополнения запаса.

8.1. *Влияние размера заказа на состояние запаса*

Размер заказа, пополняющий запас, существенно влияет на уровень запаса в организации.

Пример 8.1. Влияние размера заказа на уровень запаса в звене цепей поставок.

Рассмотрим пример, исходные данные которого сведены в Таблица 8.1.

Таблица 8.1

Исходные данные Пример 8.1

Параметр	Значение
----------	----------

Параметр	Значение
Плановая потребность на год	1000 единиц
Закупочная цена единицы товара	1 руб.
Затраты на содержание запаса	20% от цены закупки
Затраты на выполнение одного заказа	25 руб.

Пусть склад должен обслужить в планируемом году потребность в товаре на 1000 единиц. Закупочная цена единицы запаса равна 1 руб. Затраты на содержание запаса составляют 20% от цены закупки. Затраты на выполнение одного заказа равны 25 руб. Если запас товаров, обеспечивающий потребность сети распределения, создаются только в начале года (то есть $Q=1000$), то предприятие использует этот запас в течение всего года, полностью истощая его к концу года (см. Рисунок 8.1, вариант а). На начало периода, таким образом, имеем остаток запаса равный Q , на конец периода остаток запаса равен 0. Средний уровень запаса на предприятии при этом будет равен (см. Формула 3.7 на стр. 87):

$$\bar{Z} = (Q+0)/2 = 1000/2 = 500,$$

где \bar{Z} – средний уровень запаса, единиц;
 Q – размер заказа, единиц.

Затраты на содержание запаса при одноразовом пополнении запаса в объеме, равном годовой потребности, составят (см. Формула 7.9 на стр. 229):

$$C_c = \bar{Z} * C * I = 500 * 1 * 0,2 = 100,$$

где C_c – затраты на содержание запаса, руб.;

\bar{Z} – средний уровень запаса, единиц;

C – закупочная цена единицы запаса, руб.;

I – затраты на содержание единицы запаса, %.

Стр. 40 рукописных листов.

Рисунок 8.1. Зависимость среднего уровня запаса от размера заказа.

Если же запас создается два раза в год в начале первого и второго полугодия, то средний уровень запаса в год равен

$$\bar{Z} = (Q+0)/2 = 1000/2/2 = 250.$$

Затраты на содержание запаса составят

$$C_c = \bar{Z} * C * I = 250 * 1 * 0,2 = 50.$$

При организации поставок сырья один раз в квартал (четыре раза в год) средний уровень запаса еще более снижается и составляет (см. Рисунок 8.1, вариант б).

$$\bar{Z} = (Q+0)/2 = 1000/4/2 = 175.$$

Затраты на содержание запаса в этом случае будут равны

$$C_c = \bar{Z} * C * I = 175 * 1 * 0,2 = 25.$$

Результаты проведенных расчетов сведены в Таблица 8.2. Они иллюстрируют целесообразность сокращения размера заказа для экономии затрат на содержание запаса. В то же время, с увеличением количества заказов, вызванным сокращением размера заказа (см. Рисунок 8.1), увеличиваются затраты на пополнение запаса. Так, например, для одной поставки в год затраты на пополнение запаса составят (см. Формула 7.2 на стр. 223 и Таблица 8.2):

$$C_{pz} = \frac{S}{Q} * A = 1000 / 1000 * 25 = 25.$$

где C_{pz} – затраты на пополнение запаса, руб.;

S – объем потребности в запасе, единиц;

Q – размер заказа, единиц;

A – затраты на выполнение одного заказа, руб.

При двух поставках в год затраты на пополнение запаса составят

$$C_{pz} = \frac{S}{Q} * A = 1000 / 500 * 25 = 50.$$

При четырех поставках в год затраты на пополнение запаса составляют

$$C_{pz} = \frac{S}{Q} * A = 1000 / 250 * 25 = 100.$$

Таблица 8.2

Зависимость среднего уровня запаса и затрат, связанных с запасами, от размера заказа

Количество заказов в год	Размер заказа, единиц	Затраты на размещение заказов, руб.	Затраты на содержание среднего запаса, руб.	Общие затраты, руб.
1	1000	25	100	125
2	500	50	50	100
3	333	75	33	108
4	250	100	25	125
5	200	125	20	145

Таким образом, увеличивая количество закупок в год, организация снижает размеры заказа и средний уровень запаса сырья, экономя на затратах, связанных с содержанием запаса. При этом, с другой стороны, увеличиваются затраты, связанные с оформлением, выдачей и приемкой заказов, теряется возможность воспользоваться оптовыми скидками, растут расходы по доставке и пр.

Анализ общих затрат, складывающихся из затрат на размещение заказов и затрат на содержание (см. Таблица 8.2), показывает, что минимальные издержки соответствуют размеру заказа в 500 единиц при закупках по полугодиям, два раза в год. Графическая иллюстрация полученных в Таблица 8.2 результатов представлена на Рисунок 8.2. Форма зависимости соответствует закономерности, зафиксированной на Рисунок 7.12 (см. стр. 237).

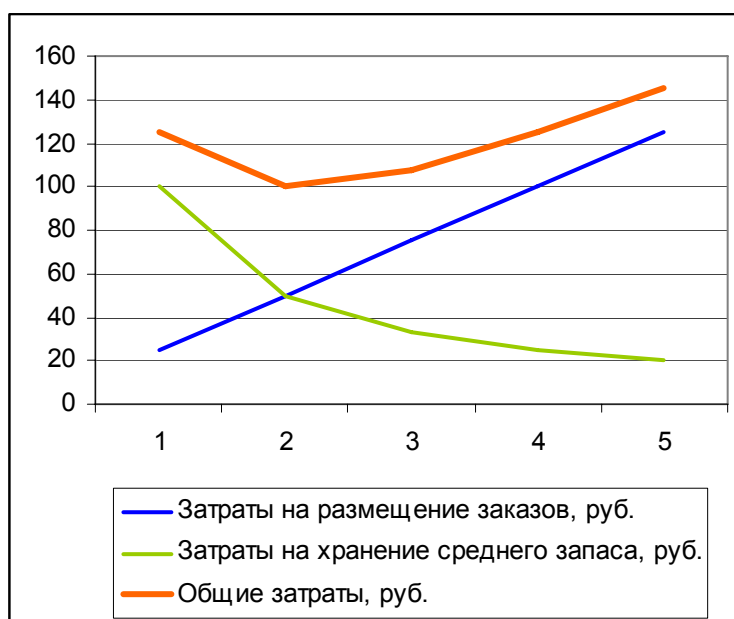


Рисунок 8.2. Иллюстрация формирования общих затрат в зависимости от размера заказа.

Проведенный табличный вариант определения оптимального размера заказа не может удовлетворить все возможные случаи работы с запасами. Предпочтительнее проводить расчет, не заполняя таблицу, а проводя вычисления по формулам.

Иногда в практике деятельности организации складывается ситуация, когда размер заказа определяется по каким-либо частным организационным соображениям, например, удобство транспортировки или возможность загрузки складских помещений. Между тем, объем закупки должен быть не только рациональным, но оптимальным, то есть самым лучшим. Поскольку проблема управления запасами рассматривается в логистической системе, то критерием оптимизации должен быть минимум общих затрат на хранение запаса и повторение заказа. Данный критерий учитывает три фактора, воздействующих на величину общих затрат:

- затраты на содержание запаса,
- затраты на пополнение запаса,
- закупочная стоимость заказанного товара.

Эти факторы тесно взаимосвязаны между собой, причем направления их действия не одинаковы. Например,

- желание сэкономить затраты на содержание запаса вызывает рост затрат на оформление заказов и оплату заказанной продукции;
- экономия затрат на пополнение запаса приводит к потерям, связанным с содержанием излишних складских помещений;
- при максимальной загрузке складских помещений значительно увеличиваются затраты на содержание запаса, растет риск появления неликвидных запасов (см. Таблица 8.3).

Таблица 8.3

Примеры взаимосвязи затрат, составляющих общие затраты

Действие	Последствие
Экономия затрат на содержание запаса	Рост затрат на пополнение запаса
	Снижение оптовых скидок
Экономия затрат на пополнение запаса	Рост затрат на содержание запаса
Обеспечение максимальной загрузки складских площадей	Риск появления неликвидного запаса
	Рост затрат на содержание запаса

Задача оптимизации совокупных затрат позволяет найти компромисс между рассматриваемыми факторами и обеспечить наиболее выгодное их сочетание.

8.2. Классическая формула расчета оптимального размера заказа

В основе оптимизации уровня запаса лежит расчет размера заказа, который может обеспечить оптимальный уровень запаса при обслуживании потребности на заданном уровне. Критерием оптимизации при этом является, как правило, минимум общих затрат, связанных с запасами (см. п. 7.2 и Формула 7.10 - Формула 7.11, а так же Рисунок 7.12 на стр. 237).

Формула расчета оптимального размера заказа была разработана в 1915 году и с тех времен претерпела не принципиальные, но многообразные переработки, вызванные развитием условий и возможностей бизнеса. В настоящее время имеются разнообразные названия таких формул:

- EOQ (Economic Order Quantity Model),
- экономичный размер заказа (economic order quantity),
- модель (или формула) Вильсона (Уилсона, Wilson),
- формула Харриса, Кампа и др.

Формула Вильсона - наиболее известный и широко применяемый метод расчета размера заказа. Она была получена в результате дифференцирования функции общих затрат (см. Формула 7.11 на стр. 236) по размеру заказа Q:

$$Q^* = \frac{dT}{dQ} = \frac{d(C * S + \frac{S}{Q} * A + (Z_s + \frac{Q}{2}) * I)}{dQ},$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * A * S}{I}},$$

Формула 8.1

где T – общие затраты, связанные с запасом, руб.;

C – закупочная цена единицы товара, руб.;

Q – размер заказа, единиц;

S – объем потребности в запасе, единиц;

A – затраты на выполнение одного заказа, руб.

Z_s – размер страхового запаса, единиц;

I – затраты на содержание единицы запаса, руб.;

Q* – оптимальный размер заказа единиц.

Функция общих затрат T (см. Формула 8.1) в рамках своего минимального значения $\pm 20\%$ изменяется весьма незначительно. Вне этих пределов общие затраты, связанные с запасами резко снижаются или растут (см. Рисунок 8.3). Такая особенность позволяет определять оптимальное значение размера заказа приблизительно без потерь по затратам. Таким образом, формула Вильсона мало чувствительна к ошибкам в исходной информации или в

прогнозе спроса из-за малой кривизны графика общих затрат в области оптимального размера заказа. Учитывая состав формулы, при ошибке прогноза спроса на +20% изменение оптимального размера заказа составит

$$\sqrt{1,2} = 1,095 \text{ или } 9,5\%.$$

Если затраты на содержание запаса рассчитаны с ошибкой -20%, то ошибка расчета оптимального размера заказа составит

$$\sqrt{\frac{1}{1-0,2}} = 1,118 \text{ или } 1,18\%.$$

Аналогично, если ошибка расчета затрат на содержание запаса составляет +20%, то ошибка расчета оптимального размера заказа составит

$$\sqrt{\frac{1}{1+0,2}} = 0,913 \text{ или } 8,7\%.$$

Стр. 41 рукописных листов.

Рисунок 8.3. Зоны изменения оптимального размера заказа и общих затрат, связанных с запасами в сети поставок.

На Рисунок 8.3 видно, что рост значений общих затрат при снижении размера заказа относительно оптимального размера идет значительно более интенсивно, что при отклонениях размера заказа в большую сторону от оптимального размера заказа. Поэтому можно сказать, что иногда гораздо дороже заказывать меньше, чем больше оптимального аргумента функции общих затрат Q^* .

Довольно часто в качестве варианта формулы Вильсона используют следующее выражение:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * A * S}{i * C}},$$

Формула 8.2

где Q^* – оптимальный размер заказа, единиц;

A – затраты на выполнение одного заказа, руб.;

S – объем потребности в запасе, единиц;

i – доля закупочной цены единицы запаса, приходящаяся на затраты по содержанию запаса;

C – закупочная цена единицы запаса, руб.

В Таблица 8.2 табличным способом был рассчитан оптимальный размер заказа, равный 500 единицам. Подставив данные Пример 8.1 в формулу расчета оптимального размера заказа (см. Формула 8.1 на стр. 251), получим тот же результат:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * 25 * 1000}{0,2 * 1}} = 500.$$

Несмотря на кажущуюся привлекательность формулы Вильсона для решения задачи оптимизации размера заказа, использование ее даже теоретически ограничено. Вывод формулы основывается на целом ряде допуще-

ний, абсолютное большинство которых не может быть применено к практике бизнеса. К таким допущениям можно отнести следующие:

- Модель применяется для одного наименования запаса.
- Уровень спроса постоянен в течение планового периода.
- Средний уровень запаса составляет половину размера заказа.
- Интервал времени между поставками постоянен.
- Время доставки постоянно.
- Затраты на содержание запаса определяются исходя из среднего уровня запаса.
- Затраты на выполнение заказа постоянны.
- Цены на закупку заказа постоянны.
- Каждый заказ приходит отдельной поставкой.
- Поставка приходится на склад одновременно, т.е. в рамках одного учетного периода (мгновенная поставка) (см. Рисунок 2.4 на стр. 54).
- Вследствие постоянного темпа потребления и отгрузки приемка осуществляется в момент времени, когда уровень запаса равен нулю.
- Транспортный (транзитный), подготовительный, сезонный и страховой (гарантийный) запасы отсутствуют.
- Отсутствуют ограничения по производственным мощностям склада.
- Отсутствуют потери от дефицита.

Таким образом, движение запаса, предполагаемое в формуле Вильсона, имеет вид, представленный на Рисунок 8.4.

Стр. 42 рукописных листов.

Рисунок 8.4. Движения запаса с постоянным темпом отгрузок, мгновенной поставкой и без страхового запаса.

Отмеченное в списке условий применения формулы Вильсона отсутствие учета страхового запаса (см. Рисунок 8.4) может быть преодолено расчетами в табличной форме.

Пример 8.2. Учет страхового запаса при расчете оптимального размера заказа на восполнение запаса.

Рассмотрим пример, представленный в Таблица 8.4.

Таблица 8.4

Исходные данные Пример 8.2

Размер заказа	Страховой запас	Средний запас [1]/2 + [2]	Затраты на содержание запаса	Стоимость пополнения запаса	Общие затраты [4] + [5]
1	2	3	4	5	6
100	100	150	150000000	390000000	540000000
200	100	200	200000000	195000000	395000000
300	100	250	250000000	130000000	380000000
400	100	300	300000000	97500000	397500000
500	100	350	350000000	78000000	428000000
600	100	400	400000000	65000000	465000000

Комментарий к Таблица 8.4.

Столбец [1]: размер заказа проставляется, исходя из возможных диапазонов его изменения.

Столбец [2]: страховой запас задан постоянным в размере 100 единиц.

Столбец [3]: для расчета среднего запаса используется Формула 7.5 на стр. 227.

Столбец [4]: затраты на содержание запаса рассчитаны по Формула 7.4 на стр. 227 со значением затрат на содержание единицы запаса равным 1 000 000 руб. ($I = 1\,000\,000$ руб.).

Столбец [5]: Затраты на пополнение запаса рассчитаны по Формула 7.2 на стр. 223 при объеме плановой потребности 2600000 руб. ($S = 2\,600\,000$ руб.) и затратах на выполнение одного заказа 15 000 руб. ($A = 15\,000$ руб.).

Столбец [6]: Общие затраты рассчитаны как сумма затрат на содержание запаса с учетом страхового запаса (столбец [4]) и затрат пополнение запаса (столбец [5]).

Анализ результатов расчетов, проведенных в Таблица 8.4 (Столбец [6]) показывает, что оптимальным размером заказа по критерию минимума общих затрат является заказ в объеме 300 единиц.

Предположения о постоянстве спроса, мгновенности поставки, о том, что поставка придет без задержки и без сбоев, серьезно упрощают реальные бизнес-ситуации. Несмотря на это, применение классической формулы Вильсона вполне возможно для решения практических задач. Проиллюстрируем это следующим примером.

Пример 8.3. Применение формулы Вильсона для определения рекомендуемого объема закупки товара.

Коммерческая организация в городе Москве ведет торговлю мукой в мешках по 50 кг. Исходные данные приведены в Таблица 8.5.

Таблица 8.5

Исходные данные Пример 8.3

Параметр	Значение
Плановая потребность на год	4000 т

Параметр	Значение
Среднее количество заказов в месяц	5
Годовые затраты на работу с поставщиками	204 тыс. руб.
Арендная плата за офис в год	120 тыс. руб.
Капитальные затраты, связанные с запасом	7100 руб./т
Альтернативная норма прибыли	14%
Стоимость обработки запаса	420 руб./т
Арендная плата склада	13 руб./кв. м
Арендуемая площадь склада	150 кв. м
Оплата труда рабочих и сотрудников склада	1488 тыс. руб.

Для определения оптимального размера заказа воспользуемся классической формулой Вильсона (см. Формула 8.1 на стр. 251). Для проведения расчетов необходимы сведения о

- годовой потребности (S),
- затратах на выполнение одного заказа (A),
- затратах на содержание единицы запаса (I).

Годовая потребность организации в закупках муки $S = 4000$ т задана как исходная информация (см.

Таблица 8.5).

Затраты на выполнение одного заказа определена на основе следующих данных (см.

Таблица 8.5):

затраты на выполнение одного заказа =
 = затраты на работу с поставщиками +
 +стоимость аренды офиса.

затраты на работу с поставщиками =
 = годовые затраты на работу с поставщиками /
 / количество месяцев в году /
 /количество заказов в месяц =
 $204000 / 12 / 5 = 3400$ руб.

стоимость аренды офиса =
 = арендная плата за офис в год /
 / количество месяцев году /

$$\begin{aligned} & / \text{ количество заказов в месяц} = \\ & = 120000 / 12 / 5 = 2000 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\text{Затраты на выполнение одного заказа } A = 3400 + 2000 = 5400 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание единицы запаса определены на основе следующих данных (см.

Таблица 8.5): 8482 руб./т

$$\begin{aligned} & \text{затраты на содержание единицы запаса} = \\ & = \text{стоимость аренды склада} + \\ & + \text{стоимость обработки запаса} + \\ & + \text{оплата труда рабочих и сотрудников склада} + \\ & + \text{альтернативные затраты.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Стоимость аренды склада} = \\ & = \text{арендная плата} * \\ & * \text{арендуемая площадь склада} = \\ & = 13 * 150 = 1950 \text{ руб./т} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Оплата труда рабочих и сотрудников склада} = \\ & = \text{годовой фонд оплаты труда} / \\ & / \text{плановая потребность на год} = \\ & = 1488000 / 4000 = 372 \text{ руб./т} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Альтернативные затраты} = \\ & = \text{капитальные затраты} * \\ & * \text{альтернативная норма прибыли} = \\ & = 7100 * 0,14 = 994 \text{ руб./т} \end{aligned}$$

$$\text{Затраты на содержание единицы запаса } I = 1950 + 420 + 372 + 994 = 3736 \text{ руб./т}$$

Расчет оптимального размера заказа по формуле Вильсона равен:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * 5400 * 4000}{3736}} = 107,53 \text{ т.}$$

Все поставщики, с которыми работаем организация, размещены в Ставропольском крае на расстоянии в среднем 1500 км от Москвы. Следовательно, целесообразно производить поставки железнодорожным транспортом, крытыми вагонами грузоподъемностью 68 тонн. При поставках по одному вагону 5 раз в месяц общий объем завезенной муки составит

$$\begin{aligned} & \text{грузоподъемность одного вагона} * \\ & * \text{ количество заказов в месяц} * \\ & * \text{ количество месяцев в году} = \\ & = 68 * 5 * 12 = 4080 \text{ т.} \end{aligned}$$

При поставках по два вагона в месяц 5 раз в месяц общий объем завезенной муки за год составит

$$68 * 2 * 5 * 12 = 8160 \text{ т.}$$

Рассчитанный по формуле Вильсона оптимальный размер заказа с учетом грузоподъемности транспортного средства, таким образом, должен быть скорректирован со 107 т. до 68 т. или до 136 т. Для избегания излишнего запаса при покрытии 4000 т. плановой потребности требуется остановиться на поставках по одному вагону 5 раз в месяц или на поставках по два вагона 3 раза в месяц.

Основные формулы раздела по разделам 8.1 – 8.2

Таблица 8.6

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
---	------------	--------	----------------------

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
1	Базовая формула расчета оптимального размера заказа	$Q^* = \sqrt{\frac{2 * A * S}{I}}$	А – затраты на выполнение одного заказа, руб.; S – объем потребности в запасе, единиц; I – затраты на содержание единицы запаса, руб.;
3	Формула Вильсона при учете цены в затратах на хранение запаса	$Q^* = \sqrt{\frac{2 * A * S}{i * C}}$	А – затраты на выполнение одного заказа, руб.; S – объем потребности в запасе, единиц; i – доля цены продукции, приходящаяся на затраты по содержанию запаса; C – закупочная цена единицы запаса, руб.

Список вопросов для самопроверки по разделам 8.1 – 8.2

- 1) Поясните связь расчета оптимального размера заказа с другими этапами управления запасами.
- 2) Какой инструмент управления запасами оказывает принципиальное влияние на оптимизацию уровня запаса?
- 3) Каким образом размер заказа и частота выполнения поставок связаны друг с другом?
- 4) Как размер заказа, пополняющий запас, связан со средним уровнем запаса?
- 5) Перечислите все известные Вам варианты расчета среднего уровня запаса.
- 6) Как размер заказа влияет на затраты на пополнение запаса?
- 7) Как размер заказа влияет на затраты по содержанию запаса?
- 8) Опишите особенности кривой функции общих затрат.
- 9) Перечислите все известные Вам варианты названий формул расчета оптимального размера заказа.
- 10) Самостоятельно выведите формулу Вильсона.

11) Как отклонение от расчетного оптимального размера заказа влияет на изменение общих затрат, связанных с запасами?

12) Отклонение в большую или в меньшую сторону от рассчитанного оптимального размера заказа предпочтительно при необходимости корректировки расчетного значения размера заказа?

13) Перечислите основные допущения, используемые в формуле Вильсона.

14) Охарактеризуйте движение запаса, для которого найдена формула Вильсона.

15) Как грузоподъемность транспортных средств может быть учтена при определении оптимального размера заказа?

16) Почему классическая формула расчета оптимального размера заказа требует модификации?

Список дополнительной литературы по разделам 8.1 – 8.2

1. Альбеков А.У. и Митько О.А. Коммерческая логистика. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 416 с.

2. Аникин Б.А., Тяпухин А.П. Коммерческая логистика: Учебник. – М.: Велби, 2005. – 432 с.

3. Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Дж. Логистика: Интегрированная цепь поставок. – М.: Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.

4. Бродецкий Г.Л. Методические указания к изучению математических методов управления запасами. – М.: МЦЛОГУ-ВШЭ, 2003. – 117 с.

5. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Маркетинг, 2002. – 408 с.

6. Джонсон Дж. и др. Современная логистика. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.

7. Зеваков А.М., Петров В.В. Логистика производственных и товарных запасов: Учебник. – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2002. – 320 с.
8. Козловский В.А. и др. Логистический менеджмент. - СПб.: Лань, 2002. - 272 с.
9. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.
10. Логистика: Учебник / Под. ред. Б.А. Аникина Б. – М.: ИНФРА-М, 3-е изд., 2001.– 352 с.
11. Линдерс М.Р., Харольд Е.Ф. Управление снабжением и запасами. Логистика. – Пер. с англ. - СПб.: Полигон, 1999. - 768 с.
12. Неруш Ю.М. Логистика: Учебник. - М.: ЮНИТИ - ДАНА, 2000. - 389 с.
13. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 680 с.
14. Степанов В.И. Логистика: Учебник. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. – 488 с.
15. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.
16. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

8.3. Модификации классической формулы расчета оптимального размера заказа

Классические формулы расчета оптимального размера заказа (см. Формула 8.1 и Формула 8.2 на стр. 251 и стр. 253) имеют множественные модификаций, соответствующих разнообразным ситуациям работы с запасом в условиях современного бизнеса. Рассмотрим некоторые из них, а именно:

- а. Модель с учетом потерь от замороженного капитала.

- b. Модель с постепенным пополнением.
- c. Модель с учетом потерь от дефицита.
- d. Модель с учетом потерь от дефицита при постепенном пополнении.
- e. Модель работы с многономенклатурным заказом.
- f. Модель с учетом оптовых скидок.
- g. Модель с учетом НДС.

При использовании всех модификаций формулы Вильсона следует иметь в виду, что все исходные данные приводятся к одному и тому же плановому периоду времени.

8.3.1. *Модель с учетом потерь от замороженного капитала.*

Два варианта базовой формулы расчета оптимального размера заказа (см. Формула 8.1 и Формула 8.2 на стр. 251 - 253) рассматривают затраты на содержание запаса с двух позиций. Формула 8.1 предполагает, что замороженными в запасах средствами (альтернативными затратами) можно пренебречь. Формула 8.2, напротив, пренебрегает чисто затратами на содержание запаса, учитывая затраты, связанные с замороженным капиталом. Последний подход оправдан в том случае, если доля капитальных затрат (см. п. 7.1.1) при работе с запасами велика и составляет львиную долю от затрат на содержание запаса. Для того, чтобы учесть и ту и другую сторону затрат, связанных с содержанием запаса на складах, можно объединить составляющие затрат на складирование. Аналитическая обработка суммы затрат на складскую обработку и потерь от замораживания капитала в общих затратах, связанных с содержанием запаса, приводит к следующей формуле:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * A * S}{I + iC}} ,$$

где A – затраты на выполнение одного заказа, руб.;

S – объем потребности в запасе, единиц;

I – затраты на содержание единицы запаса, руб.;

i – доля цены продукции, приходящаяся на затраты по содержанию запаса;

C – закупочная цена единицы запаса, руб.

8.3.2. Модель с постепенным пополнением

Модель расчета оптимального размера заказа с постепенным пополнением используется в случае, когда допущение об одновременном оприходовании на склад поступившей партии поставки (мгновенной поставки) не может быть принято. Это относится к ситуациям с большими объемами поставок (например, при поставках по железной дороге) или при длительных процедурах приемки (например, при проверке по качеству) (см. п. 2 и Рисунок 2.5 на стр. 55). Для ситуации с так называемой продолженной поставкой необходимо учесть соотношение темпов прихода и отгрузки в рамках единичного учетного или планового периода.

В общем случае объем поставки товарно-материальных ценностей превышает темп потребления. В противном случае запас не накапливается и предприятие работает на принципах поставки точно в срок или в состоянии дефицита. При продолженной поставке оптимальный размер заказа должен быть увеличен по сравнению с расчетом по Формула 8.1 и Формула 8.2 на стр. 251 и стр. 253, чтобы приходящая в течение некоторого периода времени партия могла поддержать непрерывное потребление. Для работы в условиях продолженной поставки можно использовать следующую формулу:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AS}{I}} * \sqrt{\frac{d}{d-s}} = \sqrt{\frac{2AS}{I(1-\frac{s}{d})}},$$

где Q^* – оптимальный размер заказа, единиц;
 A – затраты на выполнение одного заказа, руб.
 S – объем потребности в запасе, единиц;
 I – затраты на содержание единицы запаса, руб.;
 s – среднесуточный объем потребности в запасе, единиц/день;
 d – среднесуточный объем поступления товарно-материальных ценностей на склад, единиц/день.

Также можно использовать Формула 8.4 и при оценке поступлений и отгрузок в целом за плановый период:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AS}{I(1 - \frac{S}{D})}},$$

Формула 8.5

где Q^* – оптимальный размер заказа, единиц;
 A – затраты на выполнение одного заказа, руб.
 S – объем потребности в запасе, единиц;
 I – затраты на содержание единицы запаса, руб.;
 D – объем поступления товарно-материальных ценностей на склад в течение планового периода, единиц.

8.3.3. *Модель с учетом потерь от дефицита*

При наличии дефицита работа с запасом может вестись по двум схемам. В первом случае наступление дефицита рассматривается, как невозможность удовлетворения заявок на отгрузку запаса. В этом случае клиентам отказывают, последующее восполнение запаса ведется в прежних размерах. Это модель работы без учета дефицита (см. Рисунок 8.5).

Стр. 43 рукописных листов.



Рисунок 8.5. Движение запаса при работе без учета потерь от дефицита.

При учете дефицита выполнение заявки клиента откладывается до момента времени получения следующей поставки, в размере которой должен быть учтен размер проявившегося за время выполнения заказа дефицита. В такой ситуации последующая за дефицитом поставка должна иметь увеличенный по сравнению с предыдущей поставкой размер, чтобы покрыть не только текущий спрос, но и ранее заявленный, но неудовлетворенный (см. Рисунок 8.6). Такую схему работы также называют ситуацией с отложенным спросом.

Стр. 44 рукописных листов.

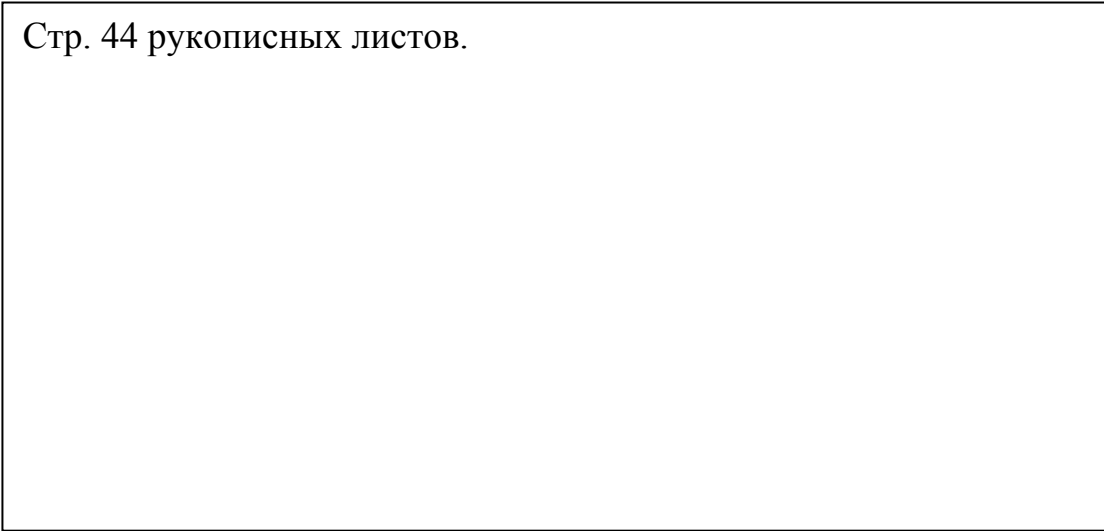


Рисунок 8.6. Движение запаса при работе с учетом потерь от дефицита.

При принятии решения, по какой схеме следует работать (с учетом или без учета дефицита) важно соизмерить затраты, которые организации несет в той или другой ситуации. Если издержки дефицита (shortage cost) велики и превышают затраты на содержание запаса увеличенной партии поставки при работе с отложенным спросом, организация может идти по созданию повышенного уровня запаса, так как это будет экономически оправданным. Если же издержки дефицита меньше, чем затраты на содержание запаса увеличенной партии поставки при работе с отложенным спросом, организация не может создавать дополнительные запасы и будет экономически заинтересована в отказах по заявкам клиентов. Таким образом, для определения оптимального размера заказа в ситуациях, допускающих дефицит в обслуживании клиентов, необходимо сравнить затраты на содержание запаса и издержки дефицита. Именно их соотношение позволит экономично определить, в какой степени можно увеличить закупку для обслуживания отложенного спроса.

Формула для расчета оптимального размера заказа при работе с учетом потерь от дефицита имеет следующий вид:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot S}{I} \cdot \frac{H + I}{H}},$$

Формула 8.6

где Q^* – оптимальный размер заказа, единиц;

A – затраты на выполнение одного заказа, руб.

S – объем потребности в запасе, единиц;

I – затраты на содержание единицы запаса, руб.;

H – издержки дефицита на единицу запаса, руб.

Издержки дефицита удобно разделять на две составляющие:

- а) жесткие издержки дефицита,
- б) мягкие издержки дефицита.

(а) К жестким издержкам дефицита можно отнести затраты, которые можно определить и зафиксировать в момент их возникновения. К таким затратам относятся:

- упущенная прибыль в связи с отказом в отгрузке товара из-за его отсутствия на складе,
- прирост закупочной цены, транспортных и прочих расходов в связи с экстренной закупкой отсутствующего на складе товара.

Эти затраты легко учитывать, можно планировать и прогнозировать на основе собранных статистических данных или экспертной оценки. Зарубежные специалисты называют эти затраты жесткими.

(б) Мягкие издержки дефицита – это затраты, которые не могут быть определены и зафиксированы в момент их возникновения, так как время их формирования довольно продолжительно. К таким затратам относятся затраты, связанные с

- потерей клиента,
- смещением или потерей сегмента рынка,
- потерей рынка,
- изменением или потерей имиджа.

Формирование этих затрат очень трудно отследить до момента завершения процесса их формирования. Например, довольно трудно зафиксировать процесс потери клиента или смещения сегмента рынка, пока этот процесс не завершен. Эта составляющая издержек дефицита называется иногда мягкой. Она сложно прогнозируется и может быть использована только при решении задач стратегического или долгосрочного характера. Как правило, при управлении запасами этой составляющей издержек дефицита пренебрегают.

В случае, если учет затрат, связанных с дефицитом запаса, не налажен, можно прибегнуть к экспертным оценкам.

8.3.4. Модель с учетом потерь от дефицита при постепенном пополнении

В случае, если имеет место объединение ситуаций работы с учетом потерь от дефицита и при постепенном пополнении (см. п. 8.3.2 и п. 8.3.3), требуется воспользоваться иным вариантом формулы расчета оптимального размера заказа, в котором объединены особенности работы как с отложенным спросом, так и с продолженными поставками (см. Рисунок 8.7):

Стр. 45 рукописных листов.

Рисунок 8.7. Движение запаса с постепенным пополнением и при учете дефицита.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AS}{I}} * \sqrt{\frac{1 - \frac{I}{H}}{1 - \frac{s}{d}}},$$

Формула 8.7

где Q^* – оптимальный размер заказа, единиц;

A – затраты на выполнение одного заказа, руб.;

S – объем потребности в запасе, единиц;

I – затраты на содержание единицы запаса, руб.;

H – издержки дефицита на единицу запаса, руб.;

s – среднесуточная потребность в запасе, единиц/день;

d – среднесуточный объем поступления товарно-материальных ценностей на склад, единиц/день.

8.3.5. Модель работы с многономенклатурным заказом

Все ранее приведенные модификации формулы Вильсона придерживались допущения, что поставка ведется однономенклатурными заказами. Между тем, такая практика довольно редка. Чаще работают с многономенклатурными заказами, когда в одной партии поставки присутствует целая гамма различных наименований товарно-материальных ценностей. Для расчета оптимальных размеров заказа каждого из наименования необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$Q^*_i = S_i * \sqrt{\frac{2A}{\vec{S} * \vec{I}}},$$

Формула 8.8

где Q^* – оптимальный размер заказа, единиц;

где S_i – объем потребности в запасе i -ого наименования, единиц;

A – затраты на выполнение одного заказа, руб.;

\vec{S} – вектор потребностей в запасе различных наименований, единиц; включает в себя множество чисел, соответствующее количеству наименований товарно-материальных ценностей в поставке, например, вектор со значениями (5; 7; 10; 12) соответствует работе с четырьмя наименованиями товарно-материальных ценностей в одном заказе, причем первое наименование имеет потребность в запасе в объеме 5 единиц, второе наименование – 7 единиц, третье наименование - 10 единиц, четвертое наименование – 12 единиц;

\vec{I} – вектор затрат на содержание единицы запаса различных наименований, руб.; включает в себя множество чисел, соответствующее количеству наименований товарно-материальных ценностей в поставке, например, вектор со значениями (28; 32; 30; 40) соответствует работе с четырьмя наименованиями товарно-материальных ценностей в одном заказе, причем первое наименование имеет затраты на содержание на единицу запаса в объеме 28 единиц, второе – 32 единицы, третье – 30 единиц и четвертое – 40 единиц;

$\vec{S} * \vec{I}$ - произведение векторов, которое рассчитывается для рассматриваемого примера как сумма произведений потребности на плановый период и затрат на содержа-

ние единицы запаса соответствующего наименования: $5*28+7*32+10*30+12*40 = 1144$ единиц.

8.3.6. *Модель с учетом оптовых скидок*

Классическая формула Вильсона, как отмечалось ранее (см. п. 8.2), не учитывает возможности работы с оптовыми скидками, которые согласуются с поставщиком при закупке больших партий товаров. Формирование общих затрат, связанных с запасами, при наличии оптовых скидок проиллюстрировано на Рисунок 8.8.

Стр. 46 рукописных листов.

Рисунок 8.8. Формирование общих затрат, связанных с запасом, при наличии оптовых скидок.

На Рисунок 8.8 чем большими партиями закупаются товарно-материальные ценности, тем ниже цены закупки (от C_1 до C_3). Каждая из цен имеет определенный интервал действия, определяющий объем заказа, для которого она может использоваться. В соответствии с этим получает три кривых общих затрат на создание и поддержание запаса. Для самой высокой цены (C_1) кривая общих затрат находится на самом высоком уровне. Для самой низкой цены (C_3) кривая общих затрат находится на самом низком уровне. Каждая из получившихся кривых отражает реальные затраты только на

интервале объема заказа, для которого действуют соответствующие цены. Каждая из кривых общих затрат имеет свой минимум, но только для одной из них этот минимум может быть реализован практически (на рисунке это кривая для средней цены C_2).

Для изучения возможности учета оптовых скидок при расчете оптимального размера заказа рассмотрим два варианта ситуаций.

Вариант 1. Затраты на содержание запаса не зависят от цены закупки.

Вариант 2. Затраты на содержание запаса зависят от цены закупки.

Вариант 1. В ситуации, когда затраты на содержание запаса не зависят от цены закупки, следует пользоваться Формула 7.4 на стр. 227:

$$C_c = \bar{Z} * I,$$

где C_c – затраты на содержание запаса, руб.;

\bar{Z} – средний уровень запаса, единиц;

I – затраты на содержание единицы запаса, руб.

На Рисунок 8.9 показано формирование общих затрат при наличии оптовых скидок и затратах на содержание запаса, не зависящих от цены закупки. Общие затраты T_1 рассчитаны для цены C_1 , используемой для минимальных размеров заказов. Общие затраты T_2 , соответствующие цене C_2 – для средних размеров заказов. Общие затраты T_3 , рассчитанные по цене C_3 , соответствуют работе с максимальными размерами заказов. Так как затраты на содержание запаса не зависят от изменения цены и определяются только размером заказа (см. комментарий к Рисунок 7.10 на стр. 230), все три кривые общих затрат на создание и поддержание запаса будут иметь минимум, соответствующий одному и тому же оптимальному размеру заказа. Рассчитать этот оптимальный размер заказа можно, воспользовавшись Формула 8.1 на стр. 251 или ее модификациями (см. п. 8.3) в зависимости от условий движения запаса.

Стр. 40 рукописных листов.

Рисунок 8.9. Формирование общих затрат, связанных с запасом, при наличии оптовых скидок и затратах на содержание запаса, не зависящих от цены закупки.

В отличие от предыдущих модификаций формулы Вильсона (см. п. 8.3.1 - 8.3.5) решить задачу определения оптимального размера заказа при учете оптовых скидок с помощью расчета по какой-либо формуле нельзя. Информации, полученной в результате использования Формула 8.1 для Рисунок 8.9 явно не достаточно для выбора того или иного уровня цены и соответствующего ей размера заказа. Формула Вильсона в этой ситуации полезно только тем, что позволяет заменить полный перебор вариантов использования оптовых скидок ограниченным перебором этих вариантов.

Пример 8.4. Расчет оптимального размера заказа с учетом оптовых скидок при отсутствии зависимости затрат на содержание запаса от закупочной цены.

Пусть потребность в продукции в год составляет 800 единиц ($S = 800$ единиц). Стоимость заказа – 20 руб. ($A = 20$ руб.). Затраты на содержание единицы запаса в год – 4 руб. ($I = 4$ руб.). Имеется система оптовых скидок, приведенная в

Таблица 8.7.

Таблица 8.7

Система оптовых скидок Пример 8.4

Размер заказа, единиц	Цена единицы, руб.
до 50	20
50-79	18
80-99	17
более 100	16

Процедура расчета оптимального размера заказа с учетом оптовых скидок в случае, когда затраты на содержание запаса не зависят от цены закупки, состоит в следующем (см. Рисунок 8.10):

Стр. 48 рукописных листов.

Рисунок 8.10. Процедура расчета оптимального размера заказа при наличии оптовых скидок и затратах на содержание запаса, не зависящих от цены закупки.

1) Рассчитать оптимальный размер заказа:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * A * S}{I}} = \sqrt{\frac{2 * 20 * 800}{4}} = 89,44 \approx 90.$$

2) Определить, для какой цены рассчитанный в п. (1) оптимальный размер заказа является реальным (см.

Таблица 8.7):

90 единиц продукции можно купить по цене 17 руб./ед.

3) Определить, является ли найденная в п. (2) цена минимальной. Если да, то рассчитанный оптимальный размер заказа является ответом задачи. Если нет – идти к шагу 4.

17 руб./ед. – не минимальная цена.

4) Рассчитать общие затраты для цен, меньших или равных величине цены, найденной в п. (2) по Формула 7.11 на стр. 236. Если бы реальной ценой в рассматриваемом примере оказалась минимальная цена из

Таблица 8.7, то рассчитанный в п. (1) оптимальный размер заказа был бы ответом задачи, так как минимум кривой общих затрат при минимальной цене является самой низкой точкой затрат из всех возможных. Но так как в п. (3) было найдено, что оптимальный размер заказа соответствует не минимальной цене, то необходимо продолжить расчет. Требуется рассчитать общие затраты на создание и поддержание запаса по для цены 17 руб. /ед. и цены 16 руб. /ед.:

$$T = C * S + \frac{S}{Q} * A + (Z_s + \frac{Q}{2}) * I,$$

$$T_{17} = 80/2*4 + 800/80*20 + 17*800 = 13960 \text{ руб.}$$

$$T_{16} = 100/2*4 + 800/100*20 + 16*800 = 13160 \text{ руб.}$$

5) Найти минимальное значение общих затрат на создание и поддержание запаса из рассчитанных и отметить соответствующую цену и объем закупки.

а) Минимальные общие затраты соответствуют цене 16 руб./ед.

б) Закупку следует вести по 100 единиц в партии.

Вариант 2. В ситуации, когда затраты на содержание запаса зависят от цены закупки, для определения затрат на содержание запаса следует пользоваться Формула 7.9 на стр. 229:

$$C_c = \bar{Z} * C * I ,$$

где C_c – затраты на содержание запаса, руб.;

\bar{Z} – средний уровень запаса, единиц;

C – стоимость единицы запаса, руб.;

I – затраты на содержание единицы запаса, %.

На Рисунок 8.11 показано формирование общих затрат при наличии оптовых скидок и затрат на содержание запаса, зависящих от цены закупки.

Стр. 49 рукописных листов.

Рисунок 8.11. Формирование общих затрат при наличии оптовых скидок и затрат на содержание запаса, зависящих от цены закупки.

Так как с падением цен по мере роста объема заказа, затраты на содержание единицы запаса возрастают, то в отличие от иллюстрации на Рисунок 8.9, имеется три прямых, описывающих изменение затрат на содержание запаса. Цена C_1 - максимальная, поэтому функция соответствующих затрат на содержание запаса находится выше остальных функций затрат на

содержание. Как следствие, каждая из кривых общих затрат имеет точки минимума в разных значениях аргумента (объема заказа). Это определяет основное отличие работы по этому варианту от варианта 1. Процедура расчета оптимального размера заказа при наличии оптовых скидок и затрат на содержание запаса, не зависящих от цены закупки приведена на Рисунок 8.12.

Стр. 50 рукописных листов.

Рисунок 8.12. Процедура расчета оптимального размера заказа при наличии оптовых скидок и затратах на содержание запаса, зависящих от цены закупки.

Пример 8.5. Расчет оптимального размера заказа с учетом оптовых скидок при зависимости затрат на содержание запаса от цены закупки.

Пусть потребность в продукции на год составляет 1000 единиц. Затраты на выполнение одного заказа составляют 100 рублей, затраты на содержание запаса предполагаются равными 40% от цены единицы запаса. Имеется система оптовых скидок, представленная в Таблица 8.8.

Таблица 8.8

Система оптовых скидок Пример 8.5

Размер заказа, единиц	Цена, руб./ед.
до 120	78
более 120	50

1) Начиная с минимальной цены рассчитать оптимальный размер заказа для каждой из цен, пока не будет найден оптимальный размер заказа, который может быть реализован.

$$Q_1^* = \sqrt{\frac{2 * A * S}{I}} = \sqrt{\frac{2 * 100 * 1000}{0,4 * 50}} = 100 - \text{не реальный размер заказа.}$$

$$Q_2^* = \sqrt{\frac{2 * A * S}{I}} = \sqrt{\frac{2 * 100 * 1000}{0,4 * 78}} = 80,06 \approx 81 - \text{реальный размер заказа.}$$

Заказ на 100 единиц товара по цене 50 руб. за единицу не реален, так как данная оптовая скидка назначается при величине заказа 120 единиц и более.

Заказ на 81 единицу товара по цене 78 руб. за единицу реален, так как по этой цене такую партию можно приобрести.

2) Определить, является ли найденный в п. (1) цена минимальной. Если да, то найденный в п. (1) оптимальный размер заказа является ответом задачи. Если нет – идти к шагу 3.

78 руб./ед. – не минимальная цена.

3) Рассчитать общие затраты для всех цен, меньших или равных уровню цены, найденной в п. (1) по Формула 7.11 на стр. 236.

Если бы реальной ценой в рассматриваемом примере оказалась минимальная цена, то рассчитанный в п. (1) оптимальный размер заказа был бы ответом задачи, так как минимум кривой общих затрат при минимальной цене является самой низкой точкой затрат из всех возможных (см. Рисунок 8.11). Но так как оптимальный размер заказа п. (1) соответствует не минимальной цене (см. п. (2)), то необходимо продолжить расчет. Требуется рассчитать общие затраты на создание и поддержание запаса для цены 78 руб./ед. и цены 50 руб./ед.:

$$T = C * S + \frac{S}{Q} * A + (Z_s + \frac{Q}{2}) * I,$$

$$T_{50} = 50 * 1000 + \frac{1000}{120} * 100 + \frac{120}{2} * 0,4 * 50 = 52033,33 \text{ руб.},$$

$$T_{78} = 78 * 1000 + \frac{1000}{80} * 100 + \frac{80}{2} * 0,4 * 78 = 80498 \text{ руб.}$$

4) Найти минимальное значение общих затрат из рассчитанных в п. (3) и отметить соответствующую цену и объем закупки.

Минимальные общие затраты соответствуют цене 50 руб./ед.

Закупку следует вести по 120 единиц в партии.

8.3.7. Модель с учетом НДС

Ещё одна современная отечественная модификация формулы Вильсона позволяет ответить на вопрос, должна ли цена единицы запаса применяться в расчётах оптимального размера поставки с НДС или без НДС? Этот вопрос обычно поднимается при обсуждении методики управления запасами в экономических и финансовых службах компании. В финансовом планировании учитываются как цены закупки, так и цены с НДС. Например, цена с НДС используется в бюджете движения денежных средств, а цена без НДС - в расчётах себестоимости продукции и в бюджете доходов и расходов. С одной стороны, НДС подлежит уплате поставщику и должен учитываться при расчёте оптимального размера заказа. С другой стороны, НДС подлежит возмещению и не является расходом.

В Формула 8.3 на стр. 221 цена является инструментом определения размера связанного капитала. В нее включены затраты на пополнение запаса, стоимость закупки, потраченные на приобретение и затраты на содержание запаса. Все эти финансовые средства отвлечены из оборота в связи с приобретением товарно-материальных ценностей, содержащихся в запасе. Так как

при оплате заказа выплачивается цена с НДС, именно эта цена должна использоваться в Формула 8.3. Таким образом, формула преобразуется в следующий вид:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * A * S}{I + i * r * C}},$$

Формула 8.9

где Q^* – оптимальный размер заказа, единиц;

A – затраты на выполнение одного заказа, руб.;

S – объем потребности в запасе, единиц;

I – затраты на содержание единицы запаса, руб.;

i – доля закупочной цены запаса, приходящаяся на затраты по содержанию запаса;

r – коэффициент ставки НДС;

C – закупочная цена единицы запаса, руб.

Если ставка НДС составляет 20%, - коэффициент r будет равен 1,2. Если ставка НДС - 10%, то коэффициент $r = 1,1$. Если приобретаемые товарно-материальные ценности не облагаются НДС, то коэффициент $r = 1,0$.

8.3.8. Модель с учетом затрат на содержание запаса на единицу площади склада

Особенность определения затрат на содержание запаса для расчета оптимального размера заказа по классической формуле Вильсона (см. Формула 8.1 на стр. 251) состоит в том, что затраты на содержание запаса должны быть приведены к единице запаса заданного наименования или к группе единиц запаса. Между тем, как правило, учет таких затрат ведется в привязке к площади или объему склада. Учитывая это, классическая модель расчета оптимального размера заказа должна быть скорректирована.

Складские затраты могут быть выражены следующим выражением:

$$I = a \cdot k \cdot S,$$

Формула 8.10

где a – затраты на содержание единицы запаса с учетом занимаемой площади (объема) склада, руб./м² или руб./м³;

k – коэффициент, учитывающий пространственные габариты единицы запаса, м²/единиц или м³/единиц;

S – общий объем потребности за плановый период, единиц.

При подстановке затрат на содержание запаса, выраженных Формула 8.10, классическая модель расчета оптимального размера заказа принимает следующий вид:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AS}{I}} = \sqrt{\frac{2AS}{akS}} = \sqrt{\frac{2A}{ak}},$$

Формула 8.11

где A – затраты на выполнение одного заказа, руб.;

S – объем потребности в запасе, единиц;

I – затраты на содержание единицы запаса, руб.;

a – затраты на содержание единицы запаса с учетом занимаемой площади (объема) склада, руб./м² или руб./м³;

k – коэффициент, учитывающий пространственные габариты единицы запаса, м²/единиц или м³/единиц

Основные формулы раздела по разделу 8.3

Таблица 8.9

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
1	Оптимальный размер заказа при учете потерь от замороженного капитала	$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot S}{I + iC}}$	A – затраты на выполнение одного заказа, руб.; S – объем потребности в запасе, единиц; I – затраты на содержание единицы запаса, руб.; i – доля цены продукции, приходящаяся на затраты по содержанию запаса;

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
			C – закупочная цена единицы запаса, руб.
2	Оптимальный размер заказа с учетом постепенного пополнения	$Q^* = \sqrt{\frac{2AS}{I(1-\frac{s}{d})}}$ $Q^* = \sqrt{\frac{2AS}{I(1-\frac{S}{D})}}$	A – затраты на выполнение одного заказа, руб.; S – объем потребности в запасе, единиц; I – затраты на содержание единицы запаса, руб.; s – среднесуточная объем потребности в запасе, единиц/день; d – среднесуточный объем поступления товарно-материальных ценностей на склад, единиц/день; S – объем потребности в запасе, единиц; D – объем поступления товарно-материальных ценностей на склад в течение планового периода, единиц.
3	Оптимальный размер заказа с учетом потерь от дефицита	$Q^* = \sqrt{\frac{2 * A * S}{I} * \frac{H + I}{H}}$	A – затраты на выполнение одного заказа, руб.; S – объем потребности в запасе, единиц; I – затраты на содержание единицы запаса, руб.; H – издержки дефицита на единицу запаса, руб.
4	Оптимальный размер заказа с постепенным пополнением запаса и при учете потерь от дефицита	$Q^* = \sqrt{\frac{2AS}{I}} * \sqrt{\frac{1 - \frac{I}{H}}{1 - \frac{s}{d}}}$	A – затраты на выполнения одного заказа, руб.; S – объем потребности в запасе, единиц; I – затраты на содержание единицы запаса, руб.; H – издержки дефицита на единицу запаса, руб.; s – среднесуточная потребность в запасе, единиц/день; d – среднесуточный объем поступления товарно-материальных ценностей на склад, единиц/день;
5	Оптимальный размер многономенклатурного заказа	$Q_i^* = S_i * \sqrt{\frac{2A}{\bar{S} * \bar{I}}}$	S _i – объем потребности в запасе i-ого наименования, единиц; A – затраты на выполнение одного заказа, руб.; \bar{S} – вектор потребностей в запасе различных наименований, единиц, \bar{I} – вектор затрат на содержание единицы запаса различных наименований, руб.
6	Оптимальный размер заказа с учетом НДС	$Q^* = \sqrt{\frac{2 * A * S}{I + i * r * C}}$	A – затраты на выполнение одного заказа, руб.; S – объем потребности в запасе, еди-

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
			ниц; I – затраты на содержание единицы запаса, руб.; i – доля закупочной цены запаса, приходящаяся на затраты по содержанию запаса; r – коэффициент ставки НДС; C – закупочная цена единицы запаса, руб.
7	Оптимальный размер заказа с учетом затрат на содержание запаса на единицу площади или объема склада	$Q^* = \sqrt{\frac{2AS}{ak}}$	A – затраты на выполнение одного заказа, руб.; S – объем потребности в запасе, единиц; I – затраты на содержание единицы запаса, руб.; a – затраты на содержание единицы запаса с учетом занимаемой площади (объема) склада, руб./м ² или руб./м ³ ; k – коэффициент, учитывающий пространственные габариты единицы запаса, м ² /единиц или м ³ /единиц
8	Общие затраты, связанные с запасом	$T = \frac{Q}{2} * I + \frac{S}{Q} * A + C * S + C_t * \frac{t_t}{t_{мз}} * Q$	Q – размер заказа, единиц; I – затраты на содержание единицы запаса, руб.; S – объем потребности в запасе, единиц; A – затраты на выполнение одного заказа, руб.; C – закупочная цена единицы запаса, руб.; t _{мз} – интервал времени между заказами, дни; t _т – время нахождения запаса на транспортных средствах, дни; C _т – удельные затраты, связанные с запасом на транспортных средствах, руб./единица запаса.

Список вопросов для самопроверки по разделу 8.3

- 1) Следует ли пренебрегать альтернативными затратами при расчете оптимального размера заказа? Если да, то при каких условиях?
- 2) Каким образом характер пополнения запаса (мгновенное или продолженное пополнение) влияет на размер заказа, пополняющего запас?

- 3) При каком соотношении характеристик поставок и потребления происходит накопление запаса?
- 4) Какие варианты учета дефицита при работе с запасом Вы знаете?
- 5) Влияет ли учет дефицита на размер заказа, пополняющего запас?
Если да, то каким образом?
- 6) Какие элементы входят в состав издержек дефицита?
- 7) Что такое жесткие и мягкие издержки дефицита? Почему они так называются?
- 8) Какие элементы входят в состав жестких издержек дефицита?
- 9) На какой плановый период могут прогнозироваться жесткие издержки дефицита?
- 10) Какие элементы входят в мягкие издержки дефицита?
- 11) На какой плановый период могут прогнозироваться мягкие издержки дефицита?
- 12) Поясните расчет размера многономенклатурного заказа.
- 13) Как оптовые скидки влияют на решение о размере заказа?
- 14) Поясните формирование общих затрат, связанных с запасами, при отсутствии зависимости затрат на содержание запаса от цены закупки.
- 15) Поясните формирование общих затрат, связанных с запасами, при зависимости затрат на содержание запаса от цены закупки.
- 16) Для какого уровня закупочной цены общие затраты, связанные с запасами, минимальны?
- 17) По каким формулам следует рассчитывать оптимальный размер заказа для различных уровней цен при связи затрат на содержание запаса с ценой закупки?
- 18) Объясните, почему при определении оптимального размера заказа при наличии оптовых скидок следует использовать процедуру поиска решения, а не ограничиться расчетом по той или иной формуле?

19) В чем принципиальная разница определения оптимального размера заказа в вариантах наличия и отсутствия связи затрат на содержание запаса с ценой закупки работе с оптовыми скидками?

20) Следует ли учитывать НДС при расчете оптимального размера заказа? Если да, то каким образом это следует делать?

21) Какие единицы измерения затрат на содержание запаса требуются для расчета оптимального размера заказа по классической формуле?

22) Каким образом рассчитывается оптимальный размер заказа при учете затрат на содержание запаса на единицу площади или объема склада?

Список дополнительной литературы по разделу 8.3

1. Альбеков А.У. и Митько О.А. Коммерческая логистика. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 416 с.

2. Аникин Б.А., Тяпухин А.П. Коммерческая логистика: Учебник. – М.: Велби, 2005. – 432 с.

3. Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Дж. Логистика: Интегрированная цепь поставок. – М.: Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.

4. Бродецкий Г.Л. Методические указания к изучению математических методов управления запасами. – М.: МЦЛОГУ-ВШЭ, 2003. – 117 с.

5. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Маркетинг, 2002. - 408 с.

6. Гаджинский А.М. Практикум по логистике. - М.: Маркетинг, 1999. - 128 с.

7. Джонсон Дж. и др. Современная логистика. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.

8. Зеваков А.М., Петров В.В. Логистика производственных и товарных запаса: Учебник. – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2002. – 320 с.

9. Козловский В.А. и др. Логистический менеджмент. - СПб.: Лань, 2002. - 272 с.

10. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.
11. Кристофер М. Логистика и управление цепями поставок. – СПб.: - Питер, 2004. – 316 с.
12. Логистика: Учебник / Под. ред. Б.А. Аникина Б. – М.: ИНФРА-М, 3-е изд., 2001.– 352 с.
13. Линдерс М.Р., Харольд Е.Ф. Управление снабжением и запасами. Логистика. – Пер. с англ. - СПб.: Полигон, 1999. - 768 с.
14. Модели и методы теории логистики /Под ред. В.С. Лукинскогo. – С.-Пб.: Питер, 2003. – 176 с.
15. Неруш Ю.М. Логистика: Учебник. - М.: ЮНИТИ - ДАНА, 2000. - 389 с.
16. Пилищенко А.Н. Логистика. Практикум. - М.: МИЭТ, 1998. - 172 с.
17. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. – М.: Питер, 2001. – 384 с.
18. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 680 с.
19. Степанов В.И. Логистика: Учебник. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. – 488 с.
20. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.
21. Фёдоров С.С. Логистика, Управление запасами: Расширенные возможности модели EOQ. – Новосибирск, 2002. – 12 с.
22. Чейз Р.Б. и др. Производственный и операционный менеджмент. – 8-е изд. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 704 с.
23. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

8.4. Сбор и обработка исходной информации для расчета оптимального размера заказа

Исходной информацией для расчета оптимального размера заказа с использованием различных модификаций формулы Вильсона являются следующие величины (см. п. 8.3):

- объем потребности в запасе, единиц (S);
- среднесуточная потребность в запасе, единиц/день (s);
- закупочная цена единицы запаса, руб. (C);
- доля цены продукции, приходящаяся на затраты по содержанию запаса (i);
- объем поступления товарно-материальных ценностей на склад в течение планового периода, единиц (D);
- среднесуточный объем поступления товарно-материальных ценностей на склад, единиц/день (d);
- затраты на содержание единицы запаса, руб. (I);
- затраты на содержание единицы продукции с учетом занимаемой площади (объема) склада, руб./м² или руб./м³ (a);
- коэффициент, учитывающий пространственные габариты единицы продукции, м²/единиц или м³/единиц (k);
- затраты на выполнение одного заказа, руб. (A);
- издержки дефицита, руб./единица запаса (H);
- коэффициент ставки НДС (r).

Все названные величины прогнозируются на плановый период и могут быть разделены на несколько групп (см.

Таблица 8.10):

1. Характеристики потребности.
2. Ценовые характеристики.
3. Характеристики поступления запаса на склад.
4. Затраты на содержание.
5. Затраты на пополнение запаса.

6. Издержки дефицита.
7. Характеристики товарно-материальных ценностей.
8. Дополнительные величины.

Таблица 8.10

Информация, используемая при расчете оптимального размера заказа

Группа информации	Пример показателя	Источник получения информации
1) Характеристики потребности	- Объем потребности в запасе, единиц (S).	1. Статистическая обработка массивов данных - по поступившим заявкам клиентов, - по отгрузкам со склада. 2. Прогнозирование объема потребности по статистическим данным 3. Прогнозирование потребности на основе экспертных оценок
	- Среднесуточная потребность в запасе, единиц/день (s).	Усреднение потребности с учетом количества календарных или рабочих дней .
2) Ценовые характеристики	- Закупочная цена единицы запаса, руб. (C).	1. По данным товаросопроводительных, финансовых, учетных документов. 2. Данные оперативного складского учета. 3. По данным, содержащимся в прайс-листах. 4. Сведения, полученные от поставщиков. 5. Экспертная оценка.
	- Доля цены продукции, приходящаяся на затраты по содержанию запаса (i).	1. Анализ данных управленческого учета. 2. Экспертная оценка.
3) Характеристики поступления на склад	- Объем поступления товарно-материальных ценностей на склад в течение планового периода, единиц (D).	1. Статистическая обработка массивов данных по объемам поставок на склад. 2. Данные оперативного складского учета. 3. По данным товаросопроводительных документов. 4. Экспертная оценка.

Группа информации	Пример показателя	Источник получения информации
	- Среднесуточный объем поступления товарно-материальных ценностей на склад, единиц/день (d).	Усреднение потребности с учетом количества календарных или рабочих дней .
4) Затраты на содержание запаса	– Затраты на содержание единицы запаса, руб. (I).	1. Данные управленческого учета. 2. Расчет удельных затрат на содержание запаса с учетом широты номенклатуры и ассортимента, оборачиваемости запаса и пр. показателей. 3. Экспертная оценка.
	– Затраты на содержание единицы запаса с учетом занимаемой площади (объема) склада, руб./м ² или руб./м ³ (a).	1. Данные управленческого учета. 2. Расчет удельных затрат на содержание запаса на единицы площади или объема. 3. Экспертная оценка.
5) Затраты на пополнение запаса	– Затраты на выполнение одного заказа, руб. (A).	1. Данные управленческого учета. 2. Расчет удельных офисных затрат с учетом численности сотрудников, количества поставщиков, широты номенклатуры и ассортимента, состава функциональных обязанностей сотрудников и пр. показателей. 3. Экспертная оценка.
6) Издержки дефицита	– Издержки дефицита, руб./единица запаса (H).	1. Данные управленческого учета. 2. Статистическая обработка данных финансовых и учетных документов. 3. Экспертная оценка.
7) Характеристики товарно-материальных ценностей	– Коэффициент, учитывающий пространственные габариты единицы продукции, м ² /единиц или м ³ /единиц (k).	1. Статистическая обработка данных о габаритах единицы продукции. 2. Экспертная оценка.
8) Дополнительные величины	– Коэффициент ставки НДС (r).	Соответствующая документация.

Рассмотрим содержание каждой из групп исходной информации.

(1) Характеристики потребления. Основной проблемой определения характеристик потребления (см. строка 1 Таблица 8.10) является то, что в силу высокой динамичности среды бизнеса точность их прогнозирования не высока. Причинами ошибок прогнозирования могут быть:

- отсутствие или незначительный объем, а так же отсутствие или недостаточная детализация статистической базы прошлых периодов,
- неверная интерпретация данных статистической базы,
- значительная вариация объемов потребности в прошлых периодах времени,
- нерегулярность потребности, вызванная действием зачастую уникально сочетаемых факторов внешней среды в прошлом и в будущем,
- выраженные и невыраженные сезонные тенденции потребления,
- недостаток информации о возможных изменениях внешней и внутренней среды бизнеса в будущем и др.

Снижение точности прогнозирования является объективной чертой современной экономики всех стран. Основные принципы определения точности прогнозов рассмотрены в п. 6.4.1. В 70-е годы XX века ошибка прогнозирования составляла 5-10%. Экономико-математические методы и модели во многом опережали запросы практики бизнеса. Примеры таких методов были рассмотрены в п. 6.1. С начала 80-х годов наметилась тенденция снижения точности прогнозов в сфере экономики. Это было вызвано бурным развитием разнообразных экономических, политических, климатических, демографических и пр. факторов. В результате, математических средств стало явно недостаточно в силу сложности формализации и фиксации многих переменных.

Экспертное прогнозирование опирается на опыт и интуицию специалистов без необходимости формализованного описания процесса получения прогноза (см. п. 6.2). Оно не имеет широкого применения в силу ограниченности штата экспертов и крайне высокой оплаты их труда, хотя точность

прогнозирования с привлечением экспертов, как правило, значительно выше точности аналитических прогнозов.

В силу создавшейся ситуации, наиболее часто используется сочетание возможностей формального математического аппарата обработки статистических данных и преимуществ экспертных оценок. Общее описание такого комбинированного прогнозирования приведено в п. 6.3. Аналитически рассчитанные прогнозы, как правило, рекомендуется корректировать с помощью экспертов или ведущих специалистов и руководителей организации, которые, в отличие от математического аппарата, при принятии решения могут учесть и неформализованную информацию.

В настоящее время средняя ошибка прогноза в 15-20% смотрится вполне достойно. В зависимости от рода бизнеса имеются ошибки в 30, 40, 50%. Единичные выбросы могут быть и до 600%. Таким образом, наличие возрастающей ошибки прогноза, в частности, прогноза спроса на товарно-материальные ценности, находящиеся в запасе, следует признать фактом, причем фактом, который не должен ставить под сомнение возможность оптимального управления запасами. В то же время, не стоит забывать, что возрастающая ошибка прогноза требует дополнительного внимания к инструментам поддержки бесперебойного обеспечения потребности запасом в рамках предполагаемой ошибки прогноза: страховому запасу, уровню обслуживания, алгоритму управления запасом. Очень полезным инструментом преодоления проблем, вызванных, в частности, точностью прогноза спроса, являются ABC и XYZ классификации (см. п. 12.1).

В группу «1) Характеристики потребности» можно отнести

а) объем потребности в запасе, единиц (S),

б) среднесуточная потребность в запасе, единиц/день (s).

(а) Учитывая сделанные выше замечания о точности современных прогнозов, для определения величины потребности в запасе, прежде всего, требуется статистическая обработка массивов данных по поступившим заявкам клиентов (или по отгрузкам со склада), на основе которой проводится

прогноз. В случае если статистическая база отсутствует, недостаточна или имеет некорректную форму представления, прогнозирование может вестись на основе экспертных оценок. И в том, и в другом случаях в определении величины потребности в запасе будет иметься ошибка, что, естественно, скажется на точности расчета оптимального размера заказа.

(б) Для определения второй величины группы «Характеристики потребности» - среднесуточной потребности в запасе - достаточно провести усреднение потребности, определенной с помощью статистической обработки данных или экспертных оценок, с учетом количества календарных или рабочих дней. Проблем в таком расчете, как правило, не возникает.

В группу «**2) Ценовые характеристики**» следует отнести

а) цену единицы запаса, руб. (С),

б) долю цены продукции, приходящаяся на затраты по содержанию запаса, руб./единица запаса (i).

В этой группе вопросы возникают только по определению значений второй величины. (а) Первая величина – закупочная цена единицы запаса – имеется в товаросопроводительных, финансовых, учетных документах, данных оперативного складского учета, в прайс-листах и других сведениях, полученных от поставщиков. В сложных случаях может быть применена экспертная оценка.

(б) Доля цены продукции, приходящаяся на затраты по содержанию запаса, как правило, определяется экспертно и наиболее часто находится в диапазоне от 15 до 27%, редко – до 40%. В качестве экспертов могут выступать руководители складского хозяйства, сотрудники финансовых или экономических подразделений, логисты, товарные менеджеры, аналитики группы контроллинга или управленческого учета. В случае, если управленческий учет хорошо налажен, и имеется достаточная статистическая база затрат, доля цены продукции, приходящаяся на затраты по содержанию запаса, может быть рассчитана на основе анализа данных управленческого учета.

В группу «**3) Характеристики поступления запаса на склад**» входят

а) объем поступления товарно-материальных ценностей на склад в течение планового периода, единиц (D).

б) среднесуточный объем поступления товарно-материальных ценностей на склад, единиц/день (d).

Величины этой группы не представляют проблем в определении и расчете. (а) Для прогнозирования объема поступления товарно-материальных ценностей на склад можно воспользоваться статистикой поставок на склад в прошлые периоды, содержащейся в массивах баз данных по объемам поставок на склад, в оперативном складском учете, в товаросопроводительных документах. Важно учитывать также сведения о поставщиках и особенностях их работы, имеющие неформализованный характер. Целесообразно использовать экспертные оценки как при подтверждении исходных данных для расчета прогноза, так и для обработки полученных в процессе прогнозирования результатов. (б) Среднесуточный объем поступления товарно-материальных ценностей на склад определяется усреднением значения первой величины с учетом количества календарных или рабочих дней.

Определение величин группы **«4) Затраты на содержание запаса»** может вызвать определенные затруднения, если в организации не налажен учет логистических затрат (см. п. 7.1.3). В эту группу входят:

(а) затраты на содержание единицы запаса, руб. (I),

(б) затраты на содержание единицы запаса с учетом занимаемой площади (объема) склада, руб./м² или руб./м³ (а).

(а) Особенностью первой величины является приведение ее к единице запаса, точнее к единице наименования запаса, в то время, как наиболее типичным для отечественной практики учета затрат на содержание запаса является приведение затрат хранения на единицу площади, объема или на одно место хранения, как во второй величине этой группы. Для обеспечения прогнозирования значения затрат на содержание требуется развитая система управленческого учета, как правило, в рамках интегрированной информационно-компьютерной системы, либо, при ее отсутствии, экспертная оценка за-

трат на содержание определенного наименования товарно-материальных ценностей, находящихся в запасе, исходя из общих затрат на содержание все номенклатуры запаса.

(б) Попыткой упростить задачу является расчет затрат на содержание единицы продукции с учетом занимаемой площади (объема) склада (в единицах измерения руб./м² или руб./м³) (см. Формула 8.11 на стр. 281). Фактически, эта величина обеспечивает замену экспертной оценки, наиболее часто используемой при определении затрат на содержание в расчете на единицу наименования запаса, формальным расчетом на основе удельных затрат на содержание запаса на единицы площади или объема.

Расчет затрат как по варианту (а), так и по варианту (б) дает приближительные, оценочные значения затрат на содержание.

Пример 8.6. а) Использование формулы Вильсона в экономической практике.

Средний уровень продаж в день составляет 100 единиц товара (S). Накладные расходы на доставку товара на склад - 550 рублей (A). Затраты на содержание единицы товара на складе - 40 рублей в сутки (I). Имеющиеся данные позволяют определить:

1) оптимальный размер заказа (см. Формула 8.1 на стр. 251):

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * 550 * 100}{40}} = 52,44 \approx 53 \text{ единицы.}$$

2) длительность периода хранения партии поставки на складе:

$$\frac{Q^*}{S} = \frac{53}{100} = 0,53 \approx 0,5 \text{ дня.}$$

3) количество поставок в день (см. комментарий к Формула 7.2 на стр. 223):

$$\frac{S}{Q^*} = \frac{100}{53} = 1,89 \approx 2 \text{ раза.}$$

4) накладные расходы в день:

$$A * \frac{S}{Q^*} = 550 * 2 = 1100 \text{ руб.}$$

5) затраты на содержание партии поставки (см. Формула 7.7 на стр. 229):

$$I * \frac{Q^*}{2} = 40 * \frac{53}{2} = 1060 \text{ руб.}$$

Довольно часто затраты на содержание запаса (I) и затраты на выполнение заказа (A) определяются для каждой из номенклатурных позиций запаса. В таком случае можно использовать граничные значения затрат для расчета оптимального размера заказа.

Пример 8.7. б) Использование формулы Вильсона в экономической практике.

Пусть затраты на организацию заказа составляют от 200 до 600 рублей (A), затраты на хранение продукции колеблются от 18% до 23% от цены закупки (i), объем прогнозируемой потребности в запасе за год составляет 800 м² (S), цена закупки - 120 руб./м² (C). По имеющимся данным можно определить:

1) оптимальный размер заказа:

а) средние затраты на выполнение заказа:

$$\frac{A_1 + A_2}{2} = \frac{200 + 600}{2} = 400 \text{ рублей.}$$

б) минимальные затраты на содержание запаса (см. Формула 7.9 на стр. 229):

$$i_1 * C * S = 0,18 * 120 * 800 = 17280 \text{ рублей.}$$

в) максимальные затраты на содержание запаса (см. Формула 7.9 на стр. 229):

$$i_2 * C * S = 0,23 * 120 * 800 = 22080 \text{ рублей.}$$

г) средние затраты на содержание запаса:

$$\frac{(б) + (в)}{2} = \frac{17280 + 22080}{2} = 19680 \text{ рублей.}$$

д) оптимальный размер заказа (см. Формула 8.1 на стр. 251):

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * 400 * 800}{19680}} = 5,70 \approx 6 \text{ м}^2.$$

2) оптимальное количество поставок в год (см. комментарий к Формула 7.2 на стр. 223):

$$\frac{S}{Q^*} = \frac{800}{6} = 133,33 \approx 134 \text{ раза.}$$

3) оптимальный интервал времени между поставками (см. так же Формула 9.8 на стр. 341):

$$N : \frac{S}{Q^*} = 365 : 134 = 2,72 \approx 2 \text{ дня.}$$

4) средний уровень текущего запаса (см. стр. 32 и Формула 3.7 на стр. 87):

$$\frac{Q^*}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{ м}^2.$$

В группу **«5) Затраты на пополнение заказа»** (ordering costs) входит затраты на выполнение одного заказа, руб. (A) – величина, вызывающая наибольшее количество вопросов и проблем при определении. Затраты на выполнение одного заказа включает постоянные затраты, связанные с выдачей заказов (см. п. 7.1.2), например, затраты на

- поиск поставщика,
- ведение переговоров,
- оформление заказа,
- отправку заказа,
- принятие заказа по его прибытии,
- участие в приемке товарно-материальных ценностей,
- оформление претензий по качеству,
- содержание отдела закупок и пр.

Наиболее простым, хотя и не самым точным методом определения затрат на пополнение запаса, является деление общих годовых расходов отдела закупок (заработная плата работников отдела, материальные и накладные расходы) на число подаваемых за год заказов. Кроме того, можно рассчитать удельные офисные затраты с учетом численности сотрудников, количества поставщиков, широты номенклатуры и ассортимента, состава функциональных обязанностей сотрудников и пр. показателей.

Пример 8.8. в) Использование формулы Вильсона в экономической практике.

Пусть за год на склад поступило 430 партий различных видов продукции. Расходы на содержание отдела закупок составили за тот же период 14400 тыс. руб. (А). Затраты на выполнение одного заказа равны удельным расходам отдела закупок в расчете на одну партию поставки. По продукции вида «Б» известно, что затраты на ее содержание составляют 12% от закупочной цены (i), прогнозируемый объем потребности в этом товаре – 16 тыс. т. в год (S), закупочная цена – 190 руб./т (С). По имеющимся данным можно определить:

1) оптимальный размер заказа:

а) затраты на содержание продукции «Б»:

$$I * C * S = 0,12 * 190 * 16000 = 364800 \text{ рублей.}$$

б) затраты на выполнение одного заказа:

$$14400000/430 = 33488,37 \text{ руб.}$$

в) оптимальный размер заказа (см. Формула 8.1 на стр. 251):

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * 33488,37 * 16000}{364800}} = 54,2 \approx 55 \text{ т.}$$

2) средний уровень текущего запаса (см. стр. 32 и Формула 3.7 на стр. 87):

$$\frac{Q^*}{2} = \frac{55}{2} = 27,5 \text{ тонны.}$$

3) количество заказов в год (см. комментарий к Формула 7.2 на стр. 223):

$$\frac{S}{Q^*} = \frac{16000}{55} = 290,9 \approx 291 \text{ раз.}$$

4) интервал времени между заказами см. так же Формула 9.8 на стр. 341):

$$N : \frac{S}{Q^*} = 365 : 291 = 1,25 \approx 2 \text{ дня.}$$

Многие предприятия иностранного капитала на территории России дают примеры прекрасной организации учетной работы, когда получение требуемой информации о стоимости размещения заказа не представляет сложности, так как она представлена в корпоративной информационной системе.

В случае, если статистику о затратах на размещение заказа получить сложно, можно прибегнуть к экспертной оценке.

Для расчета **«6) Издержек дефицита»** можно воспользоваться данными управленческого учета, а так же данными финансовых и учетных документов. Описание структуры издержек дефицита приведено в п. 8.3.3.

Расчет величин групп **«7) Характеристики товарно-материальных ценностей»** и **«8) Дополнительные величины»**, как правило, не вызывают затруднений, так как основываются на данных о габаритах единицы продукции, экспертных оценках, и данных, содержащихся в соответствующей документации.

При сборе исходной информации для расчета оптимального размера заказа могут возникнуть некоторые затруднения. Они связаны, как правило, со следующими причинами:

- недостаточным объемом или неполной структурой статистической базы,
- неналаженным управленческим учетом затрат, связанных с запасами,

- трудностью привлечения квалифицированных кадров для проведения экспертных оценок.

Как следствие преодоления этих проблем получения информации в качестве исходных данных для расчета оптимального размера заказа используются данные, имеющие невысокую точность, что вызвано, кроме указанных выше причин нестабильностью внутренней и внешней среды бизнеса.

В целом, следует признать, что мнение о сложности получения исходной информации для расчета оптимального размера заказа нельзя считать неоспоримым. Приведенная выше информация показывает, что имеются пути преодоления возникающих проблем и, более того, способы их разрешения.

8.5. Проблемы использования формул расчета оптимального размера заказа

Рассмотренные в п. 8.2 и п. 8.3 формула Вильсона и ее модификации довольно хорошо математически проработаны. Проблемы расчета оптимального размера заказа состоят не в качестве аналитического инструментария, а в доступности исходной информации (см. п. 8.4) и корректности интерпретации полученных результатов.

Стоит обратить внимание на то, что решения задач управления запасами требуется учета следующих принципов:

- Источником возникновения затрат должны являться товарно-материальные ценности.
- Из всех видов затрат, используемых в расчете, должны быть исключены все элементы, вызванные низким уровнем планирования и управления, например,
 - потери от простоя транспорта по вине сотрудников организации,
 - сверхнормативная естественная убыль и кражи,
 - выплаты процентов по ссудам,

- неустойки за нарушение договорных обязательств по срокам, ассортименту и объему поставок.

– Затраты необходимо учитывать по месту их возникновения, исключая повторный счет. Например, в состав транспортных затрат должны быть включены только те затраты, которые возникают непосредственно при транспортировке грузов.

До сих пор в формулах расчета оптимального размера заказа не учитывались зависимости между транспортными расходами и размером заказа. Если транспортные расходы оплачивает продавец (при оплате товара по месту назначения) этой зависимостью оправданно можно пренебречь, так как транспортные расходы учтены в цене закупки товара. Если же передача собственности происходит по месту отправления, при определении оптимального размера заказа транспортные расходы следует учитывать.

Как правило, чем больше партия груза, тем меньше удельные транспортные расходы. При прочих равных условиях предприятиям выгодны размеры поставок, которые обеспечивают экономию транспортных расходов. Такие размеры поставок могут превышать рассчитанный по формуле оптимальный размер заказа. Увеличение размера заказа влияет на затраты по содержанию запаса: чем больше партия закупки, тем больше средний запас и, следовательно, выше уровень затрат на содержание запаса. В этом случае необходимо включить в расчет общих затрат на содержание и поддержание запаса транспортные расходы и провести расчеты общих затрат, связанных с запасами, при различных вариантах размера транспортных партий.

Можно отметить и другие проблемы, которые осложняют внедрение формул расчета оптимального размера заказа в повседневную практику бизнеса. К ним можно отнести, например, следующие моменты:

- Получаемая расчетная величина оптимального размера заказа, зачастую, меньше принятой партии отгрузки или транспортной партии.

– Принятие решения о реальной величине размера заказа должно опираться на неформализуемые факторы, согласованные с различными службами.

– Степень расхождения расчетного (оптимального) и принятого реального объема заказа является основанием реорганизации текущего порядка работ в сфере закупок.

– Реорганизация бизнес–процессов закупок может повлечь изменение организационной структуры управления сферой закупок и связанных подразделений.

– Руководство организации должно оценить целесообразность начала организационных изменений, толчком к которому является факт расхождения расчетного оптимального и принятого реального объема закупок.

Опираясь на опыт диагностики и анализа состояния систем управления запасами в организациях и результаты обсуждения проблем, возникающих при расчетах оптимальных размеров заказов, можно утверждать, что рассматриваемый инструментарий (в т.ч. все модификации формулы Вильсона) имеет негативную репутацию среди специалистов в России. Его считают чисто теоретическим, не приемлемым для практики. Такое мнение вызвано, прежде всего, следующими обстоятельствами:

1) во многих отечественных компаниях осложнено получение исходной информации для проведения расчетов;

2) отсутствуют формулы, соответствующие конкретной бизнес-ситуации, для которой ведется расчет;

3) результат расчета имеет существенное отклонение от принятых на практике партий заказов и его реализация невозможна из-за влияния различных факторов внутренней и внешней среды бизнеса.

Для доказательства принципиальной ценности формул расчета оптимальных размеров заказа рассмотрим возможности преодоления каждой из отмеченных выше ситуаций.

(1) Особенности получения исходной информации для проведения расчетов оптимального размера заказа рассмотрены в п. 8.4.

(2) Отсутствуют формулы, соответствующие конкретной бизнес-ситуации. В п. 8.3 были рассмотрены модификации расчета оптимального размера заказа для ситуаций, в которых учтены:

- цены закупки в затратах на хранение запаса,
- полный состав затрат на содержание запаса,
- страховой (гарантийный или резервный) запас,
- постепенный характер пополнения запаса на складе,
- потери от дефицита,
- потери от дефицита при постепенном пополнении запаса склада,
- работа с многономенклатурным заказом,
- оптовые скидки за закупку товарно-материальных ценностей,
- налог на добавленную стоимость,
- затраты на содержание на единицу площади или объема.

Подборка формул п. 8.3 может снять вопрос, как рассчитать оптимальный размер заказа. Несмотря на кажущееся разнообразие бизнес-ситуаций, большинство из них довольно типичны.

В сложных случаях можно самостоятельно вывести формулу оптимального размера заказа, используя функцию общих затрат (см. Формула 7.10 и Формула 7.11 на стр. 236).

Рассмотрим две ситуации работы с запасами, не имеющие особых формул расчета оптимального размера заказа.

Ситуация 1. Время транспортировки заказа занимает большую часть времени выполнения заказа и сопоставимо с интервалом времени между заказами. В общих затратах, связанных с запасами, требуется учитывать затраты, связанные с запасом в пути.

Введем дополнительные обозначения. Пусть

$t_{мз}$ - интервал времени между заказами, дни;

t_t - время нахождения запаса на транспортных средствах, дни.

Средний размер запаса в пути можно определить по формуле:

$$\bar{Z}_t = \frac{t_t}{t_{мз}} * Q,$$

Формула 8.12

где Q – размер заказа, единиц.

Если обозначить C_t удельные затраты, связанные с запасом на транспортных средствах (руб.), то затраты, связанные с запасом на транспортных средствах, будут определяться выражением

$$\bar{C}_t = C_t * \frac{t_t}{t_{мз}} * Q.$$

Формула 8.13

Общие затраты, связанные с запасом, можно определить, используя Формула 7.10 и Формула 7.11 на стр. 236, следующим образом:

$$T = \frac{Q}{2} * I + \frac{S}{Q} * A + C * S + C_t * \frac{t_t}{t_{мз}} * Q,$$

Формула 8.14

где T – общие затраты, руб.;

Q – размер заказа, единиц;

I – затраты на содержание единицы запаса, руб.;

S – объем потребности в запасе, единиц;

A – затраты на выполнение одного заказа, руб.;

C – закупочная цена единицы запаса, руб.;

$t_{мз}$ - интервал времени между заказами, дни;

t_m - время нахождения запаса на транспортных средствах, дни;

C_t - удельные затраты, связанные с запасом на транспортных средствах,

руб./единица запаса.

Оптимальный размер заказа с учетом затрат, связанных с нахождением запаса на транспортных средствах (в пути), соответствует варианту, когда общие затраты T , связанные с запасом, минимальны. Для оптимизации функции T общих затрат, связанных с запасами, необходимо найти производную функции T по Q и, приравняв ее нулю, найти выражение для оптимального размера заказа Q^* :

$$T \rightarrow \min$$

$$\frac{dT}{dQ} = \frac{I}{2} - \frac{A * S}{Q^2} + \frac{C_t * t_t}{t_{мз}}$$

$$\frac{dT}{dQ} = 0, \text{ откуда}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AS * \frac{t_{мз}}{I}}{t_{мз} + 2t_t * \frac{C_t}{I}}}$$

Формула 8.15

где Q^* – оптимальный размер заказа, единиц;

A – затраты на выполнение одного заказа, руб.;

S – объем потребности в запасе, единиц;

I – затраты на содержание единицы запаса, руб.;

$t_{мз}$ - интервал времени между заказами, дни;

C_t - удельные затраты, связанные с запасом на транспортных средствах, руб./единица запаса;

t_t - время нахождения запаса на транспортных средствах, дни.

Формула 8.15 представляет собой искомое выражение, с помощью которого можно определить оптимальный размер заказа с учетом затрат, связанных с запасом в пути. Как видно из формулы, основой расчета является формула Вильсона, значение которой корректируется на коэффициент, учитывающий соотношение затрат на содержание запаса на складе и затрат на содержание запаса в пути.

Ситуация 2. Требуется учесть затраты на транспортные средства, участвующие в доставке заказа. Затраты на выполнение одного заказа (А) включаются только постоянные затраты офиса. Транспортные затраты на доставку партии требуется определять отдельно.

Пусть F – грузопместимость одного транспортного средства, единиц. Тогда $\frac{Q}{F}$ – количество транспортных средств, требующихся для выполнения одного заказа.

Пусть E – транспортные затраты на одно транспортное средство (т.с.) при доставке одного заказа, руб. / 1 т.с. / 1 заказ. Тогда $\frac{Q}{F} * E$ – транспортные затраты, связанные с выполнением одного заказа.

Так как в плановый период будет выполнено $\frac{S}{Q}$ заказов, то транспортные затраты за плановый период составят

$$C_{ек} = \frac{S}{Q} * \frac{Q}{F} * E$$

или

$$C_{тр} = S * \frac{E}{F},$$

Формула 8.16

где $C_{тр}$ – транспортные затраты, руб.;

S – объем потребности в запасе, единиц;

F – грузопместимость одного транспортного средства, единиц;

E – транспортные затраты на одно транспортное средство при доставке одного заказа, руб.

Используя результат Формула 8.16, получаем, что общие затраты, связанные с запасами, в ситуации с учетом транспортных затрат записываются следующим образом:

$$T = \frac{Q}{2} * I + \frac{S}{Q} * A + C * S + \frac{S}{F} * E,$$

Формула 8.17

где Т – общие затраты, руб.;

Q – размер заказа, единиц;

I – затраты на содержание единицы запаса, руб.;

S – объем потребности в запасе, единиц;

A – затраты на выполнение одного заказа, руб.;

C – закупочная цена единицы запаса, руб.;

E – транспортные затраты на одно транспортное средство (т.с.) при доставке одного заказа, руб./ 1 т.с. / 1 заказ;

F – грузопместимость одного транспортного средства, единиц.

Минимизация функции Т общих затрат, связанных с запасами, в этой ситуации приводит к определению оптимального размера заказа через классическую формулу Вильсона, так как четвертое слагаемое Формула 8.17, отражающее влияние транспортных затрат при выполнении заказов, при рассматриваемом подходе не зависит от Q:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * A * S}{I}}.$$

Следовательно, выбор транспортных средств для реализации заказа следует производить с помощью перебора вариантов, что подробно рассматривалось ранее на примере ситуации с наличием оптовых скидок при закупках (см. п. 8.3.6).

Таким образом, отсутствие «подходящей» формулы для расчета оптимального размера заказа – не причина для отказа от определения оптимального для организации размера заказа, восполняющего запас. Простота

формулы Вильсона – не свидетельство ее неприемлемости в практической работе, а следствие глубокой проработанности вопроса.

Итак, расчеты проведены, получен результат. После довольно кропотливой работы по подготовке исходной информации и математическому обеспечению определения оптимального размера заказа специалистов ожидает еще одно препятствие практического характера: результат расчета имеет существенное отклонение от принятых на практике партий заказов и его реализация невозможна из-за влияния различных факторов внутренней и внешней среды бизнеса.

(3) Оптимальный размер заказа существенно отличается от используемых партий заказов. При ответе на вопрос, какими объемами заказов целесообразно восполнять запас, как правило, руководствуются следующей информацией:

- Закупочная цена.
- Система оптовых скидок поставщика.
- Транспортные расходы.
- Транспортные тарифы.
- Грузовместимость транспортных средств.
- Минимальная партия отпуска поставщика.
- Географическое расположение поставщика (наличие таможни).
- Климатические условия доставки.
- Время выполнения заказа поставщиком и перевозчиком.
- Возможные интервалы задержки выполнения заказа поставщиком и перевозчиком.
- Возможность оперативной связи с поставщиком и перевозчиком.
- Средние партии отпуска запаса со склада.
- Общий объем потребности в запасе за плановый период и ее сезонные характеристики.
- Затраты на содержание.
- Расходы на грузопереработку закупленной партии и пр.

Хотя приведенный выше перечень нельзя считать полным, можно сказать, что более 80% внимания специалистов при принятии решения о размерах закупаемых партий в конце XX - начале XXI века в российском бизнесе уделяется факторам внешней, а не внутренней среды бизнеса. Действительно, из приведенных факторов первые тринадцать (закупочная цена, система оптовых скидок поставщика, транспортные расходы, транспортные тарифы, грузовместимость транспортных средств, минимальная партия отпуска поставщика, географическое расположение поставщика (наличие таможни), климатические условия доставки, время выполнения заказа поставщиком и перевозчиком, возможные интервалы задержки выполнения заказа поставщиком и перевозчиком, возможность оперативной связи с поставщиком и перевозчиком, средние партии отпуска запаса со склада, общий объем потребности в запасе за плановый период и ее сезонные характеристики) относятся к факторам внешней среды и только два последних (затраты на содержание, расходы на грузопереработку закупленной партии) являются факторами внутренней среды бизнеса.

Оправдано ли такое внимание к внешней среде? Безусловно, да, если учитывать конкретную бизнес-ситуацию. В то же время следует обратить внимание на то, что современная логистика формирует максимально свободное поведение менеджеров и руководителей, ориентированное на достижение главного критерия оптимизации в логистике - минимума общих затрат, связанных с движением материальных потоков. Следствием этой свободы мышления и действий стало бурное развитие логистических систем и цепей поставок, в которые вовлекаются самостоятельные, юридически и экономически независимые звенья, объединяемые общей заинтересованностью в создании добавочной стоимости товаров. По мере развития этих процессов формируются возможности воздействия менеджеров и руководителей на факторы не только внутренней, но и внешней среды бизнеса.

При проведении расчетов по классической формуле Вильсона (см. Формула 8.1 на стр. 251) учитываются следующие факторы:

- затраты на выполнение одного заказа (A), часто включающие в себя транспортные затраты,
- общий объем потребности в запасе за плановый период (S),
- затраты на содержание запаса (I),
- закупочная цена (C).

Два из них (затраты на выполнение одного заказа (A) и затраты на содержание запаса (I)) являются внутренними, два (общий объем потребности в запасе за плановый период (S) и закупочная цена (C)) – внешними факторами. Влияние внутренних факторов бизнеса повышается до 50%, т.е. более чем в два раза.

Можно с уверенностью сказать, что если специалисты не знакомы с формулой Вильсона, при принятии решений о размере заказа игнорируются или учитываются не в полной мере наиболее важные факторы внутренней среды (например, постоянные офисные затраты на пополнение запаса и, зачастую, полный состав затрат на содержание запаса). Результат расчета по формуле Вильсона и ее модификациям позволяет увидеть оптимальный размер заказа, прежде всего исходя из внутренних интересов организации. Такой расчет позволяет ответить на вопрос, что мы хотели бы иметь для достижения собственного экономического интереса. (Именно поэтому формулу Вильсона называют моделью *экономического* размера заказа.) Опираясь на полученный результат, мы можем начать формировать внешнюю среду так, чтобы она по возможности не мешала достижению экономического результата деятельности организации, ведущей закупки и содержащей запас.

8.6. Направления использования формул расчета оптимального размера заказа

Если рассчитанный оптимальный размер заказа существенно отличается от используемых партий заказов, такой результат не должен восприниматься как свидетельство непрактичности формулы Вильсона. Скорее, на-

оборот, по такому результату формулу Вильсона следует назвать чрезвычайно практически значимой, так как она и только она помогает нам увидеть привычную ситуацию по-новому, заметить, насколько сложившаяся практика противоречит экономической эффективности работы компании, продумать пути и методы реорганизации логистической системы, наметить стратегически значимые изменения, которые должна претерпеть внешняя среда.

Рассмотрим пример. Московская организации, ведущая производство и продажи лекарственных препаратов после расчета оптимальных размеров заказа обратила внимание на то, что партия закупки одного из видов сырья были более чем в 10 раз завышены по сравнению с определенными расчетно. Поставки этого сырья велись один раз в день. Таким образом, казалось бы, все возможное было уже сделано: завышение транспортных расходов поставщика должно было привести к повышению закупочной цены и пр. Результат расчета по формуле Вильсона явно был практически нереализуем. Но руководитель предприятия посмотрел на полученную информацию иначе. Он связался с поставщиком и предложил ему разместить запас сырья на своем складе. Это предложение было очень выгодно поставщику, так как основная доля его поставок приходилось именно на рассматриваемое предприятие. Поставщик в результате принятия такого предложения сэкономил не только свои накладные и транспортные расходы, но и расходы на аренду складской площади. В результате принятия к сведению расхождения оптимального и принятого размера заказа выиграли и поставщик и потребитель, получивший возможность получать поставки сырья раз в час не только без завышения цены закупки, но и по более низким ценам. Этот пример показывает, как расчет по формуле Вильсона помогает развивать логистическую систему закупок.

Расчет оптимального размера заказа по формуле Вильсона и ее модификациям помогает выявить неэффективную организацию работы с отдельными номенклатурными или ассортиментными группами товаров или с отдельными поставщиками. Действительно, если расчет оптимального размера заказа показывает, что он в среднем ниже принятых партий закупок, напри-

мер, в 3-4 раза, а по одной из номенклатурных позиций это соотношение равно 8, то логичен вопрос, почему для этой позиции запаса действие внешних факторов более выражено, чем для других позиций (влияние внутренних факторов бизнеса на все позиции, как правило, одинаково). Попытки найти ответ на поставленный вопрос помогут выявить узкие или слабые места во взаимоотношениях с поставщиком или поставщиками этой позиции и найти способы совершенствования работы логистической цепи.

Если расчет оптимального размера заказа ведется по номенклатуре одного поставщика или по группе поставщиков, ведущих поставки по схожим позициям, то выявление расхождения между расчетным и принятым размером заказов позволяет выявить более и менее выгодных поставщиков, найти пути развития отношений с ними.

Таким образом, расхождение расчетно определенного оптимального размера заказа и принятой партии поставки позволяет наметить практически значимые пути совершенствования логистической системы организации. Формула Вильсона и ее модификации играют в этом ключевые роли.

Кроме описанного стратегического вопроса развития логистической сети, формула Вильсона лежит в основе решения основных методических задач управления запасами. Эта тема рассмотрена в п. 9.

Используем классический вид формулы Вильсона для рассмотрения прочих возможностей ее применения в экономической практике.

Пример 8.9. г) Использование формулы Вильсона в экономической практике.

Пусть годовой спрос на продукцию - 1000 единиц ($S=1000$ единиц), затраты на доставку одной партии продукции составляют 20 руб. ($A=20$ руб.), а цена продукции – 2 руб. ($C=2$ руб.). Затраты на содержание запаса составляют 20% цены единицы продукции ($i = 0,2$).

Используя формулу Вильсона можно определить, что оптимальный размер заказа равен

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AS}{iC}} = \sqrt{\frac{2 * 20 * 1000}{0,4 * 2}} = 223,6 \approx 224 \text{ единиц.}$$

Предположим, что минимальная партия отпуска поставщика составляет 300 единиц. Предположим также, что поставщик заинтересован в сотрудничестве и готов рассматривать различные варианты условий сделки.

Если партию в 300 единиц считать исходно заданной, то покупатель может рассчитывать на снижение закупочной цены единицы продукции, так как, завышая объем закупок на условиях поставщика, ухудшает собственные экономические результаты от сделки. Аргументация покупателя при ведении переговоров с поставщиком в этой ситуации может быть основана на следующем расчете, в котором используется преобразование формулы Вильсона:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AS}{iC}} \Rightarrow$$

$$Q^2 i C = 2AS \Rightarrow$$

Формула 8.18

$$C = \frac{2AS}{Q^2 i},$$

Формула 8.19

где C – закупочная цена единицы запаса, руб.;

A – затраты на выполнение одного заказа, руб.;

S – объем потребности в запасе, единиц;

Q – размер заказа, единиц;

i – доля цены продукции, приходящаяся на затраты по содержанию запаса;

$$C = \frac{2 * 20 * 1000}{300^2 * 0,4} = 1,1 \text{ руб.}$$

Таким образом, при закупке партии в 300 единиц против первоначально заявленной в 224 единицы, для получения желаемого экономического результата от сделки покупатель должен рассчитывать на снижение цены закупки с 2 условных единиц до 1, 1 условной единицы. Использование формулы Вильсона для определения новой закупочной цены позволяет вести переговоры с поставщиком в условиях прозрачности. Можно сказать, что популярность формулы Вильсона позволяет ей стать инструментом интеграции интересов поставщика и покупателя при заключении рассматриваемой сделки.

Аналогично, преобразуя формулу Вильсона, можно получить рекомендуемые уровни затрат на доставку заказа (A), затрат на содержание запаса (i или I), объемы спроса, которые целесообразно удовлетворить (S). Основываясь на Формула 8.18 можно записать следующие выражения:

$$Q^2 i C = 2AS \Rightarrow$$

$$i = \frac{2AS}{Q^2 C},$$

Формула 8.20

$$A = \frac{Q^2 i C}{2S},$$

Формула 8.21

$$S = \frac{Q^2 i C}{2A},$$

Формула 8.22

где A – затраты на выполнение одного заказа, руб.;

C – закупочная цена единицы запаса, руб.;

i – доля цены продукции, приходящаяся на затраты по содержанию запаса;

Q – оптимальный или принятый в работе размер заказа, единиц;

S – объем потребности в запасах, единиц.

Формула 8.19 - Формула 8.22 позволяют, ориентируясь на фиксацию одних переменных, определить желательный уровень других переменных. Тем самым появляется возможность планомерно и оптимально влиять на работу, связанную с запасом на всех ее этапах:

1. при организации закупок для восполнения запаса через планирование величин

- размера заказа (Q),
- уровня закупочных цен (C),
- уровня затрат на выполнение и доставку заказа (A);

2. при обеспечении хранения и содержания запаса через планирование величин

- размера заказа (Q),
- уровня затрат на содержание и содержание запаса (i);

3. при организации поставок, размера заказа (Q), обслуживающих спрос, через планирование объема обслуживаемой потребности (S).

Подводя итог методическим возможностям использования формулы Вильсона, следует отметить следующее.

1. Несмотря на то, казалось бы, неприемлемость результатов расчета оптимального размера заказа по формуле Вильсона, необходимо правильно интерпретировать полученные величины.

2. Величина оптимального размера заказа, рассчитанная по формуле Вильсона, прежде всего, ориентирована на учет факторов внутренней среды, которыми, как правило, пренебрегают при ориентации на внешнюю среду менеджмента.

3. Оптимальный размер заказа позволяет учесть экономический интерес предприятия, содержащий запас, в организации взаимоотношений с поставщиками, перевозчиками, складскими службами и сотрудниками отдела закупок.

4. Для корректировки расчетной величины оптимального размера заказа следует использовать как формализованные, так и неформализуемые факторы среды бизнеса.

5. Оптимальный размер заказа является важным параметром планирования и организации работы с запасами при использовании как модели управления запасами с фиксированным размером заказа, так и модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами.

6. Оптимальный размер заказа лежит в основе определения уровня Максимального желательного запаса и оптимального интервала времени между заказами и является инструментом интеграции сфер управления запасами, управления складированием и грузопереработкой и управления закупками.

7. Формулу Вильсона можно использовать для оптимального планирования дополнительной информации, связанной с работой с запасами, например, уровня закупочных цен, затрат на выполнение, доставку заказа и хранение запаса, рекомендуемого объема обслуживаемой потребности.

Наконец, введение той или иной формулы расчета, очевидно, не дает ответа на вопрос: «Каким должен быть размер заказа?». Ответ лежит в спектре логистического менеджмента различных уровней управления организацией. Тем не менее, формула расчета оптимального размера заказа - хорошее начало для организаций, которые только начинают работать над своими запасами. Расчет оптимального размера заказа – первый и необходимый шаг на пути совершенствования работы с запасами, и им не стоит пренебрегать.

Основные формулы раздела по разделам 8.4 – 8.6

Таблица 8.11

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
1	Средний размер запаса в пути, единиц	$\bar{Z}_t = \frac{t_t}{t_{мз}} * Q,$	t_t - время нахождения запаса на транспортных средствах, дни; $t_{мз}$ - интервал времени между заказами

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
			ми, дни; Q – размер заказа, единиц.
2	Средние затраты, связанные с запасом в пути, руб.	$\bar{C}_t = C_t * \frac{t_t}{t_{мз}} * Q$	C_t - удельные затраты, связанные с запасом на транспортных средствах (руб.); t_t - время нахождения запаса на транспортных средствах, дни; $t_{мз}$ - интервал времени между заказами, дни; Q – размер заказа, единиц.
3	Общие затраты, связанные с запасом, включая запас в пути	$T = \frac{Q}{2} * I + \frac{S}{Q} * A +$ $C * S + C_t * \frac{t_t}{t_{мз}} * Q$	Q – размер заказа, единиц; I – затраты на содержание единицы запаса, руб.; S – объем потребности в запасе, единиц; A – затраты на выполнение одного заказа, руб.; C – закупочная цена единицы запаса, руб.; $t_{мз}$ - интервал времени между заказами, дни; t_m - время нахождения запаса на транспортных средствах, дни; C_t - удельные затраты, связанные с запасом на транспортных средствах, руб./единица запаса.
4	Оптимальный размер заказа с учетом запаса в пути	$Q^* = \sqrt{\frac{2AS}{I} * \frac{t_{мз}}{t_{мз} + 2t_t} * \frac{C_t}{I}}$	A – затраты на выполнение одного заказа, руб.; S – объем потребности в запасе, единиц; I – затраты на содержание единицы запаса, руб.; $t_{мз}$ - интервал времени между заказами, дни; C_t - удельные затраты, связанные с запасом на транспортных средствах, руб./единица запаса; t_t - время нахождения запаса на транспортных средствах, дни.
5	Транспортные затраты, руб.	$C_{ек} = S * \frac{E}{F}$	S – объем потребности в запасе, единиц; F – грузоподъемность одного транспортного средства, единиц; E - транспортные затраты на одно транспортное средство при доставке одного заказа, руб.
6	Общие затраты, связанные с за-	$T = \frac{Q}{2} * I + \frac{S}{Q} * A +$	Q – размер заказа, единиц; I – затраты на содержание единицы за-

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
	пасом, с учетом транспортных затрат	$C * S + \frac{S}{F} * E$	паса, руб.; S – объем потребности в запасе, единиц; A – затраты на выполнение одного заказа, руб.; C – закупочная цена единицы запаса, руб.; E - транспортные затраты на одно транспортное средство (т.с.) при доставке одного заказа, руб./ 1 т.с. / 1 заказ; F – грузоподъемность одного транспортного средства, единиц.
7	Закупочная цена единицы запаса, руб.	$C = \frac{2AS}{Q^2i}$	A – затраты на выполнение одного заказа, руб.; S – объем потребности в запасе, единиц; Q – размер заказа, единиц; i – доля цены продукции, приходящаяся на затраты по содержанию запаса.
8	Доля цены продукции, приходящаяся на затраты по содержанию запаса	$i = \frac{2AS}{Q^2C}$	A – затраты на выполнение одного заказа, руб.; S – объем потребности в запасе, единиц; Q – размер заказа, единиц; C – закупочная цена единицы запаса, руб.
9	Затраты на выполнение одного заказа, руб.	$A = \frac{Q^2iC}{2S}$	Q – размер заказа, единиц; i – доля цены продукции, приходящаяся на затраты по содержанию запаса; C – закупочная цена единицы запаса, руб.; S – объем потребности в запасе, единиц.
10	Объем потребности в запасе, единиц	$S = \frac{Q^2iC}{2A}$	Q – оптимальный или принятый в работе размер заказа, единиц; i – доля цены продукции, приходящаяся на затраты по содержанию запаса; C – закупочная цена единицы запаса, руб.; A – затраты на выполнение одного заказа, руб.

Список вопросов для самопроверки по разделам 8.4 – 8.6

- 1) Перечислите основные величины, используемые в качестве исходных данных при расчете оптимального размера заказа.
- 2) Какие группы исходной информации требуются для расчета оптимального размера заказа?
- 3) Назовите основные причины наличия ошибок при прогнозировании потребности в запасе.
- 4) Каким образом количественные и качественные методы прогнозирования потребности, а так же их комбинация может повлиять на точность прогнозирования потребности в запасе?
- 5) Какие факторы – объективные или субъективные – влияют на точность прогнозирования потребности в запасе?
- 6) Могут ли потребность в запасе и отгрузки запаса отличаться по величине друг от друга в один и тот же период? Если да, то по каким причинам?
- 7) Каким образом можно определить долю цены продукции, приходящуюся на затраты по содержанию запаса на складе?
- 8) Кто может выступать в роли эксперта при определении величины с затратами на содержание запаса?
- 9) Как Вы считаете, отличается ли точность прогнозирования поступлений запаса на склад от точности прогнозирования потребности в запасе? Если да, то по каким причинам?
- 10) Назовите варианты расчета затрат на выполнение одного заказа?
- 11) Каковы основные причины затруднений при сборе исходной информации для расчета оптимального размера заказа? Как их можно преодолеть?
- 12) Каким образом можно достичь экономии на транспортных расходах?
- 13) Изменение каких видов затрат связаны с изменением транспортных затрат, связанных с запасами?

- 14) Каким образом следует учитывать запас в пути при расчете оптимального размера заказа?
- 15) Как рассчитываются средние затраты, связанные с наличием запаса в пути?
- 16) Для каких условий пополнения запаса необходим учет наличия запаса в пути?
- 17) Каким образом при определении оптимального размера заказа можно учесть транспортные затраты?
- 18) Чему равны общие затраты, связанные с запасами и учитывающие транспортные затраты?
- 19) Какие факторы внутренней и внешней среды управления запасами не могут быть учтены в формуле расчета оптимального размера заказа?
- 20) На какую среду менеджмента – внутреннюю или внешнюю – делается акцент при расчете оптимального размера заказа по формуле Вильсона?
- 21) Имеется ли принципиальная возможность воздействия на факторы внешней среды, влияющие на принятие решений по запасам?
- 22) Приведите пример использования результатов расчета оптимального размера заказа по формуле Вильсона для принятия решений стратегического характера.
- 23) Каким образом можно использовать формулу Вильсона для оценки условий работы с поставщиками?
- 24) Приведите пример воздействия результатов расчетов оптимальных размеров заказа по формуле Вильсона на изменение цепи поставки.
- 25) Каким образом формула Вильсона может быть полезна для балансировки значений экономических показателей работы с запасами?

Список дополнительной литературы по разделам 8.4 – 8.6

1. Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Дж. Логистика: Интегрированная цепь поставок. – М.: Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.
2. Джонсон Дж. и др. Современная логистика. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.
3. Зеваков А.М., Петров В.В. Логистика производственных и товарных запасов: Учебник. – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2002. – 320 с.
4. Кристофер М. Логистика и управление цепями поставок. – СПб.: - Питер, 2004. – 316 с.
5. Линдерс М.Р., Харольд Е.Ф. Управление снабжением и запасами. Логистика. – Пер. с англ. - СПб.: Полигон, 1999. - 768 с.
6. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. – М.: Питер, 2001. – 384 с.
7. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.
8. Чейз Р.Б. и др. Производственный и операционный менеджмент. – 8-е изд. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 704 с.
9. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

9. Модели управления запасами в звеньях цепей поставок

Содержание главы

Основные модели управления запасами

Изменение запаса во времени

Влияние на характеристики поставки при управлении запасами

Главные вопросы управления запасами

Объем заказа

Моменты выдачи заказа

Классические модели управления запасами

Модель с фиксированным размером заказа

Модель с фиксированным интервалом времени между заказами

Модель управления запасами с фиксированным размером заказа

Оптимальный размер заказа

Методика управления запасами на основе фиксации размера заказа

Исходные данные

Объем потребности в запасе

Оптимальный размер заказа

Время выполнения заказа

Время задержки поставки

Расчетные параметры

Максимальный желательный запас

Пороговый уровень запаса

Страховой запас

Расчет параметров модели

Движение запаса при наличии задержек поставок и колебании потребности в запасе

Модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами

Оптимальный интервал времени между заказами

Методика управление запасами на основе фиксации интервала времени между заказами

Расчет размера заказа

Определение уровня текущего запаса

Учет объема запаса в пути

Исходные данные

Объем потребности в запасе

Интервал времени между заказами

Время выполнения заказа

Время задержки поставки

Расчетные параметры

Максимальный желательный запас

Страховой запас

Расчет параметров модели

Движение запаса при наличии задержек поставок и колебании потребности в запасе

Сравнение основных моделей управления запасами

Составляющие моделей

Исходные данные

Расчетные параметры

Ключевые параметры

Поведение моделей в идеальной ситуации движения запаса

Возможные отклонения значений фактических показателей от запланированных

Причины появления дефицита запаса

Причины роста затрат на содержание запаса

Возможности сглаживания сбоев поставок и потребления в основных моделях

Недостатки и преимущества основных моделей

Модель управления запасами с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня

Условия применения модели

Соотношение затрат на содержание запаса и издержек дефицита

Элементы основных моделей управления запасами, используемых в модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня

Плановые и внеочередные заказы

Методика управления запасами на основе установленной периодичности пополнения запаса до постоянного уровня

Исходные данные

Объем потребности в запасе

Интервал времени между заказами

Время выполнения заказа

Время задержки поставки

Расчетные параметры

Максимальный желательный запас

Пороговый уровень запаса

Страховой запас

Расчет параметров модели

Движение запаса при наличии задержек поставок и колебании потребности в запасе

Модель «Минимум-максимум»

Условия применения модели

Соотношение затрат на содержание запаса и издержек дефицита

Элементы основных моделей управления запасами, используемых в модели «Минимум-максимум»

Плановые заказы

Методика управления запасами «Минимум-максимум»

Исходные данные

Объем потребности в запасе

Интервал времени между заказами

Время выполнения заказа

Время задержки поставки

Расчетные параметры

Максимальный запас

Минимальный запас

Страховой запас

Расчет параметров модели

Движение запаса при колебании потребности в запасе

9.1. Основные модели управления запасами

При описании движения запаса используют две оси переменных: объем запаса и время (см. Рисунок 9.1).

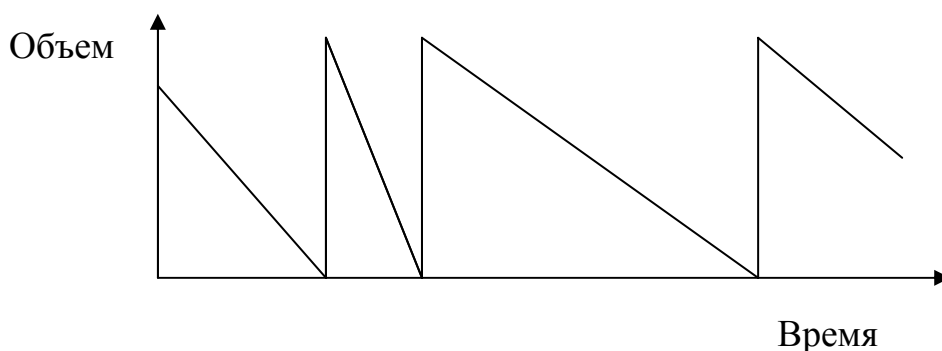


Рисунок 9.1. Движение запаса в звене цепи поставки во времени.

Изменение объема запаса во времени – основная проблема обеспечения потребности в запасе данного места хранения. Необходимо содержать запас в таком объеме, чтобы, не взирая на особенности реализации пополнения и потребления запаса, он всегда был достаточен для обслуживания потребления на заданном уровне. Ранее было отмечено, что запас формируется под воздействие входящего и выходящего материального потока (см. Рисунок 1.2 на стр. 23). Не имея возможности напрямую влиять на характеристики потребности в запасе, специалисты по управлению запасами используют возможности влияния на характеристики поставки для управления запасами. При этом главными вопросами являются

- 1) каков должен быть объем заказа,
- 2) в какой момент времени следует заказать товарно-материальные ценности для восполнения запаса.

Оба вопроса взаимосвязаны. Исходя их принятого размера пополнения запаса, необходимых для удовлетворения заданной или прогнозируемой (планируемой) потребности, можно определить моменты выдачи заказов.

Значение экономически целесообразного размера заказа – ключевой параметр оптимизации уровня запаса в организации. Именно от его величины зависит дальнейшее поведение запаса и управление им. Особенности расчета оптимального размера заказа были рассмотрены в п. 8.

Из Рисунок 9.1 очевидно, что для манипуляции запасом у специалистов по управлению запасами имеется только два инструмента: (1) размер заказа и (2) интервал времени между заказами. Исходя из этого, можно сказать, что имеется только две возможности построения модели управления запасами. Первая состоит в следующем: требуется зафиксировать размер заказа, тем самым однозначно ответив на первый вопрос об объеме восполнения запаса. Вторая возможность – зафиксировать интервал времени между заказами, тем самым однозначно ответив на второй вопрос о моменте времени, когда следует выдать заказ на восполнение запаса.

Таким образом, теоретически имеется две модели управления запасами:

- 1) модель управления запасами с фиксированным размером заказа (или двухбункерная система (two-bin system));
- 2) модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами.

Эти модели являются основными в управлении запасами. Все огромное разнообразие алгоритмов управления запасами основывается на методике фиксированного размера заказа или методике фиксированного интервала времени между заказами.

В настоящей главе будут рассмотрены основные модели управления запасами (см. п. 9.1.1 и п. 9.1.2), а так же примеры производных моделей (см. п. 9.2.1 и п. 9.2.2). Основным допущением классических моделей управления запасами с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами является постоянство (или усреднение) объема потребности в запасе в единицу времени. Как было показано в п. 5 и п. 6, объем потребности в запасе, как правило, меняется с течением времени. Для учета

вероятности изменения объема потребности используются варианты моделей с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами на основе математических моделей, изучаемых в рамках дисциплины «Экономико-математические методы и модели в логистике». Следует учитывать, что практика управления запасами ориентирована на оперативность принятия решений и гибкость используемых методов, что, зачастую, требует упрощения применяемого математического аппарата. Методика разработки алгоритмов управления запасами приведена в п. 10.

9.1.1. Модель управления запасами с фиксированным размером заказа

Рассмотрим модель управления запасами с фиксированным размером заказа в ее классическом виде.

Название модели говорит о ее ключевом параметре - размер заказа. Он строго зафиксирован и не меняется при изменении условий движения запаса. Так как размер заказа, восполняющего заказа, представляет собой исходную информацию для расчета других параметров модели, требуется зафиксировать оптимальный или близкий к оптимальному размеру заказа. Расчет и особенности определения оптимального размера заказа рассмотрены в п. 8.

Методика управления запасами на основе фиксации размера заказа заключается в том, что заказы на пополнение запаса делаются в момент снижения запаса до заранее определенного, порогового уровня запаса, в объеме, равном оптимальному размеру заказа (см. Рисунок 9.2). Все параметры модели рассчитываются таким образом, что при соблюдении исходных данных, модель гарантирует бездефицитность обслуживания запасом потребности в условиях определенности (то есть в условиях постоянного темпа потребления).

Исходными данными для расчета параметров модели с фиксированным размером заказа являются следующие показатели:

- 1) объем потребности в запасе, единиц;
- 2) оптимальный размер заказа, единиц;
- 3) время выполнения заказа, дни;
- 4) возможная задержка поставки, дни.

Расчетными параметрами модели с фиксированным размером заказа являются (см. Рисунок 9.2):

- 1) максимальный желательный запас, единиц;
- 2) пороговый уровень запаса, единиц;
- 3) страховой запас, единиц.

Стр. 51 рукописных листов.

Рисунок 9.2. Иллюстрация движение запаса при фиксированном размере заказа.

(1) **Максимальный желательный запас** в отличие от последующих двух основных параметров не имеет непосредственного воздействия на движение запаса в целом. Этот уровень запаса определяется для отслеживания целесообразной загрузки площадей склада с точки зрения критерия минимизации совокупных затрат.

(2) **Пороговый уровень запаса** (или точка перезаказа, reorder point) определяет уровень запаса, при достижении которого производится очередной заказ. Величина порогового уровня должна быть рассчитана таким образом,

что поступление заказа на склад происходит в момент снижения текущего запаса до уровня страхового запаса. При расчете порогового уровня задержка поставки не учитывается.

(3) Страховой (или гарантийный) запас позволяет удовлетворять потребность в запасе на время предполагаемой задержки поставки. При этом под возможной задержкой поставки подразумевается максимальная возможная задержка. Восполнение страхового запаса производится во время последующих поставок через использование порогового уровня запаса.

Расчет параметров модели управления запасами с фиксированным размером заказа приведен в Таблица 9.1.

Таблица 9.1

*Расчет параметров модели управления запасами
с фиксированным размером заказа*

№	Показатель	Порядок расчета
1	Объем потребности, единиц	-
2	Оптимальный размер заказа, единиц	-
3	Время выполнения заказа, дни	-
4	Возможная задержка поставки, дни	-
5	Ожидаемое дневное потребление, единиц/день	[1] : [количество рабочих дней]
6	Срок расходования заказа, дни	[2] : [5]
7	Ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц	[3] x [5]
8	Максимальное потребление за время выполнения заказа, единиц	([3] + [4]) x [5]
9	Страховой запас, единиц	[5] x [4]
10	Пороговый уровень запаса, единиц	[9] + [7]
11	Максимальный желательный запас, единиц	[9] + [2]
12	Срок расходования запаса до порогового уровня, дни	([11] - [10]) : [5]

Все параметры модели управление запасами с фиксированным размером заказа рассчитаны в Таблица 9.1 (см. так же Рисунок 9.2) таким образом, что при соблюдении заданных границ исходных данных за время выполнения заказа запас снижается с порогового до страхового уровня запаса. При получении поставки в срок фиксированный размер заказа восполняет запас

до желательного максимального уровня. При наличии сбоев поставок бездефицитность обслуживания потребления обеспечивает страховой запас.

Первые четыре позиции Таблица 9.1 содержат **исходные данные**. Все позиции, включая позиции 3 и 4, предполагаются неизменными. Например, если происходит задержка поставки, то время этой задержки строго равно значению, которое задается в позиции 4 таблицы.

Объем потребности в запасе – определяется по плановым или прогнозным оценкам, которые могут быть получены на основе сведений, содержащихся в п. 5.

Оптимальный размер заказа определяется по одной методик, описанных в п. 8.

Время выполнения заказа включает в себя длительность периода от момента принятия решения о восполнении запаса до момента оприходования поступившего заказа на склад. Структура этого периода времени рассмотрена в п. 2.2.

Время задержки поставки представляет собой оценку возможного отклонения от заданного времени выполнения заказа, проводимую, как правило, на основе анализа статистики выполнения заказов прошлых периодов.

Расчет параметров модели управления запасами с фиксированным размером заказа в Таблица 9.1 представлен в виде, удобном для проведения расчетов в Microsoft Excel: в записи формулы расчета указаны номера позиций соответствующих величин этой же таблицы. Например, для расчета ожидаемого дневного потребления запаса (позиция 5) требуется разделить значением позиции 1 (объем потребности) на количество рабочих дней периода, для которого проводится расчет модели. Рассмотрим расчет основных параметров модели более подробно.

Для расчета **максимального желательного запаса** (позиция 11 Таблица 9.1) можно использовать следующую формулу:

$$\text{МЖЗ} = Z_s + Q^*$$

где МЖЗ – максимальный желательный запаса, единиц;

Z_s – страховой запас, единиц;

Q^* - оптимальный размер заказа.

Размер страхового запаса может быть рассчитан различными способами. В Таблица 9.1, позиция 9 страховой запас рассчитан методом прямого счета:

$$Z_s = \Pi_d * t_{зп},$$

Формула 9.2

где Z_s – страховой запас, единиц;

Π_d – ожидаемое дневное потребление, единиц;

$t_{зп}$ – время задержки поставки, дни.

Страховой запас представляет собой разницу между максимальным потреблением за время выполнения заказа (позиция 8 Таблица 9.1) и ожидаемым потреблением за время выполнения заказа (позиция 7 Таблица 9.1) (см. так же Рисунок 9.2):

$$Z_s = \text{МП} - \text{ОП},$$

Формула 9.3

где Z_s – страховой запас, единиц;

МП – максимальное потребление за время выполнения заказа, единиц;

ОП – ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц.

В свою очередь, максимальное потребление за время выполнения заказа (позиция 8 Таблица 9.1) рассчитывается по формуле:

$$\text{МП} = \Pi_d * (t_{п} + t_{зп}),$$

Формула 9.4

где МП – максимальное потребление за время выполнения заказа, единиц;

P_d – ожидаемое дневное потребление, единиц;

t_n – время выполнения заказа, дни;

$t_{зп}$ – время задержки поставки, дни.

Ожидаемое дневное потребление P_d рассчитывается, исходя из ожидаемой потребности в запасе за весь период (см. позиция 5 Таблица 9.1):

$$P_d = P / N,$$

Формула 9.5

где P_d – ожидаемое дневное потребление, единиц;

P – объем потребности в запасе, единиц;

N – количество рабочих дней в плановом периоде.

Ожидаемое потребление за время выполнения заказа ОП (см. позицию 7 Таблица 9.1) рассчитывается как произведение ожидаемого дневного потребления на время выполнения заказа:

$$ОП = P_d * t_n,$$

Формула 9.6

где ОП – ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц;

P_d – ожидаемое дневное потребление, единиц;

t_n – время выполнения заказа, дни.

Страховой запас Z_s может быть так же рассчитан и по другим формулам, имеющим статистический, вероятностный или эмпирический характер (см. Формула 1.7 - Формула 1.10 на стр. 36 - 37).

Максимальный желательный запас в модели управления запасами с фиксированным размером заказа является экономически целесообразным, ориентированным на учет совокупности значимых факторов формулы Вильсона (см. п. 8.2). Максимальный желательный запас является важным фактором планирования использования складских площадей и определения объема

склада. В рассматриваемой модели формула Вильсона является инструментом интеграции сфер управления запасами и управления складированием и грузопереработкой.

Пороговый уровень запаса рассчитывается следующим образом (см. позицию 10 Таблица 9.1):

$$ПУ = ОП + Z_s,$$

Формула 9.7

где ПУ – пороговый уровень запаса, единиц;

Z_s – страховой запас, единиц;

ОП – ожидаемое потребление за время выполнения заказа.

Срок расходования запаса до порогового уровня (см. позицию 12 Таблица 9.1) представляет собой справочное значение.

Пример 9.1 Расчет параметров модели с фиксированным размером заказа.

Таблица 9.2

Пример расчета параметров модели управления запасами с фиксированным размером заказа

№	Показатель	Значение
1	Объем потребности, единиц	1440
2	Оптимальный размер заказа, единиц	36
3	Время выполнения заказа, дни	4
4	Возможная задержка поставки, дни	1
5	Ожидаемое дневное потребление, единиц/день	4
6	Срок расходования заказа, дни	9
7	Ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц	16
8	Максимальное потребление за время выполнения заказа, единиц	20
9	Страховой запас, единиц	4
10	Пороговый уровень запаса, еди-	20

№	Показатель	Значение
	ниц	
11	Максимальный желательный запас, единиц	40
12	Срок расходования запаса до порогового уровня, дни	5

Расчет уровней запаса при основных параметрах Таблица 9.2 при отсутствии задержек поставок на примере 30 дней приведен в Таблица 9.3. Первоначально, объем запаса соответствует максимальному желательному уровню – 40 единиц (см. позицию 11 Таблица 9.2). При предположении, что потребность в запасе постоянна и равна ожидаемому дневному уровню в 4 единицы (см. позицию 5 Таблица 9.2) на шестой день уровень запаса снизится до 20 единиц, что соответствует пороговому уровню запаса (см. позицию 10 Таблица 9.2). В соответствии с методикой управления запасами с фиксированным размером заказа в момент достижения порогового уровня требуется сделать заказа. В Таблица 9.3 факт выдачи заказа отмечен цифрой 0. С момента заказа и до момента оприходования на склад проходит 4 дня (см. позицию 3 Таблица 9.2). На десятый день запаса снижается до страхового уровня (см. позицию 9 Таблица 9.2) в 4 единицы. В этот же день фиксируется приход заказа, который пополняет запас до максимального желательного уровня. Движение запаса при отсутствии задержек поставок проиллюстрировано на Рисунок 9.3.

Таблица 9.3

Расчет уровней запаса без задержек поставок при основных параметрах Таблица 9.2

Дни	Запас	Расход	Приход
День 1	40	4	
День 2	36	4	
День 3	32	4	
День 4	28	4	
День 5	24	4	
День 6	20	4	0
День 7	16	4	
День 8	12	4	
День 9	8	4	

Дни	Запас	Расход	Приход
День 10	40	4	36
День 11	36	4	
День 12	32	4	
День 13	28	4	
День 14	24	4	
День 15	20	4	0
День 16	16	4	
День 17	12	4	
День 18	8	4	
День 19	40	4	36
День 20	36	4	
День 21	32	4	
День 22	28	4	
День 23	24	4	
День 24	20	4	0
День 25	16	4	
День 26	12	4	
День 27	8	4	
День 28	40	4	36
День 29	36	4	
День 30	32	4	

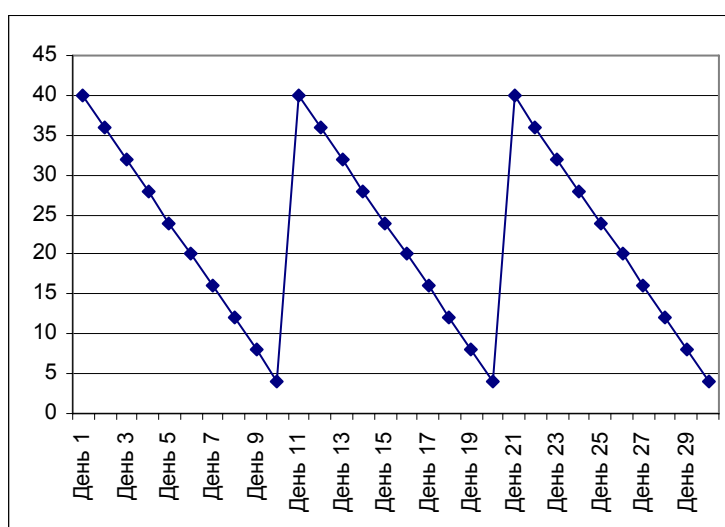


Рисунок 9.3. Иллюстрация движения запаса при отсутствии задержек поставки по параметрам

Таблица 9.2.

При наличии задержек поставок классическая модель управления запасами с фиксированным размером заказа реализована в

Таблица 9.4. Первая задержка поставки происходит на 19 день. За время задержки запас снижается до 0 единиц к 20 дню и пополняется до 36 единиц в результате учета пришедшей с задержкой поставки. Страховой за-

пас в этом случае полностью исчерпывается. После поставки запас не восполняется до максимально желательного уровня. Наличие второй задержки поставки на 28 день так же не приводит к наличию дефицита запаса. Страховой запас исчерпывается, пополнение происходит до уровня, ниже максимального желательного запаса. Восстановление максимального желательного уровня запаса происходит после поступления поставки без задержки (см. Рисунок 9.4).

Таблица 9.4

Расчет уровней запаса при наличии задержек поставок Пример 9.1

Дни	Запас	Расход	Приход
День 1	40	4	
День 2	36	4	
День 3	32	4	
День 4	28	4	
День 5	24	4	
День 6	20	4	0
День 7	16	4	
День 8	12	4	
День 9	8	4	
День 10	40	4	36
День 11	36	4	
День 12	32	4	
День 13	28	4	
День 14	24	4	
День 15	20	4	0
День 16	16	4	
День 17	12	4	
День 18	8	4	
День 19	4	4	0
День 20	36	4	36
День 21	32	4	
День 22	28	4	
День 23	24	4	
День 24	20	4	0
День 25	16	4	
День 26	12	4	
День 27	8	4	
День 28	4	4	0
День 29	36	4	36
День 30	32	4	
День 31	28	4	
День 32	24	4	

Дни	Запас	Расход	Приход
День 33	20	4	0
День 34	16	4	
День 35	12	4	
День 36	8	4	
День 37	40	4	36
День 38	36	4	
День 39	32	4	
День 40	28	4	

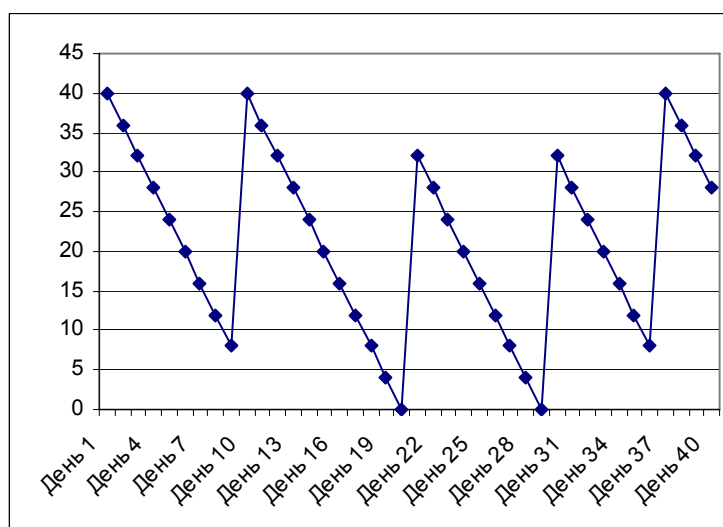


Рисунок 9.4. Иллюстрация движения запаса при наличии задержек поставки по параметрам Таблица 9.2.

Классическая модель управления запасами с фиксированным размером заказа работает автоматически, то есть без привлечения специалистов для принятия решений о восполнении запаса, с гарантией отсутствия дефицита запаса только в случае постоянного потребления запаса. Так, для данных Таблица 9.2 при колебании потребности в запасе, показанных в Таблица 9.5. Отклонение потребности в запасе от ожидаемого дневного потребления наблюдается с 11-го дня. Как следствие, даже при отсутствии задержки поставки на 17-ый день наступает дефицит запаса, который покрывается поставкой на 18-ый день. Дефицит запаса на 29-ый день вызван задержкой поставки, поступившей на 30-ый день. На Рисунок 9.5 показано движение запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставок.

Таблица 9.5

Расчет уровней запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставок Пример 9.1

Дни	Запас	Расход	Приход
День 1	40	4	
День 2	36	4	
День 3	32	4	
День 4	28	4	
День 5	24	4	
День 6	20	4	0
День 7	16	4	
День 8	12	4	
День 9	8	4	
День 10	40	4	36
День 11	36	9	
День 12	27	6	
День 13	21	7	
День 14	14	4	0
День 15	10	3	
День 16	7	9	
День 17	-2	9	
День 18	25	8	36
День 19	17	7	
День 20	10	3	
День 21	7	7	
День 22	0	9	0
День 23	27	4	36
День 24	23	5	
День 25	18	6	0
День 26	12	3	
День 27	9	8	
День 28	1	9	
День 29	-8	2	0
День 30	26	9	36
День 31	17	4	0
День 32	13	5	
День 33	8	3	
День 34	5	9	
День 35	32	8	36
День 36	24	4	
День 37	20	6	
День 38	14	10	0
День 39	4	7	
День 40	-3	6	

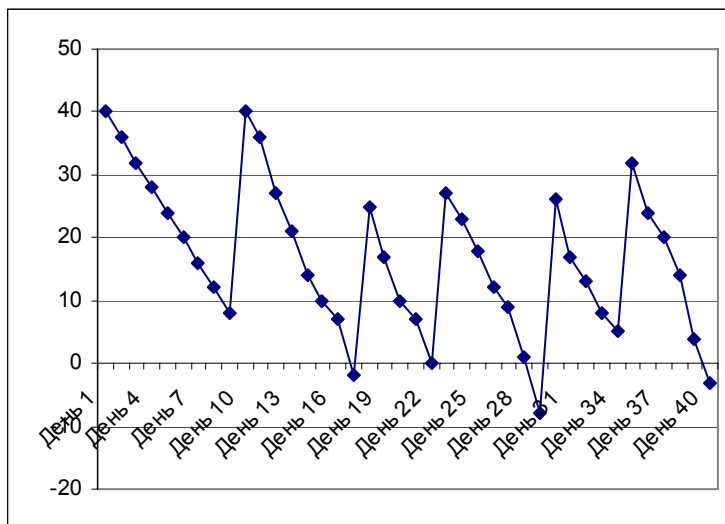


Рисунок 9.5. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставки по параметрам Таблица 9.2.

Таблица 9.5 и Рисунок 9.5 показывают, что в условиях колебания потребности, так же как и при колебании времени выполнения заказа и времени задержки поставки, для обеспечения отсутствия дефицита запаса требуется доработка классического алгоритма фиксированного размера заказа. Методика проектирования новых алгоритмов приведена в п. 10.

9.1.2. Модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами

Вторая и последняя модель управления запасами, относящаяся к основным (см. п. 9.1), – это модель с фиксированным интервалом времени между заказами (fixed-order-interval model).

В модели с фиксированным интервалом времени между заказами, как ясно из названия, заказы делаются в строго определенные моменты времени, которые отстоят друг от друга на равные интервалы, например, 1 раз в месяц, 1 раз в неделю, 1 раз в 14 дней и т.п.

Фиксированный интервал времени между заказами должен иметь оптимальный размер. Как было объяснено в п. 8.1, оптимизация уровня запаса

связывается с оптимизацией размера заказа на восполнение запаса. Таким образом, определять оптимальный интервал времени между заказами следует на основе оптимального размера заказа (см. п. 8.2 – п. 8.3). Оптимальный размер заказа позволяет минимизировать совокупные затраты на содержание и пополнение запаса, а также достичь наилучшего сочетания взаимодействующих факторов, таких как используемая площадь складских помещений, издержки на хранение запаса и стоимость заказа.

Расчет интервала времени между заказами можно производить следующим образом:

$$t_{\text{мз}} = \frac{N * Q^*}{S},$$

Формула 9.8

где $t_{\text{мз}}$ - интервал времени между заказами, дни;

N - количество рабочих дней в плановом периоде, дни;

Q^* - оптимальный размер заказа, единиц;

S - объем потребности в запасах, единиц.

Полученный с помощью Формула 9.8 интервал времени между заказами не является обязательным к применению. Он может быть скорректирован на основе экспертных оценок. Например, при полученном расчетном результате 4 дня возможно использовать интервал в 5 дней, чтобы производить заказы 1 раз в неделю.

Методика управления запасами на основе фиксации интервала времени между заказами заключается в том, что заказы на пополнение запаса делаются в заранее заданный момент времени через заданные интервалы времени между заказами в размере, который обеспечивает пополнение запаса до максимально желательного уровня (см. Рисунок 9.6). На рисунке видно, что размер заказа должен быть равен

$$Q_i = \text{МЖЗ} - Z_{T_i} + \text{ОП} - Z_{t_i},$$

Формула 9.9

где Q_i - размер i -го заказа, единиц;

МЖЗ – максимальный желательный запаса, единиц;

Z_{T_i} –уровень текущего запаса при выдаче i -го заказа, единиц;

Z_{t_i} – объем запаса в пути, не полученного к i -му моменту выдачи заказа, единиц;

ОП – ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц.

Размер заказа Q является постоянно пересчитываемой величиной. Как видно из Формула 9.9, размер заказа рассчитывается таким образом, что при условии точного соответствия фактического потребления ожидаемому, поставка пополняет запас на складе до максимального желательного уровня. Действительно, разница максимального желательного и текущего запаса определяет величину заказа, необходимую для восполнения запаса до максимального желательного уровня на момент расчета, а ожидаемое потребление за время выполнения заказа обеспечивает это восполнения в момент осуществления поставки.

Уровень текущего запаса Z_T определяется на момент выдачи заказа по учетной информации о состоянии запаса на складе. Он так же может быть рассчитан по Формула 1.2 - Формула 1.3 на стр. 33.

Объем запаса в пути Z_t относится к заказам, выполненным ранее, но не полученным к моменту выдачи заказа, для которого ведется расчет размер заказа. Расчет запаса в пути представлен в Формула 1.1 на стр. 29.

Все параметры модели рассчитываются таким образом, что при соблюдении исходных данных, модель гарантирует бездефицитность обслуживания запасом потребности в условиях определенности (то есть в условиях постоянного темпа потребления).

Стр. 52 рукописных листов.

Рисунок 9.6. Иллюстрация движения запаса при фиксированном интервале времени между заказами.

Исходными данными для расчета параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами являются следующие показатели:

- 1) объем потребности в запасе, единиц;
- 2) интервал времени между заказами, дни;
- 3) время выполнения заказа, дни;
- 4) возможная задержка поставки, дни.

Расчетными параметрами модели с фиксированным интервалом времени между заказами являются (см. Рисунок 9.6):

- 1) максимальный желательный запас, единиц;
- 2) страховой запас, единиц.

(1) Максимальный желательный запас определяется для отслеживания целесообразной загрузки площадей склада с точки зрения критерия минимизации совокупных затрат.

Максимальный желательный запас, как видно из Рисунок 9.6, может быть рассчитан следующим образом:

$$\text{МЖЗ} = \text{ОП}_t + Z_s,$$

Формула 9.10

где МЖЗ – максимальный желательный запас, единиц;

$ОП_t$ – ожидаемое потребление за интервал времени между заказами, единиц;

Z_s – объем страхового запаса, единиц.

С учетом Формула 9.10, размер заказа, кроме выражения Формула 9.9 на стр. 342, может быть рассчитано по формуле

$$Q_i = ОП_t + Z_s - Z_{Ti} - Z_t,$$

Формула 9.11

где Q_i - размер i -го заказа, единиц;

$ОП_t$ – ожидаемое потребление за интервал времени между заказами, единиц;

Z_s – объем страхового запаса, единиц;

Z_{Ti} –уровень текущего запаса при выдаче i -го заказа, единиц;

Z_t – объем запаса в пути, не полученного к i -му моменту выдачи заказа, единиц;

$ОП$ – ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц.

(3) Страховой (или гарантийный) запас позволяет удовлетворять потребность в запасе на время предполагаемой задержки поставки. При этом под возможной задержкой поставки подразумевается максимальная возможная задержка.

Расчет параметров модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами приведен в Таблица 9.6.

Таблица 9.6

Расчет параметров модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами

№	Показатель	Порядок расчета
1	Объем потребности, единиц	-
2	Интервал времени между заказами, дни	-
3	Время выполнения заказа, дни	-
4	Возможная задержка поставки, дни	-
5	Ожидаемое дневное потребление, единиц/день	[1] : [количество рабочих дней]
6	Ожидаемое потребление за время поставки, единиц	[3] x [5]
7	Максимальное потребление за время выполнения заказа, единиц	([3] + [4]) x [5]

№	Показатель	Порядок расчета
8	Страховой запас, единиц	[5]*[4]
9	Максимальный желательный запас, единиц	[8] + [2] x [5]

Все параметры модели управление запасами с фиксированным интервалом времени между заказами рассчитаны в Таблица 9.6 (см. так же Рисунок 9.6) таким образом, что при соблюдении заданных границ исходных данных за время выполнения заказа запас снижается с текущего до страхового уровня запаса. При получении поставки в срок рассчитанный по Формула 9.9 размер заказа восполняет запас до максимального желательного уровня. При наличии сбоя поставок бездефицитность обслуживания потребления обеспечивает страховой запас.

Первые четыре позиции Таблица 9.6 содержат **исходные данные**. Так же, как и в модели с фиксированным размером заказа, все позиции исходных данных, включая позиции 3 и 4, предполагаются неизменными. Например, если происходит задержка поставки, то время этой задержки строго равно значению, которое задается в позиции 4 таблицы.

Объем потребности в запасе – определяется по плановым или прогнозным оценкам, которые могут быть получены на основе сведений, содержащихся в п. 5.

Интервал времени между заказами определяется по Формула 9.8 на стр. 341.

Время выполнения заказа включает в себя длительность периода от момента принятия решения о восполнении запаса до момента оприходования поступившего заказа на склад. Структура этого периода времени рассмотрена в п. 2.2.

Время задержки поставки представляет собой оценку возможного отклонения от заданного времени выполнения заказа, проводимую, как правило, на основе анализа статистики выполнения заказов прошлых периодов.

Расчет основных параметров модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами в Таблица 9.6 представлен в

виде, удобном для проведения расчетов в Microsoft Excel: в записи формулы расчета указаны номера позиций соответствующих величин этой же таблицы. Например, для расчета ожидаемого дневного потребления запаса (позиция 5) требуется разделить значением позиции 1 (объем потребности) на количество рабочих дней периода, для которого проводится расчет модели. Рассмотрим расчет основных параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами более подробно.

Максимальный желательный запас (см. позицию 9 Таблица 9.6) рассчитывается как сумма страхового запаса (позиция 8) и произведения интервала времени между заказами (позиция 2) на ожидаемое дневное потребление (позиция 5 Таблица 9.6):

$$\text{МЖЗ} = Z_s + t_{\text{мз}} * \text{ОП},$$

Формула 9.12

где МЖЗ – максимальный желательный запаса, единиц;

Z_s – страховой запас, единиц;

$t_{\text{мз}}$ – интервал времени между заказами, дни;

ОП – ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц.

Размер страхового запаса Z_s может быть рассчитан различными способами. В Таблица 9.6, позиция 9, так же как и в Таблица 9.1, позиция 9, страховой запас рассчитан методом прямого счета для обеспечения потребности в запасах во время задержки поставки (см. Формула 9.2 на стр. 332). Также страховой запас может быть рассчитан как разница между максимальным потреблением за время выполнения заказа (позиция 7 Таблица 9.6) и ожидаемым потреблением за время выполнения заказа (позиция 6 Таблица 9.6) (см. так же Рисунок 9.6 и Формула 9.3 на стр. 332).

Пример 9.2 Расчет параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами.

Пример расчета основных параметров модели управления с запасами фиксированным интервалом времени между заказами по данным, использованным для расчета модели с фиксированным размером заказа (см. Таблица 9.2 на стр. 334) приведен в Таблица 9.7.

Таблица 9.7

Пример расчета параметров модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами

№	Показатель	Значение
1	Объем потребности, единиц	1440
2	Интервал между заказами, дни	10
3	Время выполнения заказа, дни	4
4	Возможная задержка поставки, дни	1
5	Ожидаемое дневное потребление, единиц/день	4
6	Ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц	16
7	Максимальное потребление за время выполнения заказа, единиц	20
8	Страховой запас, единиц	4
9	Максимальный желательный запас, единиц	44

При расчете интервала между заказами (см. позицию 2 Таблица 9.7) была использована Формула 9.8 на стр. 341:

$$t_{мз} = \frac{N * Q^*}{S} = \frac{30 * 12 * 36}{1440} = 9 \text{ дней,}$$

где $t_{мз}$ - интервал времени между заказами, дни;

N - количество рабочих дней в плановом периоде, дни;

Q^* - оптимальный размер заказа, единиц;

S - объем потребности в запасе, единиц.

Расчет движения запаса при основных параметрах Таблица 9.7 на примере 40 дней приведен в Таблица 9.8.

Расчет уровней запаса без задержек поставок при основных параметрах Таблица 9.7

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 1	40	4	0	16
День 2	36	4		
День 3	32	4		
День 4	28	4		
День 5	40	4	16	
День 6	36	4		
День 7	32	4		
День 8	28	4		
День 9	24	4		
День 10	20	4	0	36
День 11	16	4		
День 12	12	4		
День 13	8	4		
День 14	40	4	36	
День 15	36	4		
День 16	32	4		
День 17	28	4		
День 18	24	4		
День 19	20	4	0	36
День 20	16	4		
День 21	12	4		
День 22	8	4		
День 23	40	4	36	
День 24	36	4		
День 25	32	4		
День 26	28	4		
День 27	24	4		
День 28	20	4	0	36
День 29	16	4		
День 30	12	4		
День 31	8	4		
День 32	40	4	36	
День 33	36	4		
День 34	32	4		
День 35	28	4		
День 36	24	4		
День 37	20	4	0	36
День 38	16	4		

Предположим, что первый заказ делается в первый день. Тогда размер заказа определяется следующим образом (см. Формула 9.9 на стр. 342):

$$Q_1 = 40 - 40 + 16 = 16 \text{ единиц.}$$

Поставка выданного заказа придет на 5-ый день (через 4 дня, см. позицию 3 Таблица 9.7. Следующий заказ должен быть выполнен через 9 дней, то есть, на 10-ом дне в размере

$$Q_2 = 40 - 20 + 16 = 36.$$

Без задержек второй заказ придет на 14-ый день и т.д.

Иллюстрация движения запаса при отсутствии задержек поставок в модели с фиксированным интервалом времени между заказами показано на Рисунок 9.7.

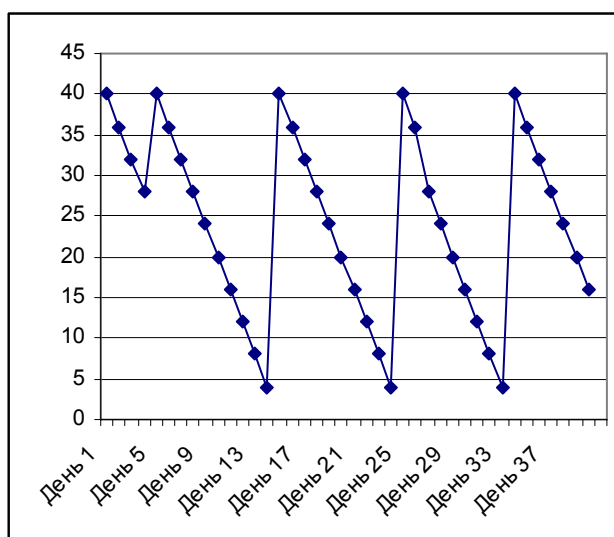


Рисунок 9.7. Иллюстрация движения запаса при отсутствии задержек поставки по параметрам Таблица 9.7.

При наличии задержек поставок классическая модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами реализована в Таблица 9.9. Первая задержка поставки происходит по второму заказу, сделанному на 10-ый день. Вместо 14-го дня, поставка приходит на 15 день. За время задержки поставки потребность в запасе поддерживается за счет страхового запаса, который к концу дня задержки полностью исчерпывается. По-

ступивший с опозданием второй заказ восполняет запас не до максимального желательного запаса (40 единиц), а на величину второго заказа (36 единиц). Третий заказ, сделанный на 19-ый день, так же имеет задержку. Поступление третьего заказа в 24-ый день, как и в предыдущем случае, восполняет запас до уровня в 36 единиц. Четвертый заказ сделанный на 28-ой день поступает без задержек и восполняет запас до максимального желательного уровня (см. Рисунок 9.8).

Таблица 9.9

Расчет уровней запаса с задержками поставок при основных параметрах Таблица 9.7

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 1	40	4	0	16
День 2	36	4		
День 3	32	4		
День 4	28	4		
День 5	40	4	16	
День 6	36	4		
День 7	32	4		
День 8	28	4		
День 9	24	4		
День 10	20	4	0	36
День 11	16	4		
День 12	12	4		
День 13	8	4		
День 14	4	4	0	
День 15	36	4	36	
День 16	32	4		
День 17	28	4		
День 18	24	4		
День 19	20	4	0	36
День 20	16	4		
День 21	12	4		
День 22	8	4		
День 23	4	4	0	
День 24	36	4	36	
День 25	32	4		
День 26	28	4		
День 27	24	4		
День 28	20	4	0	36
День 29	16	4		
День 30	12	4		
День 31	8	4		

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 32	40	4	36	
День 33	36	4		
День 34	32	4		
День 35	28	4		
День 36	24	4		
День 37	20	4	0	36
День 38	16	4		
День 39	12	4		
День 40	8	4		

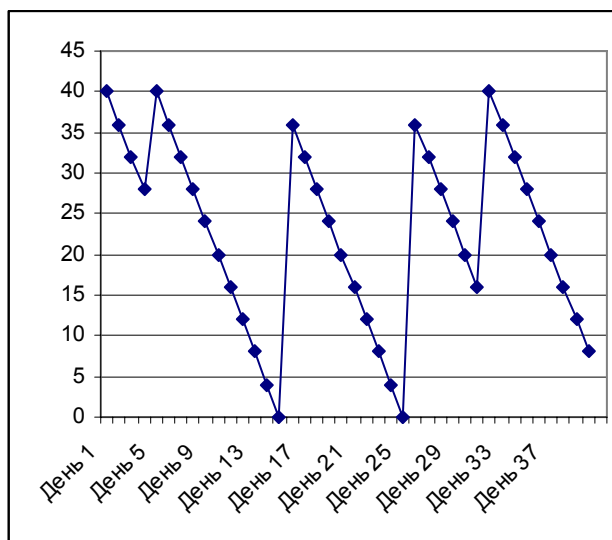


Рисунок 9.8. Иллюстрация движения запаса при наличии задержек поставки по параметрам Таблица 9.7.

Классическая модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами автоматически, то есть без привлечения специалистов для принятия решений о восполнении запаса, с гарантией отсутствия дефицита запаса только в случае постоянного потребления запаса. Так, для данных Таблица 9.7 при колебании потребности в запасах, показанных в Таблица 9.10. Отклонение потребности в запасах от ожидаемого дневного потребления соответствует данным, рассмотренным на примере модели с фиксированным размером заказа в Таблица 9.5 на стр. 339 (см. так же Рисунок 9.5 на стр. 340). Отклонение спроса начинается с 11-го дня. При отсутствии задержки поставки второго заказа, сделанного в 10-ый день, пополнение запаса позволило бы избежать дефицита, который наступает на 14-ый день в

связи с задержкой поставки. Дальнейшее увеличение дефицита с 19-ый по 23 день не может быть предотвращено, так как модель управления запасами с фиксированный интервалом времени между заказами позволяет контролировать состояние запаса и реагировать на него только в определенные моменты выдачи заказов, которые в данном примере относятся к 1, 10, 19, 28 и 37-му дням. Важно обратить внимание, что вследствие того, что при расчете размера заказа (см. Формула 9.9 на стр. 342) учитывается текущий уровень запаса, третий заказ позволяет исправить ситуацию. Размер третьего заказа равен

$$Q_3 = 40 - (-3) + 16 = 59 \text{ единиц.}$$

Учтенный дефицит, имеющийся на 19-ый день, позволяет увеличить размер заказа по сравнению с предыдущими заказами. Аналогично происходит и с четвертым заказом на 28-ой день:

$$Q_4 = 40 - (-5) + 16 = 61 \text{ единиц.}$$

Так или иначе, модель с фиксированным размером заказа не позволяет избежать дефицита запаса при колебании потребности. На Рисунок 9.9 показано движение запаса при колебании потребности в запасах и наличии задержек поставок. В целом, результат управления запасами по методике с фиксированным интервалом времени между заказами дает более плохой результат, чем по методике с фиксированным размером заказа, так как в последнем случае имеется постоянный контроль за уровнем запаса, что позволяет максимально быстро принять решение о пополнении запаса.

Таблица 9.10

Расчет уровней запаса при колебании потребности в запасах и наличии задержек поставок при основных параметрах Таблица 9.7

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 1	40	4	0	16

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 2	36	4		
День 3	32	4		
День 4	28	4		
День 5	40	4	16	
День 6	36	4		
День 7	32	4		
День 8	28	4		
День 9	24	4		
День 10	20	4	0	36
День 11	16	9		
День 12	7	6		
День 13	1	7		
День 14	-6	4	0	
День 15	26	3	36	
День 16	23	9		
День 17	14	9		
День 18	5	8		
День 19	-3	7	0	59
День 20	-10	3		
День 21	-13	7		
День 22	-20	9		
День 23	-29	4	0	
День 24	26	5	59	
День 25	21	6		
День 26	12	8		
День 27	4	9		
День 28	-5	2	0	61
День 29	-7	9		
День 30	-16	4		
День 31	-20	5		
День 32	36	3	61	
День 33	33	9		
День 34	24	8		
День 35	16	4		
День 36	12	6		
День 37	6	10	0	50
День 38	-4	7		
День 39	-11	6		
День 40	-17	4		

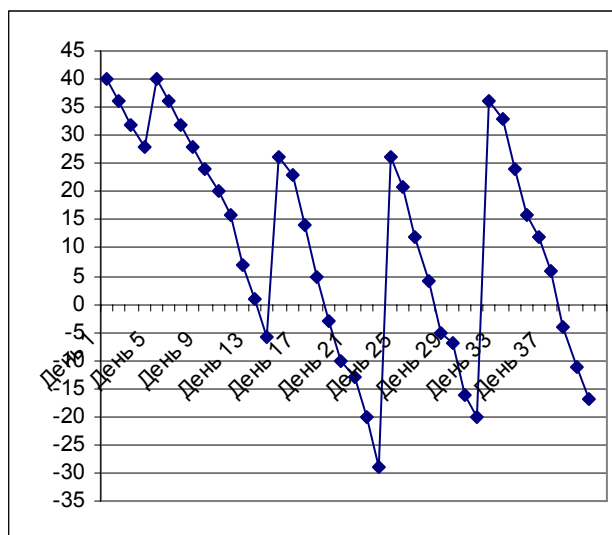


Рисунок 9.9. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставки по параметрам Таблица 9.7.

9.1.3. Сравнение основных моделей управления запасами.

Основные модели управления запасами с фиксированным размером заказа (см. п. 9.1.1) и с фиксированным интервалом времени между заказами (см. п. 9.1.2) содержат в себе необходимый набор исходных и расчетных параметров, с использованием которых может быть спроектирован оригинальный алгоритм управления запасами, ориентированный на специфические условия пополнения и потребления запаса.

Исходными данными для работы моделей управления запасами могут быть:

- объем потребности в запасе, единиц;
- оптимальный размер заказа, единиц;
- время выполнения заказа, дни;
- возможная задержка поставки, дни;
- интервал времени между заказами, дни.

Расчетными параметрами модели управления запасами могут быть:

- страховой запас, единиц;

- пороговый уровень запаса, единиц;
- максимальный желательный запас, единиц.

Ключевыми параметрами модели управления запасами могут являться

- размер заказа, единиц;
- текущий уровень запаса, единиц.

Каждая из основных моделей управления запасами имеет определенный порядок действий. Так, в модели с фиксированным размером заказа заказ производится в момент достижения порогового уровня запаса, величина которого определяется с учетом времени и возможной задержки поставки. В модели с фиксированным интервалом времени между заказами размер заказа определяется, исходя из наличных объемов запаса и ожидаемого потребления за время поставки.

Различное сочетание элементов основных моделей управления запасами, а также добавление принципиально новых идей в алгоритм работы модели приводит к возможности формирования огромного числа моделей управления запасами, отвечающих самым разнообразным требованиям.

Предположим идеальную, сугубо теоретическую ситуацию, в которой заказ исполняется мгновенно. Такая ситуация проиллюстрирована на Рисунок 8.4 на стр. 255. Заказ можно производить в момент, когда запас материальных ресурсов на складе равен нулю. При постоянной скорости потребления обе рассмотренные модели управления запасами (с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами) становятся одинаковыми, так как заказы будут производиться через равные интервалы времени, а размеры заказов всегда будут равны друг другу. Страховой запас каждой из двух основных моделей сведется к нулю.

В реальных условиях выполнение заказа требует определенного времени, кроме того, вполне вероятны ошибки исполнителей и различные виды сбоев.

Практически возможны следующие отклонения фактических показателей от запланированных:

- изменение интенсивности потребления в ту или другую сторону;
- задержка или ускорение поставки;
- поставка незапланированного объема заказа;
- ошибки учета фактического запаса, ведущие к неправильному размеру заказа.

Довольно часто имеет место многообразное сочетание возмущающих воздействий, отклоняющих движение запаса от запланированного порядка. К состоянию дефицита запас подталкивают, например,

- увеличение объема потребления запаса,
- задержка поставки,
- неполная поставка,
- занижение размера заказа.

К завышению затрат на содержание запаса и дефициту складских площадей ведут сбои, связанные, например, с

- сокращением объема потребления запаса,
- ускорением поставки,
- поставкой завышенного объема,
- завышением размера заказа.

В то же время, в основных моделях управления запасами предусмотрена возможность сглаживания сбоев поставки и потребления. Так, **модель с фиксированным размером заказа** учитывает задержку поставки. Страховой запас позволяет обеспечивать потребность во время предполагаемой задержки поставки. Если значение возможной задержки поставки будет представлять собой максимально возможную задержку, то механизм модели предохранит потребителя от дефицита в случае единичного сбоя поставки. Пороговый уровень обеспечивает поддержку системы в бездефицитном состоянии.

Модель с фиксированным интервалом времени между заказами

также учитывает задержку поставки через параметр страхового запаса. Если прогноз потребления до момента будущей поставки был точным, механизм модели предохранит потребителя от дефицита материальных ресурсов при наличии сбоев поставки.

Все же, в общем случае, следует отметить, что основные модели управления запасами применимы лишь к весьма ограниченному спектру условий функционирования и взаимодействия поставщиков и потребителей.

Сравнение моделей приводит к выводу о наличии у них взаимных недостатков и преимуществ. *Модель с фиксированным размером заказа* требует непрерывного учета текущего запаса на складе. Это приводит к повышению затрат по ее использованию. С другой стороны, максимальный желательный запас в этой модели, как правило, имеет меньший размер, чем в модели с фиксированным интервалом времени между заказами в связи с частой привязкой интервала времени между заказами к календарю. Например, в рассмотренном в п. 9.1.1 примере (см. Таблица 9.2 на стр. 334) максимальный размер заказа равен 40 единиц, так же, как и при расчете параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами в 9 дней (см. п. 9.1.2 и Таблица 9.7 на стр. 347). Интервал времени между заказами в 9 дней приводит к выдаче заказов в 1, 10, 19, 28 и т.д. день планового периода, что может быть не всегда удобным как поставщику, так и заказчику при организации закупок. Более удобно работать декадами, через 10 дней, например, делая заказы 1, 10, и 20 числа каждого месяца. Такое изменение интервала времени между заказами приведет к росту максимального желательного запаса до 44 единиц.

В целом, можно отметить, что *модель с фиксированным размером заказа*, по сравнению с моделью с фиксированным интервалом времени между заказами, чаще приводит к экономии на затратах по содержанию запаса на складе за счет сокращения площадей, занимаемых запасами. В то же время *модель с фиксированным интервалом времени между заказами* требует

лишь периодического контроля количества запаса. Это упрощает процедуру использования модели и сокращает операционные затраты.

Основные формулы раздела по разделу 9.1

Таблица 9.11

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
1	Максимальный желательный запас, единиц	$MЖЗ = Z_s + Q^*$	Z_s – страховой запас, единиц; Q^* – оптимальный размер заказа.
2	Страховой запас, единиц	$Z_s = П_d * t_{зп}$	$П_d$ – ожидаемое дневное потребление, единиц; $t_{зп}$ – время задержки поставки, дни.
3		$Z_s = МП - ОП$	$МП$ – максимальное потребление за время выполнения заказа, единиц; $ОП$ – ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц.
4	Максимальное потребление за время выполнения заказа, единиц	$МП = П_d * (t_n + t_{зп})$	$П_d$ – ожидаемое дневное потребление, единиц; t_n – время выполнения заказа, дни; $t_{зп}$ – время задержки поставки, дни.
5	Объем потребности в запасе, единиц	$П_d = S / N$	S – объем потребности в запасе, единиц; N – количество рабочих дней в плановом периоде.
6	Пороговый уровень запаса, единиц	$ПУ = Z_s + ОП$	Z_s – страховой запас, единиц; $ОП$ – ожидаемое потребление за время выполнения заказа.
7	Интервал времени между заказами, дни	$t_{вз} = \frac{N * Q^*}{S}$	N – количество рабочих дней в плановом периоде, дни; Q^* – оптимальный размер заказа, единиц; S – объем потребности в запасе, единиц.
8	Размер i -го заказа, единиц	$Q_i = MЖЗ - Z_{Ti} + ОП - Z_t$	$MЖЗ$ – максимальный желательный запас, единиц; Z_{Ti} – уровень текущего запаса при выдаче i -го заказа, единиц; Z_t – объем запаса в пути, единиц; $ОП$ – ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц.
9	Максимальный желательный запас, единиц	$MЖЗ = Z_s + t_{мз} * ОП$	Z_s – страховой запас, единиц; $t_{мз}$ – интервал времени между заказами, дни; $ОП$ – ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц.

Список вопросов для самопроверки по разделу 9.1

- 1) В осях каких координат рассматривается движение запаса?
- 2) В чем заключается основной принцип воздействия на запас?
- 3) Каковы главные вопросы, решаемые при управлении запасами?
- 4) Каким образом принятый размер заказа, пополняющего запас, связан с интервалом времени между заказами?
- 5) Объясните, почему основных моделей управления запасами две.
- 6) Почему модель с фиксированным размером заказа и модель с фиксированным интервалом времени между заказами называются основными системами управления запасами?
- 7) Назовите ключевой параметр модели управления запасами с фиксированным размером заказа.
- 8) В каких условиях наиболее эффективно применять идеи системы с фиксированным размером заказа?
- 9) Поясните методику управления запасами с фиксированным размером заказа.
- 10) Перечислите исходные данные модели управления запасами с фиксированным размером заказа. Поясните особенности их оценки.
- 11) Перечислите расчетные параметры модели управления запасами с фиксированным размером заказа. Поясните их расчет.
- 12) При решении каких задач логистики следует учитывать размер максимального желательного запаса?
- 13) Какова функция порогового уровня запаса?
- 14) Перечислите известные Вам принципы расчета страхового уровня запаса.
- 15) Каковы преимущества и недостатки системы с фиксированным размером заказа?

- 16) Назовите ключевой параметр модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами.
- 17) В каких условиях наиболее эффективно применять идеи системы с фиксированным интервалом времени между заказами?
- 18) Поясните методику управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами.
- 19) Перечислите исходные данные модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами. Поясните особенности их оценки.
- 20) Перечислите расчетные параметры модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами. Поясните их расчет.
- 21) Каковы преимущества и недостатки системы с фиксированным интервалом времени между заказами?
- 22) В каких условиях модели управления запасами с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами дают одинаковый результат?
- 23) Почему использования основных моделей управления запасами ограничено?
- 24) Какие элементы моделей управления запасами с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами могут быть использованы в самых разнообразных практических ситуациях?
- 25) Какие виды контроля остатков запаса требуются при работе с моделью управления запасами с фиксированным размером заказа и с моделью с фиксированным интервалом времени между заказами?

Список дополнительной литературы по разделу 9.1

1. Альбеков А.У. и Митько О.А. Коммерческая логистика. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 416 с.

2. Аникин Б.А., Тяпухин А.П. Коммерческая логистика: Учебник. – М.: Велби, 2005. – 432 с.
3. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Маркетинг, 2002. - 408 с.
4. Козловский В.А. и др. Логистический менеджмент. - СПб.: Лань, 2002. - 272 с.
5. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.
6. Логистика: Учебник / Под. ред. Б.А. Аникина Б. – М.: ИНФРА-М, 3-е изд., 2001.– 352 с.
7. Неруш Ю.М. Логистика: Учебник. - М.: ЮНИТИ - ДАНА, 2000. - 389 с.
8. Пилищенко А.Н. Логистика. Практикум. - М.: МИЭТ, 1998. - 172 с.
9. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 680 с.
10. Степанов В.И. Логистика: Учебник. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. – 488 с.
11. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.

9.2. Модели управления запасами в условиях изменяющейся потребности

Как было показано в предыдущем разделе, модели с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами могут быть эффективно применены лишь к довольно ограниченному спектру условий взаимодействия поставщиков и потребителей.

Требование повышения эффективности использования моделей управления запасами в логистической системе организации приводит к необходимости разработки оригинальных алгоритмов управления запасами. В теории управления запасами имеется достаточное количество специальных способов ведения такой работы.

Различное сочетание элементов основных моделей управления запасами, а также добавление принципиально новых идей в алгоритм работы модели приводит к возможности формирования огромного числа моделей управления запасами, отвечающих самым разнообразным требованиям.

В п. 9.2.1 и п. 9.2.2 приведены примеры популярных в бизнесе моделей, разработанных на основе элементов основных моделей управления запасами.

9.2.1. Модель управления запасами с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня.

Основные модели управления запасами (см. п. 9.1.1 и п. 9.1.2) могут с успехом использоваться в условиях довольно стабильного потребления запаса. Между тем, довольно часто потребность в запасе имеет колебание сезонного или общего характера. Обеспечение бесперебойного снабжения потребителя в таких условиях требует доработки основных моделей. Одним из результатов проектирования новых моделей, предназначенных для управления

запасами при наличии колебаний потребности, является модель с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня. Эта модель предполагает, что дефицит запаса недопустим. Следовательно, модель ориентирована на ситуацию, когда затраты на содержание запаса (см. п. 7.1.3) ниже издержек дефицита (см. п. 8.3.3), что приводит к необходимости накопления относительно большого объема запаса в целях предотвращения последствий их дефицита.

В модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня заказы производятся в установленные моменты времени (как в модели с фиксированным интервалом времени между заказами) и при снижении запаса до порогового уровня (как в модели с фиксированным размером заказа). Таким образом, рассматриваемая модель включает в себя элемент модели с фиксированным интервалом времени между заказами (установленная периодичность выдачи заказа на пополнения запаса) и элемент модели с фиксированным размером заказа (отслеживание порогового уровня запаса). Совместное использование этих элементов позволяет предохранить логистическую систему от дефицитного состояния без излишнего завышения объема запаса.

Отличительной особенностью модели с установленной периодичностью пополнения запаса до установленного уровня является то, что заказы делятся на две категории. Плановые заказы производятся через заданные интервалы времени. Возможны дополнительные или внеочередные заказы, если наличие запаса на складе снижается до порогового уровня.

Расчет параметров модели приведен в Таблица 9.12. По составу и расчету параметров модель с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня схожа как с моделью управления запасами с фиксированным размером заказа, так и с моделью управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами (см. Таблица 9.1 на стр. 330 и Таблица 9.6 на стр. 344).

Расчет параметров модели управления запасами с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня

№	Показатель	Порядок расчета
1	Объем потребности, единиц	-
2	Интервал времени между заказами, дни	-
3	Время выполнения заказа, дни	-
4	Возможная задержка поставки, дни	-
5	Ожидаемое дневное потребление, единиц/день	[1] : [количество рабочих дней]
6	Ожидаемое потребление за время поставки, единиц	[3] x [5]
7	Максимальное потребление за время выполнения заказа, единиц	([3] + [4])x[5]
8	Страховой запас, единиц	[5] x [4]
9	Пороговый уровень запаса, единиц	-
10	Максимальный желательный запас, единиц	[9] + [2] x [5]

Исходные данные для расчета параметров модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня совпадают с моделью управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами. Ими являются следующие показатели:

- 1) объем потребности в запасе, единиц;
- 2) интервал времени между заказами, дни;
- 3) время выполнения заказа, дни;
- 4) возможная задержка поставки, дни.

Расчетные параметры модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня совпадают с расчетными параметрами модели с фиксированным размером заказа. К ним относятся

- 1) максимальный желательный запас, единиц;
- 2) пороговый уровень запаса, единиц;
- 3) страховой запас, единиц.

На Рисунок 9.10 приведена иллюстрация движения запаса при использовании модели управления запаса с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня. Заранее определены моменты выдачи плановых заказов. Интервал времени между заказами (см. позицию 2

Таблица 9.12) устанавливается как исходная величина, которая может быть рассчитана по Формула 9.8 на стр. 341. Плановые заказы выдаются в объеме, который определяется либо по известной формуле из модели с фиксированным интервалом времени между заказами (см. Формула 9.9 на стр. 342), либо экспертно с учетом возможного изменения потребности в запасе в будущие периоды. Дополнительные заказы, рассчитанные по тем же принципам, делаются только при снижении запаса до порогового уровня.

Стр. 53 рукописных листов.

Рисунок 9.10. Иллюстрация движения запаса при установленной периодичности пополнения запаса до постоянного уровня.

Пример 9.3. Расчет параметров модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня.

Для исходных данных, использованных в модели управления запасами с фиксированным размером заказа (см. Таблица 9.2 на стр. 334) и в модели с фиксированным интервалом времени между заказами (см. Таблица 9.7 на стр. 347) проведем расчет параметров модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня (см. Таблица 9.13).

Таблица 9.13

Пример расчета параметров модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня

№	Показатель	Значение
1	Объем потребности, единиц	1440
2	Интервал между заказами, дни	10
3	Время выполнения заказа, дни	4
4	Возможная задержка поставки, дни	1
5	Ожидаемое дневное потребление, единиц/день	4
7	Ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц	16
8	Максимальное потребление за время выполнения заказа, единиц	20
9	Страховой запас, единиц	4
10	Пороговый уровень запаса, единиц	20
11	Максимальный желательный запас, единиц	44

По сравнению с исходной информацией модели с фиксированным интервалом времени между заказами (см. Таблица 9.7 на стр. 347) в Таблица 9.13 внесено одно изменение: рассчитанное по Формула 9.8 на стр. 341 (см. так же стр. 347) значение интервала времени между заказами в 9 дней заменено на значение 10 дней с тем, чтобы организовать выдачу заказов по десятым числам месяца. В остальном Таблица 9.13 при расчете значений параметров использует формулы, которые обсуждались при разборе основных моделей (см. п. 9.1.1 и п. 9.1.2).

Иллюстрацию движения запаса на примере изменения потребности, использованном при изучении модели с фиксированным размером заказа (см. Таблица 9.5 на стр. 339) и модели с фиксированным интервалом времени между заказами (см. Таблица 9.10 на стр. 352) приведена в Таблица 9.14.

Таблица 9.14

Расчет уровней запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставок при основных параметрах Таблица 9.13

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 1	44	4	0	16

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 2	40	4		
День 3	36	4		
День 4	32	4		
День 5	44	4	16	
День 6	40	4		
День 7	36	4		
День 8	32	4		
День 9	28	4		
День 10	24	4	0	36
День 11	20	9	0	40
День 12	11	6		
День 13	5	7		
День 14	34	4	36	
День 15	70	3	40	
День 16	67	9		
День 17	58	9		
День 18	49	8		
День 19	41	7		
День 20	34	3	0	26
День 21	31	7		
День 22	24	9		
День 23	15	4	0	45
День 24	37	5	26	
День 25	32	6		
День 26	26	3		
День 27	68	8	45	
День 28	60	9		
День 29	51	2		
День 30	49	9	0	11
День 31	40	4		
День 32	36	5		
День 33	31	3		
День 34	39	9	11	
День 35	30	8		
День 36	22	4		
День 37	18	6	0	42
День 38	12	10		
День 39	2	7		
День 40	-5	6	0	65
День 41	31	4	42	
День 42	27	4		
День 43	23	4		
День 44	84	4	65	
День 45	80	4		
День 46	76	4		
День 47	72	4		
День 48	68	4		
День 49	64	4		
День 50	60	4	0	0

Плановые заказы выполняются в 10, 20, 30, 40 и 50-ый дни. Расчет размера заказа выполнен по Формула 9.8 на стр. 341. Так, в 1-ый день размер заказа рассчитан следующим образом:

$$Q_1 = 44 - 44 + 16 = 16.$$

На 10-ый день размер заказа делается в объеме

$$Q_2 = 44 - 24 + 16 = 36 \text{ и т.д.}$$

Соответственно, плановые заказы приходят без задержки в 14, 24, 34, 44 и т.д. дни.

Внеочередные заказы делаются при снижении запаса до порогового уровня. Расчет порогового уровня запаса в данном случае выполнен по классической формуле (см. Формула 9.7 на стр. 334):

$$ПУ = 4 + 16 = 20.$$

Пороговый уровень может быть рассчитан и не по среднему дневному потреблению (см. позицию 5 Таблица 9.13), а по наиболее вероятному, максимальному или иным образом определенной потребности в запасе в день.

Внеочередные заказы в рассматриваемом примере должны быть сделаны в 11-ый день (уровень запаса равен 20), в 23-ем день (уровень запаса равен 15), в 37-ой день (уровень запаса равен 18). Предполагается, что все внеочередные заказы пришли в срок.

В результате, как видно на Рисунок 9.11, результат работы модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня значительно лучше, чем моделей с фиксированным размером заказа (см. Рисунок 9.5 на стр. 340) и с фиксированным интервалом времени между заказами (см. Рисунок 9.9 на стр. 354). Незначительный дефицит в 5 единиц

появляется только в 40-ой день и только в течение одного дня. Он покрывается внеочередной поставкой, организованной в 37-ой день.

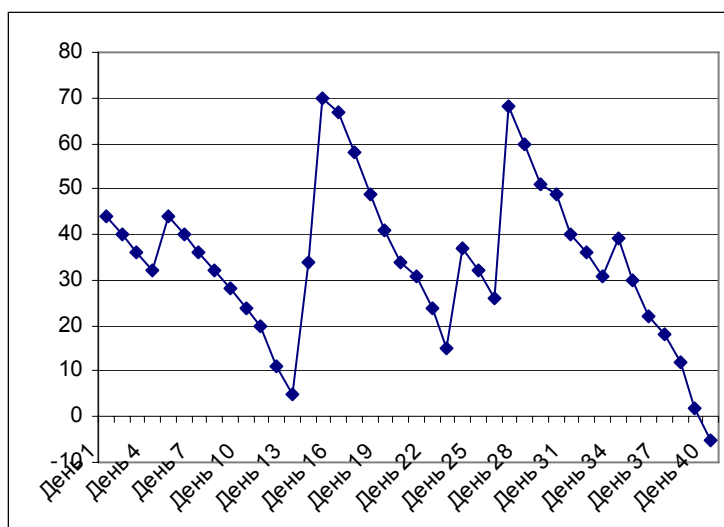


Рисунок 9.11. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставки по параметрам Таблица 9.13.

Таким образом, модель с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня достаточно хорошо выполняет свою задачу удовлетворения изменяющейся потребности в запасе с минимальным уровнем дефицита.

9.2.2. Модель управления запасами «Минимум-максимум».

Еще одним вариантом доработки основных моделей для использования в условиях колебаний потребности в запасе является модель управления запасами «Минимум-максимум». В отличие от модели с периодическим пополнением запаса до постоянного уровня (см. п. 9.2.2), эта модель разработана для условий, когда издержки содержания запаса превышают издержки дефицита. В такой ситуации наличие определенного уровня дефицита оправдано, а содержание большого объема запаса нежелательно. Поэтому в модели «Минимум-максимум» заказы производятся не в каждый заданный момент

времени, как в модели с фиксированным интервалом времени между заказами, а только в те из заданных моментов, когда запас оказался меньшим или равным установленному минимальному уровню запаса. В случае выдачи заказа, его размер определяется экспертно так, чтобы поставка пополнила запас до максимального желательного уровня. Таким образом, данная модель работает с двумя уровнями запаса - минимальным и максимальным, чему и обязана своим названием.

Как и предыдущая модель с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня, модель «Минимум-максимум» содержит в себе элементы основных моделей управления запасами. Как и в модели с фиксированным интервалом времени между заказами, здесь используется постоянный интервал времени между возможными заказами. Из модели с фиксированным размером заказа заимствована идея отслеживания некоторого порогового уровня, который здесь называется минимальным.

Исходные данные для расчета параметров модели «Минимум-максимум» совпадают с моделью управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами. Ими являются следующие показатели:

- 1) объем потребности в запасе, единиц;
- 2) интервал времени между заказами, дни;
- 3) время выполнения заказа, дни;
- 4) возможная задержка поставки, дни.

Расчетными параметрами модели «Минимум-максимум» являются

- 1) максимальный запас, единиц;
- 2) минимальный запас, единиц;
- 3) страховой запас, единиц.

Расчет максимального запаса может быть проведен по формулам расчета максимального желательного запаса (см. позицию 10 Таблица 9.12 на стр. 364). Роль минимального уровня запаса аналогична роли порогового уровня запаса в модели с фиксированным размером заказа (см. Таблица 9.1 на стр. 330). Отличие состоит в том, что в расчете минимального уровня за-

паса следует учитывать не только ожидаемое потребление за время выполнения заказа и уровень страхового запаса (как это делается при расчете порогового уровня запаса), но и возможное отклонение потребности от запланированной величины. Порядок расчета всех остальных параметров модели "Минимум-максимум" аналогичен расчету параметров модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня (см. Таблица 9.12 на стр. 364). Заказы выдаются в объеме, который определяется либо по известной формуле из модели с фиксированным интервалом времени между заказами (см. Формула 9.9 на стр. 342), либо экспертно с учетом возможного изменения потребности в запасе в будущие периоды.

На Рисунок 9.12 приведена иллюстрация движения запаса при использовании модели «Минимум-максимум». Заранее определены моменты выдачи плановых заказов. Интервал времени между заказами (см. позицию 2 Таблица 9.12) устанавливается как исходная величина, которая может быть рассчитана по Формула 9.8 на стр. 341. От плановых заказов, возможно, потребуется отказаться, если в заданный момент заказа уровень запаса будет выше порогового уровня.

Стр. 54 рукописных листов.

Рисунок 9.12. Иллюстрация движения запаса в модели «Минимум-максимум».

Пример 9.4. Расчет параметров модели «Минимум-максимум».

Для исходных данных, использованных в примерах использования основных моделей (см. Таблица 9.2 на стр. 334 и Таблица 9.7 на стр. 347), а так же модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня (см. Таблица 9.13 на стр. 365) рассчитаны показатели модели «Минимум-максимум» (см. Таблица 9.15).

Таблица 9.15

Пример расчета параметров модели «Минимум-максимум»

№	Показатель	Значение
1	Объем потребности, единиц	1440
2	Интервал между заказами, дни	10
3	Время выполнения заказа, дни	4
4	Возможная задержка поставки, дни	1
5	Ожидаемое дневное потребление, единиц/день	4
7	Ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц	16
8	Максимальное потребление за время выполнения заказа, единиц	30
9	Страховой запас, единиц	14
10	Минимальный уровень запаса, единиц	38
11	Максимальный запас, единиц	74

Максимальное потребление за время выполнения заказа (см. позицию 8 Таблица 9.15) рассчитано, исходя из предположения, что ожидаемое потребление за время выполнения заказа может быть увеличено на стандартное отклонения спроса по данным прошлого периода, равное 2 единицам. Тогда максимальное потребление за время выполнения заказа будет равно

$$\text{МП} = (4+2) * (4+1) = 30.$$

Страховой запас (см. позицию 9 Таблица 9.15) будет равен, учитывая наличие и задержки поставки (см. позицию 4 Таблица 9.15) и возможное отклонение спроса на стандартное отклонение в 2 единицы как разницу макси-

мального потребления за время выполнения заказа (см. позицию 8 Таблица 9.15) и ожидаемого потребления за время выполнения заказа (см. позицию 4 Таблица 9.15) (см. Формула 9.3 на стр. 332),

$$Z_s = 30 - 16 = 14.$$

Минимальный уровень запаса (см. позицию 10 Таблица 9.15) определен на основе формулы расчета порогового уровня запаса при учете возможного увеличения потребности на величину стандартного отклонения в 2 единицы (см. позицию 10 Таблица 9.1 на стр. 330)

$$ПУ = 14 + (4 + 2) * 4 = 38.$$

Максимальный запас (см. позицию 11 Таблица 9.15) определен на основе формулы расчета максимального желательного запаса при учете возможного увеличения потребности на величину стандартного отклонения в 2 единицы (см. позицию 10 Таблица 9.12 на стр. 364),

$$МЗ = 14 + (4 + 2) * 10 = 74.$$

Иллюстрацию движения запаса по методике «Минимум-максимум» приведена в Таблица 9.16.

Таблица 9.16

Расчет уровней запаса при колебании потребности в запасах и наличии задержек поставок при основных параметрах Таблица 9.12

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 1	74	4	0	
День 2	70	4		
День 3	66	4		
День 4	62	4		
День 5	58	4		
День 6	54	4		

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 7	50	4		
День 8	46	4		
День 9	42	4		
День 10	38	4	0	52
День 11	34	9		
День 12	25	6		
День 13	19	7		
День 14	64	4	52	
День 15	60	3		
День 16	57	9		
День 17	48	9		
День 18	39	8		
День 19	31	7		
День 20	24	3	0	66
День 21	21	7		
День 22	14	9		
День 23	5	4		
День 24	67	5	66	
День 25	62	6		
День 26	56	3		
День 27	53	8		
День 28	45	9		
День 29	36	2		
День 30	34	9	0	56
День 31	25	4		
День 32	21	5		
День 33	16	3		
День 34	69	9	56	
День 35	60	8		
День 36	52	4		
День 37	48	6		
День 38	42	10		
День 39	32	7		
День 40	25	6	0	65
День 41	19	4		
День 42	15	4		
День 43	11	4		
День 44	72	4	65	
День 45	68	4		
День 46	64	4		
День 47	60	4		
День 48	56	4		
День 49	52	4		
День 50	48	4	0	
День 51	44	4		
День 52	40	4		
День 53	36	4		
День 54	32	4		
День 55	28	4		

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 56	24	4		
День 57	20	4		
День 58	16	4		
День 59	12	4		
День 60	8	4	0	82

Первоначально запас находится на уровне максимального запаса. Предположим, что заказы выполняются на 10-ый день. В первый день заказ не выдается, так как запас находится выше заданного минимального уровня (см. позицию 8 Таблица 9.15). До 10-го дня текущего контроля уровня запаса не проводится. На 10-ый день уровень запаса равен минимальному, требуется выдать заказ, который в данном примере определяется по формуле определения размера заказа в модели с фиксированным размером заказа (см. Формула 9.9 на стр. 342):

$$Q_1 = 74 - 38 + 16 = 52.$$

Сделанный заказ выполняется через четыре дня и учитывается на 14-ый день. Вопрос о выдаче следующего заказа рассматривается на 20-ый день. Текущий уровень запаса равен 24 единиц, что ниже минимально допустимого уровня, следовательно, заказ должен быть сделан в объеме

$$Q_2 = 74 - 24 + 16 = 66 \text{ и т.д.}$$

Заказ не выдается на 50-ый день, так как запас находится на уровне, превышающем минимальный уровень.

Иллюстрация движения запаса по данным Таблица 9.16 представлена на Рисунок 9.13.

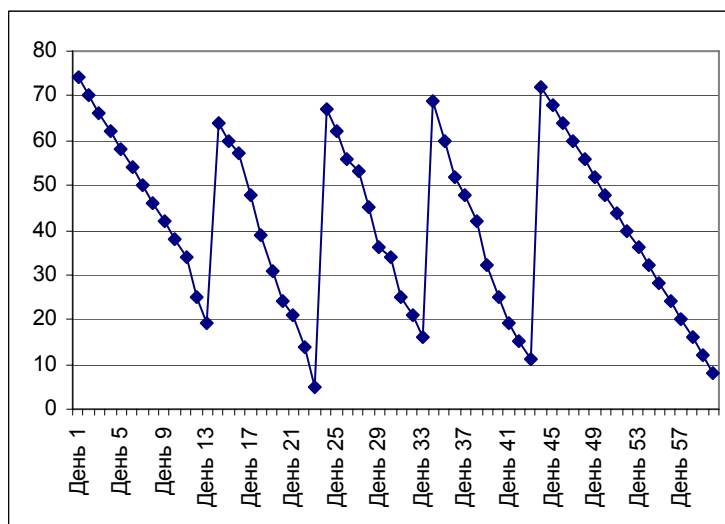


Рисунок 9.13. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасе по параметрам Таблица 9.16.

Как видно по Рисунок 9.13, обеспечение потребности запасом после корректировки расчетов основных параметров (максимального и минимального уровня запаса, а так же страхового запаса) модели «Минимум-максимум» дает результат, сравнимый с результатом использования модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня (см. Рисунок 9.10 на стр. 365). В течение длительного периода времени дефицит обслуживания удастся избежать, пользуясь определенными аналитическими расчетами и предположением, что задержки поставки отсутствовали. В отличие от результатов производных моделей, использование основных моделей управления запасами в условиях колебания потребности приводит к наличию устойчивого дефицита запаса в периоды, близкие к получению поставок (см. Рисунок 9.5 на стр. 340 и Рисунок 9.9 на стр. 354).

Список вопросов для самопроверки по разделу 9.2

1) Для каких условий движения запаса разработана модель с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня?

- 2) Каково должно быть соотношений затрат на содержание запаса и издержек дефицита для применения модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня?
- 3) Прокомментируйте методику работы с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня.
- 4) Элементы каких моделей использованы в модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня?
- 5) Какие элементы модели управления запасами с фиксированным размером заказа использованы в модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня?
- 6) Какие категории заказов используются в модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня?
- 7) Какие элементы модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами использованы в модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня?
- 8) Назовите исходные данные модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня и поясните особенности их определения.
- 9) Как можно рассчитать интервал времени между заказами в модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня?
- 10) Как определяется размер заказа в модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня?
- 11) Каким образом определяется размер дополнительных заказов в модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня?
- 12) Для каких условий движения запаса разработана модель «Минимум-максимум»?
- 13) Каково должно быть соотношений затрат на содержание запаса и издержек дефицита для применения модели «Минимум-максимум»?

- 14) Прокомментируйте методику работы «Минимум-максимум».
- 15) Элементы каких моделей использованы в модели «Минимум-максимум»?
- 16) Какие элементы модели управления запасами с фиксированным размером заказа использованы в модели «Минимум-максимум»?
- 17) Какие категории заказов используются в модели «Минимум-максимум»?
- 18) Какие элементы модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами использованы в модели «Минимум-максимум»?
- 19) Назовите исходные данные модели «Минимум-максимум» и поясните особенности их определения.
- 20) Как можно рассчитать интервал времени между заказами в модели «Минимум-максимум»?
- 21) Как определяется размер заказа в модели «Минимум-максимум»?

Список дополнительной литературы по разделу 9.2

1. Альбеков А.У. и Митько О.А. Коммерческая логистика. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 416 с.
2. Аникин Б.А., Тяпухин А.П. Коммерческая логистика: Учебник. – М.: Велби, 2005. – 432 с.
3. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Маркетинг, 2002. - 408 с.
4. Козловский В.А. и др. Логистический менеджмент. - СПб.: Лань, 2002. - 272 с.
5. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.
6. Логистика: Учебник / Под. ред. Б.А. Аникина Б. – М.: ИНФРА-М, 3-е изд., 2001.– 352 с.

7. Неруш Ю.М. Логистика: Учебник. - М.: ЮНИТИ - ДАНА, 2000. - 389 с.
8. Пилишенко А.Н. Логистика. Практикум. - М.: МИЭТ, 1998. - 172 с.
9. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 680 с.
10. Степанов В.И. Логистика: Учебник. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. – 488 с.
11. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.

10. Управление запасами в условиях неопределенности

Содержание главы

Модели управления запасами в условиях определенности

 Модель с фиксированным размером заказа

 Модель с фиксированным интервалом времени между заказами

Модификации моделей управления запасами в условиях определенности

 Модель с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня

 Модель «Минимум-максимум»

Случайные величины в движении запаса

Законы распределения вероятностей

Условия неопределенности в работе с запасами

Уровень обслуживания

Рекомендуемый уровень удовлетворения потребности в запасе

Допустимый уровень дефицита запаса

Уровень обслуживания в период выполнения заказа

Годовой уровень обслуживания

Варианты определения уровня обслуживания

 Факторы, влияющие на уровень обслуживания

 Метод экспертного принятия решений

 Статистический метод

 Уровень обслуживания с учетом количества позиций запаса

 Учет нескольких характеристик качества обслуживания

 Расчет уровня обслуживания на основе частотного ряда

 Расчет допустимого уровня дефицита

Расчет годового уровня обслуживания

Расчет объема дефицита запаса

Стандартный объем дефицита запаса

Метод учета затрат

Расчет уровня обслуживания по критической пропорции затрат

Расчет страхового запаса в условиях неопределенности

Связь страхового запаса и уровня удовлетворения обслуживания потребности в запасе

Число стандартных отклонений

Пример определения уровня обслуживания, объема дефицита запаса и числа стандартных отклонений для нормального закона распределения вероятностей

Расчет параметров модели с фиксированным размером заказа в условиях неопределенности

Расчет страхового запаса при неопределенности потребности и времени поставок

Расчет порогового уровня запаса при неопределенности потребности и времени поставок

Расчет параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами

Расчет страхового запаса при неопределенности потребности и времени поставок

Расчет размер заказа при неопределенности потребности и времени поставок

Однопериодная модель управления запасами

Скоропортящиеся товарно-материальные ценности

Издержки дефицита и затраты на содержание запаса

Вероятность отгрузки запаса в течение одного периода

Расчет рекомендуемого уровня обслуживания

Расчет страхового запаса для одного периода

В п. 9.1 были рассмотрены основы теории управления запасами на примере расчета параметров в так называемых условиях определенности. Предполагалось, что потребность в запасе, размер заказа, время выполнения заказа и задержки поставки – величины постоянные. Было выявлено, что имеется две основные модели управления запасами, позволяющие принимать решения, в результате которых запас поддерживается на уровне, обеспечивающем удовлетворение заданного объема потребности: модель с фиксированным размером заказа (см. п. 9.1.1) и модель с фиксированным интервалом времени между заказами (см. п. 9.1.2).

Модификация основных моделей позволяет использовать их в условиях нестабильного потребления. Примеры моделей управления запасами в условиях наличия колебания потребности приведены в п. 9.2: это модель с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня (см. п. 9.2.1) и модель «Минимум-максимум» (см. п. 9.2.2). Эти модели основаны на использовании элементарных математических действий при расчете основных параметров. Между тем, теория вероятностей позволяет значительно расширить аппарат расчета параметров классических моделей.

Теория вероятностей изучает распределения случайных величин. В управлении запасами вероятностные изменения возможны как со стороны входящего, так и со стороны выходящего материального потока (см. Рисунок 1.2 на стр. 23). Наиболее существенна вероятность изменения потребности в запасе, так как именно потребность представляет собой исходную информацию для принятия решений в процессе управления запасами.

Предположим, что потребность в запасе изменяется в соответствии с нормальным законом распределения вероятности. Тогда случайная величина X – это объем потребности в запасе. Математическое ожидание случайной величины – средняя потребность в запасе (см. Рисунок 10.1). Справа от математического ожидания случайной величины X располагаются значения X большие средней величины. Следовательно, правая область графика является областью риска дефицита запаса, который возникает при удовлетворении по-

требности, превышающей прогнозируемую среднюю величину спроса. При превышении среднего объема потребности в запасах формируются издержки дефицита (см. п. 8.3.3). Слева от математического ожидания случайной величины X находится область риска избытка запаса, который накапливается при объеме потребности, которая меньше спрогнозированной средней величины спроса. При снижении потребности ниже среднего объема потребности формируются издержки, связанные с наличием избыточного запаса.

Площадь под кривой функции распределения вероятностей равна 1. В управлении запасами эта характеристика является аналогом уровня удовлетворения потребности в запасе или уровня обслуживания. Допустимый уровень дефицита запаса отмечен на Рисунок 10.1 выделенной областью площади под кривой.

Стр. 55 рукописных листов.

Рисунок 10.1. Потребность в запасе как случайная величина.

Использование теории вероятностей позволяет говорить о работе моделей в так называемых условиях неопределенности. Неопределенность предполагает наличие не только изменений объема потребности в запасе и времени выполнения заказа на пополнение запаса, но и некоторого, отличного от 100% уровня удовлетворения потребности в запасе. Вопросы определения рекомендуемого уровня обслуживания заказов рассмотрены в п. 10.1.

Расчет параметров модели с фиксированным размером заказа в условиях неопределенности приведен в п. 10.2, модели с фиксированным интервалом времени между заказами – в п. 10.3.

10.1. Уровень обслуживания

Ни одна модель управления запасами не может гарантировать наличия запаса, достаточного для всех вариантов потребности. Как видно из Рисунок 10.1, такая возможность при нормальном законе распределения является сугубо теоретической, так как требует обслуживания бесконечного множества случайно возникаемых потребностей. Поэтому принято определять допустимый уровень обслуживания запасом заявляемой потребности, отличный от 100%. Другими словами, принято определять вероятность того, что необходимый для удовлетворения спроса запас окажется в наличии.

Уровень обслуживания (service level) – это вероятность того, что в период исполнения заказа на пополнение запаса объем потребности в запасе не превысит объем наличных запаса. После получения заказа запас, как следует из логики движения запаса, должен пополняться на величину, близкую к максимальному желательному запасу. Риски неудовлетворения спроса при этом отсутствуют.

Пример 10.1. Значение уровня обслуживания.

Уровень обслуживания 97% предполагает, что имеется 97% вероятности того, что наличный запас будет достаточен для бездефицитной работы в период исполнения заказа на пополнение запаса. Уровень обслуживания в 97% предполагает, что риск исчерпания запаса составляет 3% (см. Рисунок 10.1). Допустим, объем потребности в товаре составляет 1000 паллет в месяц. При уровне обслуживания в 97% 970 паллет можно получить из запаса, 30 паллет будет в дефиците.

Таким образом, при определении уровня обслуживания находится не только вероятность исчерпания запаса, но и рассчитывается, сколько изделий будет недоставать при удовлетворении потребности. При этом следует иметь в виду, что определение уровня обслуживания целесообразно при большом количестве потребителей, когда мы можем говорить о наличии вероятности распределения потребности как случайной величины.

Уровень обслуживания можно определить как часть немедленно удовлетворенного спроса. В этом случае принято говорить об уровне обслуживания за определенный период, например, год, или об уровне исполнения заказов (fill rate). Расчет такого уровня обслуживания можно проводить по формуле

$$L = \frac{U}{D},$$

Формула 10.1

где L – уровень обслуживания запасом потребности в заданном периоде, доли;

U – количество удовлетворенных заказов в заданном периоде, единиц;

D – общее количество заказов в заданном периоде, единиц.

10.1.1. *Варианты определения уровня обслуживания*

На определение уровня обслуживания могут влиять следующие факторы:

- стратегия развития компании, требующая поддержания имиджа безотказного поставщика, наличия широкого выбора товара и пр. в определенный период времени.

- издержки дефицита (см. п. 8.3.3),

- затраты на содержание запаса (см. п. 7.1.3),

Под влиянием этих факторов для расчета уровня обслуживания можно воспользоваться одним из следующих методов:

- 1) метод экспертного принятия решений (см. п. 10.1.1.a),
- 2) статистический метод (см. п. 10.1.1.b),
- 3) метод учета затрат (см. п. 10.1.1.c).

а. Экспертный метод

Довольно часто уровень обслуживания определяется экспертно, в результате коллективного обсуждения руководителями стратегии поведения организации. Оценка уровня обслуживания при этом может быть задана как конкретная величина (например, «98%»), как интервал («не ниже 95%») или как рекомендация («максимально высокий»).

Два других метода определения уровня обслуживания, в отличие от первого, в основном используют конкретные численные значения факторов, влияющих на уровень обслуживания.

б. Статистический метод

Рассмотрим возможности использования статистического метода расчета уровня обслуживания на примере.

Пример 10.2. Расчет уровня обслуживания статистическим методом.

В Таблица 10.1 приведены данные учета поступления и выполнения заказов за первую декаду сентября. Всего было подано 74 заказа, из них удовлетворено 67. Используя Формула 10.1, получаем, что уровень обслуживания за прошедшую декаду составлял

Уровень обслуживания = $67 / 74 * 100 = 90,5\%$.

Уточнение уровня обслуживания ведется через уточнение качества удовлетворения потребности. Потребность заявляется по объему и сроку отгрузки.

Таблица 10.1

Данные учета удовлетворения потребности в запасе

Дата	Подано заказов/выполнено заказов	в том числе по количеству позиций в заказе								Отметка о выполнении	
		1	2	3	4	5	6	7	8	срок	объем
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 сентября	3				2	1					
	2				2	0				2	2
2 сентября	5					3	2				
	3					2	1			3	2
3 сентября	10			1	3		6				
	10			1	3		6			9	9
4 сентября	9		1	1	3	3	1				
	8		1	1	3	3	0			8	8
5 сентября	9				2	5	1	1			
	8				2	4	1	1		7	8
6 сентября	10				2	2	5	1			
	9				2	2	4	1		9	9
7 сентября	7						4	2	1		
	6						4	2	0	5	6
8 сентября	8			2	1	2	3				
	8			2	1	2	3			7	8
9 сентября	4				3	1					
	4				3	1				4	4
10 сентября	9				2	3	4				
	9				2	3	4			8	9
Итого	74	0	1	4	18	20	26	4	1		
	67	0	1	4	18	17	23	4	0	62	65
Уровень обслуживания	90,54	Уровень обслуживания по характеристикам								0,84	0,88
Подано заявок по пози-	378,00	Уровень обслуживания общий								0,74	

Если требуется отследить уровень обслуживания потребности с учетом количества позиций в каждом заказе, следует воспользоваться следующими формулами:

$$U = \sum_{i=1}^k i * N_i,$$

Формула 10.2

где U – количество удовлетворенных заказов в заданном периоде, единиц;

i – индекс количества позиций в заказе;

k – количество позиций запаса;

N_i – количество удовлетворенных заказов, имеющих i позиций в заказе.

Общее количество заказов в периоде D может быть определено так:

$$D = \sum_{i=1}^k i * M_i,$$

Формула 10.3

где D – общее количество заказов в заданном периоде, единиц;

i – индекс количества позиций в заказе;

k – количество позиций запаса;

M_i – количество поданных заказов, имеющих i позиций в заказе.

Таким образом, уровень обслуживания может быть определен по формуле:

$$L = \frac{\sum_{i=1}^k i * N_i}{\sum_{i=1}^k M_i},$$

Формула 10.4

где L – уровень обслуживания запасом потребности в заданном периоде, доли;

i – индекс количества позиций в заказе;

k – количество позиций запаса;

N_i – количество удовлетворенных заказов, имеющих i позиций в заказе.

M_i – количество поданных заказов, имеющих i позиций в заказе.

Используя данные Таблица 10.1, можно по Формула 10.3 определить, что всего было подано заказов на 378 позиций:

$$0 * 1 + 1 * 2 + 4 * 3 + 18 * 4 + 20 * 5 + 26 * 6 + 4 * 7 + 1 * 8 = 378.$$

Из них было отгружены 337 позиций (см. Формула 10.2):

$$0 * 1 + 1 * 2 + 4 * 3 + 18 * 4 + 17 * 5 + 23 * 6 + 4 * 7 + 0 * 8 = 337.$$

По Формула 10.4 определяем, уточненный по количеству позиций уровень обслуживания:

$$337 / 378 * 100 = 89,2\%.$$

Объем потребности в запасе без детализации заявленных в заказе позиций позволяет оценить уровень обслуживания по объемным показателям. В Таблица 10.1 приведены данные о выполнении заказов по соответствию объему: из 67 выполненных заказов 65 было выполнено в соответствии с указанным количеством. Следовательно, уровень обслуживания потребности по объему равен

$$65 / 74 * 100 = 88\%.$$

Из 67 выполненных заказов 62 были выполнены точно в срок. Уровень обслуживания потребности по срокам равен

$$62 / 74 = 84\%.$$

Для учета нескольких характеристик качества обслуживания запасом потребности следует перемножить полученные индексы:

$$L = \frac{U_v}{D} * \frac{U_t}{D} ,$$

Формула 10.5

где L – уровень обслуживания запасом потребности в заданном периоде, доли;

U_v – количество удовлетворенных заказов по объему в заданном периоде, единиц;

U_t – количество удовлетворенных заказов по сроку отгрузки в заданном периоде, единиц;

D – общее количество заказов в заданном периоде, единиц.

В рассматриваемом примере Таблица 10.1 уровень обслуживания запасом потребности по трем характеристикам будет равен

$$0,88 * 0,84 = 0,74.$$

Эта оценка показывает, что только 74% потребности в запасе было обслужены запасом без отклонений от требований клиентов.

Как было отмечено ранее, при статистическом методе для вычисления уровня обслуживания используются данные о состоянии запаса прошлых периодов. Как правило, имеется статистика об отгрузках запаса в удовлетворение потребности в привязке к тому или иному периоду времени.

Пример 10.3. Расчет уровня обслуживания по статистическому ряду.

Пусть единичным учетным периодом является день. Статистика отгрузок запаса представлена в Таблица 10.2.

Таблица 10.2

Статистика отгрузок запаса в отчетном периоде

Дата	Объем отгрузок
1 сентября	1
2 сентября	1
3 сентября	4
4 сентября	2
5 сентября	3
...	...

Обработка статистического ряда Таблица 10.2 позволяет получить частотный ряд, в котором учтены объем заявляемой потребности и количество дней, в течение которых зафиксирована отгрузка соответствующего объема (см. Таблица 10.3). Из таблицы видно, что в отчетном периоде отгрузки запаса отсутствовали 30 дней. Отгрузки по одной единице велись 70 дней, по две единицы – 62 дня и т.д. В рассматриваемом примере рассмотрен период в 250 рабочих дней. В третьем столбце рассчитан общий объем отгрузок соответствующими партиями. Он получен перемножением значений первого и второго столбцов:

партиями по 1 единице всего было отгружено $1 * 70 = 70$ единиц,

партиями по 2 единице – $2 * 62 = 124$ единицы и т.д.

Общий объем отгрузок за весь отчетный период составляет 616 единиц. Предположив, что все заявленные потребности были обслужены, можно определить среднюю потребность в запасе за отчетный период:

средняя потребность = $616 / 250 = 2,46$ единиц.

Средняя потребность в 2,64 единицы, как видно из Таблица 10.3, довольно отдаленно характеризует реальную потребность отчетного периода, которая составляла от 0 до 20 единиц в день. Оценка частоты отклонения потребности от средней величины может быть проведена через расчет удельного веса отгрузок определенного объема в общем итоге (см. столбец (4) Таблица 10.3): значение первой строки определено из соотношения $30 / 250 * 100\% = 12\%$. Значение второй строки – из соотношения $70 / 250 = 28\%$ и т.д. Полученные величины показывают, что спрос отсутствовал в 12% единичных отчетных периодов, спрос на 1 единицу имелся в 28% случаев, на 2 единицы – в 24,8% случаев и т.д. В частности, видно, что рассчитанная выше средняя потребность в запасе не является наиболее часто проявляемой, наиболее вероятна потребность в 1 единице запаса в день.

Определение рекомендуемого уровня обслуживания запасом может быть проведено на основе значения нарастающего итога удельных весов отгрузок определенного объема в общем итоге.

Пример 10.4. Расчет уровня обслуживания по частотному ряду.

Статистические данные отгрузок запаса представлены в Таблица 10.3. Значение первой строки столбца (5) равно значению столбца (4). Вторая строка рассчитана как сумма предыдущей строки и текущей строки столбца (4): $12 + 28 = 40$. Третья строка рассчитана аналогично: $40 + 24,8 = 64,8$ и т.д.

Анализ значений столбца (5) Таблица 10.3 позволяют, опираясь на статистику отчетного периода, дать рекомендации по уровню обслуживания в плановом периоде. Если запас будет иметься в размере не менее 1 единицы, то это позволит обслужить 40% обращений. При наличии на складе не менее 3 единиц, могут быть обслужены 80,8 заявок на отгрузку. При наличии не снижаемого остатка в 8 единиц могут быть обеспечены 98,4% заявок. Повышение запаса в два раза до 16 единиц приведет к повышению уровня обслуживания только на 0,4% - 98,8%. Таким образом, анализ статистики отчетного периода позволяет определиться с величиной уровня обслуживания, а так

же со значениями страхового и порогового уровней запаса в модели с фиксированным размером заказа (см. п. 9.1.1) или с фиксированным интервалом времени между заказами (см. п. 9.1.2).

Таблица 10.3

Частотный ряд отгрузок запаса в отчетном периоде

Объем потребности	Количество дней	Общий объем	Удельный вес	Нарастающий итог
1	2	[3] [1]*[2]	[4] [2]/[итог[2]]*100%	[5]
0	30	0	12	12
1	70	70	28	40
2	62	124	24,8	64,8
3	40	120	16	80,8
4	27	108	10,8	91,6
5	6	30	2,4	94
8	11	88	4,4	98,4
16	1	16	0,4	98,8
20	3	60	1,2	100
Итого	250	616	100	-

При определении уровня обслуживания важна оценка не только вероятности удовлетворения потребности, но и объем проявляющегося дефицита. Для статистического определения его величины требуется проверить гипотезу соответствия статистики отгрузок (потребности) тому или иному закону распределения вероятностей. Проиллюстрируем определения величины дефицита на примере нормального закона распределения вероятностей.

Годовой уровень исполнения заказов (годовой уровень обслуживания) определяет вероятность обслуживания потребности в момент ее возникновения. Допустимый уровень дефицита равен при этом

$$P = 1 - L,$$

Формула 10.6

где P – допустимый уровень дефицита за год, доли;

L – заданный уровень обслуживания, доли.

Если задан годовой уровень обслуживания в 98%, следовательно, допустимый риск дефицита равен 2%. Если годовая потребность равна 1000 единиц, то на протяжении года будет иметься дефицит в $1000 * 0,02 = 20$ единиц:

$$P_y = S * P = S * (1 - L),$$

Формула 10.7

где P_y – годовой уровень дефицита, единиц;

S – общий объем потребности за год, единиц;

P – допустимый уровень дефицита за год, доли;

L – заданный уровень обслуживания, доли.

Для заданного уровня обслуживания в период выполнения заказа объемом дефицита запаса при нормальном законе распределения потребности в запасае можно получить исходя из выражения

$$P = E(z) * \sigma_{dT},$$

Формула 10.8

где P – объем дефицита запаса в период выполнения заказа, единиц;

$E(z)$ – стандартный объем дефицита запаса;

σ_{dT} - стандартное отклонение потребления запаса в период выполнения заказа, единиц.

Величина $E(z)$ является справочной величиной, определяемой из таблиц, составленных для соответствующих законов распределения вероятностей. Для нормального закона распределения вероятностей значения функции нормальных потерь $E(z)$ приведена в Таблица 10.4. Таблица состоит из трех столбцов. Уровень обслуживания в период выполнения заказа задан долями единицы с точностью до четвертого знака после запятой. Соответствующее уровню обслуживания значение функции нормальных потерь опре-

деляет объем дефицита запаса в период выполнения заказа для стандартного отклонения потребности в запасе в период выполнения заказа σ_{dt} равного 1 единице. Если стандартное отклонение потребности в запасе в период выполнения заказа σ_{dt} отлично от единицы, то объем дефицита запаса в период выполнения заказа рассчитывается умножением значения функции нормальных потерь на значение σ_{dt} (см. Формула 10.8).

Таблица 10.4

Значения функции нормальных потерь $E(z)$

Функция нормальных потерь.jpg

Пример 10.5. Расчет возможного дефицита запаса.

Пусть задан уровень обслуживания потребности в период выполнения заказа 95%, стандартное отклонение потребности в запасе, описываемой нормальным законом распределения вероятностей, за период выполнения заказа σ_{dt} составляет 10 единиц. Требуется определить объем возможного дефицита запаса за период выполнения заказа.

1) Определяем значение функции нормальных потерь $E(z)$ по Таблица 10.4. Наиболее близкий к указанному значению уровня обслуживания в 95% (0,95) уровень обслуживания в таблице равен 0,9495. соответствующее ему значение $E(z)$ равно 0,021.

2) Определяем объем дефицита запаса в период выполнения заказа по Формула 10.8:

$$P = 0,021 * 20 = 0,42 \approx 1 \text{ единица.}$$

Если уровень обслуживания определяет вероятность обслуживания в течение периода выполнения заказа, то для определения допустимого уровня

дефицита в течение определенного периода (например, года) требуется определить необходимое количество заказов, обслуживающих потребность:

$$F = \frac{S}{Q},$$

Формула 10.9

где F – количество заказов для обслуживания годовой потребности;

S – общая потребность в запасе в год, единиц;

Q – размер заказа на пополнение запаса, единиц.

Тогда годовой уровень дефицита запаса составит

$$P_y = P * F,$$

Формула 10.10

где P_y – годовой уровень дефицита, единиц (см. Формула 10.7);

P – объем дефицита запаса в период выполнения заказа, единиц (см. Формула 10.8);

F – количество заказов для обслуживания годовой потребности (см. Формула 10.9)

или

$$P_y = E(z) * \sigma_{dt} * \frac{S}{Q},$$

Формула 10.11

где P_y – годовой уровень дефицита, единиц;

$E(z)$ – стандартный объем дефицита запаса, единиц;

σ_{dt} – стандартное отклонение потребления запаса в период выполнения заказа, единиц;

S – общая потребность в запасе в год, единиц;

Q – размер заказа на пополнение запаса, единиц.

Если в Пример 10.5 общая потребность равна 1000 единиц, а размер заказа равен 100 единица, то вероятный годовой уровень дефицита составит

$$P_y = 1 * 1000 / 100 = 10 \text{ единиц.}$$

Учитывая равенство значений формул Формула 10.7 на стр. 397 и Формула 10.11, можем записать выражение

$$S * (1 - L) = E(z) * \sigma_{dt} * \frac{S}{Q},$$

Формула 10.12

где S – общий объем потребности за год, единиц;

L – заданный уровень обслуживания, доли;

E(z) – стандартный объем дефицита запаса, единиц;

σ_{dt} - стандартное отклонение потребления запаса в период выполнения заказа, единиц;

Q – размер заказа на пополнение запаса, единиц.

Из выражения Формула 10.12 можно вывести формулу расчета стандартного объема дефицита запаса:

$$E(z) = \frac{(1 - L) * Q}{\sigma_{dt}},$$

Формула 10.13

где E(z) – стандартный объем дефицита запаса, единиц;

L – заданный уровень обслуживания, доли;

Q – размер заказа на пополнение запаса, единиц;

σ_{dt} - стандартное отклонение потребления запаса в период выполнения заказа, единиц.

Таблица 10.4 позволяет так же ответить на вопрос, какой уровень обслуживания должен быть обеспечен в период выполнения заказа, если известен вероятный объем дефицита за этот период при нормальном законе распределения потребности в запасе. Для решения этой задачи требуется определить величину z , которая представляет собой число стандартных отклонений.

Пример 10.6. Расчет дефицита запаса в период выполнения заказа.

Пусть известно, что потребление запаса описывается нормальным законом распределения вероятностей и имеет стандартное отклонение в период исполнения заказа 10 единиц. Пусть задан уровень обслуживания заказов в период выполнения заказа в 92 %. Для заданного уровня обслуживания из Таблица 10.4 можем определить объем дефицита запаса в период выполнения заказа:

Ближайшее к заданному значению уровня обслуживания в Таблица 10.4 – 0,9192. соответствующее этой величине значение функции нормальных потерь $E(z) = 0,037$. В соответствии в Формула 10.8 на стр. 397 имеем вероятный объем дефицита в период выполнения заказа

$$P = 0,037 * 10 = 0,37 \approx 1 \text{ единица.}$$

Если объем дефицита составит 2 единицы, то значение функции нормальных потерь составит с учетом Формула 10.8 на стр. 397

$$E(z) = P / \sigma_{dt}$$

или

$$E(z) = 2 / 10 = 0,2.$$

Из Таблица 10.4 по значению $E(z) = 0,204$ находим, что уровень обслуживания в период выполнения заказа составляет 0,6844 или 68%.

Ориентировочное количество недостающих единиц запаса R представляет собой ориентировочное или среднее значение. Фактический объем дефицита запаса для каждого периода выполнения заказа будет близок к этому значению.

с. **Метод учета затрат**

Содержание высокого уровня запаса для избежание появления его дефицита и обеспечения высокого уровня обслуживания может обходиться довольно дорого. С другой стороны, наличие дефицита влечет за собой появление издержек дефицита. Исходя из этого, уровень обслуживания должен составлять долю, которая обеспечивает оптимальное соотношение потерь от создание излишнего запаса и, следовательно, роста затрат на содержание запаса и потерь от дефицита запаса и роста издержек дефицита.

При независимом спросе уровень обслуживания может быть определен следующим образом:

$$L = \frac{C_h}{C_h + C_c},$$

Формула 10.14

где L – уровень обслуживания, доли;

C_c – затраты на содержание запаса, руб.;

C_h – издержки дефицита запаса, руб.

На практике определение затрат на содержание запаса и издержек дефицита затруднено. Поэтому их расчет может быть заменен определением их пропорции.

Пример 10.7. Расчет уровня обслуживания на основе учета затрат.

Издержки дефицита запаса относятся к затратам на содержание запаса по конкретной позиции укрупненной номенклатуры как 30:1, то рекомендуемый уровень обслуживания будет равен

$$L = 30 / (30 + 1) = 0,9677 \text{ или } \approx 97\%.$$

Основные формулы раздела по разделу 10.1

Таблица 10.5

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
1	Уровень обслуживания запасом потребности, доли	$L = \frac{U}{D}$	U – количество удовлетворенных заказов в заданном периоде, единиц; D – общее количество заказов в заданном периоде, единиц.
		$L = \frac{\sum_{i=1}^k i * N_i}{\sum_{i=1}^k M_i}$	i – индекс количества позиций в заказе; k – количество позиций запаса; N _i – количество удовлетворенных заказов, имеющих i позиций в заказе. M _i – количество поданных заказов, имеющих i позиций в заказе.
		$L = \frac{U_v}{D} * \frac{U_t}{D}$	U _v – количество удовлетворенных заказов по объему в заданном периоде, единиц; U _t – количество удовлетворенных заказов по сроку отгрузки в заданном периоде, единиц; D – общее количество заказов в заданном периоде, единиц.
		$L = \frac{C_h}{C_h + C_c}$	C _c – затраты на содержание запаса, руб.; C _h – издержки дефицита запаса, руб.
2	Количество удовлетворенных заказов в заданном периоде, единицы	$U = \sum_{i=1}^k i * N_i$	i – индекс количества позиций в заказе; k – количество позиций запаса; N _i – количество удовлетворенных заказов, имеющих i позиций в заказе.
3	Общее количество заказов в заданном периоде, единицы	$D = \sum_{i=1}^k i * M_i$	i – индекс количества позиций в заказе; k – количество позиций запаса; M _i – количество поданных заказов, имеющих i позиций в заказе.
4	Допустимый уровень дефицита за год, доли	P = 1 – L	L – заданный уровень обслуживания, доли.

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
5	Годовой уровень дефицита, единицы	$P_y = S * P = S * (1 - L)$	S – общий объем потребности за год, единиц; P – допустимый уровень дефицита за год, доли; L – заданный уровень обслуживания, доли.
		$P_y = P * F$	P – объем дефицита запаса в период выполнения заказа, единиц (см. Формула 10.8); F – количество заказов для обслуживания годовой потребности
		$P_y = E(z) * \sigma_{dt} * \frac{S}{Q}$	E(z) – стандартный объем дефицита запаса, единиц; σ_{dt} – стандартное отклонение потребления запаса в период выполнения заказа, единиц; S – общая потребность в запасе в год, единиц; Q – размер заказа на пополнение запаса, единиц.
6	Объем дефицита запаса в период выполнения заказа, единицы	$P = E(z) * \sigma_{dt}$	E(z) – стандартный объем дефицита запаса; σ_{dt} – стандартное отклонение потребления запаса в период выполнения заказа, единиц.
7	Количество заказов для обслуживания годовой потребности	$F = \frac{S}{Q}$	S – общая потребность в запасе в год, единиц; Q – размер заказа на пополнение запаса, единиц.
8	Стандартный объем дефицита запаса, единицы	$E(z) = \frac{(1 - L) * Q}{\sigma_{dt}}$	L – заданный уровень обслуживания, доли; Q – размер заказа на пополнение запаса, единиц; σ_{dt} – стандартное отклонение потребления запаса в период выполнения заказа, единиц.

Список вопросов для самопроверки по разделу 10.1

- 1) Какие неопределенности имеются в сфере управления запасами?
- 2) Перечислите известные Вам законы распределения вероятностей.

Какие из них могут быть использованы при управлении запасами?

3) Проведите аналогию между случайной величиной, ее математическим ожиданием, дисперсией, значением интеграла функции распределения вероятностей и характеристиками и параметрами управления запасами.

4) Объясните, почему уровень удовлетворения потребности в запасе, как правило, отличен от 100%. В каких случаях уровень обслуживания может быть равен 100%?

5) Что такое уровень обслуживания? Чем он отличается от годового уровня исполнения заказов?

6) Почему уровень обслуживания связан с периодом выполнения заказа?

7) Какие факторы влияют на определение уровня обслуживания?

8) Какие методы могут быть использованы для расчета уровня обслуживания?

9) В каких условиях рекомендуется применять экспертный метод определения уровня обслуживания?

10) Какие стороны качества удовлетворения потребности в запасе должны быть учтены при расчете уровня обслуживания?

11) Как рассчитывается уровень обслуживания при учете количества позиций заказов?

12) Как рассчитывается уровень обслуживания при учете объемных показателей?

13) Как рассчитывается уровень обслуживания при учете нескольких характеристик удовлетворения потребности одновременно?

14) Объясните формирование частотного ряда отгрузок из статистического ряда учета движения запаса.

15) Уточнение каких параметров основных моделей управления запасами можно провести с помощью анализа частотного ряда?

16) Почему при определении уровня обслуживания важна не только оценка вероятности удовлетворения потребности, но и оценка вероятного объема дефицита запаса?

17) Почему при использовании аппарата теории вероятностей требуется проверка гипотезы соответствия статистики отгрузок тому или иному закону распределения вероятностей?

18) Чем статистика отгрузок отличается от статистики заявленной потребности? Приведите примеры различия, поясните его причины.

19) Как определяется допустимый уровень дефицита?

20) Как годовой уровень обслуживания связан с уровнем обслуживания в период выполнения заказа?

21) Что такое функция нормальных потерь? Как она используется при управлении запасами?

22) Как рассчитывается объем дефицита запаса в период выполнения заказа?

23) Как годовой уровень дефицита связан с объемом дефицита запаса в период выполнения заказа?

24) Что такое стандартный объем дефицита запаса? Как он может быть рассчитан и использован при управлении запасами?

25) Какие затраты влияют на определение уровня обслуживания и почему?

26) Как рассчитывается рекомендуемый уровень обслуживания с учетом статей затрат, связанных с запасами?

Список дополнительной литературы по разделу 10.1

1. Козловский В.А. и др. Логистический менеджмент. - СПб.: Лань, 2002. - 272 с.

2. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.

3. Математическая статистика: Учеб. для вызов / В.Б. Горяинов, И.в. Павлов, Г.М. Цветкова и др. Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 424 с.
4. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. – М.: Питер, 2001. – 384 с.
5. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 680 с.
6. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.
7. Чейз Р.Б. и др. Производственный и операционный менеджмент. – 8-е изд. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 704 с.

10.1.2. *Расчет страхового запаса в условиях неопределенности*

Как правило, для обеспечения заданного уровня обслуживания используют страховой запас, который должен гарантировать обеспечение потребности в запасе в случае ее отклонения от заданных средних величин, а так же в случае вероятной задержки поставки (см. п. 1.2 и Формула 1.7 - Формула 1.10 на стр. 36 - 37).

Расчет страхового запаса через вероятность роста объема потребности требует описания потребности тем или иным законом распределения вероятностей. Любой закон распределения вероятностей характеризуется математическим ожиданием потребности (среднего объема потребности) и стандартным отклонением потребности в течение некоторого периода времени.

Как показано на Рисунок 10.1 на стр. 384, площадь под кривой функции закона распределения вероятности является аналогом уровня обслуживания запасом потребности в период выполнения заказа. Если задан уровень допустимого дефицита, можно определить число стандартных отклонений от средней потребности, для которого требуется обеспечить наличие запаса для удовлетворения потребности. На Рисунок 10.1 требуемое число стандартных отклонений, связанное с заданным уровнем обслуживания обозначено z .

При стабильной потребности равной среднему значению уровень обслуживания будет равен 100%, что было проиллюстрировано для моделей с фиксированным размером заказа (см. п. 9.1.1) и с фиксированными интервалом времени между заказами (см. п. 9.1.2). Для поддержания запаса в бездефицитном состоянии требуется учесть вероятность роста объема потребности в размере страхового запаса. Если страховой запас будет равен числу стандартных отклонений, соответствующих заданному уровню обслуживания, он позволит обеспечить вероятное бездефицитное обслуживание потребности. При этом рассчитать страховой запас можно с помощью Таблица 10.6. Тело таблицы содержит значения различные значения площади под кривой, соот-

ветствующие уровню обслуживания потребности запасом, в долях с точностью до четырех знаков после запятой, а так же соответствующие им значения числа стандартных отклонений от средней величины (z). Например, при уровне обслуживания 97% находим в таблице ближайшую к заданному значению величину площади под кривой (0,9699). Этой величине соответствует по горизонтали значение $z = 1,8$. Уточнение z до сотых долей проводится по соответствующему значению 0,9699 столбцу (.08). Получаем $z = 1.88$. Следовательно, если имеем потребность со средним значением 1500 единиц и со стандартным отклонением равным 25 единиц, то размер страхового запаса, поддерживающий обслуживание потребности в период выполнения заказа должен быть равен $1,88 * 25 = 47$ единиц.

Таблица 10.6

Площадь под кривой стандартного нормального распределения

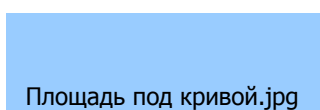


Таблица 10.6 может быть использована и для определения уровня обслуживания по заданному числу стандартных отклонений, которые следует обеспечивать бездефицитным обслуживанием в период выполнения заказа.

Пример 10.8. Расчет уровня обслуживания по числу стандартных отклонений.

Если задан интервал в 3σ , то по Таблица 10.6 можно определить, что соответствующий уровень обслуживания будет равен 0,9967 (или почти 100%), при 2σ – 0,9772 (или 98%), при σ – 0,8413 (или 84%).

Для более точного вычисления объема страхового запаса необходимо учитывать распределение не только потребности, но и времени выполнения заказа, а так же логику движения запаса в модели с фиксированным размером

заказа (см. п. 10.2) и в модели с фиксированным интервалом времени между заказами (см. п. 10.3).

10.2. Расчет параметров модели с фиксированным размером заказа в условиях неопределенности

Как видно на Рисунок 9.2 на стр. 329, параметром, определяющим стабильность функционирования модели с фиксированным размером заказа в условиях нестабильного потребления и изменчивого времени выполнения заказа, является пороговый уровень запаса. Он рассчитывается как сумма страхового запаса и ожидаемого уровня потребления за время выполнения заказа (см. Формула 9.7 на стр. 334).

В уровне страхового запаса учитывается возможность фиксированного отклонения времени выполнения заказа от заданного интервала, в ожидаемом потреблении за время выполнения заказа – возможность отклонения потребности в запасе от заданного среднего значения (см. позиции 4 и 5 Таблица 9.1 на стр. 330). Пороговый уровень запаса должен быть рассчитан таким образом, чтобы обеспечить поддержание запаса при заданном уровне обеспечения потребности, который в общем случае является величиной меньшей 100%.

В модели с фиксированным объемом заказа непрерывно контролируется текущий уровень запаса. Выдача заказа происходит в момент времени, когда запас снижается до порогового уровня. Таким образом, риск дефицита запаса в этой модели возникает только в период выполнения заказа.

При постоянных потребности и времени выполнения заказа ожидаемое потребление за время выполнения заказа рассчитывается как произведение среднего дневного потребления и времени выполнения заказа (см. Формула 9.6 на стр. 333). Варианты расчета страхового запаса были приведены выше (см. Формула 1.7 - Формула 1.10 на стр. 36 - 37, Формула 9.2 и

Формула 9.3 на стр. 332). При наличии отклонений потребности в запасе от среднего дневного потребления, а так же времени выполнения заказа от зафиксированного требуется учет этих отклонений в уровне страхового запаса. Рассмотрим, каким образом при расчете порогового уровня запаса может быть использован аппарат теории вероятностей.

Ситуация 1. Известен ожидаемый объем потребности в запасе в период выполнения заказа и его стандартное отклонение.

В этом случае страховой запас может быть рассчитан следующим образом:

$$Z_s = z * \sigma_{st},$$

Формула 10.15

где Z_s – объем страхового запаса, единиц;

z - число стандартных отклонений;

σ_{st} - стандартное отклонение потребности в период выполнения заказа, единиц.

Так как стандартное отклонение потребности связано с единичным периодом времени, если время выполнения заказа больше единичного учетного периода, стандартное отклонения потребности может быть определено как квадратный корень из суммы дисперсий:

$$\sigma_{st} = \sqrt{n * \sigma_s^2},$$

Формула 10.16

где σ_{st} - стандартное отклонение потребности в период выполнения заказа, единиц;

n – количество дней в периоде выполнения заказа;

σ_s - стандартное отклонение потребности, единиц/день.

Пример 10.9. Расчет страхового запаса в условиях неопределенности.

Пусть потребность в запасе может быть описана нормальным законом распределения. Известно стандартное отклонение потребности в запасе равное 10 изделиям в день. Пусть время выполнения заказа составляет 5 дней. Требуется определить необходимый уровень страхового запаса для обеспечения обслуживания заявок клиентов на 98%. Для решения задачи воспользуемся Формула 10.15. Стандартное отклонение потребности за время выполнения заказа будет равно (см. Формула 10.16):

$$\sigma_{st} = \sqrt{5 * 10^2} = 22,36 \text{ единиц.}$$

Число стандартных отклонений, соответствующее 98% обслуживания определяется по Таблица 10.6 на стр. 409: $z=2,05$ (для 0,9798). Тогда страховой запас должен быть равен

$$Z_s = 2,05 * 22,36 = 45,838 \approx 46 \text{ единиц.}$$

Пороговый уровень запаса может быть рассчитан с учетом Формула 9.7 на стр. 334 и Формула 10.15 следующим образом:

$$\text{ПУ} = \text{ОП} + z * \sigma_{st},$$

Формула 10.17

где ПУ – пороговый уровень запаса, единиц;

ОП – ожидаемое потребление за время выполнения заказа;

z - число стандартных отклонений,

σ_{st} - стандартное отклонение спроса в период выполнения заказа, единиц.

Пример 10.10. а) Расчет параметров модели с фиксированным размером заказа в условиях неопределенности.

Рассмотрим численные данные Пример 9.1, представленные в Таблица 9.2 на стр. 334 и Таблица 9.5 (см. стр. 339). Предположим, что рас-

смачивается вариационный ряд генеральной совокупности статистики отгрузок, описываемой нормальным законом распределения с математическим ожиданием (средней потребностью) 5 единиц и стандартным отклонением 4,14 единиц в день. Ожидаемое потребление за время выполнения заказа составляет 16 единиц. Время выполнения заказа - 4 дня. Оптимальный размер заказа – 36 единиц. Требуется определить основные параметры модели с фиксированным размером заказа (страховой запас, пороговый уровень запаса и максимальный желательный запас) для обеспечения обслуживания 95% заявок клиентов на отгрузку товара.

1) Расчет размера страхового запаса (см. Формула 10.15 на стр. 411):

а) число стандартных отклонений z при значении площади под кривой нормального распределения $0,95 \approx 0,9505$ равно 1,65 (см. Таблица 10.6 на стр. 409).

б) стандартное отклонение потребности за время выполнения заказа будет равно (см. Формула 10.16):

$$\sigma_{st} = \sqrt{4 * 4,14^2} = 8,28 \text{ единиц.}$$

в) размер страхового запаса:

$$Z_c = 1,65 * 8,28 = 13,66 \approx 14 \text{ единиц.}$$

2) Расчет порогового уровня запаса (см. Формула 10.17):

$$\text{ПУ} = 16 + 14 = 30 \text{ единиц.}$$

3) Расчет максимального желательного уровня запаса (см. Формула 9.1 на стр. 332):

$$\text{МЖЗ} = 14 + 36 = 50 \text{ единиц.}$$

Таким образом, получены параметры модели с фиксированным размером заказа, представленные в Таблица 10.7. Учет вероятности изменения потребности в запасе привел к повышению уровня всех параметров по сравнению с результатами расчета, приведенными в Таблица 9.2 на стр. 334, где потребность в запасе рассматривалась как постоянная величина, равная средней дневной потребности (см. позицию 5 в Таблица 9.2). Воспользовавшись данными об изменении спроса из Таблица 9.5 (см. стр. 339), проведем расчет модели по новым параметрам (см. Таблица 10.8). Иллюстрация движения запаса приведена в Рисунок 10.2. Дефицит запаса значительно снижен по сравнению с результатом расчета по Таблица 9.5 (см. стр. 339 и Рисунок 9.5 на стр. 340). Он появляется только на 36 день после второй подряд задержки поставки в объеме 2 единицы и имеется в течение дня прихода новой поставки.

Таблица 10.7

Параметры модели управления запасами с фиксированным размером заказа Пример 10.10

№	Показатель	Значение
1	Объем потребности, единиц	1440
2	Оптимальный размер заказа, единиц	36
3	Время выполнения заказа, дни	4
4	Возможная задержка поставки, дни	1
5	Ожидаемое дневное потребление, единиц/день	4
6	Ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц	16
7	Страховой запас, единиц	14
8	Пороговый уровень запаса, единиц	30
9	Максимальный желательный запас, единиц	50
10	Срок расходования запаса до порогового уровня, дни	5

Таблица 10.8

Расчет уровней запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставок Пример 10.10

Дни	Запас	Расход	Приход
День 1	50	4	

День 2	46	4	
День 3	42	4	
День 4	38	4	
День 5	34	4	
День 6	30	4	0
День 7	26	4	
День 8	22	4	
День 9	18	4	
День 10	50	4	36
День 11	46	9	
День 12	37	6	
День 13	31	7	
День 14	24	4	0
День 15	20	3	
День 16	17	9	
День 17	8	9	
День 18	35	8	36
День 19	27	7	0
День 20	20	3	
День 21	17	7	
День 22	10	9	
День 23	37	4	36
День 24	33	5	
День 25	28	6	0
День 26	22	3	
День 27	19	8	
День 28	11	9	
День 29	2	2	
День 30	36	9	36
День 31	27	4	0
День 32	23	5	
День 33	18	3	
День 34	15	9	
День 35	6	8	
День 36	34	4	36
День 37	30	6	0
День 38	24	10	
День 39	14	7	
День 40	7	6	

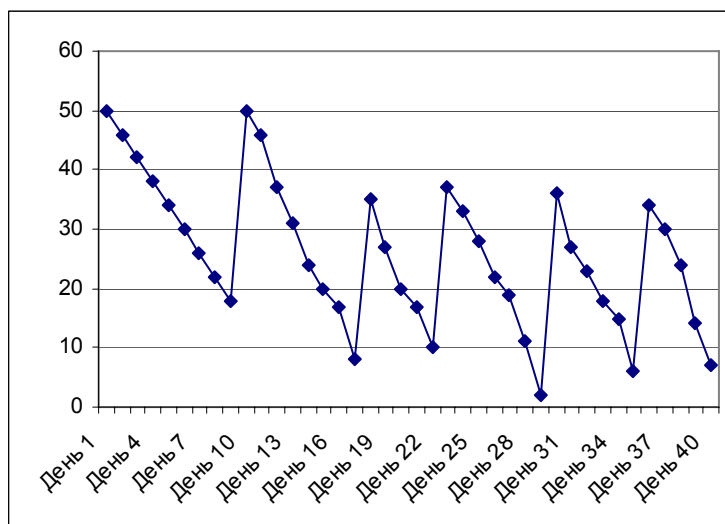


Рисунок 10.2. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставки Пример 10.10.

Ситуация 2. Обычно, установить среднюю потребность и ее стандартное отклонение в период выполнения заказа довольно сложно. Чаще известны данные о ежедневном или еженедельном спросе и о времени выполнения заказа. Если известно, что изменчив спрос, а время выполнения заказа остается постоянным, то страховой запас должен быть рассчитан по следующей формуле:

$$Z_s = z * \sigma_s * \sqrt{t_n},$$

Формула 10.18

где Z_s – объем страхового запаса, единиц;

z - число стандартных отклонений;

σ_s - стандартное отклонение потребности, единиц/день;

t_n – время выполнения заказа, дни.

Пороговый уровень запаса в этом случае рассчитывается с учетом Формула 9.7 на стр. 334 и Формула 10.18 следующим образом:

$$ПУ = \bar{S} * t_n + z * \sigma_s * \sqrt{t_n},$$

где ПУ – пороговый уровень запаса, единиц;

\bar{S} – среднее потребление, единиц/день;

t_n – время выполнения заказа, дни;

z – число стандартных отклонений;

σ_s – стандартное отклонение потребности, единиц/день.

Пример 10.11. б) Расчет параметров модели с фиксированным размером заказа в условиях неопределенности.

Уточним данные примера Пример 10.10 на стр. 412. Потребность в запасе описывается нормальным законом распределения с математическим ожиданием 5 единиц и стандартным отклонением 4,14 единиц. Время выполнения заказа - 4 дня. Оптимальный размер заказа – 36 единиц. Требуется определить основные параметры модели с фиксированным размером заказа (страховой запас, пороговый уровень запаса и максимальный желательный запас) для обеспечения обслуживания 95% заявок клиентов на отгрузку товара.

1) Расчет размера страхового запаса (см. Формула 10.18 на стр. 416):

а) число стандартных отклонений z при значении площади по кривой нормального распределения $0,95 \approx 0,9505$ равно 1,65 (см. Таблица 10.6 на стр. 409).

б) размер страхового запаса (см. Формула 10.18 на стр. 416):

$$Z_c = 1,65 * 4,14 * 2 = 13,662 \approx 14 \text{ единиц.}$$

2) Расчет порогового уровня запаса (см. Формула 10.19):

$$\text{ПУ} = 5 * 4 + 14 = 34 \text{ единицы.}$$

3) Расчет максимального желательного запаса (см. Формула 9.1 на стр. 332):

$$\text{МЖЗ} = 14 + 36 = 50 \text{ единиц.}$$

Таким образом, получены параметры модели с фиксированным размером заказа, представленные в

Таблица 10.9. Учет вероятности изменения ежедневной потребности в запасе привел к повышению порогового уровня запаса по сравнению с результатами расчета, приведенными в Таблица 10.7 на стр. 414. Воспользовавшись данными об изменении спроса из Таблица 9.5 (см. стр. 339), проведем расчет модели по новым параметрам (см. Таблица 10.10). Иллюстрация движения запаса приведена в Рисунок 10.3. Дефицит запаса незначительно снижен по сравнению с результатом расчета по Таблица 10.7 (см. стр. 414). Он так же появляется на 36 день после второй подряд задержки поставки в объеме 2 единицы и имеется в течение дня прихода новой поставки. В то же время следует отметить, что Рисунок 10.3 в целом отражает более надежное функционирование системы, чем Рисунок 10.2 (см. стр. 416).

Таблица 10.9

Параметры модели управления запасами с фиксированным размером заказа Пример 10.11

№	Показатель	Значение
1	Объем потребности, единиц	1440
2	Оптимальный размер заказа, единиц	36
3	Время выполнения заказа, дни	4
4	Возможная задержка поставки, дни	1
5	Ожидаемое дневное потребление, единиц/день	4
6	Ожидаемое потребление за время выполнения заказа, единиц	16
7	Страховой запас, единиц	14
8	Пороговый уровень запаса, единиц	34
9	Максимальный желательный запас, единиц	50
10	Срок расходования запаса до порогового уровня, дни	4

Таблица 10.10

Расчет уровней запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставок Пример 10.11

Дни	Запас	Расход	Приход
День 1	50	4	
День 2	46	4	
День 3	42	4	
День 4	38	4	
День 5	34	4	0
День 6	30	4	
День 7	26	4	
День 8	22	4	
День 9	54	4	36
День 10	50	4	
День 11	46	9	
День 12	37	6	
День 13	31	7	0
День 14	24	4	
День 15	20	3	
День 16	17	9	
День 17	44	9	36
День 18	35	8	
День 19	27	7	0
День 20	20	3	
День 21	17	7	
День 22	10	9	
День 23	37	4	36
День 24	33	5	0
День 25	28	6	
День 26	22	3	
День 27	19	8	
День 28	11	9	
День 29	38	2	36
День 30	36	9	
День 31	27	4	0
День 32	23	5	
День 33	18	3	
День 34	15	9	
День 35	6	8	
День 36	34	4	36
День 37	30	6	0
День 38	24	10	
День 39	14	7	
День 40	7	6	

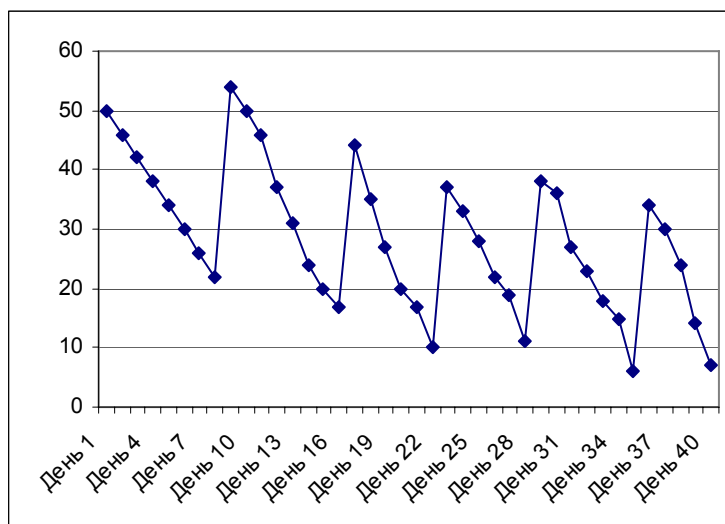


Рисунок 10.3. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставки Пример 10.11.

Ситуация 3. Если известно, что потребность в запасе – постоянная величина, а время выполнения заказа меняется в соответствии с тем или иным законом распределения вероятностей, то страховой запас должен быть рассчитан по следующей формуле:

$$Z_s = z * S * \sigma_t,$$

Формула 10.20

где Z_s – объем страхового запаса, единиц;

z - число стандартных отклонений;

S - объем потребления, единиц/день;

σ_t - стандартное отклонение времени выполнения заказа, единиц/день.

Пороговый уровень с учетом Формула 9.7 на стр. 334 и Формула 10.20 и рассчитывается по формуле:

$$ПУ = S * \bar{t}_n + z * S * \sigma_t,$$

Формула 10.21

где ПУ – пороговый уровень запаса, единиц;

S - объем потребления, единиц/день;

t_n – время выполнения заказа, дни;

z - число стандартных отклонений;

σ_t - стандартное отклонение времени выполнения заказа, единиц/день.

Пример 10.12. в) Расчет параметров модели с фиксированным размером заказа в условиях неопределенности.

Уточним данные примера Пример 10.10 на стр. 412 по вероятности отклонения времени выполнения заказа. Пусть математическое ожидание времени выполнения заказа равно 4 дням, стандартное отклонение времени выполнения заказа – 1 день. Потребность в запасе постоянна и равна ожидаемому дневному потреблению. Оптимальный размер заказа – 36 единиц. Требуется определить основные параметры модели с фиксированным размером заказа (страховой запас, пороговый уровень запаса и максимальный желательный запас) для обеспечения обслуживания 95% заявок клиентов на отгрузку товара.

1) Расчет размера страхового запаса (см. Формула 10.20):

а) число стандартных отклонений z при значении площади под кривой нормального распределения $0,95 \approx 0,9505$ равно 1,65 (см. Таблица 10.6 на стр. 409).

б) размер страхового запаса (см. Формула 10.20):

$$Z_s = 1,65 * 4 * 1 = 6,6 \approx 7 \text{ единиц.}$$

2) Расчет порогового уровня запаса (см. Формула 10.21):

$$\text{ПУ} = 4 * 4 + 7 = 23 \text{ единицы.}$$

3) Расчет максимального желательного запаса (см. Формула 9.1 на стр. 332):

$$\text{МЖЗ} = 7 + 36 = 43 \text{ единиц.}$$

Результаты расчетов параметров сведены в Таблица 10.11. По сравнению с результатами расчета Таблица 9.2 на стр. 334, в котором и потребность в запасе, и время выполнения заказа являются постоянными величинами, в Таблица 10.11 страховой запас, пороговый уровень и максимальный желательный запас имеют более высокий уровень. Это позволяет обеспечить удовлетворение потребности при отклонениях времени выполнения заказа от ожидаемого (см. Таблица 10.12). Не смотря на то, что время выполнения заказа составляло от 4 до 6 дней, дефицит в удовлетворении потребности наблюдается только на 21 день работы модели. Иллюстрация движения запаса при этом представлена на Рисунок 10.4.

Таблица 10.11

Параметры модели управления запасами с фиксированным размером заказа Пример 10.12

№	Показатель	Значение
1	Объем потребности, единиц	120
2	Оптимальный размер заказа, единиц	36
3	Математическое ожидание времени выполнения заказа, дни	4
4	Стандартное отклонение времени поставки, дни	1
5	Ожидаемое дневное потребление, единиц/день	4
6	Максимальное потребление за время выполнения заказа, единиц	20
7	Страховой запас, единиц	7
8	Пороговый уровень запаса, единиц	23
9	Максимальный желательный запас, единиц	43
10	Срок расходования запаса до порогового уровня, дни	5

Таблица 10.12

Расчет уровней запаса при колебании времени выполнения заказа Пример 10.12

Дни	Запас	Расход	Приход
-----	-------	--------	--------

День 1	43	4	
День 2	39	4	
День 3	35	4	
День 4	31	4	
День 5	27	4	
День 6	23	4	0
День 7	19	4	
День 8	15	4	
День 9	11	4	
День 10	7	4	
День 11	39	4	36
День 12	35	4	
День 13	31	4	
День 14	27	4	
День 15	23	4	0
День 16	19	4	
День 17	15	4	
День 18	11	4	
День 19	7	4	
День 20	3	4	
День 21	35	4	36
День 22	31	4	
День 23	27	4	
День 24	23	4	0
День 25	19	4	
День 26	15	4	
День 27	11	4	
День 28	7	4	
День 29	39	4	36
День 30	35	4	

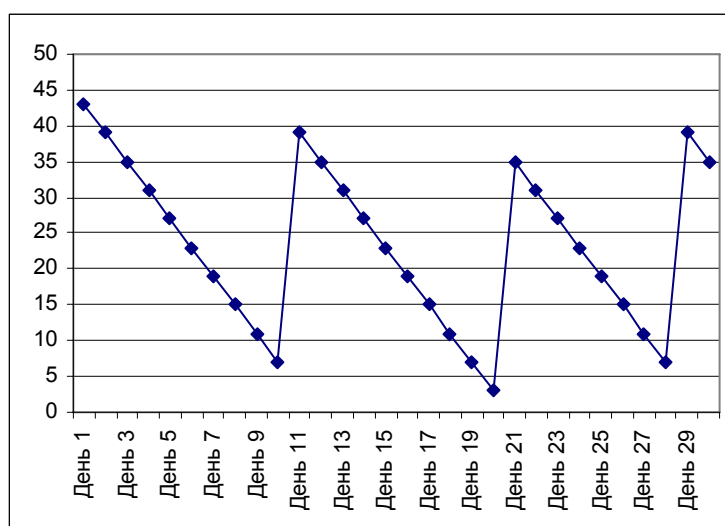


Рисунок 10.4. Иллюстрация движения запаса при колебании времени выполнения заказа Пример 10.12.

Ситуация 4. Если и потребность, и время выполнения заказа подчиняются тому или иному закону распределения вероятностей, то страховой запас может быть рассчитан следующим образом:

$$Z_s = z * \sqrt{\bar{t}_n * \sigma_s^2 + \bar{S} * \sigma_t^2},$$

Формула 10.22

где Z_s – объем страхового запаса, единиц;

z - число стандартных отклонений;

\bar{t}_n - среднее время выполнения заказа, дни;

σ_s - стандартное отклонение потребности, единиц/день;

\bar{S} - среднее потребление, единиц/день;

σ_t - стандартное отклонение времени выполнения заказа, день.

Если и потребность, и время выполнения заказа подчиняются тому или иному закону распределения вероятностей, то пороговый уровень запаса может быть рассчитан с учетом Формула 9.7 на стр. 334 и Формула 10.22 следующим образом:

$$ПУ = \bar{S} * \bar{t}_n + z * \sqrt{\bar{t}_n * \sigma_s^2 + \bar{S} * \sigma_t^2},$$

Формула 10.23

где ПУ – пороговый уровень запаса, единиц;

\bar{S} - среднее потребление, единиц/день;

\bar{t}_n - среднее время выполнения заказа, дни;

z - число стандартных отклонений;

σ_t - стандартное отклонение времени выполнения заказа, единиц/день;

σ_s - стандартное отклонение потребности, единиц/день.

Пример 10.13. г) Расчет параметров модели с фиксированным размером заказа в условиях неопределенности.

Уточним данные примера Пример 10.10 на стр. 412 и Пример 10.12 на стр. 421. Пусть и потребность в запасе, и время выполнения заказа описывается нормальным законом распределения. Математическое ожидание потребности в запасе - 5 единиц, ее стандартное отклонение - 4,14 единиц. Математическое ожидание времени выполнения заказа - 4 дня, стандартное отклонение времени выполнения заказа – 1 день. Оптимальный размер заказа – 36 единиц. Требуется определить основные параметры модели с фиксированным размером заказа (страховой запас, пороговый уровень запаса и максимальный желательный запас) для обеспечения обслуживания 95% заявок клиентов на отгрузку товара.

1) Расчет размера страхового запаса (см. Формула 10.22 на стр. 424):

а) число стандартных отклонений z при значении площади по кривой нормального распределения $0,95 \approx 0,9505$ равно 1,65 (см. Таблица 10.6 на стр. 409).

б) размер страхового запаса (см. Формула 10.22 на стр. 424):

$$Z_s = 1,65 * \sqrt{4 * 4,14^2 + 5^2 * 1^2} = 15,96 \approx 16 \text{ единиц.}$$

2) Расчет порогового уровня запаса (см. Формула 10.23):

$$\text{ПУ} = 5 * 4 + 16 = 36 \text{ единиц.}$$

3) Расчет максимального желательного запаса (см. Формула 9.1 на стр. 332):

$$\text{МЖЗ} = 16 + 36 = 52 \text{ единицы.}$$

Результаты проведенных расчетов представлены в Таблица 10.13. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности по данным Таблица 9.5 (см. стр. 339), рассмотренным так же в Пример 10.10 (стр. 412) и Пример 10.11 (стр. 417), и при колебании времени выполнения заказа, рассмотренного в Пример 10.12 (стр. 421) приведены в Таблица 10.14 и на Рисунок 10.5. Дефицит обслуживания возникает на 19 день в размере 7 единиц и имеется в течение дня поставки. В дальнейшем дефицит не наблюдается. Заказы проводятся каждый раз, когда запас снижается ниже порогового уровня, равного 36 единицам. Поэтому в 19-ый и на 36-ой заказы делаются в день поступления заказа, так как при поставке в эти дни запас пополняется до порогового уровня (на 36 день) или ниже порогового уровня (в 19-ый день текущий запас после поставки равен 29 единицам).

Таблица 10.13

Параметры модели управления запасами с фиксированным размером заказа Пример 10.13

№	Показатель	Значение
1	Объем потребности, единиц	1440
2	Оптимальный размер заказа, единиц	36
3	Математическое ожидание времени выполнения заказа, дни	4
4	Стандартное отклонение времени поставки, дни	1
5	Ожидаемое дневное потребление, единиц/день	4
6	Ожидаемое потребление за время поставки, единиц	16
7	Страховой запас, единиц	16
8	Пороговый уровень запаса, единиц	36
9	Максимальный желательный запас, единиц	52
10	Срок расходования запаса до порогового уровня, дни	4

Таблица 10.14

Расчет уровней запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставок Пример 10.13

Дни	Запас	Расход	Приход
День 1	52	4	

День 2	48	4	
День 3	44	4	
День 4	40	4	
День 5	36	4	
День 6	32	4	0
День 7	28	4	
День 8	24	4	
День 9	20	4	
День 10	16	4	
День 11	48	9	36
День 12	39	6	
День 13	33	7	0
День 14	26	4	
День 15	22	3	
День 16	19	9	
День 17	10	9	
День 18	1	8	
День 19	29	7	36
День 20	22	3	
День 21	19	7	
День 22	12	9	
День 23	39	4	36
День 24	35	5	0
День 25	30	6	
День 26	24	3	
День 27	21	8	
День 28	49	9	36
День 29	40	2	
День 30	38	9	
День 31	29	4	0
День 32	25	5	
День 33	20	3	
День 34	17	9	
День 35	8	8	
День 36	36	4	36
День 37	32	6	
День 38	26	10	
День 39	16	7	
День 40	45	6	36

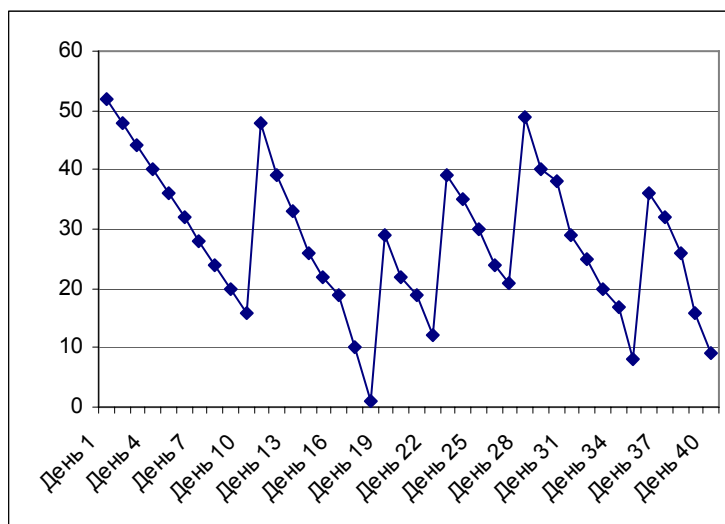


Рисунок 10.5. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасе и времени выполнения заказа для Пример 10.13.

В каждой из рассмотренных ситуаций 1 – 4 предполагается, что потребность в запасе и время выполнения заказа являются независимыми величинами.

10.3. Расчет параметров модель с фиксированным интервалом времени между заказами

Как видно на Рисунок 9.6 на стр. 343, параметром, определяющим стабильность функционирования модели с фиксированным интервалом времени между заказами в условиях нестабильного потребления и изменчивого времени выполнения заказа, является размер заказа. Он рассчитывается каждый плановый момент выдачи заказа по Формула 9.9 на стр. 342.

Размер заказа должен быть рассчитан таким образом, чтобы обеспечить пополнение запаса до максимального желательного уровня при учете текущего размера запаса, ожидаемого потребления за время выполнения заказа и запаса в пути, что обеспечивает уровень удовлетворения потребности, который в общем случае является величиной меньшей 100%.

В модели с фиксированным интервалом времени между заказами в уровне страхового запаса учитывалась возможность фиксированного отклонения времени выполнения заказа от заданного интервала, в ожидаемом потреблении за время выполнения заказа – возможность отклонения потребности в запасе от заданного среднего значения (см. позиции 4 и 5 Таблица 9.6 на стр. 344). Варианты расчета страхового запаса были приведены выше (см. Формула 1.7 - Формула 1.10 на стр. 36 - 37, Формула 9.2 и Формула 9.3 на стр. 332). Рассмотрим, каким образом при расчете размера заказа может быть использован аппарат теории вероятностей.

Так как контроль состояния запаса в данной модели ведется периодически (в плановые моменты выдачи заказов), а не постоянно (как в модели с фиксированным размером заказа), для обеспечения удовлетворения потребности требуется более высокий уровень страхового запаса, чем в модели с фиксированным размером заказа. Например, вполне возможно, что в условиях неопределенности высокий темп потребления приведет к исчерпанию запаса в короткий период времени после пополнения запаса. Исправить ситуацию можно будет только в следующий плановый момент выдачи заказа. Таким образом, модель с фиксированным интервалом времени между заказами может привести к наличию дефицита в течение интервала времени между заказами и далее во время выполнения заказа. Обеспечивать потребление в этот период должен страховой запас. Период, равный сумме интервала времени между заказами и времени выполнения заказа будем называть защитным интервалом.

В общем случае, максимальный желательный запас в модели с фиксированным интервалом времени между заказами равен сумме ожидаемого потребления за интервал времени между заказами и объема страхового запаса (см. Формула 9.10 на стр. 343).

Ситуация 1. При известном значении объема потребности и его стандартного отклонения за защитный интервал времени при постоянной величине времени выполнения заказа размер заказа будет рассчитываться по сле-

дующей формуле (см. так же Формула 9.11 на стр. 344 и Формула 10.15 на стр. 411):

$$Q_i = ОП_T + z * \sigma_{sT} - Z_{T_i} - Z_{t_i},$$

Формула 10.24

где Q_i - размер i -го заказа, единиц;

$ОП_T$ – ожидаемое потребление за защитный интервал времени, единиц;

z - число стандартных отклонений;

σ_{sT} - стандартное отклонение спроса в защитный интервал времени, единиц;

Z_{T_i} –уровень текущего запаса при выдаче i -го заказа, единиц;

Z_{t_i} – объем запаса в пути, не полученного к i -му моменту выдачи заказа, единиц.

Пример 10.14. а) Расчет параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами в условиях неопределенности.

Предположим, что численные данные Пример 9.2 стр. 346 являются вариационным рядом генеральной совокупности статистики отгрузок, описываемой нормальным законом распределения с математическим ожиданием (средней потребностью) 5 единиц и стандартным отклонением 4,14 единиц в день. Ожидаемое потребление за время выполнения заказа составляет 16 единиц. Время выполнения заказа - 4 дня. Интервал времени между заказами – 9 дней. Защитный интервал – 13 дней. Требуется определить основные параметры модели с фиксированным интервалом времени между заказами (страховой запас, максимальный желательный запас и интервал времени между заказами) для обеспечения обслуживания 95% заявок клиентов на отгрузку товара.

1) Расчет размера страхового запаса (см. Формула 10.15 на стр. 411):

а) число стандартных отклонений z при значении площади по кривой нормального распределения $0,95 \approx 0,9505$ равно 1,65 (см. Таблица 10.6 на стр. 409).

б) стандартное отклонение потребности за время выполнения заказа будет равно (см. Формула 10.16 на стр. 396):

$$\sigma_{st} = \sqrt{13 * 4,14^2} = 14,93 \approx 15 \text{ единиц.}$$

в) размер страхового запаса:

$$Z_c = 1,65 * 15 = 24,75 \approx 25 \text{ единиц.}$$

2) Расчет размера заказа (см. Формула 10.24):

$$Q_i = (9 + 4) * 4 + 25 - Z_{T_i} - Z_{t_i} = 77 - Z_{T_i} - Z_{t_i},$$

где Z_{T_i} – уровень текущего запаса при выдаче i -го заказа, единиц (определяется по фактическим остаткам);

Z_{t_i} – объем запаса в пути, не полученного к i -му моменту выдачи заказа, единиц (определяется на текущий момент времени).

3) Расчет максимального размера заказа (см. Формула 9.10 на стр. 343):

$$\text{МЖЗ} = 4 * 13 + 25 = 77 \text{ единиц.}$$

Результаты расчета параметров модели приведены в Таблица 10.15. Учет вероятности изменения потребности в запасе привел к повышению уровня всех параметров по сравнению с результатами расчета, приведенными в Таблица 9.7 на стр. 347, где потребность в запасе рассматривалась как постоянная величина, равная среднедневной потребности (см. позицию 5 в Таблица 9.6 на стр. 344). Воспользовавшись данными об изменении спроса из Таблица 9.10 (см. стр. 352), проведем расчет модели по новым параметрам (см. Таблица 10.16). Иллюстрация движения запаса приведена в Таблица

10.16 и на Рисунок 10.6. Дефицит запаса существенно снижен по сравнению с результатами, приведенными в Таблица 9.10 на стр. 352 (см. так же Рисунок 9.9 на стр. 354), что доказывает целесообразность использования рассматриваемой методики при условии подтверждения гипотезы соответствия закону распределения вероятностей. Дефицит проявился на 23-ий день при наличии задержки поставки.

Таблица 10.15

Параметры модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами Пример 10.14

№	Показатель	Значение
1	Объем потребности, единиц	1440
2	Интервал между заказами, дни	9
3	Время поставки, дни	4
4	Возможная задержка поставки, дни	1
5	Защитный интервал времени, дни	13
6	Ожидаемое дневное потребление, единиц/день	4
7	Ожидаемое потребление за защитный интервал времени, единиц	52
8	Страховой запас, единиц	25
9	Максимальный желательный запас, единиц	77

Таблица 10.16

Расчет уровней запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставок Пример 10.14

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 1	77	4	0	0
День 2	73	4		
День 3	69	4		
День 4	65	4		
День 5	61	4		
День 6	57	4		
День 7	53	4		
День 8	49	4		
День 9	45	4		
День 10	41	4	0	36
День 11	37	9		
День 12	28	6		
День 13	22	7		
День 14	15	4	0	

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 15	47	3	36	
День 16	44	9		
День 17	35	9		
День 18	26	8		
День 19	18	7	0	59
День 20	11	3		
День 21	8	7		
День 22	1	9		
День 23	-8	4	0	
День 24	47	5	59	
День 25	42	6		
День 26	33	8		
День 27	25	9		
День 28	16	2	0	61
День 29	14	9		
День 30	5	4		
День 31	1	5		
День 32	57	3	61	
День 33	54	9		
День 34	45	8		
День 35	37	4		
День 36	33	6		
День 37	27	10	0	50
День 38	17	7		
День 39	10	6		
День 40	4	4		

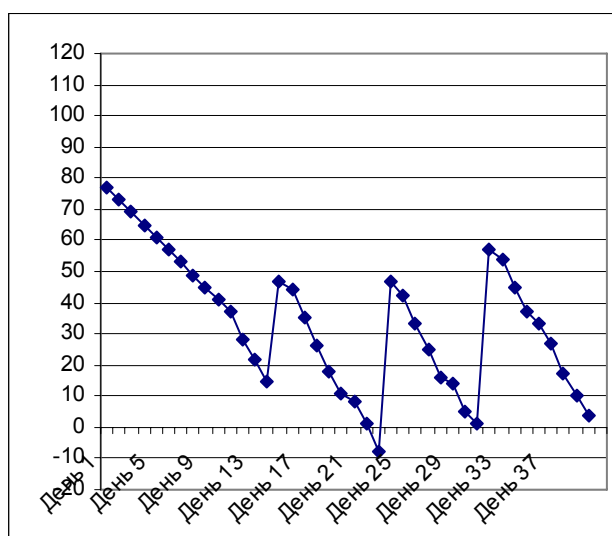


Рисунок 10.6. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставки Пример 10.14.

Ситуация 2. Так как обычно установить среднюю потребность и ее стандартное отклонение в период выполнения заказа довольно сложно, пользуются данными о ежедневном или еженедельном спросе и о времени выполнения заказа. Если известно, что изменчив спрос, а время выполнения заказа остается постоянным, то размер заказа должен быть рассчитан по следующей формуле (см. так же Формула 9.11 на стр. 344 и Формула 10.18 на стр. 416):

$$Q_i = \bar{S} * (t_{мз} + t_n) + z * \sigma_s * \sqrt{t_{мз} + t_n} - Z_{T_i} - Z_{t_i},$$

Формула 10.25

где Q_i - размер i -го заказа, единиц;

\bar{S} - среднее потребление запаса, единиц/день;

$t_{мз}$ - интервал времени между заказами, дни;

t_n - время выполнения заказа, дни;

z - число стандартных отклонений;

σ_s - стандартное отклонение потребности в запасае, единиц/день;

Z_{T_i} - уровень текущего запаса при выдаче i -го заказа, единиц;

Z_{t_i} - объем запаса в пути, не полученного к i -му моменту выдачи заказа, единиц.

Пример 10.15. б) Расчет параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами в условиях неопределенности.

Воспользуемся данными Пример 10.14. Пусть статистика отгрузок описывается нормальным законом распределения с математическим ожиданием (средней потребностью) 5 единиц и стандартным отклонением 4,14 единиц в день. Время выполнения заказа - 4 дня. Интервал времени между заказами - 9 дней. Защитный интервал - 13 дней. Требуется определить основные параметры модели с фиксированным интервалом времени между заказами (страховой запас, максимальный желательный запас и интервал времени между заказами) для обеспечения обслуживания 95% заявок клиентов на отгрузку товара.

1) Расчет размера страхового запаса (см. Формула 10.18 на стр. 416):

а) число стандартных отклонений z при значении площади по кривой нормального распределения $0,95 \approx 0,9505$ равно 1,65 (см. Таблица 10.6 на стр. 409).

б) расчет страхового запаса:

$$Z_s = 1,65 * 4,14 * \sqrt{13} = 24,63 \approx 25 \text{ единиц.}$$

2) Расчет размера заказа (см. Формула 10.25):

$$Q_i = 5 * 13 + 25 - Z_{T_i} - Z_{t_i} = 90 - Z_{T_i} - Z_{t_i},$$

где Z_{T_i} – уровень текущего запаса при выдаче i -го заказа, единиц;

Z_{t_i} – объем запаса в пути, не полученного к i -му моменту выдачи заказа, единиц.

3) Расчет максимального желательного запаса (см. Формула 9.10 на стр. 343):

$$\text{МЖЗ} = 5 * 13 + 25 = 90 \text{ единиц.}$$

Результаты расчета параметров модели приведены в Таблица 10.17. Иллюстрация движения запаса представлена в Таблица 10.18 и на Рисунок 10.7. Дефицит запаса в удовлетворении потребности отсутствует.

Таблица 10.17

Параметры модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами Пример 10.15

№	Показатель	Значение
1	Объем потребности, единиц	1440
2	Интервал между заказами, дни	9
3	Время поставки, дни	4
4	Возможная задержка поставки, дни	1
5	Защитный интервал времени, дни	13
6	Ожидаемое дневное потребление, единиц/день	4

7	Ожидаемое потребление за защитный интервал времени, единиц	65
8	Страховой запас, единиц	25
9	Максимальный желательный запас, единиц	90

Таблица 10.18

Расчет уровней запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставок Пример 10.15

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 1	90	4	0	0
День 2	86	4		
День 3	82	4		
День 4	78	4		
День 5	74	4		
День 6	70	4		
День 7	66	4		
День 8	62	4		
День 9	58	4		
День 10	54	4	0	36
День 11	50	9		
День 12	41	6		
День 13	35	7		
День 14	28	4	0	
День 15	60	3	36	
День 16	57	9		
День 17	48	9		
День 18	39	8		
День 19	31	7	0	59
День 20	24	3		
День 21	21	7		
День 22	14	9		
День 23	5	4	0	
День 24	60	5	59	
День 25	55	6		
День 26	46	8		
День 27	38	9		
День 28	29	2	0	61
День 29	27	9		
День 30	18	4		
День 31	14	5		
День 32	70	3	61	
День 33	67	9		
День 34	58	8		
День 35	50	4		
День 36	46	6		
День 37	40	10	0	50
День 38	30	7		
День 39	23	6		

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 40	17	4		

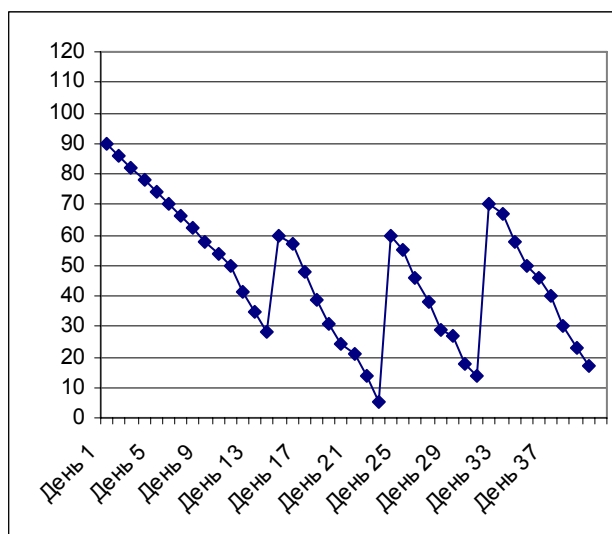


Рисунок 10.7. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставки Пример 10.15.

Ситуация 3. Если известно, что потребность в запасе – постоянная величина, а время выполнения заказа меняется в соответствии с тем или иным законом распределения вероятностей, то размер заказа рассчитывается следующим образом (см. так же Формула 9.11 на стр. 344 и Формула 10.20 на стр. 420):

:

$$Q_i = S * (t_{мз} + \bar{t}_n) + z * \sigma_T * S - Z_{T_i} - Z_{t_i},$$

Формула 10.26

где Q_i - размер i -го заказа, единиц;

S – объем потребности в запасе, единиц/день;

$t_{мз}$ – интервал времени между заказами, дни;

\bar{t}_m – среднее время выполнения заказа, дни;

z - число стандартных отклонений,

σ_T - стандартное отклонение времени выполнения заказа, дни;

Z_{T_i} –уровень текущего запаса при выдаче i -го заказа, единиц;

Z_{t_i} – объем запаса в пути, не полученного к i -му моменту выдачи заказа, единиц.

Пример 10.16. в) Расчет параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами в условиях неопределенности.

Воспользуемся данными Пример 10.14. Пусть статистика времени выполнения заказа описывается нормальным законом распределения с математическим ожиданием 4 дня и стандартным отклонением 1 день. Среднее дневное потребление постоянно и равно 4 единицам. Интервал времени между заказами – 9 дней. Защитный интервал – 13 дней. Требуется определить основные параметры модели с фиксированным интервалом времени между заказами (страховой запас, максимальный желательный запас и интервал времени между заказами) для обеспечения обслуживания 95% заявок клиентов на отгрузку товара.

1) Расчет размера страхового запаса (см. Формула 10.20 на стр. 420):

а) число стандартных отклонений z при значении площади по кривой нормального распределения $0,95 \approx 0,9505$ равно 1,65 (см. Таблица 10.6 на стр. 409).

б) расчет страхового запаса:

$$Z_s = 1,65 * 4 * 1 = 6,6 \approx 7 \text{ дней.}$$

2) Расчет размера заказа (см. Формула 10.26):

$$Q_i = 4 * 13 + 7 - Z_{T_i} - Z_{t_i} = 59 - Z_{T_i} - Z_{t_i},$$

где Z_{T_i} – уровень текущего запаса при выдаче i -го заказа, единиц;

Z_{t_i} – объем запаса в пути, не полученного к i -му моменту выдачи заказа, единиц.

3) Расчет максимального желательного запаса (см. Формула 9.10 на стр. 343):

$$\text{МЖЗ} = 4 * 13 + 7 = 59 \text{ единицы.}$$

Результаты расчета параметров модели приведены в Таблица 10.19. Иллюстрация движения запаса представлена в Таблица 10.20 и на Рисунок 10.8. Дефицит запаса в удовлетворении потребности отсутствует.

Таблица 10.19

Параметры модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами Пример 10.16

№	Показатель	Значение
1	Объем потребности, единиц	1440
2	Интервал между заказами, дни	9
3	Математическое ожидание времени выполнения заказа, дни	4
4	Стандартное отклонение времени выполнения заказа, дни	1
5	Защитный интервал времени, дни	13
6	Ожидаемое дневное потребление, единиц/день	4
7	Ожидаемое потребление за защитный интервал времени, единиц	52
8	Страховой запас, единиц	7
9	Максимальный желательный запас, единиц	59

Таблица 10.20

Расчет уровней запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставок Пример 10.16

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 1	59	4	0	0
День 2	55	4		
День 3	51	4		
День 4	47	4		
День 5	43	4		
День 6	39	4		
День 7	35	4		
День 8	31	4		
День 9	27	4		
День 10	23	4	0	36
День 11	19	4		
День 12	15	4		
День 13	11	4		
День 14	7	4	0	
День 15	39	4	36	
День 16	35	4		

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 17	31	4		
День 18	27	4		
День 19	23	4	0	36
День 20	19	4		
День 21	15	4		
День 22	11	4		
День 23	7	4	0	
День 24	3	4		
День 25	35	4	36	
День 26	27	4		
День 27	23	4		
День 28	19	4	0	40
День 29	15	4		
День 30	11	4		
День 31	7	4		
День 32	3	4		
День 33	39	4	40	
День 34	35	4		
День 35	31	4		
День 36	27	4		
День 37	23	4	0	36
День 38	19	4		
День 39	15	4		
День 40	11	4		

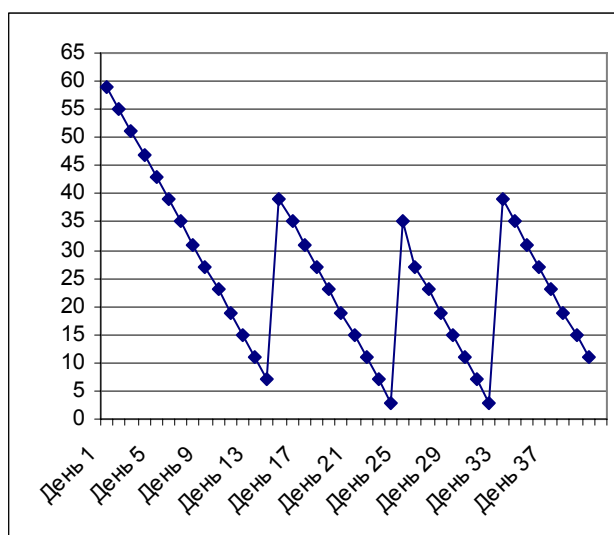


Рисунок 10.8. Иллюстрация движения запаса при колебании времени выполнения заказа Пример 10.16.

Ситуация 4. Если и потребность, и время выполнения заказа подчиняются тому или иному закону распределения вероятностей, то размер заказа

может быть рассчитан следующим образом (см. так же Формула 9.11 на стр. 344 и Формула 10.22 на стр. 424):

$$Q_i = \bar{S} * (t_{мз} + \bar{t}_n) + z * \sqrt{(t_{мз} + \bar{t}_n) * \sigma_s^2 + \bar{S}^2 * \sigma_T} - Z_{T_i} - Z_{t_i},$$

Формула 10.27

где Q_i - размер i -го заказа, единиц;

\bar{S} - средний объем потребности в запасе, единиц/день;

$t_{мз}$ - интервал времени между заказами, дни;

\bar{t}_m - среднее время выполнения заказа, дни;

z - число стандартных отклонений,

σ_s - стандартное отклонение потребности в запасе, единиц/день;

σ_T - стандартное отклонение времени выполнения заказа, дни;

Z_{T_i} - уровень текущего запаса при выдаче i -го заказа, единиц;

Z_{t_i} - объем запаса в пути, не полученного к i -му моменту выдачи заказа, единиц.

Пример 10.17. г) Расчет параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами в условиях неопределенности.

Воспользуемся данными Пример 10.15 на стр. 434 и Пример 10.16. на стр. 438. Статистика отгрузок и времени выполнения заказа описывается нормальным законом распределения. Математическое ожидание потребности в запасе - 5 единиц, ее стандартное отклонение - 4,14 единиц в день. Математическое ожидание времени выполнения заказа - 4 дня, стандартное отклонение - 1 день. Интервал времени между заказами - 9 дней. Защитный интервал - 13 дней. Требуется определить основные параметры модели с фиксированным интервалом времени между заказами (страховой запас, максимальный желательный запас и интервал времени между заказами) для обеспечения обслуживания 95% заявок клиентов на отгрузку товара.

1) Расчет размера страхового запаса (см. Формула 10.22 на стр. 424):

а) число стандартных отклонений z при значении площади по кривой нормального распределения $0,95 \approx 0,9505$ равно 1,65 (см. Таблица 10.6 на стр. 409).

б) расчет страхового запаса:

$$Z_s = 1,65 * \sqrt{13 * 4,14^2 + 5^2 * 1} = 25,97 \approx 26 \text{ единиц.}$$

2) Расчет размера заказа (см. Формула 10.27):

$$Q_i = 5 * 13 + 26 - Z_{T_i} - Z_{t_i} = 91 - Z_{T_i} - Z_{t_i},$$

где Z_{T_i} –уровень текущего запаса при выдаче i -го заказа, единиц;

Z_{t_i} – объем запаса в пути, не полученного к i -му моменту выдачи заказа, единиц.

3) Расчет максимального желательного запаса (см. Формула 9.10 на стр. 343):

$$\text{МЖЗ} = 5 * 13 + 26 = 91 \text{ единиц.}$$

Результаты расчета параметров модели приведены в Таблица 10.21. Иллюстрация движения запаса представлена в Таблица 10.22 и на Рисунок 10.9. Дефицит запаса в удовлетворении потребности имеется на 25 день в объеме 3 единиц и продолжается в течение дня новой поставки.

Таблица 10.21

Параметры модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами Пример 10.17

№	Показатель	Значение
1	Объем потребности, единиц	1440
2	Интервал между заказами, дни	9
3	Время поставки, дни	4
4	Возможная задержка поставки, дни	1
5	Защитный интервал времени, дни	13

6	Ожидаемое дневное потребление, единиц/день	4
7	Ожидаемое потребление за защитный интервал времени, единиц	65
8	Страховой запас, единиц	26
9	Максимальный желательный запас, единиц	91

Таблица 10.22

Расчет уровней запаса при колебании потребности в запасе и наличии задержек поставок Пример 10.17

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 1	91	4	0	0
День 2	87	4		
День 3	83	4		
День 4	79	4		
День 5	75	4		
День 6	71	4		
День 7	67	4		
День 8	63	4		
День 9	59	4		
День 10	55	4	0	36
День 11	51	9		
День 12	42	6		
День 13	36	7		
День 14	29	4	0	
День 15	61	3	36	
День 16	58	9		
День 17	49	9		
День 18	40	8		
День 19	32	7	0	59
День 20	25	3		
День 21	22	7		
День 22	15	9		
День 23	6	4	0	
День 24	2	5		
День 25	56	6	59	
День 26	47	8		
День 27	39	9		
День 28	30	2	0	61
День 29	28	9		
День 30	19	4		
День 31	15	5		
День 32	10	3	0	
День 33	68	9	61	
День 34	59	8		
День 35	51	4		
День 36	47	6		
День 37	41	10	0	50

Дни	Запас	Расход	Приход	Размер заказа
День 38	31	7		
День 39	24	6		
День 40	18	4		

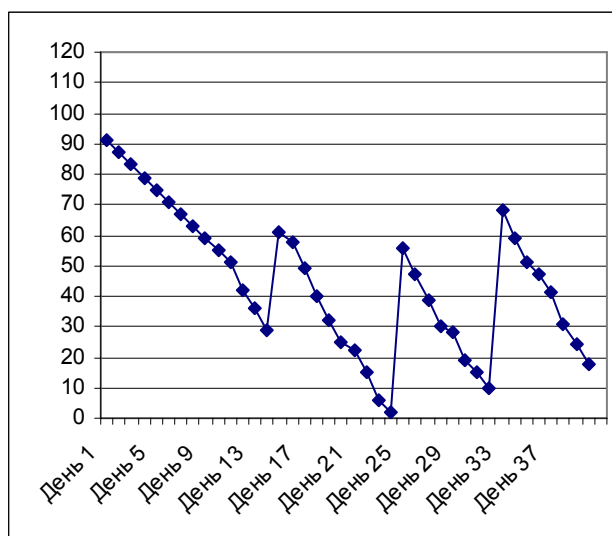


Рисунок 10.9. Иллюстрация движения запаса при колебании потребности в запасе и времени выполнения заказа Пример 10.17.

В каждой из ситуаций 1 – 4 предполагается, что потребность в запасе и время выполнения заказа являются независимыми величинами.

10.4. Однопериодная модель управления запасами

Однопериодная модель управления запасами (single-period model) применяется для управления запасами скоропортящихся товарно-материальных ценностей. К скоропортящимся товарно-материальным ценностям могут быть отнесены, продукты питания (свежие фрукты, овощей, рыба и морепродукты и пр.), живые цветы, периодические издания и пр. Нереализованный запас таких товарно-материальных ценностей не хранится более одного учетного периода без значительной потери стоимости.

Однопериодная ситуация характеризуется наличием потерь, связанных как с дефицитом так и с избытком запаса. Запас скоропортящихся товар-

но-материальных ценностей накапливается при условии того, что прибыль от реализации созданного запаса в рамках одного учетного периода будет более потерь, которые будут иметься по завершению периода в результате потери потребительских свойств товарно-материальных ценностей. Другими словами, запас скоропортящихся ценностей накапливается только в случае, если вероятность того, что товарно-материальные ценности будут отгружены в течение одного периода выше, чем вероятность потери ими потребительских свойств:

$$p \geq (1-p),$$

Формула 10.28

где p – вероятность отгрузки запаса в течение одного периода,
 $(1-p)$ – вероятность потери запасом потребительских свойств.

Необходимый уровень обслуживания в однопериодных моделях определяется по логике Формула 10.14 на стр. 402. Требуется определить и сравнить издержки дефицита (см. п. 8.3.3) и затраты, которые несет организация, содержащая запас, если запас остался нереализованным. Издержки избытка запаса представляют собой разность между капитальными затратами (закупочной стоимостью) и выручкой от экстренной реализации товарно-материальных ценностей:

$$C_e = C_k - C_p,$$

Формула 10.29

где C_e – издержки избытка запаса, руб.;

C_k – стоимость закупки товарно-материальных ценностей запаса, руб.;

C_p – выручка от экстренной реализации товарно-материальных ценностей запаса, руб.

При наличии дополнительных расходов, связанных с реализацией или утилизацией товарно-материальных ценностей избыточного запаса выручка

от экстренной реализации может стать отрицательной величиной. Задача однопериодной модели — определить уровень запаса, при котором затраты, связанные с этим запасом будут минимальными.

Уровень обслуживания однопериодной модели рассчитывается по следующей формуле:

$$L = \frac{C_h}{C_h + C_e},$$

Формула 10.30

где L – уровень обслуживания, доли;

C_h – издержки дефицита запаса, руб.;

C_e – издержки избытка запаса, руб.

Пример 10.18. а) Расчет параметров однопериодной модели.

Рассмотрим задачу расчета оптимального размера заказа малины розничным магазином при условии, что на третий день хранения в торговом зале цена малины снижается в два раза, на пятый день нереализованная ягода изымается из торговли. Первоначальная розничная наценка – 50%. Издержки утилизации отсутствуют. Подтверждена гипотеза равномерного распределения спроса при минимальном объеме продаж – 20 кг и максимальном объеме продаж – 60 кг. В данном примере продолжительность учетного периода равна трем дням.

1) Расчет рекомендуемого уровня обслуживания (см. Формула 10.30):

а) издержки дефицита малины в торговом зале связаны с неполучением 50% торговой наценки на стоимость закупки.

б) издержки избытка запаса малины в торговом зале равны (см. Формула 10.29):

$$C_e = 100\% - \frac{150\%}{2} = 25\%.$$

в) расчет уровня обслуживания:

$$L = \frac{50}{50 + 25} = 66,66 \approx 67\%.$$

2) Вероятный уровень дефицита запаса в торговом зале (см. Формула 10.28:

$$p = 100 - 67 = 33\%.$$

3) Расчет оптимального размера заказа: обозначим минимальный объем продаж прошлого периода S_{\min} , максимальный объем продаж – S_{\max} ; тогда

$$Q^* = 20 + 0,67 * (60 - 20) = 46,8 \text{ кг.}$$

Пример 10.19. б) Расчет параметров однопериодной модели.

Воспользуемся данным Пример 10.18 при проверенной гипотезе о нормальном распределении продаж со средним объемом 40 кг и стандартным отклонением 20 кг. Тогда оптимальный размер заказа для реализации малины в течение трех дней рассчитывается следующим образом:

$$Q^* = 40 + 0,67 * 20 = 53,4 \text{ кг.}$$

Основные формулы раздела по разделам 10.2 – 10.4

Таблица 10.23

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
1	Объем страхового запаса, единицы	$Z_s = z * \sigma_{st}$	z - число стандартных отклонений; σ_{st} - стандартное отклонение потребности в период выполнения заказа, единиц.
		$Z_s = z * \sigma_s * \sqrt{t_n}$	z - число стандартных отклонений; σ_s - стандартное отклонение потребности, единиц/день; t_n - время выполнения заказа, дни.

		$Z_s = z * S * \sigma_t$	z - число стандартных отклонений; S - объем потребления, единиц/день; σ_t - стандартное отклонение времени выполнения заказа, единиц/день.
		$Z_s = z * \sqrt{\bar{t}_n * \sigma_s^2 + \bar{S}^2 * \sigma_t^2}$	z - число стандартных отклонений; \bar{t}_n - среднее время выполнения заказа, дни; σ_s - стандартное отклонение потребности, единиц/день; \bar{t}_n - время выполнения заказа, дни; где Z_s – объем страхового запаса, единиц; z - число стандартных отклонений; \bar{S} - среднее потребление, единиц/день; σ_t - стандартное отклонение времени выполнения заказа, день.
2	Стандартное отклонение потребности в период выполнения заказа, единицы	$\sigma_{st} = \sqrt{n * \sigma_s^2}$	n – количество дней в периоде выполнения заказа; σ_s - стандартное отклонение потребности, единиц/день.
3	Пороговый уровень запаса, единицы	$ПУ = ОП + z * \sigma_{st}$	ОП – ожидаемое потребление за время выполнения заказа; z - число стандартных отклонений, σ_{st} - стандартное отклонение спроса в период выполнения заказа, единиц.
		$ПУ = \bar{S} * \bar{t}_n + z * \sigma_s * \sqrt{\bar{t}_n}$	\bar{S} - среднее потребление, единиц/день; \bar{t}_n – время выполнения заказа, дни; z - число стандартных отклонений; σ_s - стандартное отклонение потребности, единиц/день.
		$ПУ = \bar{S} * \bar{t}_n + z * \bar{S} * \sigma_t$	\bar{S} - объем потребления, единиц/день; \bar{t}_n – время выполнения заказа, дни; z - число стандартных отклонений; σ_t - стандартное отклонение времени выполнения заказа, единиц/день.
		$ПУ = \bar{S} * \bar{t}_n + z * \sqrt{\bar{t}_n * \sigma_s^2 + \bar{S}^2 * \sigma_t^2}$	\bar{S} - среднее потребление, единиц/день; \bar{t}_n - среднее время выполнения заказа, дни; z - число стандартных отклонений; σ_t - стандартное отклонение времени выполнения заказа, единиц/день; σ_s - стандартное отклонение потребности, единиц/день.

4	Размер <i>i</i> -го заказа, единицы	$Q_i = ОП_T + z * \sigma_{sT} - Z_{T_i} - Z_{t_i}$	<p>ОП_T – ожидаемое потребление за защитный интервал времени, единиц; z - число стандартных отклонений, σ_{sT} - стандартное отклонение спроса в защитный интервал времени, единиц. Z_{T_i} –уровень текущего запаса при выдаче <i>i</i>-го заказа, единиц; Z_{t_i} – объем запаса в пути, не полученного к <i>i</i>-му моменту выдачи заказа, единиц.</p>
		$Q_i = \bar{S} * (t_{мз} + t_n) + z * \sigma_s * \sqrt{t_{мз} + t_n} - Z_{T_i} - Z_{t_i}$	<p>\bar{S} - среднее потребление запаса, единиц/день; $t_{мз}$ – интервал времени между заказами, дни; t_n – время выполнения заказа, дни; z - число стандартных отклонений, σ_s - стандартное отклонение потребности в запасае, единиц/день; Z_{T_i} –уровень текущего запаса при выдаче <i>i</i>-го заказа, единиц; Z_{t_i} – объем запаса в пути, не полученного к <i>i</i>-му моменту выдачи заказа, единиц.</p>
		$Q_i = S * (t_{мз} + t_m) + z * \sigma_T * S - Z_{T_i} - Z_{t_i}$	<p>S – объем потребности в запасае, единиц/день; $t_{мз}$ – интервал времени между заказами, дни; t_m – среднее время выполнения заказа, дни; z - число стандартных отклонений, σ_T - стандартное отклонение времени выполнения заказа, дни; Z_{T_i} –уровень текущего запаса при выдаче <i>i</i>-го заказа, единиц; Z_{t_i} – объем запаса в пути, не полученного к <i>i</i>-му моменту выдачи заказа, единиц.</p>

		$Q_i = \bar{S} * (\bar{t}_m + \bar{t}_s) + z * \sqrt{(\bar{t}_m + \bar{t}_s) * \sigma_s^2 + \bar{S}^2 * \sigma_T^2} - Z_{Ti} - Z_{Ti}$	\bar{S} – средний объем потребности в запасе, единиц/день; t_{M3} – интервал времени между заказами, дни; \bar{t}_m – среднее время выполнения заказа, дни; \bar{t}_s – среднее время выполнения заказа, дни; z - число стандартных отклонений, σ_s - стандартное отклонение потребности в запасе, единиц/день; σ_T - стандартное отклонение времени выполнения заказа, дни; Z_{Ti} –уровень текущего запаса при выдаче i-го заказа, единиц; Z_{Ti} – объем запаса в пути, не полученного к i-му моменту выдачи заказа, единиц.
5	Издержки избытка запаса, руб.	$C_e = C_k - C_p$	C_k – стоимость закупки товарно-материальных ценностей запаса, руб.; C_p – стоимость экстренной реализации товарно-материальных ценностей запаса, руб.
6	Уровень обслуживания, доли	$L = \frac{C_h}{C_h + C_e}$	C_h – издержки дефицита запаса, руб.; C_e – издержки избытка запаса, руб.

Список вопросов для самопроверки по разделам 10.2 – 10.4

- 1) Какую роль страховой запас играет в обеспечении заданного уровня обслуживания?
- 2) Какие величины характеризуют закон распределения вероятностей?
- 3) Что такое число стандартных отклонений z и как оно используется при управлении запасами?
- 4) Поясните расчет страхового запаса по числу стандартных отклонений потребности в запасе от среднего значения.
- 5) Поясните определение уровня обслуживания по заданному числу стандартных отклонений потребности в запасе от среднего значения на примере нормального закона распределения вероятностей.

- 6) Какой параметр модели с фиксированным размером заказа определяет стабильность ее функционирования в условиях неопределенности?
- 7) В какой период времени при использовании модели с фиксированным размером заказа возникает риск дефицита?
- 8) Какие неопределенности должны быть учтены при расчете страхового запаса в модели с фиксированным размером заказа?
- 9) В каких ситуациях может быть известно стандартное отклонение спроса в периоды выполнения заказа?
- 10) Если статистики спроса в период выполнения заказа не имеется, как может быть определена дисперсия спроса в этот период?
- 11) Поясните формулу расчета порогового уровня запаса в условиях неустойчивого потребления и постоянного периода выполнения заказа.
- 12) Поясните формулу расчета порогового уровня запаса в условиях постоянного потребления и неустойчивого периода выполнения заказа.
- 13) В каких ситуациях потребность в запасе и время выполнения заказа являются независимыми величинами? В каких ситуациях эти величины зависимы?
- 14) Какой параметр модели с фиксированным интервалом времени между заказами определяет стабильность ее функционирования в условиях неопределенности?
- 15) В какой период времени при использовании модели с фиксированным интервалом времени между заказами возникает риск дефицита?
- 16) Что такое защитный интервал и каковы его функции?
- 17) Поясните формулу расчета размера заказа в условиях неустойчивого потребления и постоянного периода выполнения заказа.
- 18) Поясните формулу расчета размера заказа в условиях постоянного потребления и неустойчивого периода выполнения заказа.
- 19) Что такое скоропортящиеся товары? Приведите несколько примеров.

- 20) Какие условия работы являются определяющими в однопериодных моделях управления запасами?
- 21) Как определяется уровень обслуживания в однопериодных моделях?
- 22) Как может быть рассчитан страховой запас в однопериодных моделях?

Список дополнительной литературы по разделам 10.2 – 10.4

1. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Наука, 1983. – 416 с.
2. Козловский В.А. и др. Логистический менеджмент. - СПб.: Лань, 2002. - 272 с.
3. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.
4. Математическая статистика: Учеб. для вызов / В.Б. Горяинов, И.в. Павлов, Г.М. Цветкова и др. Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 424 с.
5. Модели и методы теории логистики /Под ред. В.С. Лукинскогo. – С.-Пб.: Питер, 2003. – 176 с.
6. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. – М.: Питер, 2001. – 384 с.
7. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 680 с.
8. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.
9. Чейз Р.Б. и др. Производственный и операционный менеджмент. – 8-е изд. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 704 с.

11. Проектирование моделей управления запасами в звеньях цепей поставок

Содержание главы

Необходимость доработки классических моделей управления запасами

Проектирование алгоритма управления запасами

Место процесса проектирования алгоритма управления запасами в процедуре управления запасами

Этапы проектирования алгоритма управления запасами

Имитация движения запаса при использовании модели управления запасами с фиксированным размером заказа

Имитация движения запаса при использовании модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами

Сравнение полученных результатов

Формирование правил принятия решений

Разработка инструкции принятия решений по управлению запасами

Имитация движения запаса в различных организационно-методических условиях

Имитация движения запаса при использовании модели управления запасами с фиксированным размером заказа

Имитация движения запаса при использовании модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами

Методика сравнения результатов

Пример разработки алгоритма управления запасами

Классификация элементов моделей управления запасами

Критерии классификации

Степень взаимодействия отдела логистики с другими подразделениями

Функции управления

Степень воздействия на систему управления запасами

Субъект реализации корректирующих воздействий

Классификации правил алгоритма управления запасами

Правила расчетно-методического характера

Правила межфункционального взаимодействия

Межфункциональные эмпирические правила

Межфункциональные учетные правила

Межфункциональные превентивные правила

Правила межорганизационного взаимодействия

Как было показано в п. 9, использование классических моделей управления запасами (модели с фиксированным размером заказа (см. п. 9.1.1) и модели с фиксированным интервалом времени между заказами (см. п. 9.1.2) ограничено рамками относительного постоянства потребности в запасе. Классические модели управления запасами требуют выполнения следующих труднодостижимых на практике условий:

- постоянный темп потребления запаса,
- фиксированный интервал времени, необходимый на выполнение заказа на восполнение запаса,
- фиксированная возможная задержка времени выполнения заказа на восполнение запаса.

При этом именно классические модели определяют логику движения запаса. Анализ поведения запаса при конкретно заданных характеристиках поставок и потребления в рамках основных моделей позволяет сформулировать необходимые правила принятия решений в таких ситуациях, когда основные модели дают сбои. На основе таких правил можно построить новый, оригинальный или авторский алгоритм управления запасами.

Даже незначительная доработка классических моделей позволяет получить удовлетворительные результаты обслуживания запасом изменяющейся потребности (см. модель управления запасами с установленной периодичностью пополнения запаса по постоянному уровню – п. 9.2.1 и модель «Минимум-максимум» - п. 9.2.2). Все же, как и классические модели, они связаны с конкретными и жестко прописанными условиями работы. Первая из упомянутых модификаций эффективно работает в том случае, когда потери от дефицита запаса значительно превышают затраты на содержание запаса, вторая – в случае, когда, напротив, затраты на содержание запаса значительно выше издержек дефицита. В промежуточных ситуациях эти модели либо чрезвычайно дороги в реализации (как модель с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня), либо завышают допусти-

мые риски отказа в обслуживании потребляющему звену (модель «Минимум-максимум»).

Большинство организаций вынуждено разрабатывать новые, авторские или так называемые корпоративные модели управления запасами, которые призваны реализовывать процесс управления запасами оптимальным для заданных условий деятельности организации способом.

11.1. *Проектирование алгоритма управления запасами*

Проектирование алгоритма управления запасами является одним из этапов процедуры управления запасами (см. п. 5 Рисунок 4.1 на стр. 110) и включает следующие этапы (см. Таблица 11.1):

1. Имитация движения запаса при использовании модели с фиксированным размером заказа.
2. Имитация движения запаса по использованию модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами.
3. Сравнение поведения запаса по результатам этапов 1 и 2.
4. Формулирование основных и дополнительных правил принятия решений по управлению запасами.
5. Разработка инструкции или технического задания на основе разработанного на этапе 4 алгоритма.

Каждый из перечисленных этапов (за исключением, очевидно, последнего) включает в себя креативные действия, основанные на результатах анализа поведения классических моделей управления запасами, отработанного с помощью имитации.

Таблица 11.1

Этапы разработки алгоритма управления запасами

№	Наименование этапа
---	--------------------

№	Наименование этапа
1	Имитация поведения модели управления запасами с фиксированным размером заказа
2	Имитация поведения модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами
3	Сравнение поведения запаса по результатам этапов 1 и 2
4	Формулирование основных и дополнительных правил принятия решений по управлению запасами
5	Разработка инструкции или технического задания на основе разработанного в п. 4 алгоритма.

11.2. *Имитация движения запаса в различных организационно-методических условиях*

Имитация движения запаса в различных организационно-методических условиях состоит в следующем.

Шаг 1. Расчет оптимального размера заказа для восполнения запаса.

На этом шаге требуется рассчитать или определить с использованием экспертных оценок оптимальный размер заказа, необходимый для восполнения запаса. Для принятия окончательного решения необходимо обосновать выбор практически используемого размер заказа. Методики расчета и выбора оптимального размера заказа рассмотрены в п. 8.

Методической основой поиска правил алгоритма, который позволит управлять запасами в конкретной бизнес-ситуации, является имитация движения запаса на основе логики управления с фиксированным размером заказа (см. Шаг 2) и с фиксированным интервалом времени между заказами (см. Шаг 3).

Шаг 2. Имитация поведения модели управления запасами с фиксированным размером заказа.

2.1. Прежде всего, требуется провести расчет параметров модели управления запасами с фиксированным размером заказа (см. Таблица 9.1 на стр. 330).

2.2. Далее, на основе полученных параметров модели управления запасами с фиксированным размером заказа требуется построить графики движения запаса для случаев

2.2.1. отсутствия задержек поставок (пример оформления см. на Рисунок 11.1);

2.2.2. наличия единичного сбоя поставки (см. Рисунок 11.2);

2.2.3. наличия неоднократных сбоев поставок (см. Рисунок 11.3).

Анализ графиков движения запаса в классической модели с фиксированным размером заказа в условиях постоянного усредненного (см. позицию №5 Таблица 9.1 на стр. 330) и колеблющегося спроса позволит выявить сильные и слабые стороны логики фиксированного размера заказа применительно к конкретным, отмеченным в позициях 1-4 Таблица 9.1, условиям.

2.3. Для случаев 2.2.2 и 2.2.3 необходимо оценить срок возврата модели управления запасами с фиксированным размером заказа в нормальное, т.е. с наличием полного страхового запаса, состояние.

В рассматриваемом примере (см. Рисунок 11.2) модель с фиксированным размером заказа возвращается в нормальное состояние (с наличием страхового запаса) сразу же после получения задержавшейся поставки – на 13-ый день.

При неоднократных сбоях поставок (см. Рисунок 11.3) модель с фиксированным размером заказа возвращается в нормальное состояние сразу же после получения последней (третьей) задержавшейся поставки – на 20-ый день.

2.4. Далее для случая 2.2.2 требуется определить максимальный срок задержки поставки, который может выдержать модель без выхода в дефицитное состояние.

В рассматриваемом примере при однократном сбое поставки (см. Рисунок 11.2) модель с фиксированным размером заказа выдерживает без выхода в дефицитное состояние 3 дня задержки и выходит в дефицитное состояние только на 16-ый день.

Фиксированный размер заказа - без сбоев поставки

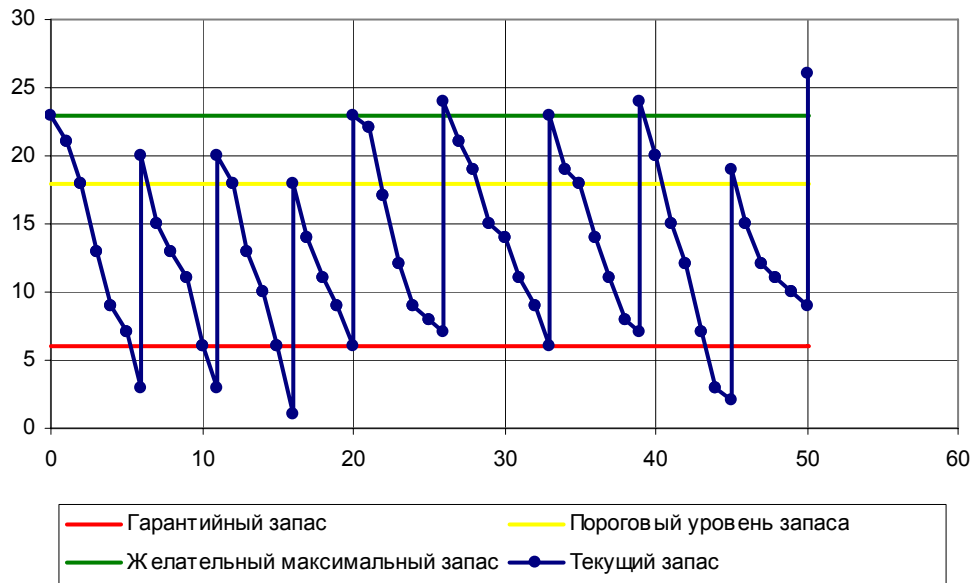


Рисунок 11.1. Пример графика движения запаса в модели управления запасами с фиксированным размером заказа без сбоев поставок.

Фиксированный размер заказа - однократный сбой поставки

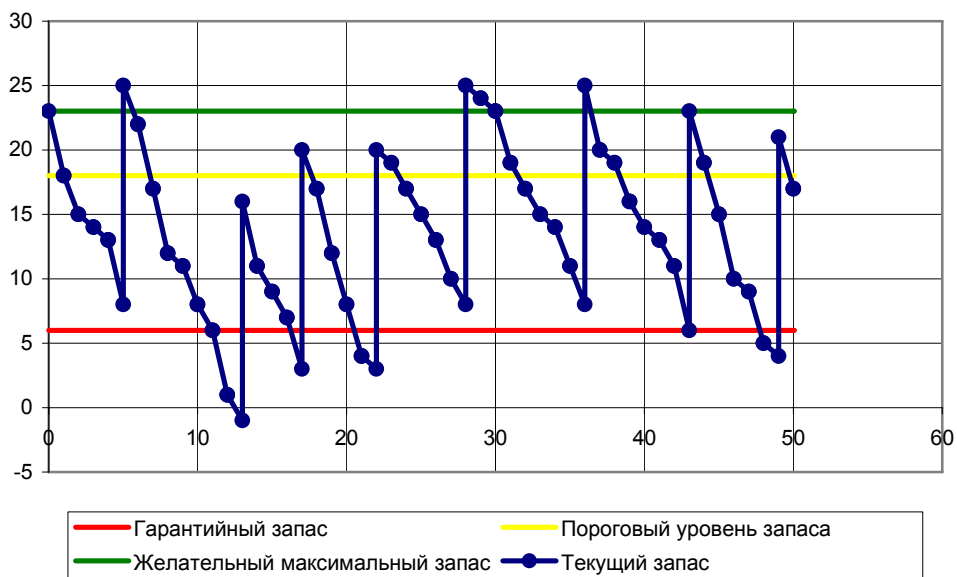


Рисунок 11.2. Пример графика движения запаса в модели управления запасами с фиксированным размером заказа с единичным сбоем поставки.

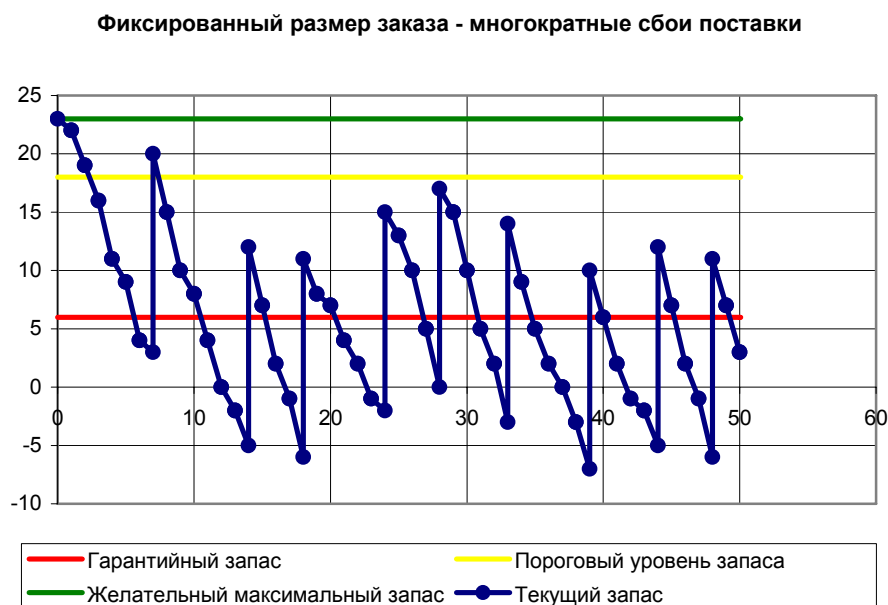


Рисунок 11.3. Пример графика движения запаса в модели управления запасами с фиксированным размером заказа с неоднократными сбоями поставок.

2.5. Для случая 2.2.3 требуется определить максимальное количество сбоев поставки, которое может выдержать модель управления запасами с фиксированным размером заказа без выхода в дефицитное состояние.

В рассматриваемом примере в случае многократных сбоев поставок (см. Рисунок 11.3) модель с фиксированным размером заказа выдерживает без выхода в дефицитное состояние только один сбой. Во время ожидания второй задержавшейся поставки система выйдет в дефицитное состояние на 13-ый день.

Совместное рассмотрение полученных в шаге 2 результатов помогает подготовиться к разработке предложений по новому алгоритму работы с запасами, в котором будут отражены особенности конкретной рассматриваемой ситуации.

Шаг 3. Имитация движения запаса с фиксированным интервалом времени между поставками.

3.1. В рамках второй и последней классической модели управления запасами требуется провести расчет параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами (см. Таблица 9.6 на стр. 344).

3.2. На основе полученных параметров модели с фиксированным интервалом времени между заказами требуется построить графики движения запаса для случаев

3.2.1. отсутствия задержек поставок (пример оформления см. на Рисунок 11.4);

3.2.2. наличия единичного сбоя поставки (см. Рисунок 11.5);

3.2.3. наличия неоднократных сбоев поставок (см. Рисунок 11.6).

Так же, как и при имитации движения запаса при фиксированном размере заказа, анализ графиков движения запаса в модели с фиксированным размером заказа в условиях постоянного усредненного (см. позицию 5 Таблица 9.6 на стр. 344) и колеблющегося спроса позволяет определить преимущества и недостатки использования логики фиксации размера заказа применительно к отмеченным в позициях 1-4 Таблица 9.6 условиям.

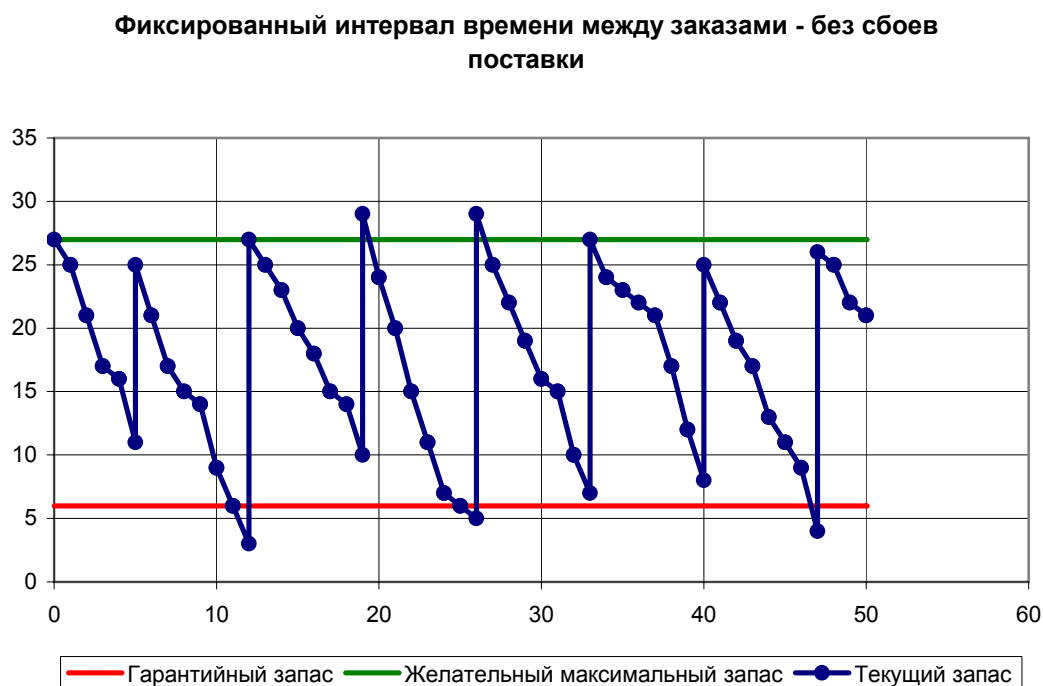


Рисунок 11.4. Пример графика движения запаса в модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами без сбоев поставок.

Фиксированный интервал времени между заказами -
однократный сбой поставки

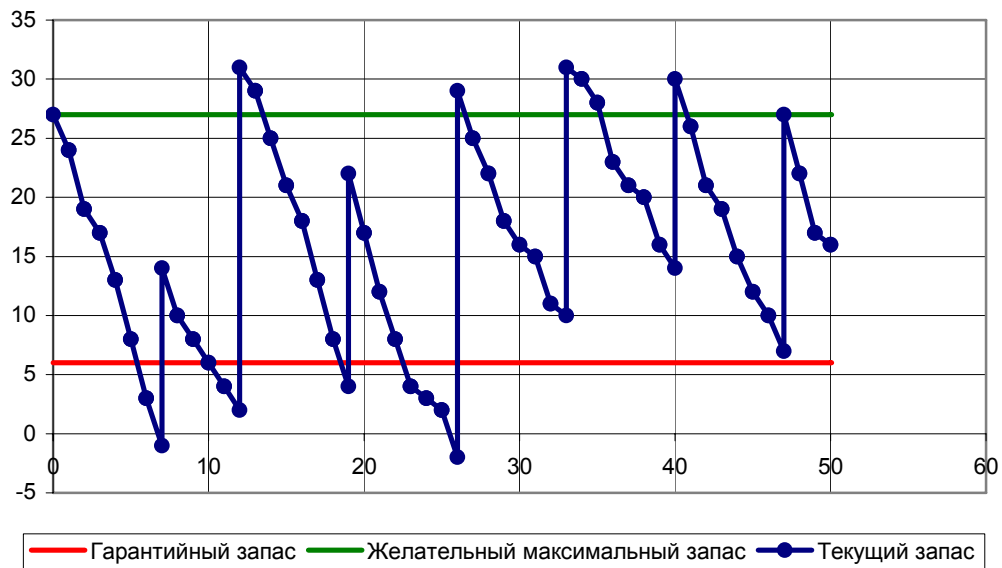


Рисунок 11.5. Пример графика движения запаса в модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами с однократным сбоем поставки.

Фиксированный интервал времени между заказами -
многократные сбои поставки

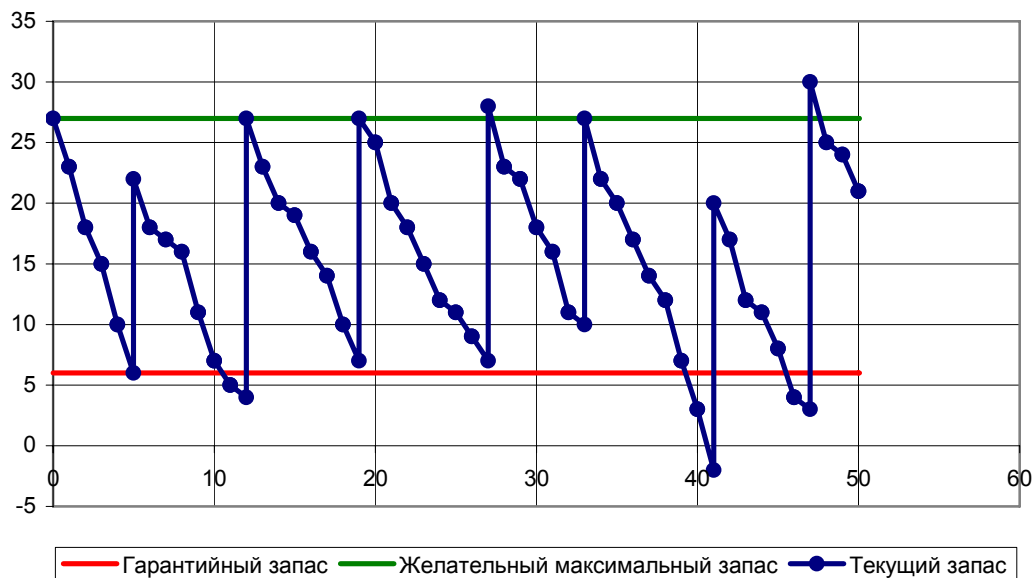


Рисунок 11.6. Пример графика движения запаса в модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами с неоднократными сбоями поставок.

3.3. Для случаев 3.2.2 и 3.2.3 требуется оценить срок возврата модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами в нормальное, т.е. с наличием полного страхового запаса, состояние.

В рассматриваемом примере (см. Рисунок 11.5) модель с фиксированным интервалом времени между заказами при однократном сбое поставки возвращается в нормальное состояние (с наличием страхового запаса) сразу же после получения задержавшейся поставки – на 7-ой день.

В случае неоднократных сбоев поставок (см. Рисунок 11.6) модель с фиксированным интервалом времени между заказами возвращается в нормальное состояние (с наличием страхового запаса) сразу же после получения последней (третьей) задержавшейся поставки – на 21-ый день.

3.4. Далее для случая 3.2.2 требуется определить максимальный срок задержки поставки, который может выдержать модель без выхода в дефицитное состояние.

В рассматриваемом примере при однократном сбое поставки (см. Рисунок 11.5) модель с фиксированным интервалом времени между заказами выдерживает без выхода в дефицитное состояние 2 дня задержки и выходит в дефицитное состояние на 8-ой день.

3.5. Для случая 3.2.3 требуется определить максимальное количество сбоев поставки, которое может выдержать модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами без выхода в дефицитное состояние.

В рассматриваемом примере при неоднократных сбоях поставок (см. Рисунок 11.6) модель с фиксированным интервалом времени между заказами выдерживает без выхода в дефицитное состояние три сбоя подряд. Во время ожидания четвёртой задержавшейся поставки модель выйдет в дефицитное состояние на 14-ый день.

Совместное рассмотрение полученных в шаге 3 результатов позволяет продумать и зафиксировать предложения, которые целесообразно учесть при

разработке нового алгоритма работы с запасами, в котором будут отражены особенности конкретной бизнес-ситуации.

Шаг 4. Разработка алгоритма управления запасами.

4.1. Используя результаты шагов 2 и 3, можно определить, какая из двух классических моделей управления запасами (с фиксированным размером заказа или с фиксированным интервалом времени между заказами) более эффективно работает в рассматриваемых конкретных условиях.

В рассматриваемом примере анализ результатов имитации поведения запаса при использовании модели управления запасами с фиксированным размером заказа и модели с фиксированным интервалом времени между заказами приводит к выводу о целесообразности использования принципов фиксации интервала времени между заказами.

4.2. Для модели управления запасами, выбранной в предыдущем пункте, следует рассмотреть возможность появления сбоев в потреблении запаса и построить графики, иллюстрирующие все возможные ситуации. На основе проведенных имитаций и анализа их результатов требуется разработать правила, которые должны быть положены в основу разработки нового алгоритма работы с запасом и дать рекомендации по поддержанию модели в нормальном состоянии (с наличием страхового запаса).

В рассматриваемом примере результатом анализа имитации движения запаса в условиях функционирования моделей с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами стали следующие предложения:

а) Ввести плавающие уровни страхового и максимально желательного уровней запаса. В каждый заданный момент заказа рассчитывать максимальный желательный и страховой уровни запаса с учетом текущего уровня запаса и текущего уровня спроса:

$$\text{Страховой Запас} = \text{Время задержки} * \text{Начальное ожидаемое потребление}$$

*Максимальный желательный запас = Страховой запас + Начальное ожидаемое потребление * Интервал времени между заказами*

*Размер заказа = Максимальный желательный запас – Текущий уровень запаса + Начальное ожидаемое потребление * Время выполнения заказа.*

б) Ввести процедуру расчета усредненного спроса за установленный период, называемый горизонтом усреднения.

Результатом реализации этих предложений стал алгоритм управления запасами, приведший к движению запаса, изображенного на Рисунк 11.7.

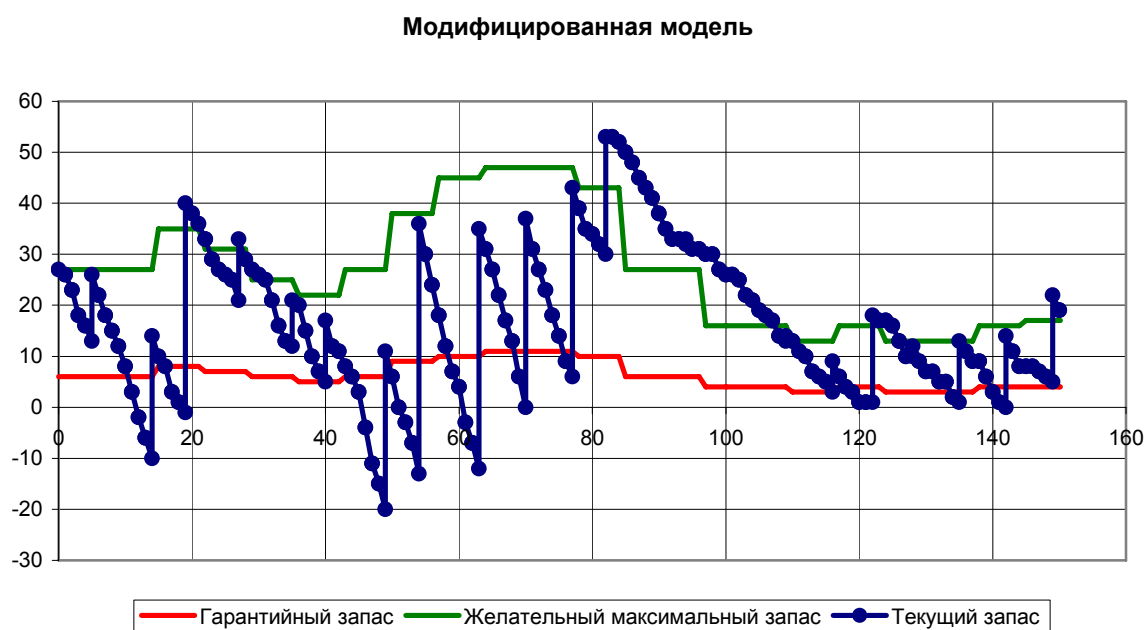


Рисунок 11.7. Пример движения запаса в модели с плавающими уровнями страхового и максимального желательного запаса.

Шаг 5. Разработка инструкции принятия решений по управлению запасами.

Завершающим шагом разработки алгоритма управления запасами является подготовка инструкции по контролю за состоянием запаса. Такая инструкция предназначена для работников, ведущих учет и контроль запаса (логистов, товарных менеджеров, операторов, менеджеров по запасам и пр. в зависимости от принятой системы организации управления). Инструкция должна содержать блок-схему алгоритма действий и конкретные указания по

определению моментов заказа и размеров заказа для каждого возможного случая функционирования модели управления запасами.

В рассматриваемом примере предложения, выработанные на шаге 4 привели к получению алгоритма, фрагмент которого представлен блок-схемой на Рисунок 11.8.

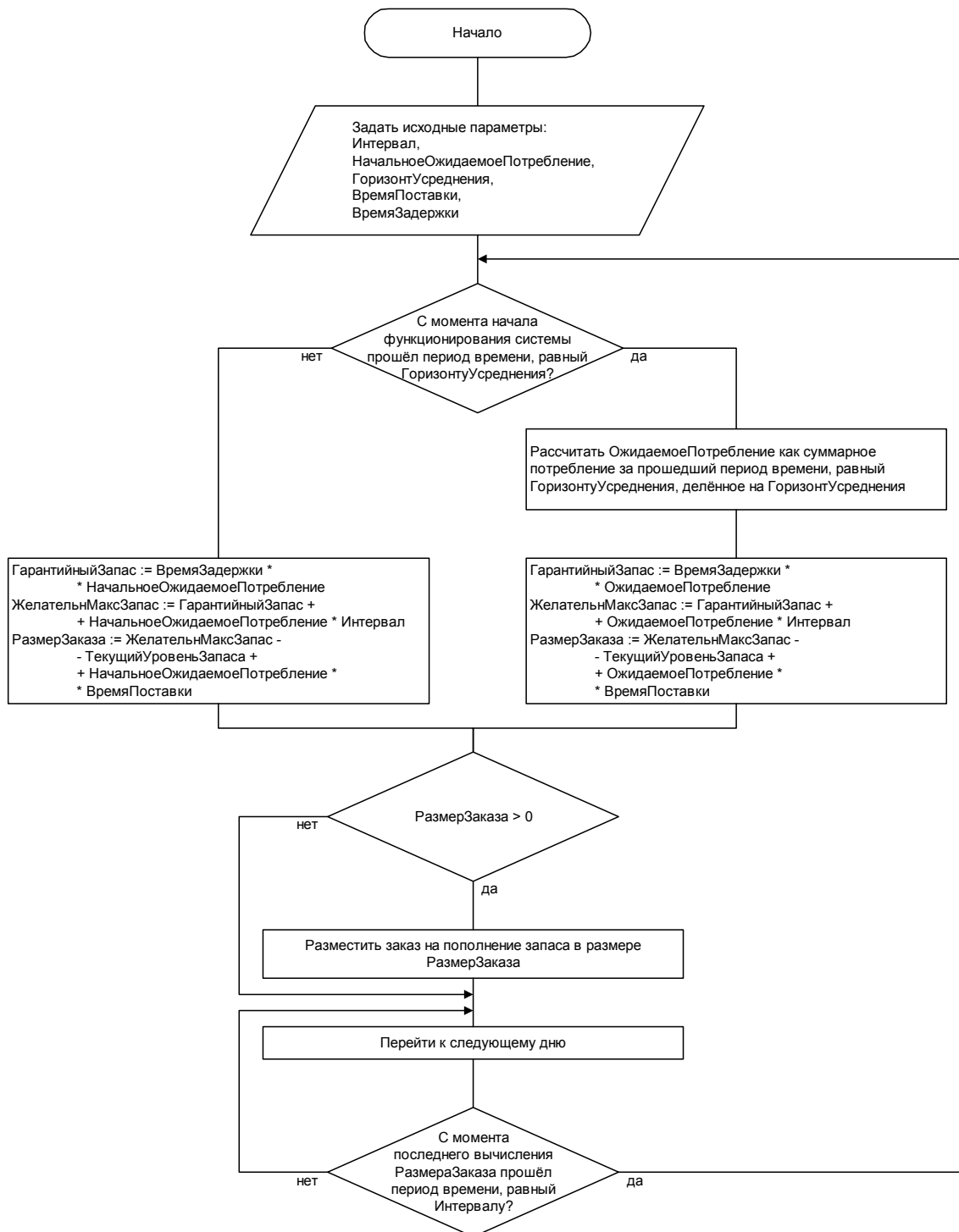


Рисунок 11.8. Фрагмент блок-схемы алгоритма управления запасами с плавающими страховым и максимальным желательным уровнями запаса.

11.3. *Классификация элементов моделей управления запасами*

Для максимально чистой классификации элементов моделей и правил управления запасами в различных организационно-экономических условиях требуется воспользоваться различными критериями. Такими критериями, например, могут быть

- степень взаимодействия отдела логистики с другими подразделениями компании в решении вопроса управления запасами,
- функции управления — планирование, организация, учет и контроль, степень оперативности принятия решений,
- степень воздействия на систему управления запасами (корректировка расчетных параметров либо изменение всей политики управления запасами),
- субъект реализации корректирующих воздействий (отдел логистики или другие подразделения компании) и др.

Рассмотрим содержание некоторых из упомянутых классификаций.

По степени взаимодействия отдела логистики (или специалистов по управлению запасами, товарных менеджеров и пр.) с другими подразделениями компании дополнительные по отношению к классическим моделям управления запасами правила алгоритмов могут быть разделены на две группы:

- 1) действия, не требующие тесного взаимодействия,
- 2) действия, требующие тесного взаимодействия (см. Таблица 11.2).

Таблица 11.2

Классификация дополнительных правил алгоритмов управления запасами по степени взаимодействия отдела логистики с другими подразделениями компании

1. Тесное взаимодействие	2. Не тесное взаимодействие
1. Постоянный контроль за уровнем спроса 2. Согласование оценок прогноза спроса 3. Назначение дополнительного поставщика 4. Развития тесных взаимоотношений с организациями и звеньями-поставщиками 5. Возможность оперативного изменения условий поставки 6. Включение в алгоритм действий лица, принимающего решения (экспертных решений) 7. Использование сложных экономико-математических моделей и др.	1. Оперативное изменение размера заказа на восполнение запаса по результатам анализа уровня потребления 2. Дозаказ в момент получения информации о задержке поставки 3. Плавающие уровни порогового уровня запаса, страхового запаса, максимального желательного запаса 4. Плавающий интервал времени между заказами 5. Оперативное изменение уровня страхового запаса и др.

В классификации Таблица 11.2, как и в остальных ранее упомянутых, игнорируется методическая последовательность проведения расчетов и принятия решений при управлении запасами. Выбранный критерий определяет логику рассмотрения возможных правил, позволяющих обновить классические подходы к управлению запасами. Специалисты, связанные с управлением запасами, могут принимать решения самостоятельно, без согласования своих позиций с другими подразделениями, например,

- при оперативном изменении размера заказа на восполнение запаса по результатам текущего анализа уровня потребления (см. позицию 2-1 «Оперативное изменение размера заказа на восполнение запаса по результатам анализа уровня потребления»

- Таблица 11.2),

- при проведении дополнительного заказа на восполнение запаса (дозаказа) в момент получения информации о задержке поставки (см. позицию 2-2 «Дозаказ в момент получения информации о задержке поставки»

- Таблица 11.2),

при расчете на основе информации о состоянии спроса новых порогового уровня запаса, страхового и максимально желательного уровней запаса, интервала времени между заказами (см. позиции 2-3 «Плавающие уровни порогового уровня запаса, страхового запаса, максимального желательного запаса» и 2-4 «Плавающий интервал времени между заказами»

Таблица 11.2) и др.

Напротив, некоторые решения по управлению запасами требуют обязательного согласования действий с несколькими подразделениями компании. Например,

прогнозирование спроса (см. позицию 1-2 «Согласование оценок прогноза спроса»

Таблица 11.2) при правильной постановке вопроса требует совместного обсуждения вопроса службами маркетинга, продаж, производства и закупок при участии логистов, аналитиков, специалистов по информационным технологиям;

назначение или выбор дополнительного (страхующего или аварийного) поставщика (см. позицию 1-3 «Назначение дополнительного поставщика»

Таблица 11.2) проводится при обязательном участии, по крайней мере, отделов закупок (снабжения) и логистики;

использование в алгоритме работы с запасом экспертных оценок (см. позицию 1-6 «Включение в алгоритм действий лица, принимающего решения (экспертных решений)»

Таблица 11.2), как правило, более эффективно, если в качестве экспертов выступает межфункциональная группа специалистов, представляющих интересы функциональных областей закупок, производства, сбыта (распределения) и финансов и т.д.

По функциям управления дополнительные правила алгоритмов управления запасами могут быть разделены на классы, связанные с процессами планирования, организации, учета и контроля (см. Таблица 11.3).

Таблица 11.3

Классификация дополнительных правил алгоритмов управления запасами по функциям управления

Функция управления	Правило алгоритма
1. Планирование	1. Увеличение размера заказа на определенное количество товара. 2. Плавающий уровень максимального размера запаса 3. Плавающий уровень страхового размера запаса 4. Применение сложных экономико-математических моделей 5. Оценка оптимального уровня глубины прогноза. и др.
2. Организация	1. Выдача заказа в момент поставки 2. Выдача заказа в момент задержки поставки 3. Введение дополнительного поставщика 4. Обеспечение оперативной смены поставщика 5. Развитие тесных взаимоотношений с организациями и звеньями поставщиками

Функция управления	Правило алгоритма
	6. Оперативное изменение условий поставок 7. Учет изменения стратегии компании и его влияния на политику управления запасами 8. Включение в алгоритм действий лица, принимающего решения (экспертных оценок) 9. Обеспечение взаимодействия отдела логистики (специалистов по управлению запасами, товарных менеджеров и пр.) с другими подразделениями компании для совместного принятия решений 10. Смена поставщика 11. Бездефицитное управление
3. Учет	1. Учет запаса в пути 2. Отслеживания уровня спроса 3. Выдача заказа в момент задержки поставки 4. Плавающий пороговый уровень запаса с учетом текущего или прогнозируемого уровня спроса 5. Плавающий уровень страхового запаса с учетом текущего или прогнозируемого уровня спроса 6. Плавающий интервал времени между заказами с учетом текущего или прогнозируемого уровня спроса 7. Учет издержек хранения и дефицита при принятии решения о выдаче заказа на восполнения запаса и др.
4. Контроль	1. Контроль отклонений плавающих уровней порогового, страхового и максимального желательного уровней запаса от нормативных 2. Наличие коридора возможных изменений порогового уровня, максимального желательного запаса и страхового уровня запаса и др.

По функциям планирования и организации рассматриваемая классификация, очевидно, является не чистой. Организация действий по управлению запасами довольно часто проводится одновременно с процессом планирования значений их отдельных параметров, поэтому отнесение правил к тому или иному классу является неоднозначным. Например, правило расчета плавающих значений уровней страхового и максимального желательного запаса (см. позиции 1-2 «Плавающий уровень максимального размера запаса» и 1-3 «Плавающий уровень страхового размера запаса» Таблица 11.3), так же как и связанные с ними плавающие значения точки перезаказа и интервалов времени между заказами имеют довольно серьезные организационные аспекты, и поэтому могут быть отнесены к классу функции организации.

Значительно более хорошее состояние в рассматриваемой классификации групп по функциям учета и контроля. Отмеченные выше правила плавающих уровней запаса (см. позицию 3-4 «Плавающий пороговый уровень запаса с учетом текущего или прогнозируемого уровня спроса», позицию 3-5 «Плавающий уровень страхового запаса с учетом текущего или прогнозируемого уровня спроса» и позицию 3-6 «Плавающий интервал времени между заказами с учетом текущего или прогнозируемого уровня спроса» Таблица 11.3) имеют явно выраженную учетную составляющую, связанную с обеспечением учета текущего или прогнозируемого спроса. В то же время нельзя не отметить, что в данном случае не менее важна и организация учета информации.

По оперативности принятия решений дополнительные правила алгоритмов управления запасами можно разделить на группы оперативных и стратегических правил (см. Таблица 11.4).

Таблица 11.4

Классификация дополнительных правил алгоритмов управления запасами по оперативности принятия решений

1. Оперативные	2. Стратегические
1. Использование дополнительного поставщика для экстренных поставок 2. Оперативная корректировка планового заказа на восполнение запаса 3. Оперативное изменение размера заказа на восполнение запаса 4. Выдача заказа на восполнение запаса в момент получения информации задержке поставки 5. Включение в алгоритм действий лица, принимающего решение (экспертных оценок) 6. Учет изменения уровня спроса в расчете значений порогового уровня запаса, максимально желательного уровня запаса и страхового запаса 7. Оперативное изменение условий поставки 8. Плавающий пороговый уровень запаса, максимально желательный страховой запаса	1. Организация учета отгрузок, продаж и уровня спроса 2. Организация взаимодействия отдела логистики (специалистов по управлению запасами, товарных менеджеров и пр.) с другими подразделениями компании 3. Учет запаса в пути 4. Организация тесного взаимодействия с организациями и звеньями-поставщиками 5. Стратегическое изменение условий поставки 6. Определение порогового уровня запаса, максимально желательного и страхового уровня запаса 7. Определение интервала времени между заказами на восполнение запаса и др.

1. Оперативные	2. Стратегические
сы 9. Плавающий интервал времени между заказами на восполнение запаса 10. Корректировка уровня глубины прогноза и др.	

Рассматриваемая классификация довольно чисто позволяет разделить правила доработки классических алгоритмов управления запасами на две группы. *Группа правил оперативного характера* (например, позиция 1-1 «Использование дополнительного поставщика для экстренных поставок», позиции 1-2 «Оперативная корректировка планового заказа на восполнение запаса», позиция 1-3 «Оперативное изменение размера заказа на восполнение запаса» и пр. Таблица 11.4) может рассматриваться с организационной стороны, как соответствующая низовому и среднему уровню управления, не требующая согласования с вышестоящими руководителями, так как принятые решения не имеют долгосрочного влияния на развитие ситуации обслуживания потребителя. В частности, правила позиции 1-5 «Включение в алгоритм действий лица, принимающего решение (экспертных оценок)», позиции 1-6 «Учет изменения уровня спроса в расчете значений порогового уровня запаса, максимально желательного уровня запаса и страхового запаса», позиции 1-7 «Оперативное изменение условий поставки», позиции 1-8 «Плавающий пороговый уровень запаса, максимально желательный и страховой запасы», позиции 1-9 «Плавающий интервал времени между заказами на восполнение запаса», позиции 1-10 «Корректировка уровня глубины прогноза» и др. Таблица 11.4 касаются действий в рамках отдельно взятого цикла управления запасом.

Группа стратегических правил может рассматриваться как группа долгосрочного характера. Все правила этой группы носят общий организационный или нормативный характер. Принятие решений по этим правилам требует, безусловно, участие руководителей служб и подразделений, которые должны обеспечить межфункциональное согласование последствий их применения. Это касается правил 2-1 «Организация учета отгрузок, продаж и

уровня спроса», п. 2-2 «Организация взаимодействия отдела логистики (специалистов по управлению запасами, товарных менеджеров и пр.) с другими подразделениями компании», п. 2-3 «Учет запаса в пути», п. 2-4 «Организация тесного взаимодействия с организациями и звеньями-поставщиками» и пр. из Таблица 11.4

Все однокритериальные классификации дополнительных к классическим правилам алгоритмов управления запасами, как видно из приведенного выше материала, являются недостаточными для превращения классификации правил в действенный инструмент проектирования новых алгоритмов управления запасами.

Результаты попыток провести многокритериальные классификации правил алгоритмов управления запасами представлены в Таблица 11.5. В Таблица 11.5 все правила разделены на следующие группы:

- 1) расчетно-методические правила,
- 2) правила внутрифирменного межфункционального взаимодействия,
- 3) правила межорганизационного взаимодействия с внешними контрагентами.

Несмотря на многоплановость предложенного деления, критерий классификации можно определить как уровень интеграции управления запасами. Соответственно, первая группа правил имеет операционный уровень интеграции управления, вторая – межфункциональный, третья – межорганизационный.

(1) *Правила расчетно-методического характера* касаются вопросов методики расчета параметров моделей управления запасами и разделены на две подгруппы в соответствии с двумя ключевыми возможностями управления запасами – через манипуляцию размером заказа (см. позицию 1.1 «Расчет размера заказа на восполнение запаса» Таблица 11.5) и через манипуляцию интервалом времени между заказами или частотой выдачи заказа (см. позицию 1.2 «Корректировка частоты выдачи заказов на восполнение запаса»

Таблица 11.5). По существу, эта группа правил имеет операционный характер и требуют непосредственного включения в алгоритм работы с запасом.

(2) **Правила межфункционального взаимодействия** могут быть разделены по характеру используемой для принятия решений информации на подгруппы эмпирического, учетного и превентивного характера (см. позицию 2.1 «Эмпирические действия», 2.2 «Учетные действия» и 2.3 «Превентивные действия» Таблица 11.5).

(2.1) **Межфункциональные эмпирические правила** выделены в отдельную группу в связи с тем, что они могут быть разработаны на основе анализа результатов имитационного моделирования и представляют собой попытку отреагировать на сложившуюся текущую (эмпирическую) ситуацию. Такими правилами, например, являются

- выдача заказа в момент задержки поставки,
- выдача откорректированного размера заказа в момент получения плановой поставки,
- изменение порогового уровня запаса с учетом текущего изменения спроса и пр. (см. позицию 2.1 Таблица 11.5).

Для корректного выполнения этих правил требуется налаженное информационное взаимодействие таких подразделений и служб предприятия, как отдела закупок (снабжения), продаж (коммерческого отдела), логистики, маркетинга.

(2.2) **Межфункциональные учетные правила** касаются организации работы подразделений, связанных с реализацией функции учета в областях, связанных с движением материальных потоков. К ним относятся, например, организация учета текущего спроса, сбоев поставок и пр. информации, непосредственно сказывающейся на изменении текущего уровня запаса (см. позицию 2.2 Таблица 11.5).

(2.3) Последняя **группа межфункциональных превентивных правил** в отличии от реактивного характера двух ранее рассмотренных групп класса межфункциональных правил имеют проактивный характер и позволяют пре-

дугадать будущие изменения условий движения материальных потоков и запаса на основе как формализованной, так и частично формализованной (неформализованной) информации. К таким правилам можно отнести, например,

- участие лица, принимающего решение (экспертных оценок) при изменении параметров модели,
- корректировка размера заказа с учетом имеющейся информации,
- оценка оптимального уровня глубины прогноза,
- предварительный расчет возможных комбинаций параметров моделей и пр. (см. позицию 2.3 Таблица 11.5).

(3) *Правила межорганизационного взаимодействия* выделяются на основе того, что все они предполагают согласование действий не только подразделений и служб организации, содержащей запас, но и ее контрагентов – поставщиков и потребителей. В первую подгруппу относятся правила, относящиеся к организации работы с поставляющими звеньями цепи поставки, во вторую – с потребляющими звеньями цепи поставки (см. позицию 3.1 «Работа с поставляющими звеньями цепи поставки» и позицию 3.2 «Работа с потребляющими звеньями цепи поставки» Таблица 11.5). Так как внешние поставляющие и потребляющие звенья оказывают влияние на состояние запаса в организации, реализация этих правил должна быть возложена на службу логистики, которая является одним из основных координирующих межфункциональных подразделений.

Возможны и другие подходы к классифицированию правил, позволяющих развить содержание классических моделей управления запасами с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами. Любая из таких попыток, безусловно, позволит получить новое видение возможностей совершенствования алгоритмов управления запасами. Главное же, на что требуется обратить внимание, это то, что управление запасами может представлять собой строго методически продуманную

последовательность действий, гарантирующую достижение поставленных результатов.

Вариант многоплановой классификации правил алгоритмов управления запасами

1. Правила расчетно-методические	2. Правила межфункционального взаимодействия	3. Правила межорганизационного взаимодействия
<p>1.1. Корректировка размера заказа</p> <ul style="list-style-type: none"> - изменение размера заказа на основе экспертных оценок - учет запаса в пути - скорректированный заказ в зависимости от потребления, времени выполнения заказа и времени задержки поставки - фиксация возможных колебаний размера заказа и пр. <p>1.2. Корректировка частоты выдачи заказа</p> <ul style="list-style-type: none"> - выдача заказ в момент получения информации о задержке поставки - выдача заказа при достижении страхового уровня запаса - изменение частоты подачи заказа в зависимости от колебания спроса - введение порогового уровня в модель с фиксированным интервалом времени между заказами - определение плавающих значений МЖЗ, ПУ и ГЗ¹ - введение неснижаемого размера запаса и пр. 	<p>2.1. Эмпирические</p> <ul style="list-style-type: none"> - выдача заказа в момент задержки поставки - выдача откорректированного размера заказа в момент получения плановой поставки - изменение порогового уровня запаса с учетом изменения спроса - корректировка размера заказа на восполнение запаса по прогнозу спроса и пр. <p>2.2. Учетные</p> <ul style="list-style-type: none"> - учет текущего спроса - учет информации о сбоях в поставках и пр. <p>2.3. Превентивные</p> <ul style="list-style-type: none"> - участие лица, принимающего решение (экспертных оценок) при изменении параметров модели - корректировка размера заказа с учетом имеющейся информации - оценка оптимального уровня глубины прогноза - предварительный расчет возможных комбинаций параметров моделей и пр. 	<p>3.1. Работа с поставляющими звеньями цепи поставки</p> <ul style="list-style-type: none"> - введение дополнительного или страхующего поставщика - смена поставщика - корректировка условий поставки - получение информации о состоянии исполнения заказа и пр. <p>3.2. Работа с потребляющими звеньями цепи поставки</p> <ul style="list-style-type: none"> - отслеживание объема продаж - прогнозирование спроса на период и пр.

¹ МЖЗ – максимальный желательный запас, ПУ- пороговый уровень запаса, ГЗ – гарантийный запас.

Список вопросов для самопроверки по главе 11

1) Какими причинами вызвана необходимость доработки классических моделей управления запасами?

2) Попробуйте объяснить, почему для любой заданной ситуации можно разработать оптимальную систему управления запасами.

3) Свяжите содержание процесса проектирования алгоритма управления запасами и процедуру управления запасами.

4) Поясните методику проектирования алгоритма управления запасами.

5) В чем состоят особенности моделей управления запасами в логистических системах при наличии рисков?

6) Перечислите основные реквизиты, необходимые для информационного обеспечения управления запасами в организации.

7) В чем состоит особенность управления запасами в реальном масштабе времени?

8) Чем определяются границы повышения надежности функционирования логистической системы за счет совершенствования управления запасами?

9) Объясните, почему расчет оптимального размера заказа является первым шагом проектирования алгоритма управления запасами?

10) Для каких целей разрабатывается инструкция принятия решений по управлению запасами?

11) Перечислите направления деятельности, которые сказываются на движении запаса.

12) Каким образом взаимодействие отдела логистики (или иного подразделения, ответственного за движение запаса) с другими подразделениями компании влияет на движения запаса и принятие решений по управлению ими?

- 13) Качество реализации каких функций управления влияет на движение запаса и методы принятия решений по управлению ими?
- 14) Влияет ли скорость принятия решений на состояние запаса звена цепи поставки? Если да, то каким образом?
- 15) Каким образом стратегия развития организации может быть учтена в алгоритме управления запасами?
- 16) Назовите, какие правила, кроме методического характера, могут быть использованы в алгоритмах управления запасами.
- 17) Какие подразделения организации ответственны за налаживание межфункционального взаимодействия? Какие подразделения организации могут быть задействованы в разработку алгоритма управления запасами?
- 18) Приведите примеры влияния межорганизационного взаимодействия на состояние запаса звена цепи поставки.
- 19) Какие звенья цепи поставки (поставляющие или потребляющие) оказывают наиболее существенное влияние на состояние запаса организации?
- 20) Каким образом межорганизационное взаимодействие может быть учтено в алгоритме управления звена цепи поставки?

Список дополнительной литературы по главе 11

1. Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Дж. Логистика: Интегрированная цепь поставок. – М.: Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.
2. Джонсон Дж. и др. Современная логистика. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.
3. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.; Кристофер М. Логистика и управление цепями поставок. – СПб.: - Питер, 2004. – 316 с.

4. Линдерс М.Р., Харольд Е.Ф. Управление снабжением и запасами. Логистика. – Пер. с англ. - СПб.: Полигон, 1999. - 768 с.
5. Логистика: Учебник / Под. ред. Б.А. Аникина - 3-е изд., перераб. и доп.–М.: ИНФРА-М, 3-е изд., 2001.– 352 с.Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.
6. Практикум по логистике: Учебное пособие / Под ред. Б.А. Аникина. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2002. - 270 с.

12. Управление различными группами позиций запасов

Содержание главы

Метод ABC

Классический порядок ABC-классификации

Этапы классификации

- *Выбор критерия классификации*
- *Расчет нарастающего итога значения критерия классификации*
- *Выделение классификационных групп*

Особенности реализации каждого из этапов

Современный подход к ABC-классификации

Множественные критерии классификации

- *Последовательная классификация*
- *Параллельная классификация*
- *Синтетические критерии*

Выделение границ групп классификации

- *Аналитический подход*
- *Эмпирический подход*

Примеры состава групп ABC-классификации

Соотношение групп по количеству номенклатурных позиций и значению критерия классификации

Общие рекомендации по работе с группами запаса ABC-классификации

Определение горизонта планирования

Уровень обслуживания потребности в запасе групп классификации

Точность прогнозирования потребности в запасе

Определение объема заказа в пополнение запаса

Рекомендуемые виды контроля
Организация учета остатков запаса
Организация проведения инвентаризации
Рекомендуемые модели управления запасами
Размещение запаса различных групп в цепях поставок

Метод XYZ

Общее описание метода XYZ
Принцип классифицирования
Область применения
Количество критериев
Механизм XYZ-классификации
Определение вариации потребности в запасе
Выделение групп
Общие рекомендации по работе с группами XYZ-классификации
Группа X
Группа Y
Группа Z

Матрица ABC- XYZ

Построение матрицы
Характеристика ячеек матрицы
Особенности принятия решений по управлению позициями запаса различных ячеек матрицы

Управление запасами требует разделения номенклатуры запаса на отдельные группы. Кроме градации запаса по видам (см. п. 1.2), требуется выделение позиций запаса, которые имеют различную степень влияния на результаты деятельности, а так же различный отклик на управленческие воздействия. Для решения этой задачи используются ABC и XYZ классификации (см. п. 12.1 и п. 12.2).

12.1. Управление группами А, В, С

ABC-классификация или метод ABC, известный также как метод или закон Парето, а так же закон 80:20 является хорошо развитым инструментом классифицирования номенклатуры запаса в целях выявления степени воздействия состояния запаса на результаты деятельности организации. За последние 20 лет этот метод претерпел значительные изменения, поэтому можно говорить о классическом порядке ABC-классификации (см. п. 12.1.1) и о ее современных модификациях (см. п. 12.1.2).

12.1.1. *Классический порядок ABC-классификации*

Прежде всего, обратимся к классическому порядку проведения ABC-классификации.

Пример 12.1. Расчет классификации ABC.

В Таблица 12.1 представлен образец проведения классификации ABC на примере номенклатуры закупаемых товарно-материальных ценностей нефтедобывающего холдинга.

Пример проведения ABC-классификации

Наименование	Цена закупки, тыс. руб.	Удельный вес, %	Нарастающий итог, %	Группа
1	2	3	4	5
Трубы	10050	31,18	31,18	А
Эл. двигатели	4 213	13,07	44,25	А
Автомашины	3 130	9,71	53,96	А
Спецодежда	3000	9,31	63,27	А
Кабель	2618	8,12	71,39	А
Труб. заготовка выс. давления	1 780	5,52	76,91	А
Автозапчасти	1120	3,47	80,38	В
Зап. арматура	1 040	3,23	83,61	В
Масла дизельные	805	2,5	86,11	В
Инструмент для ЦКПРС	700	2,17	88,28	В
Хлоркальций жидкий	555	1,72	90	С
Зап. части к ЭЦН	500	1,55	91,55	С
Плавиновая кислота	461	1,43	92,98	С
Автошины	371	1,15	94,13	С
Арматура нагн. АНК65х210	354	1,1	95,23	С
Светотехническая аппаратура	300	0,93	96,16	С
С-22 фирмы "Клиф-Морс"	230	0,71	96,87	С
Канат талевый	225	0,7	97,57	С
Газосепаратор 1МНГ 5	223	0,69	98,26	С
Барит утяжелитель	114	0,35	98,61	С
Задвижка ЗМС 65х210	97	0,3	98,91	С
Электроды	87	0,27	99,18	С
Цемент ПЦТ ДО 50	56	0,17	99,35	С
Цемент ПЦТ ДО 100	50	0,16	99,51	С
Соляная кислота	42	0,13	99,64	С
Бентонит ПБМБ	34	0,11	99,75	С
Смазка кисл. ВНИИНП-282	27	0,08	99,83	С
Долото Д 214,3 ИСМТ	25	0,08	99,91	С
Проволока для УДС Д=1,8 мм	21	0,07	99,98	С
Клей КМЦ	3	0,01	99,99	С
Итого	32231	99,99	-	-

Классификация ABC требует наличия классификатора номенклатуры запаса (см. столбец 1 Таблица 12.1). Для последующего заполнения таблицы требуется реализовать ряд этапов:

- 1) Выбор критерия классификации.
- 2) Расчет нарастающего итога значения критерия классификации.
- 3) Выделение классификационных групп.

(1) Первый этап – выбор критерия классификации - является единственным неформализованным шагом. Выбор критерия зависит, прежде всего, от реализуемой стратегии компании.

Для каждого из функциональных подразделений (или функциональных областей) организации действующая стратегия может быть связана с реализацией специфического для данного подразделения направления работы. Например, стратегия удержания рынка за счет расширения ассортиментного ряда продукции на этапе закупок может быть достигнута за счет экономии затрат на закупку и транспортных расходов, в сфере производства – сокращения размера запаса незавершенного производства, в сфере сбыта – с повышением уровня обслуживания заказов потребителей и повышением прибыли от реализации.

Выбор критерия ABC-классификации, таким образом, требует совместного обсуждения этого вопроса службой логистики (или иного подразделения, отвечающего за движение запаса) с руководителями высшего уровня и с руководителями подразделений, связанных друг с другом логистической цепью движения материального потока. Будет ли на предприятии использоваться один критерий или несколько (для каждой функциональной области логистики – свой) критериев классификации является задачей, связанной с реализацией заданной стратегии предприятия. Недостаток внимания к этому этапу классификации сведет на нет все усилия использования этого инструмента в практике управления деятельностью организации в целом.

В качестве критериев классификации могут выступать

- цена закупки,
- прибыль от продаж,
- доля прибыли,
- доход от продаж,
- доля в обороте,
- рентабельность продаж,
- средний уровень запаса в тех или иных единицах,

- доля в созданных запасах,
- период (скорость) оборота запаса и т.п.

(2) Выполнение второго этапа ABC-классификации включает проведение расчета нарастающего итога значения критерия классификации по номенклатурным позициям (см. столбец 3 Таблица 12.1).

Удельный вес значения критерия классификации рассчитывается как отношения значения критерия каждой из позиции к итоговой сумме значения критерия классификации второго столбца. Например, для строки «Трубы» значение третьего столбца рассчитано следующим образом:

$$10050 / 32231 = 31,18 \%$$

Для строки «Электрические двигатели»:

$$4213 / 32231 = 13,07 \% \text{ и т.д.}$$

Четвертый столбец Таблица 12.1 получается следующим образом. Значения удельного веса для первой позиции номенклатуры переписывается в столбец нарастающего итога (см. 3-ий и 4-ый столбцы первой строки Таблица 12.1). Для последующих номенклатурных позиций производится суммирование значения нарастающего итога предыдущей позиции со значением удельного веса текущей позиции. Так, например, для позиции «Электрически двигатели» нарастающий итог рассчитан как сумма 31,18 (значение нарастающего итога предыдущей позиции) и 13,07 (значение удельного веса текущей позиции):

$$31,18 + 13,07 = 44,25 \%$$

Далее, для строки «Автомашины» нарастающий итог равен

$$44,25 + 9,71 = 53,96 \% \text{ и т.д.}$$

(3) Третий этап - выделение групп классификации - в классическом ABC-методе проводится на основе закона Парето, утверждающего, что 80% значений качественного критерия определяется 20% количества выбранной совокупности объектов.

В рассматриваемом примере (см. последний столбец Таблица 12.1) позиции, имеющие до 80% нарастающего итога критерия классификации отнесены к группе А. В группу В включены позиции, имеющие от 80% до 90% нарастающего итога. Оставшиеся номенклатурные позиции включены в группу С.

12.1.2. *Современный подход к ABC-классификации*

Метод ABC-классификации в последние десятилетия претерпел значительные изменения в связи с бурным развитием бизнеса и экономико-математических исследования. Эти изменения коснулись всех этапов реализации метода ABC.

Особенностью ABC-классификации **на первом этапе** (выявление критерия классификации) является то, что современная бизнес-ситуация не может быть описана единственным критерием. Зачастую, требуется использование от двух до четырех критериев.

Как провести ABC-классификацию в таком случае, учитывая, что классический алгоритм классификации, представленный в Таблица 12.1, дает возможность использование только одного из них? Для этого можно воспользоваться одним из трех предложений.

а) При очень широком круге позиций запаса (десятки и сотни тысяч единиц) хороший результат дает **механизм последовательного использования критериев**. Первоначально классификация выполняется по наиболее существенному критерию. Затем для группы А проводится классификация по второму критерию и т.д.

Последовательная классификация приводит к относительно немногочисленному составу группы А, которая дает возможность сконцентрировать усилия управленческого персонала на повышении эффективности решений применительно к этой наиболее важной группе номенклатуры запаса.

б) Возможно проведение ABC-классификации для каждого из критериев отдельно (параллельно), а затем методом парных сравнений определение совокупностей номенклатурных позиций, входящих в группу А, АВ, ВС и С во всех проведенных классификациях. **Параллельная классификация** более трудоемка и не позволяет значительно сузить численность выделяемых групп, но дает обширную информацию об особенностях каждой из групп номенклатуры.

в) Третий подход заключается в **формировании синтетического критерия классификации**.

Для каждого из выбранных критериев классификации определяется удельный вес, соответствующий значимости данного критерия в реализации стратегии предприятия. Например, пусть выбраны три критерия классификации:

- закупочная цена единицы запаса (Ц),
- рентабельность продажи единицы запаса (Р),
- период оборота единицы запаса данной номенклатуры (О).

Пусть в результате согласования стратегии и позиций руководителей служб и подразделений определены следующие весовые коэффициенты критериев (см. Таблица 12.2).

Таблица 12.2

Весовые коэффициенты критериев классификации

№	Критерий	Весовой коэффициент
1	Закупочная цена единицы продукции (Ц)	0,3
2	Рентабельность продажи единицы запаса (Р)	0,5
3	Период оборота запаса (О)	0,2
	Итого	1,0

Для каждой позиции номенклатуры требуется провести расчет синтетического критерия классификации по образцу, приведенном в Таблица 12.3.

Таблица 12.3

Расчет синтетического критерия классификации

№	Наименование позиции	Значение критерия			Весовой коэффициент			Значение синтетического критерия
		Ц, руб./ед.	Р, %/ед.	О, дни	Ц	Р	О	
1	2	3	4	5	6	7	8	$[3]*[6]+[4]*[7]+[5]*[8]$
1	xxxxxx1	30	10	30	0,3	0,5	0,2	20
2	xxxxxx2	45	9	24	0,3	0,5	0,2	22,8
3	xxxxxx3	18	18	45	0,3	0,5	0,2	23,4
...

Суммирование получившихся значений при определении значения синтетического критерия (см. последний столбец Таблица 12.3) не имеет экономического смысла, но дает возможность одним числом охарактеризовать каждую номенклатурную позицию, включенную в классификацию, и провести ABC-классификацию по классической схеме с использованием одного критерия классификации (см. Таблица 12.1).

Второй этап ABC-классификации – расчет нарастающего итога критерия классификации - четко формализован.

В связи с множественностью используемых критериев классификации, иногда встает задача сортировки таблицы ABC. Таблица 12.1 на стр. 484, иллюстрирующая классический алгоритм ABC классификации, отсортирована по значению критерия классификации (см. столбец 2). Выбор направления классификации (по возрастанию или по убыванию) определяется экономическим содержанием критерия классификации. В примере Таблица 12.1 сортировка позиций номенклатуры запаса проведена по убыванию, так как экономия на закупке требует наибольшего внимания к позициям с высокой закупочной ценой (будущая группа А классификации).

Критерий скорости оборота или периода оборота запаса может требовать сортировку по возрастанию значений критерия, так как в группу А по общепризнанной логике должны включаться позиции, имеющие максимальную частоту заявок на обслуживание потребителей. Возможны и другие подходы.

Третий этап ABC-классификации – выделение групп классификации - в классическом подходе основывается на предположении, что закон Парето действует в сфере бизнеса и, в частности, проявляется в статистике движения запаса. Практика зарубежных предприятий и анализ статистики отечественных предприятий показывают, что это не так. Закон Парето не является объективной взаимосвязью качественных характеристик и номенклатурных позиций запаса. Следовательно, популярное соотношение 80:20 не может использоваться автоматически при проведении ABC-классификации в управлении запасами. Целесообразно использовать экспертный или эмпирический подход определения границы групп, в которых рекомендуемые значения качественных границ групп классификаций определяются специалистами, исходя из особенностей сферы бизнеса и групп номенклатуры.

Кроме того, сомнительно утверждение, что ABC-классификация должна включать 3 группы. Рассматриваемый пример Таблица 12.1 показывает, что группа С, очевидно, должна быть подвергнута дальнейшему делению. Почти половина группы С (до позиции «Электроды») накапливает проценты нарастающего итога. Начиная от позиции «Электроды» и до конца таблицы идет накопление сотых долей процентов нарастающего итога. Если группа С предполагает минимальный контроль и внимание со стороны менеджеров, то таковой является в действительности группа D, включающая позиции от «Электроды» и ниже.

Таким образом, современный бизнес заставляет изменять классический образец проведения ABC-классификации не только по границам групп, но и ставить вопрос о количестве групп классификации при ABC-подходе.

ABC-метод привлекателен объективностью группирования номенклатуры на более и менее значимые позиции номенклатуры запаса. Следовательно, при решении вопроса о количестве и границах групп следует прибегать не к экспертным оценкам, а к максимально формализованным процедурам. Довольно популярным инструментом является метод построения кумулятивной кривой (линии нарастающего удельного веса). Он заключается в построении на базе таблицы ABC-классификации графика кривой взаимосвязи качественных и количественных значений. Такая кривая, соответствующая примеру Таблица 12.1, приведена на

Рисунок 12.1. Далее необходимо соединить прямой крайние точки кривой и найти точку касания параллельной полученной прямой линии. Эта точка будет определять группу номенклатуры, для которой характер накопления качественного критерия однороден. Эта точка определит границы группы А (см. Рисунок 12.2). Далее требуется повторить процедуру, соединив прямой начальную и конечную точки оставшейся части кривой, и зафиксировать границы следующей группы, проведя прямую, параллельную получившейся прямой в точке касания с кривой.

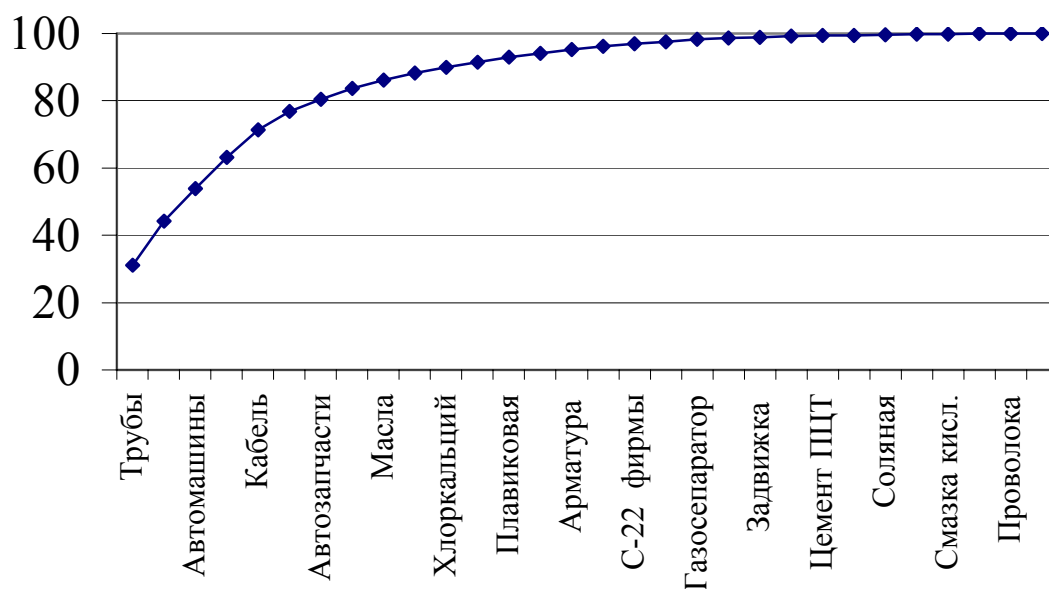


Рисунок 12.1. Иллюстрация ABC-классификации по Таблица 12.1.

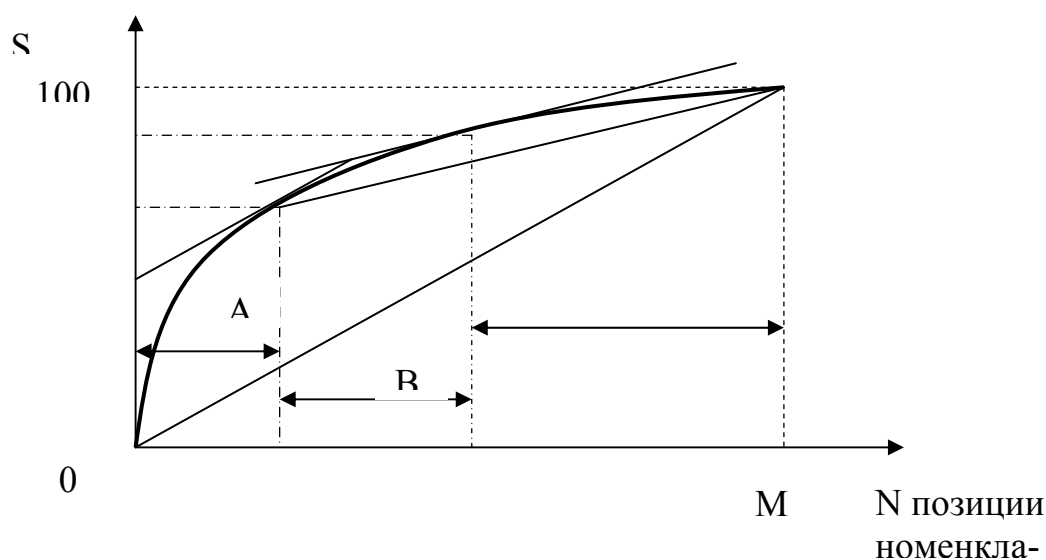


Рисунок 12.2. Иллюстрация определения количества и границ групп ABC-классификации.

Описанный алгоритм позволяет автоматически определить границы и количество групп, но не исключает анализа получившейся классификации руководителем или специалистом в целях внесения необходимых корректив. Все же, акцент на максимальную объективность аналитической процедуры дает гарантии эффективности применения классификации в будущем.

Вполне приемлем *эмпирический подход* к выделению групп ABC-классификации. Может быть выделено, например, 50, 100 или 500 наиболее приоритетных позиций, которые именуются группой A . Значение нарастающего итога критерия классификации в данном случае не рассматривается.

Другим вариантом эмпирического выделения группы является определение, например, 60, 70, 75 или 80% нарастающего итога критерия классификации как границы группы A и соответствующих интервалов границ групп B , C и т.д.

Следует отметить, что, хотя использование каждого из рекомендуемых подходов к выделению групп и их границ в классификации ABC дает различные результаты, это не снижает практическую значимость каждого из подходов в определении приоритетных номенклатурных позиций при управлении запасами.

Итак, современные подходы к ABC-классификации требуют внимания к следующим вопросам:

- 1) Выбор критерия классификации в связи с реализуемой стратегией предприятия и соответствующий мониторинг состава критериев и их значений.
- 2) Использование более одного критерия классификации.
- 3) Невыполнение закона 80:20 в сфере управления запасами.
- 4) Использование экспертного (эмпирического) и метода построения кумулятивной кривой для определения количества и границ групп ABC-классификации.

12.1.3. *Примеры состава групп ABC-классификаций*

Иллюстрация разнообразия возможного состава А, В и С групп (вне зависимости от количества групп – их, как правило, бывает от 3 до 6 - основное внимание уделяется первым трем группам) приведена в Таблица 12.4. В ней представлены результаты классификации номенклатуры запаса ряда отечественных и зарубежных предприятий. Как видно из таблицы колебания границ группы А довольно существенны и составляют от 65% до 89% значения накопленного значения качественного критерия (см. Рисунок 12.3 а). В свою очередь, группа В имеет границы в диапазоне от 10% до 25% (см. Рисунок 12.3 б), а группа С – от 1% до 10%. Подобный разброс указывает на разнообразие бизнес-ситуаций и невозможность ориентации на единственное, зафиксированное как универсальное, соотношение границ групп классификаций по накопленному значению качественного критерия.

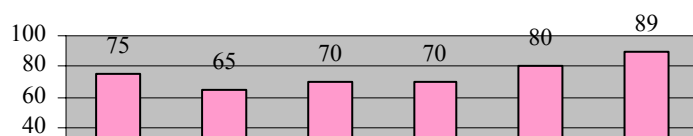
Таблица 12.4

Иллюстрация границ групп ABC-классификации на примере ряда предприятий

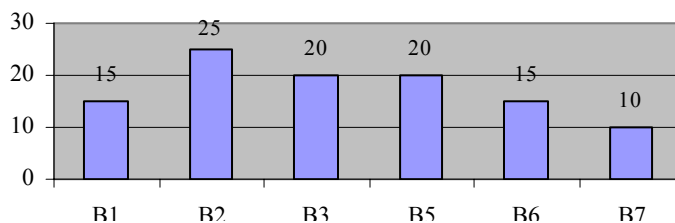
Общая характеристика	А	В	С
Вариант 1			
Доля в суммарной стоимости запаса	75-80%	15-20%	5-10%

Доля в единицах запаса	10-15%	20-25%	60-70%
Вариант 2			
Доля в суммарном качественном критерии	65%	25%	10%
Доля в единицах запаса	15%	30%	55%
Вариант 3			
Доля в суммарном качественном критерии	65-80%	20-30%	10-15%
Доля в единицах запаса	10-20 (15)%	20-35%	50-70%
Вариант 4			
Доля уровня обслуживания	95%	85%	75%
Вариант 5			
Доля в объеме продаж	70%	20%	10%
Доля уровня обслуживания	98%	90%	85%
Вариант 6			
Доля в суммарной стоимости запаса	80%	15%	5%
Доля в единицах запаса	10%	40%	50%
Вариант 7			
Доля в единицах запаса	20%	40%	40%
Доля в объеме продаж	89%	10%	1%
Уровень обслуживания	90%	90%	90%
Уровень страхового запаса	78%	19%	3%

а)



б)



в)

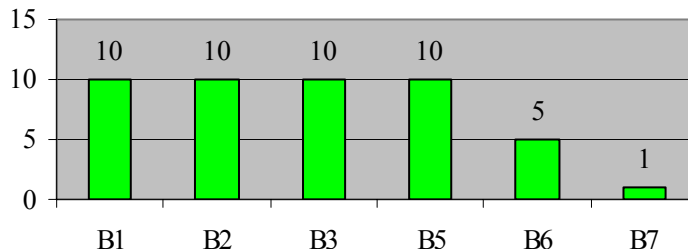


Рисунок 12.3. Соотношения групп А, В, и С по накопительным значениям качественного критерия

По количеству номенклатурных позиций групп А, В и С имеется обратное соотношение (см.

Рисунок 12.4): численность группы А минимальна во всех вариантах проведенных классификаций, численность С – максимальна. Таким образом, общая идея ABC-классификация, столь привлекательная в классическом варианте работы, остается без изменения: метод ABC позволяет объективно определить номенклатуру запаса, требующую максимального внимания специалистов по качественному влиянию на деятельность организации, при этом ограничивая область управления до эффективного минимума.

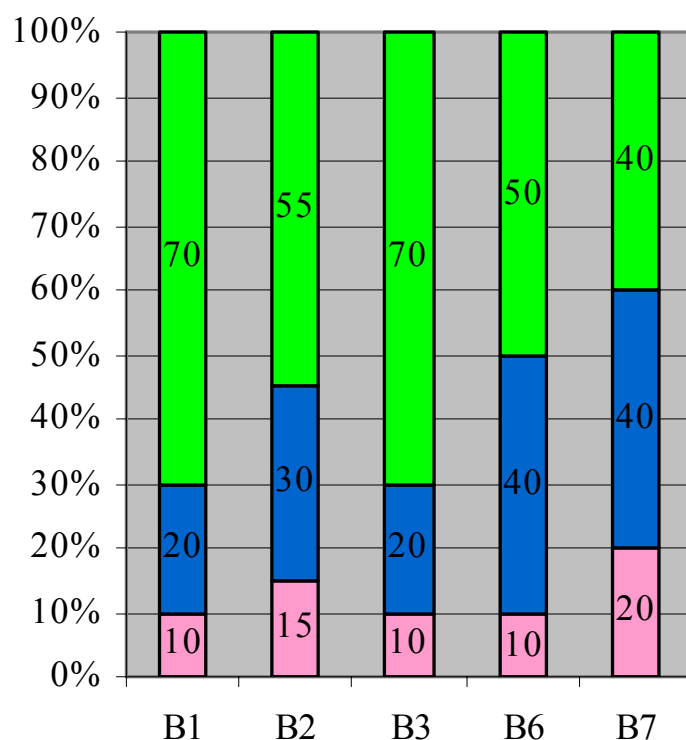


Рисунок 12.4. Соотношения групп А, В, и С по количеству номенклатурных позиций.

12.1.4. *Некомендации по управлению группами запаса ABC –классификации запасов*

Следующий вопрос в практическом использовании ABC-классификации: какие конкретные рекомендации могут быть при управлении запасами А, В и С групп? Могут ли быть такие рекомендации универсальными для

различных сфер бизнеса и различных предприятий? Ответ однозначен – да, рекомендации по управлению запасами номенклатуры при ABC-классификации имеют универсальный характер. Именно этим и объясняется популярность этого инструмента: ABC-классификация позволяет максимально рутинизировать принятие управленческих решений по состоянию запаса.

В зависимости от того, с запасом какого вида мы имеем дело рекомендации имеют различный характер. Так, данные Таблица 12.4 показывают, что рекомендуемый уровень обслуживания потребности в А, В и С группах номенклатуры может быть довольно разнообразен (см. Рисунок 12.5). Однозначен приоритет группы А в уровне обслуживания – 98-95%. Группа В имеет более низкий уровень обслуживания, а группа С - наименьший (75-90%).

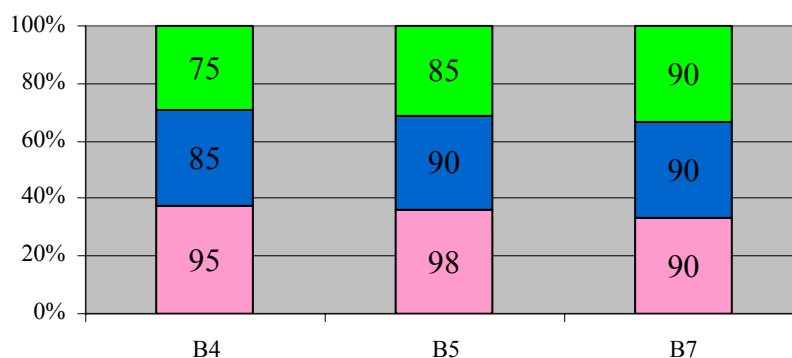


Рисунок 12.5. Уровень обслуживания потребности в А, В и С группах номенклатуры.

Логика снижения уровня обслуживания по группам номенклатур различна. Предприятие, обозначенное как «Пример 4» (см. Таблица 12.4), использует равномерную шкалу снижения уровня обслуживания: 95%-85%-75%. Предприятие «Пример 5» - шкалу со снижением темпа сокращения уровня обслуживания: 98%-90%-85%. Предприятие «Пример 7» не делает различия в уровне удовлетворения потребности А, В и С групп номенклатуры, обслуживая 90% клиентов.

В Таблица 12.5 приведены рекомендации, принятые к использованию на некоторых зарубежных предприятиях.

Таблица 12.5

Рекомендации по управлению запасами ABC-классификации

А	В	С
Вариант а		
Группа высшего приоритета. Максимально точный прогноз. Точное определение объема заказа. Тщательный контроль уровня запаса. Точный учет информации.	Обычный порядок управления запасами. Использование экономичного размера заказа. Обычный контроль.	Группа низшего приоритета. Большие объемы заказа. Простейший вид контроля. Отсутствие или незначительный учет информации.
Вариант b		
Тщательный контроль уровня запаса	Использование экономичного размера заказа.	Большие объемы заказа.
Вариант с		
Еженедельная инвентаризация 6% единиц группы	Еженедельная инвентаризация 4% единиц группы	Еженедельная инвентаризация 2% единиц группы
Вариант d		
Инвентаризация 6 раз в год. Уровень обслуживания 99,5%. Модель управления запасами - с фиксированным размером заказа. Горизонт планирования – неделя.	Инвентаризация 2 раза в год. Уровень обслуживания 95%. Горизонт планирования – месяц.	Инвентаризация 1 раз в год. Уровень обслуживания 90%. Модель управления запасами – «Минимум-максимум». Горизонт планирования – по необходимости.
Вариант e		
Хранятся в достаточном количестве на местных складах.	Хранятся на региональных складах.	Хранятся только на заводах.

Однозначно приоритетное внимание к группе А, выражающееся в повышении уровня контроля состояния запаса. Эта политика требует использования модели управления запасами с фиксированным уровнем заказа (см. п. 9.1.1), модели с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня (см. п. 9.2.1) или различных их модификаций. Группа С, как группа наименьшего приоритета, довольствуется периодическим контролем, который реализуется в модели управления с фиксированным интервалом

времени между заказами (см. п. 9.1.2), модели «Минимум-максимум» (см. п. 9.2.2) или различных их модификаций.

Список вопросов для самопроверки по разделу 12.1

- 1) Перечислите возможные названия метода ABC.
- 2) Объясните, в чем состоит метод ABC?
- 3) На каком законе основывается метод ABC?
- 4) Какова цель метода ABC?
- 5) Перечислите этапы проведения ABC-классификации.
- 6) В чем принципиальное отличие первого этапа ABC-классификации от последующих?
- 7) Чем определяется выбор критерия ABC-классификации?
- 8) Приведите примеры критериев ABC-классификации.
- 9) Сколько критериев классифицирования может использоваться ABC-методом?
- 10) Что такое метод последовательного ABC-классифицирования?
- 11) Что представляет собой параллельная ABC-классификация?
- 12) Как рассчитывается синтетический критерий ABC-классификации?
- 13) В каких направлениях сортируется критерий классификации в ABC-методе?
- 14) Перечислите способы определения границ и выделения групп ABC-классификации.
- 15) Какие варианты эмпирического выделения ABC-групп Вы знаете?
- 16) Почему требуется выделять группу А запаса?
- 17) Имеются ли однозначные рекомендации по уровню обслуживания А, В и С групп?
- 18) Какие виды контроля состояния запаса типичны для А, В и С групп?

19) Для какой группы ABC-классификации рекомендуется использовать каждую из классических моделей управления запасами?

20) Для каких групп ABC-классификации рекомендуется использовать модель с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня?

21) Для каких групп ABC-классификации рекомендуется использовать модель управления запасами «Минимум-максимум»?

22) Как ABC-классификация влияет на порядок проведения инвентаризации запаса?

23) Как меняется горизонт планирования при рассмотрении позиций А, В и С групп?

24) Влияет ли результат ABC-классификации на размещение запаса в цепях поставок?

Список дополнительной литературы по разделу 12.1

1. Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Дж. Логистика: Интегрированная цепь поставок. – М.: Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.
2. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.
3. Линдерс М.Р., Харольд Е.Ф. Управление снабжением и запасами. Логистика. – Пер. с англ. - СПб.: Полигон, 1999. - 768 с.
4. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 680 с.
5. Чейз Р.Б. и др. Производственный и операционный менеджмент. – 8-е изд. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 704 с.

12.2. Управление группами X, Y, Z

XYZ-классификация – второй за ABC-классификацией метод группирования номенклатуры запаса, позволяющий систематизировать принятие решений по управлению запаса.

12.2.1. *Общее описание метода XYZ*

При первоначальном знакомстве с XYZ-классификацией проведем сравнительную характеристику этого метода с известной нам ABC-классификацией (см. п. 12.1). Ключевые отличия этих популярных инструментов управления номенклатурой запаса организации состоят в трех следующих аспектах.

1. Метод классификации номенклатуры запаса XYZ, в отличие от ABC-метода, никогда не был связан с законами или объективными взаимодействиями качественных и количественных характеристик объектов. Метод XYZ основывается на здравом смысле лица, проводящего классификацию, или руководства организации, хотя и использует однозначный прием разделения номенклатуры на группы. Поскольку здравый смысл – понятие довольно расплывчатое, в распределении групп X, Y и Z никогда не было однозначного соотношения, как в ABC-классификации в классическом варианте его применения.

2. Метод XYZ не имеет универсального характера ABC-метода, который может быть применен к самому широкому спектру объектов живой и неживой природы. Классификация XYZ была предложена исключительно в целях классификации номенклатуры материальных ресурсов, незавершенного производства и готовой продукции. В то же время при некоторой доле фантазии, метод XYZ можно применить к разнообразным ситуациям и вне сферы бизнеса.

Таким образом, рассматриваемые нами методы классификации номенклатуры имеют различную историю развития. Метод ABC был предложен как универсальный и получил свое наиболее широкое признание в бизнесе и, в частности, в работе с номенклатурой запаса. Метод XYZ, напротив, первоначально был разработан сугубо для бизнес-целей и только в дальнейшем стал широко применяться в разнообразных практических, но далеких от экономики сферах.

3. Механизм проведения ABC-классификации основывается на использовании одного критерия классификации, описывающего некоторую качественную сторону изучаемой совокупности объектов. При этом в качестве такой качественной характеристики могут выступать самые разнообразные показатели. Это могут быть, например, следующие показатели:

- прибыль,
- рентабельность,
- доход,
- объем,
- вес,
- длина,
- цена в расчете на партию или единицу продукции,
- частота отгрузок,
- средняя партия отгрузки,
- средняя партия поставки,
- количество возможных поставщиков и т.п.

В отличие от ABC, метод XYZ использует единственный показатель – характеристику потребности в запасе. Вне зависимости, каким образом рассчитывается эта характеристика, ориентация метода XYZ на потребность в запасе делает его классическим инструментом не только классификации запаса, но и анализа состава запаса и управления запасами в организации.

12.2.2. Механизм XYZ-классификации

Для получения количественной оценки характеристики потребности требуется воспользоваться статистическим рядом отгрузок. В классическом варианте метода XYZ показателем, описывающим потребность в запасе, является коэффициент вариации V , представляющий собой отношение значения среднеквадратичного отклонения ряда к среднеарифметическому значению (см. Формула 3.2 на стр. 78).

Пример 12.2. Расчет классификации XYZ.

Таблица 12.6 содержит пример расчета вариации статистического ряда отгрузок номенклатуры оптового предприятия.

Таблица 12.6

Пример классификации XYZ номенклатуры запаса

Код товара	Дата												Вариация, %	Группа
	01.09.2003	02.09.2003	03.09.2003	04.09.2003	05.09.2003	06.09.2003	08.09.2003	09.09.2003	10.09.2003	11.09.2003	12.09.2003	13.09.2003		
(1/543)	120	140	120	140	120	120	120	140	120	140	120	120	7,8	X
(1/559)	15	15	15	15	15	15	20	15	15	15	15	15	9,4	X
(1/557)	65	65	65	60	65	60	60	60	50	50	55	55	9,4	X
(1/506)	25	25	20	25	25	25	20	25	25	25	20	25	9,5	X
(1/373)	60	60	60	60	60	40	60	60	60	60	60	60	9,9	X
(1/548)	30	35	30	40	45	40	30	30	35	35	35	35	13,6	Y
(1/286)	100	80	120	80	100	100	100	120	60	80	100	100	18,2	Y
(1/239)	180	150	90	180	180	180	210	210	90	150	180	180	23,9	Y
(1/388)	60	60	80	80	100	80	100	100	120	120	120	120	24,0	Y
(1/404)	60	90	120	90	120	60	60	60	60	60	60	60	31,9	Z
(1/407)	5	5	10	10	5	10	5	10	5	10	5	5	36,3	Z
(1/558)	40	40	40	80	80	80	80	40	40	40	40	40	36,9	Z
(1/552)	15	15	15	30	30	45	45	45	45	45	45	45	38,0	Z
(1/391)	40	40	80	40	80	80	40	80	40	40	40	20	41,9	Z
(1/366)	80	60	60	40	60	60	40	40	20	20	20	80	44,8	Z
(1/406)	15	30	15	45	45	45	45	30	30	15	15	15	47,0	Z

Для группировки номенклатуры в Таблица 12.6 используется общепризнанная классическая шкала, приведенная в Таблица 12.7.

Таблица 12.7

Варианты классифицирования номенклатуры по методу XYZ

	Принцип классифицирования		
	классический	возможный	с использованием V_{cp}
X	$V < 10\%$	$V < 15-20\%$	$V < V_{cp}$
Y	$10\% < V < 25\%$	$15-20\% < V < 40-45\%$	$V = V_{cp}$
Z	$V > 25\%$	$V > 40-45\%$	$V > V_{cp}$

Как видно из данных Таблица 12.6, выделение группы X по десятипроцентной изменчивости требует высокой стабильности спроса, не часто достижимой в большинстве организаций по номенклатуре готовой продукции. При классификации запаса материальных ресурсов, обеспечивающих производственный процесс столь низкий уровень изменчивости вполне допустим.

Выделение группы Y с ориентацией на границы коэффициента вариации от 10% до 25% гарантирует выделение группы номенклатуры, имеющей ярко выраженные тенденции потребления (роста, падения или стабилизации). При этом, учитывая партионность отгрузок, названные границы изменчивости, признанные как классические, явно узки для современной практики. Их использование приводит к выведению в группу Z таких позиций, которые явно могут быть управляемы на основе оптимизационных моделей, рекомендуемых для группы Y.

Таким образом, классический принцип классификации XYZ (см. Таблица 12.7) вполне может быть изменен для учета особенностей конкретного бизнеса, например, на границы, приведенные, как возможные в Таблица 12.7. Кроме того, можно воспользоваться средним значением коэффициента вариации, как основой выделения групп X, Y и Z с использованием эксперт-

ных оценок. Все же, при установлении границ изменчивости групп X, Y и Z не следует значительно отходить от классического образца, так как главное достоинство метода XYZ, как и метода ABC – в однозначности предлагаемого механизма классифицирования, что позволяет избежать субъективных оценок и ошибок в дальнейшей работе.

12.2.3. *Рекомендации по управлению группам XYZ-классификации запасов*

Главное преимущество XYZ-классификации – это возможность однозначного, т.е. объективного, лишённого субъективной окраски, выбора верного подхода к управлению запасами конкретной номенклатуры запаса. Рассмотрим выбор подхода к управлению запасами по группам рассматриваемой классификации.

Группа X. Запас данной группы характеризуется высокой стабильностью спроса. Этот факт позволяет наладить работу с поставщиком или с поставляющим звеном таким образом, чтобы характеристики поставки максимально соответствовали требуемым характеристикам потребления (спроса). Запас является средством сглаживания расхождения характеристик спроса и поставки, обеспечивающей спрос. Следовательно, в группе X, для которой расхождение характеристик поставки и спроса может быть минимальным, **минимизация** является единственно верным подходом к управлению запасами данной группы номенклатуры.

При этом необходимо учесть, что минимизация, как подход к управлению, не требует минимизации величины запаса. Главное в минимизации, как подходе к управлению запасами, акцент на налаживание взаимоотношений с поставщиком, результатом которого будет со времени поставка близкая к поставкам «точно в срок». Запас группы X может рассматриваться как отрицательное явление в организации.

Расчетная составляющая работы с запасом категории X должна быть основана на использовании моделей оптимального размера заказа (см. п. 8),

но расчетная составляющая отодвигается на второй план. Группа X - прерогатива организационной работы по налаживанию взаимодействия звеньев логистической цепи. Как правило, в организациях это реализуется руководителями групп, отделов, департамента, а не исполнителями. Поставщики группы X могут рассматриваться как объект стратегической работы.

Группа Y. Номенклатура запаса группы Y имеет явно выраженные тенденции в потреблении. Сезонные колебания, устойчивый рост или снижение - типичные характеристики спроса на эти позиции. Успешная организация поставок «точно в срок» как от внешних поставщиков, так и от внутренних звеньев маловероятна. Запас должен реализовывать свою основную функцию - буфера, сглаживающего расхождение характеристик возможных поставок и имеющегося спроса. Главным является вопрос *оптимизации* уровня запаса, который должен обеспечить заданный уровень обслуживания потребителей при минимуме общих затрат на создание и поддержание запаса.

Таким образом, для группы Y однозначно должен быть реализован подход, основанный на оптимизации уровня запаса. Запас группы Y - явление положительное, необходимое для поддержания обслуживания потребителей. Главный акцент – на расчет оптимального уровня запаса. Главные исполнители – сотрудники групп, отделов, ответственные за проведение закупок и содержание запаса. Вся когорта оптимизационных методов и моделей теории управления запасами предназначена для использования именно для работы с запасом группы Y. Ни в группе X, ни в группе Z эти методы и модели не дадут лучшего результата, а потому и использовать их надо лишь в применении к группе Y.

Группа Z. К группе Z относятся номенклатурные позиции, не имеющих ни тенденций в спросе, ни постоянства в нем. Следовательно, прогноз потребности в этих позициях возможен с довольно низкой точностью (см. п. 6.4.1). В такой ситуации оптимизационный подход к управлению запасами принципиально непригоден, так как лишен расчетной базы. *Выбор остается*

между минимизацией (вплоть до исключения) *или максимизацией* (исходя из имеющихся финансовых возможностей) запаса группы Z. В любом из последних двух случаев вопрос должен быть решен на основе серьезного обсуждения коллективом сотрудников или руководителей (как правило, заинтересованных подразделений) возможных последствий принимаемого решения. Например, довольно часто представительский товар относится к группе Z, но не может быть исключен из состава запаса, так как его отсутствие может повлечь сокращение продаж товаров группы Y и группы X. Иногда выделение группы Z помогает руководству убедиться в целесообразности удаления из номенклатуры продаж позиций, появившихся там случайно, или под влиянием прекративших свое действие временных факторов.

При любом выборе подхода к управлению (минимизация или максимизация) расчетная составляющая работы с запасом уходит на второй план. На первом плане остается либо организационная работа (при подходе минимизации), часто несущая стратегический характер и выполняемая, как правило, руководителями низового и среднего звена, либо учетная работа (при подходе максимизации), выполняемая рядовыми сотрудниками.

Группа Z требует особого внимания в связи с тем, что по ней руководству предстоит определиться с альтернативным решением: является запас группы Z положительным (при максимизации) или отрицательным (при минимизации) явлением для предприятия. Выбор решения основывается, как правило, на субъективно определяемом наборе факторов и опыте руководителей. В отличие от этой группы, группы X и группа Y имеют однозначно определенный эффективный подход к управлению

Итак, классификация XYZ позволяет определиться с выбором подходов к управлению запасами (см. Таблица 12.8).

Таблица 12.8

Выбор подходов к управлению запасами на основе XYZ классификации

Группа	Подход к управлению	Уровень исполнения
--------	---------------------	--------------------

Группа	Подход к управлению	Уровень исполнения
X	Минимизация	Руководители групп, отделов, департаментов
Y	Оптимизация	Исполнители
Z	Минимизация или максимизация	Руководители групп, отделов, департаментов при согласовании с руководителями смежных служб

12.3. Использование матрицы ABC-XYZ при управлении запасами в звене цепей поставок

Объединение результатов ABC и XYZ-классификация в матрице ABC-XYZ – популярный и очень информативный инструмент управления запасами. На Рисунк 12.6 приведена иллюстрация общепризнанного варианта составления такой матрицы.

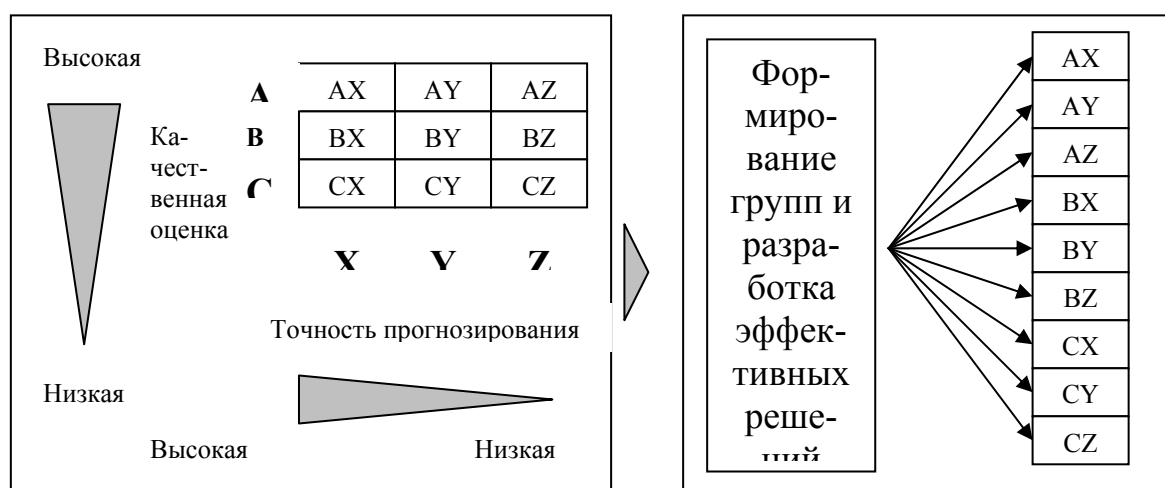


Рисунок 12.6. Иллюстрация составления матрицы ABC-XYZ.

В каждую ячейку матрицы ABC-XYZ попадают те позиции номенклатуры запаса, которые были отнесены к каждой из двух указанных в ячейке групп номенклатуры. Например, в ячейку AX должны быть записаны позиции, отнесенные к группе A при классификации по методу ABC и к группе X при классификации по методу XYZ. В случае если результатом классификации ABC было разделение более чем на три группы, состав матрицы должен быть расширен.

Очевидно, что не все ячейки матрицы ABC-XYZ будут заполнены. Если в ABC-классификации присутствие групп А, В и С обязательно, то при классификации XYZ вполне возможно отсутствие одной или даже двух групп. Как отмечалось выше, классификация XYZ отвечает некоторому «здоровому смыслу» при организации бизнеса. Если бизнес имеет традиционный характер, в идеальном случае будет преобладать группа X, группа Y может быть представлена незначительно, а группа Z может отсутствовать. Если бизнес ориентирован на новую продукцию или выход на новые рынки сбыта, группа X может отсутствовать, а преобладать группа Y или (и) группа Z.

Сам характер заполнения матрицы ABC-XYZ может многое сказать менеджерам о состоянии работы в организации. Отсутствие групп AX и AY может вызвать серьезные вопросы в традиционном бизнесе – это свидетельствует об отсутствии стабильного и эффективного характера работы. Наличие группы ZC по номенклатуре готовой продукции должно быть обсуждено с руководителями службы маркетинга, рекламы, отдела продаж и технического отдела.

Общие рекомендации по работе с запасами групп ABC-классификации (см. п. 12.1.4) и выбор подходов к управлению запасами X, Y и Z групп (см. п. 12.2.3) могут быть объединены для выбора конкретных решений в работе с запасами номенклатуры матрицы ABC-XYZ, учитывая новую информацию. Например, общая рекомендация ориентации группы X на работу «точно в срок» по подгруппе AX может привести как к блестящим результатам (в силу значимости группы А) в случае успешной реализации технологии «точно в срок», так и к грандиозному провалу в случае срыва поставок и в силу высокой значимости группы А.

Максимизация работы по группе Z в случае подгруппы AZ может привести к крайне высокому уровню замороженного капитала. С другой стороны, при отрицательной позиции к группе Z и минимизации запаса подгруппы AZ возможны серьезные потери, если в качестве критерия ABC-классификации были приняты показатели, отслеживающие значимость реа-

лизации продукции А-класса. Дефицит, в таком случае, будет крайне не желателен. Поэтому для группы Z при наличии совмещения с классификацией ABC возможна комбинация подходов минимизации и максимизации в зависимости от групп А, В и С.

В общем случае, наличие группы AZ в номенклатуре запаса особенно готовой продукции должно быть подвергнуто серьезному анализу. Возможно, что единичный и крайне выгодный заказ должен быть исключен из номенклатуры классификации, как нетипичный. Наличие такого заказа в общем списке номенклатуры может привести к нежелательному искажению информации.

Позиции CX в силу привлекательного для традиционного бизнеса постоянного характера потребления не могут быть исключены из сферы внимания, что типично для отношения к группе С в целом. Именно эта группа может стать полигоном отработки навыков поставки «точно в срок», так как вероятные срывы и высокие риски, свойственные такой работе не будут фатальными для организации.

Матрица ABC-XYZ дает хорошую информацию для стратегического смещения позиций номенклатуры. Например, появление позиций группы CZ может быть вызвано пренебрежением отделом маркетинга к продвижению продукции группы С, что является, в целом, целесообразным. Возможно, изучения рынка реализации подгруппы CZ и проведение маркетинговых мероприятий позволит сместить эти позиции в группу CY, имеющую выраженные тенденции спроса, что в дальнейшем может привести к перемещению их в группу BY.

Так же при анализе матрицы ABC-XYZ важен учет этапа жизненного цикла товарно-материальных ценностей запаса. На начальных этапах жизненного цикла товар может объективно попадать в группу Z или Y. Этап насыщения рынка (или зрелости товара), как правило, связан с группой X. Факторы жизненного цикла товара могут быть не связаны с критериями ABC-

классификации, и их необходимо учитывать отдельно при анализе матрицы ABC-XYZ руководством.

Группа В может рассматриваться как переходная от А к С или от С к А, поэтому, зачастую требует особого анализа. Номенклатурные позиции разреза В матрицы ABC-XYZ поэтому также могут требовать индивидуального подхода для принятия решения, к какому классу А или С они могут быть отнесены, что часто целесообразно делать для сокращения количества используемых на предприятии методов, моделей и подходов.

Таким образом, матрица ABC-XYZ может быть использована не только как инструмент управления запасами, но и как объект стратегического анализа, результаты которого могут во многом помочь в принятии решений по стратегическому развитию бизнеса.

В целом инструмент ABC и XYZ-классификации еще раз подчеркивает первостепенное значение качества управления запасами для обеспечения эффективной деятельности предприятия в целом.

Список вопросов для самопроверки по разделам 12.2 – 12.3

- 1) В чем состоят принципиальные отличия ABC и XYZ классификаций?
- 2) Объясните, в чем состоит метод XYZ?
- 3) Каковы границы использования метода XYZ?
- 4) Какова цель метода XYZ?
- 5) Перечислите этапы проведения XYZ -классификации.
- 6) Сколько критериев классифицирования может использоваться XYZ -методом?
- 7) Перечислите способы определения границ и выделения групп XYZ -классификации.
- 8) Какие варианты эмпирического выделения XYZ -групп Вы знаете?

- 9) Для какой группы XYZ-классификации типична наиболее высокая точность прогнозов потребности в запасе?
- 10) Для какой группы XYZ-классификации типично наличие тенденций в изменении потребностей в запасах?
- 11) Для какой группы XYZ-классификации требуется разработка алгоритма управления запасами в звеньях цепей поставок?
- 12) Для какой группы XYZ-классификации требуется делать акцент на организации цепей поставок?
- 13) В чем принципиальное отличие группы Z от других групп классификации с точки зрения принятия управленческих решений по составу позиций запаса?
- 14) Поясните принцип составления матрицы ABC- XYZ.
- 15) Какие преимущества при управлении запасами дает возможность объединения результатов применения методов ABC и XYZ?
- 16) Какие ячейки матрицы ABC- XYZ Вы считаете наиболее предпочтительными для управления запасами и почему?
- 17) От позиций каких клеток матрицы ABC- XYZ Вы рекомендовали бы освободиться и при каких условиях? Приведите несколько примеров.
- 18) Как при анализе матрицы ABC- XYZ учитываются этапы жизненного цикла товарно-материальных ценностей?

Список дополнительной литературы по разделам 12.2-12.3

1. Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Дж. Логистика: Интегрированная цепь поставок. – М.: Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.
2. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.
3. Линдерс М.Р., Харольд Е.Ф. Управление снабжением и запасами. Логистика. – Пер. с англ. - СПб.: Полигон, 1999. - 768 с.

4. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 680 с.
5. Чейз Р.Б. и др. Производственный и операционный менеджмент. – 8-е изд. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 704 с.

13. Распределение запаса в звеньях цепи поставки

Содержание главы

Модель пропорционального распределения товара в сети

Составление описания сети распределения

Подготовка исходной информации

Рекомендуемый объем запаса товара в звеньях сети распределения

Норматив запаса на складе звена сети распределения

◦ *Страховой запас*

◦ *Текущий запас*

Расчет объема распределения товара по звеньям сети

Расчет рекомендуемого объема запаса в звеньях сети распределения

Интерпретация результатов

Общая характеристика метода пропорционального распределения товара в сети

Преимущества

Недостатки

Метод максимального потока в сети распределения

Возможности развития сети распределения

Формализация описания сети распределения

Определение приоритетов движения товара в сети

Матрица предпочтения

Основные переменные

Вершины орграфа

Ребра орграфа

Резерв вершины

Отмеченная вершина

Величина потока

Пропускная способность ребра

Алгоритм нахождения максимального потока в сети

Описание алгоритма

Блок-схема алгоритма

Описание результатов расчета

Общая характеристика метода максимального потока

Метод DRP

Стандарт МРП

Составление плана функционирования региональных распределительных центров

Составление плана функционирования распределительного центра

Корректировка планов функционирования сети распределения

Наличие сети распределения товаров, предусматривающей организацию и введение в действие точек розничной реализации, оптовых баз и филиалов позволяет достичь конкурентного преимущества за счет приближения товара к потребителю, сокращения сроков реакции на качество спроса в различных районах и регионах, оптимизации ассортиментного состава товаров, расширения спектра предлагаемых услуг и пр. Физическое наполнение таких сетей товарами – многогранная, а потому – непростая задача, решаемая специалистами служб маркетинга, продаж и логистики. Один из главных вопросов – в каком количестве и в какие сроки товар должен поставляться в каждую из ветвей сети распределения? Ответ на этот вопрос может быть получен следующими методами:

- метод пропорционального распределения товара в сети (см. п. 13.1),
- метод максимального потока (см. п. 13.2),
- методом DRP (см. п. 13.3).

13.1. Модель пропорционального распределения товара в сети

Одним из вариантов решения задачи определения количества товара, планируемого к поставке в ветви сети распределения в заданном календарном периоде, является методика пропорционального распределения товара в сети. Основные преимущества этого метода - простота и легкость проведения расчетов. Рассмотрим его применение на примере предприятия, производящую бытовую технику.

Пример 13.1. Распределение запаса в сети.

Производство размещено в европейском регионе России. Предприятие имеет центральный офис в Москве и разветвленную сеть филиалов, разме-

щенных на территории России. К работе привлекаются дилеры и посреднические структуры различного уровня, контактирующие как с центральным офисом, так и с региональными филиалами. Выделим фрагмент этой сети, включающий

- производство,
- склад готовой продукции производителя,
- два филиала производителя,
- два дистрибьютора,
- два оптовых покупателя,
- две розничные точки, принадлежащие компании.

Взаимосвязь указанных звеньев сети приведена на Рисунок 13.1.

Учет продаж ведется ежедневно. Ежеженедельно определяется среднесуточные продажи каждой цепи сети распределения. Значение среднесуточных продаж за прошедшую неделю ложится в основу прогноза продаж будущей недели и выявления тенденции продаж на месяц.

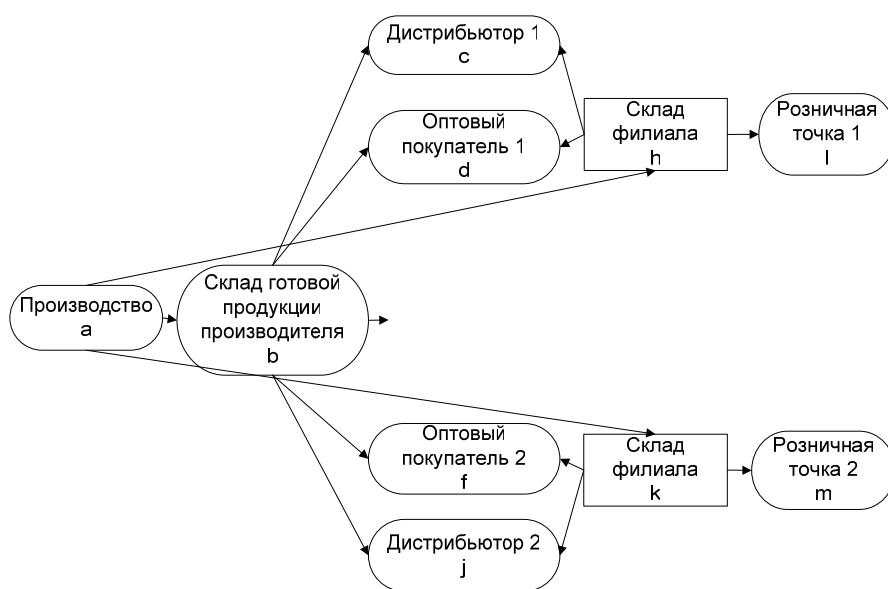


Рисунок 13.1. Сеть распределения продукции производителя.

13.1.1. Подготовка исходной информации

В методе пропорционального распределения продукции требуется определить рекомендуемый объем запаса товара в каждом из звеньев сети распределения, фиксируемый в виде норматива запаса на складе производителя, на складах филиалов и в собственных розничных точках. Расчет такого норматива может основываться на определении страхового запаса и средней нормы текущего запаса.

Страховой запас должен обеспечивать бездефицитное обслуживание заявок звеньев сети (филиалов и собственных розничных точек) и внешних клиентов (дистрибьюторов и оптовых покупателей). Проблемы обслуживания могут возникнуть

- при задержках восполнения запаса склада производителя и складов филиалов,
- при отклонении потребности от прогнозируемой в большую сторону.

Текущая составляющая запаса формируется в результате поставок товара на склад и отгрузок товара внутренним и внешним клиентам. Норма текущего запаса, как правило, рассчитывается как половина среднего объема поставки товара на склад.

Разница между значением норматива запаса и его фактическим остатком определяет потребность склада в восполнении запаса. Сумма потребностей всех звеньев в восполнении запаса определяет общую потребность сети в товаре.

13.1.2. *Расчет объема распределения товара по звеньям сети*

Метод пропорционального распределения товара использует следующую формулу.

$$A_i = \left[\frac{A + \sum_{i=1}^n (I_i + Q_i)}{\sum_{i=1}^n D_i} - \frac{(I_i + Q_i)}{D_i} \right] \times D_i$$

Формула 13.1

или

$$A_i = \left(A + \sum_{i=1}^n (I_i + Q_i) \right) * \frac{D_i}{\sum_{i=1}^n D_i} - (I_i + Q_i),$$

Формула 13.2

где A_i – объем поставки товара в i -ое звено сети распределения, единиц;

A - общий объем товара, подлежащего распределению, единиц;

I_i – фактический остаток запаса в i -ом звене сети распределения, единиц;

Q_i – запас в пути (транспортный или транзитный запас), по i -ому звену сети распределения, единиц;

D_i – потребность i -го звена сети распределения, единиц.

Пример 13.2. Распределение запаса в сети методом пропорционального распределения.

Проведем расчеты объемов поставки в звенья сети по данным Пример 13.1 на стр. 515 (см. Таблица 13.1).

Таблица 13.1

Исходные данные для расчета объемов поставки в звенья сети распределения

Звено сети, i	Наличный запас, I_i	Запас в пути, Q_i	Объем потребности, D_i
Склад готовой продукции производителя	18	-	30
Склад филиала 1	15	10	3
Склад филиала 2	12	5	5

Пусть объем производимой еженедельно продукции (A) составляет 20 единиц. Тогда для склада готовой продукции производителя имеем (см. Формула 13.1)

$$A_1 = (20 + 18 + (15 + 10) + (12 + 5)) * \frac{30}{30 + 3 + 5} - 18 \approx 45 .$$

Для склада филиала 1:

$$A_1 = (20 + 18 + (15 + 10) + (12 + 5)) * \frac{3}{30 + 3 + 5} - (15 + 10) \approx -19 .$$

Для склада филиала 2:

$$A_1 = (20 + 18 + (15 + 10) + (12 + 5)) * \frac{5}{30 + 3 + 5} - (12 + 5) \approx -6 .$$

Отрицательные значения объемов поставки на склады филиалов 1 и 2 означают отсутствие необходимости восполнения запаса филиала. Объем поставки на склад готовой продукции производителя в 45 единиц не будет обеспечен в связи с ограниченностью объема производства 20 единицами продукции в неделю. Общий объем предполагаемых поставок составляет 20 единиц (45-19-6), что обеспечено принципом пропорциональности, используемым в данном методе.

13.1.3. *Общая характеристика метода пропорционального распределения товара в сети*

Как видно из приведенных выше расчетов, пропорциональное распределение товара позволяет определить объем поставки в звено сети на основе учета остатков товара на складе и нормативов запаса на складах или прогноза значения потребления. При этом получаемые результаты ориентированы на необходимость пропорционального (относительно потребления и наличного остатка товара) разделения объема предназначенного для распределения

продукта. Простота проведенного решения – главное достоинство этого метода, так как он оставляет вне внимания целый комплекс вопросов планирования деятельности сети распределения.

Пропорциональный метод распределения товара в сети не имеет возможности привести в соответствие располагаемые мощности поставщика, транспортной организации, центра распределения и ценностные стратегические приоритеты развития сети. Между тем, преимущества сетей поставок в логистических системах определяются, прежде всего, потенциалом возможности приращения ценности реализуемого продукта для конечного потребителя. В этой связи стратегические приоритеты развития сети распределения играют чрезвычайно большое значение и требуют взаимной увязки звеньев сети распределения друг с другом при проработке возможных путей реализации связи между ними. В п. 13.2 представлен алгоритм, который может быть использован как инструмент интеграции усилий звеньев сети распределения, учитывающий названные современные особенности процесса управления логистическими системами.

13.2. Метод максимального потока в сети распределения

13.2.1. *Возможности развития сети распределения*

Представленный на Рисунок 13.1 пример сети распределения, для которой был проведен расчет размеров поставок в сеть пропорциональным методом, может получить существенные преимущества при рассмотрении склада готовой продукции производителя, как центра осуществления поставок в сеть. При этом форма собственности склада готовой продукции и складов филиалов не имеет для данной задачи принципиального значения. Обслуживание складов филиалов предложено проводить с помощью привлекаемого перевозчика. Региональные оптовые потребители имеют возмож-

ность получать товар со склада производителя или со склада филиала. Доставка товаров потребителям (оптовым и розничным) в регионы проводится как на основе самовывоза, так и при привлечении перевозчиков.

Пример 13.3. Распределение запаса в сети методом максимального потока.

На Рисунок 13.2 представлена логистическая система распределения продукции производителя. Так как в системе имеется альтернатива транспортировки в цепях «Производитель» – «Дистрибьюторы», «Производитель» – «Оптовые покупатели» и «Филиалы» – «Розничные точки» звеном «Перевозчик» можно пренебречь.

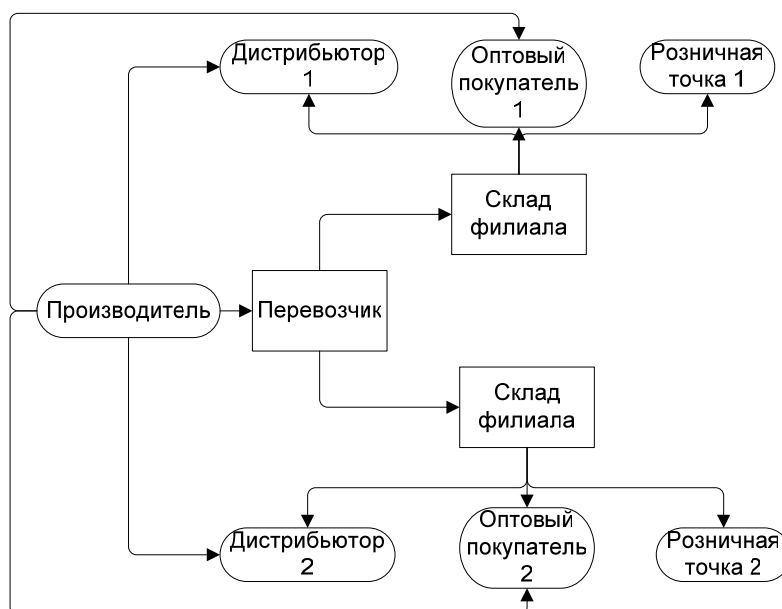


Рисунок 13.2. Схема сети распределения продукции производителя.

13.2.2. *Формализация описания сети распределения*

На основе схемы логистической системы распределения продукции (см. Рисунок 13.2) построен график движения грузопотоков в сети распределения (см. Рисунок 13.3).

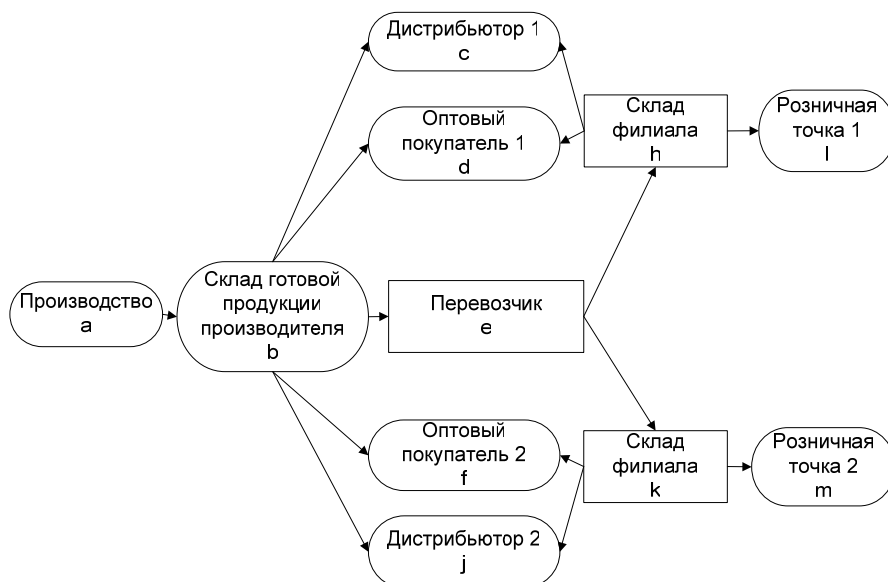


Рисунок 13.3. График движения товара в сети распределения.

Каждое звено графика на Рисунок 13.3 имеет буквенное обозначение (a, b, c, d, e, f, g, h, l, m). Описание движения товаров в сети распределения приведено в Таблица 13.2. Каждая вершина графика движения имеет входящий и выходящий материальный поток. Каждый из этих потоков имеет пропускную способность, которая, в зависимости от вида звена может быть выражена через

- объем производственной мощности,
- плановую потребность (спрос) потребителей,
- емкость рынка.

Входным и выходным потокам в Таблица 13.2 даны буквенные обозначения, связанные с парами вершин, определяющими начало и завершение соответствующего потока. Так, например, входной поток склада готовой продукции имеет обозначение (a,b), так как начальная вершина этого потока – звено «Производство», имеющее обозначение «a», а конечная вершина – звено «Склад готовой продукции», имеющее обозначение «b».

Количественно движение товаров в сети описано в Таблица 13.3. В ней даны значения пропускной способности ребер графика движения товаров

в сети, определенные на основе данных о производственной мощности, плановой потребности или емкости рынков соответствующих звеньев сети.

При описании движения товаров в сети распределения в Таблица 13.2 и Таблица 13.3 в график введена вершина z , соответствующая конечному потреблению. Следует обратить внимание, что в рассматриваемой методике пропускная способность вершин не рассматривается вне привязки к пропускной способности ребер графика. На основе проведенного описания движения товара в сети можно построить граф логистической системы, как графическую иллюстрацию проводимых далее расчетов (см. Рисунок 13.4). Цифрами в скобках на Рисунок 13.4 обозначена пропускная способность ребер, соответствующих входным и выходным потокам, описанным в Таблица 13.2 и Таблица 13.3.

Подобное представление информации, описывающей состояние и потенциал сети распределения товара, позволяет специалистам иметь емкий инструмент формализованного представления состояния сети, который помогает планировать не только объемы поставок в сеть и нормативы состояния запаса в ее звеньях, но и перспективные возможности развития сети распределения товара.

а. Определение приоритетов движения товара в сети

Пример расчета движения товара в сети по методу пропорционального предпочтения (см. п. 13.1) показал, что требования восполнения запаса в звене логистической системы превышает производственную мощность производителя.

Для принятия решения о распределении товара в сети по звеньям логистической системы в условиях, когда величина потока выше пропускной способности, определяемой производственной мощностью, плановой потребностью или емкостью рынка смежных вершин графа, необходимо опре-

делить приоритеты звеньев сети в логистической системе распределения товара. Формально, это решение можно отобразить в матрице предпочтения (см. Таблица 13.4).

Матрица предпочтения связывает пары вершин графика, описывающего логистическую систему (см. Рисунок 13.4) следующим образом.

Если вершина, записанная в столбце, имеет последующую вершину, записанную в строке, то на пересечении соответствующих строки и столбца проставляется число без знака. Если вершина, записанная в столбце, имеет предшествующую вершину, записанную в строке, то на пересечении соответствующих строки и столбца проставляется «-1». Знак «-» показывает, что связь по строке противоположна движению потока. Если вершина по строке не связана с вершиной в столбце, на пересечении соответствующих строки и столбца ставится знак «-».

Таблица 13.2

Описание движения товара в сети распределения за единичный плановый период

Вершина		Входной поток		Выходной поток	
обозначение	описание вершины	пропускная способность	ребро	пропускная способность	ребро
a	Производство	-	-	Объем плановой производственной мощности	(a,b)
b	Склад готовой продукции	Объем плановой производственной мощности	(a,b)	Плановая потребность, заявленная дистрибьютором 1	(b,c)
				Плановая потребность, заявленная оптовым покупателем 1	(b,d)
				Плановая потребность складов филиалов	(b,e)
				Плановая потребность, заявленная оптовым покупателем 2	(b,f)
				Плановая потребность, заявленная дистрибьютором 2	(b,g)
c	Дистрибьютор 1	Плановая потребность, заявленная дистрибьютором 1	(b,c)	Емкость рынка конечного потребления	(c,z)
		Плановая потребность, заявленная дистрибьютором 1	(h,c)		
d	Оптовый покупатель 1	Плановая потребность, заявленная оптовым покупателем 1	(b,d)	Емкость рынка конечного потребления	(d,z)
		Плановая потребность, заявленная оптовым покупателем 1	(h,d)		

Вершина		Входной поток		Выходной поток	
обозначение	описание вершины	пропускная способность	ребро	пропускная способность	ребро
e	Перевозчик	Плановая потребность складов филиалов	(b,e)	Плановая потребность склада филиала 1	(e,h)
				Плановая потребность склада филиала 2	(e,k)
f	Оптовый покупатель 2	Плановая потребность, заявленная оптовым покупателем 2	(b,f)	Емкость рынка конечного потребления	(f,z)
		Плановая потребность, заявленная оптовым покупателем 2	(k,f)		
g	Дистрибьютор 2	Плановая потребность, заявленная дистрибьютором 2	(b,g)	Емкость рынка конечного потребления	(g,z)
		Плановая потребность, заявленная дистрибьютором 2	(k,g)		
h	Склад филиала 1	Плановая потребность склада филиала 1	(e,h)	Плановая потребность, заявленная дистрибьютором 1	(h,c)
				Плановая потребность, заявленная оптовым покупателем 1	(h,d)
				Плановая потребность, заявленная розничной точкой 1	(h,l)
k	Склад филиала 2	Плановая потребность склада филиала 2	(e,k)	Плановая потребность, заявленная дистрибьютором 2	(k,g)
				Плановая потребность, заявленная оптовым покупателем 2	(k,f)
				Плановая потребность, заявленная розничной точкой 2	(k,m)

Вершина		Входной поток		Выходной поток	
обозначение	описание вершины	пропускная способность	ребро	пропускная способность	ребро
l	Розничная точка 1	Плановая потребность, заявленная розничной точкой 1	(h,l)	Емкость рынка конечного потребления	(l,z)
m	Розничная точка 2	Плановая потребность, заявленная розничной точкой 2	(k,m)	Емкость рынка конечного потребления	(m,z)
z	Конечное потребление	Емкость рынка конечного потребления	(c,z)	-	-
		Емкость рынка конечного потребления	(d,z)		
		Емкость рынка конечного потребления	(f,z)		
		Емкость рынка конечного потребления	(g,z)		
		Емкость рынка конечного потребления	(l,z)		
		Емкость рынка конечного потребления	(m,z)		

Таблица 13.3

Количественно описание движения товаров в сети распределения, условные единицы за единицу планового периода

Вершина обозначение	Входной поток		Выходной поток	
	пропускная способность	реб- ро	пропускная способность	реб- ро
a	-	-	20	(a,b)
b	20	(a,b)	10	(b,c)
			2	(b,d)
			14	(b,e)
			3	(b,f)
			5	(b,g)
c	10	(b,c)	∞	(c,z)
d	2	(b,d)	∞	(d,z)
	3	(h,d)		
e	14	(b,e)	10	(e,h)
			7	(e,k)
f	3	(b,f)	∞	(f,z)
	2	(k,f)		
g	5	(b,g)	∞	(g,z)
	3	(k,g)		
h	10	(e,h)	7	(h,c)
			3	(h,d)
			4	(h,l)
k	7	(e,k)	3	(k,g)
			2	(k,f)
			2	(k,m)
l	4	(h,l)	∞	(l,z)
m	2	(k,m)	∞	(m,z)
z	∞	(c,z)	-	-
	∞	(d,z)		
	∞	(f,z)		
	∞	(g,z)		
	∞	(l,z)		
	∞	(m,z)		

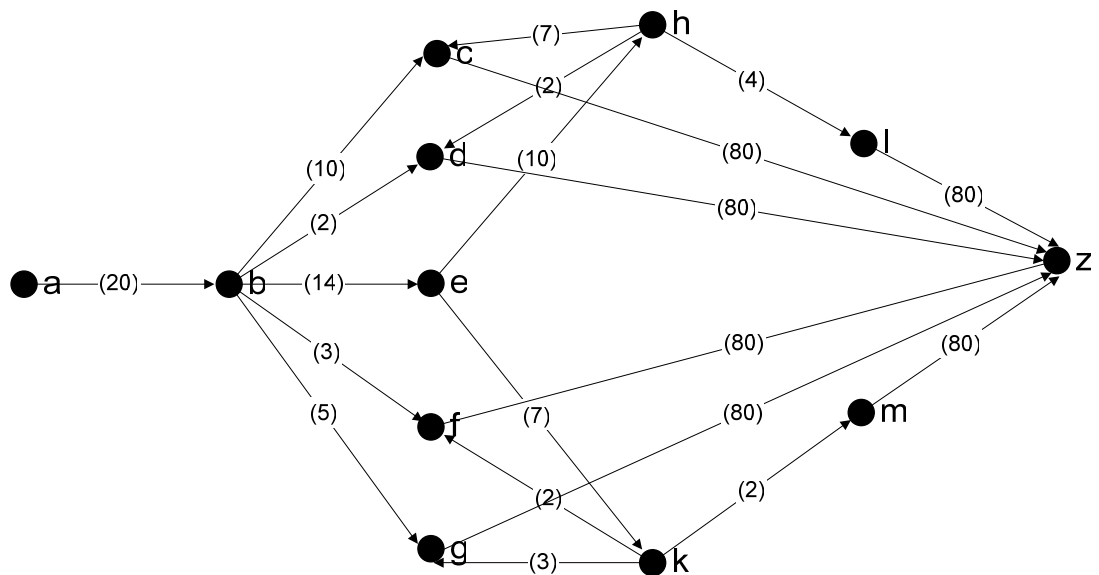


Рисунок 13.4. Граф сети распределения товара.

Таблица 13.4

Матрица предпочтений

	a	b	c	d	e	f	g	h	k	l	m	z	Количество связанных по потоку вершин
a	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
b	-1	-	4	2	5	1	3	-	-	-	-	-	5
c	-	-1	-	-	-	-	-	-1	-	-	-	1	1
d	-	-1	-	-	-	-	-	-1	-	-	-	1	1
e	-	-1	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	2
f	-	-1	-	-	-	-	-	-	-1	-	-	1	1
g	-	-1	-	-	-	-	-	-	-1	-	-	1	1
h	-	-	2	1	-1	-	-	-	-	3	-	-	3
k	-	-	-	-	-1	1	2	-	-	-	3	-	3
l	-	-	-	-	-	-	-	-1	-	-	-	1	1
m	-	-	-	-	-	-	-	-	-1	-	-	1	1
z	-	-	-1	-1	-	-1	-1	-	-	-1	-1	-	-

Приоритет связи по строке проставляется положительными натуральными числами в значении от «1» и далее. Чем больше число, тем выше приоритет связи вершин.

Количество связанных по потоку вершин равно количеству присутствующих в строке матрицы положительных чисел. Это количество равно значению максимального приоритета связи в соответствующей строке. В случае

если несколько вершин одного уровня имеют одинаковые приоритеты, требуется выделение дополнительных приоритетов, имеющих стратегическое, экономическое, организационное, техническое, технологическое и пр. обоснование.

в. Основные переменные

Для определения возможности удовлетворения потребностей звеньев сети распределения и для получения конкретных показателей плановых объемов поставки воспользуемся идеей алгоритма Форда-Фалкерсона нахождения максимального потока в сети. В описании алгоритма методики планирования насыщения ветвей логистических каналов грузопотоками используются следующие понятия.

Резерв вершины – величина, на которую можно увеличить каждый из выходных потоков, если ориентация ребра совпадает с направлением рассматриваемой цепи, или уменьшить поток, если ориентация ребра не совпадает с направлением рассматриваемой цепи.

Отмеченная вершина – вершина орграфа, которой поставлена в соответствие пара элементов. Первый элемент – обозначение предшествующей вершины, отличное от «-«. Второй элемент – резерв вершины, отличный от «-«.

Отметки вершин – пара элементов: первый элемент - обозначение предшествующей вершины. Второй элемент – резерв вершины.

Введем обозначения:

a – начальная вершина орграфа;

z – конечная вершина орграфа;

v, w – вершины орграфа;

(v, w) – ребро орграфа;

$f((v, w))$ – величина потока, проходящий через ребро (v, w) ;

$c((v, w))$ – пропускная способность ребра (v, w) ;

S – множество вершин орграфа, подлежащих рассмотрению.

R_v – резерв вершины v орграфа;

R_w – резерв вершины w орграфа.

13.2.3. *Алгоритм нахождения максимального потока в сети*

Алгоритм определения возможности насыщения сети распределения товаром направлен на определение объемов поставок товара в звенья распределительной системы при учете возможностей дальнейшего продвижения товара по звеньям сети и пропускной способности этих звеньев. Расчет проводится на основе следующего алгоритма.

1. Установить значения отметок всех вершин орграфа, за исключением a , равными «-«.
2. Установить резерв вершины a равным ∞ .
3. Включить a в S : $S = \{a\}$.
4. Если S – пустое множество, идти к 28, иначе – идти к шагу 5.
5. Если S – не является пустым множеством, выбрать элемент множества S , имеющий максимальный приоритет в матрице предпочтений.
6. Обозначить выбранный элемент v .
7. Удалить выбранный элемент из множества S .
8. Если у v есть не отмеченные последующие вершины, идти к шагу 9, иначе идти к шагу 17.
9. Выбрать последующую v неотмеченную вершину, имеющую максимальный приоритет в матрице предпочтений.
10. Обозначить выбранную вершину w .
11. Если $f((v, w)) < c((v, w))$, идти к шагу 12, иначе идти к шагу 16.
12. Рассчитать резерв вершины w : $R_w = \min \{ c((v, w)) - f((v, w)); R_v \}$.

13. Обозначить предшествующую w вершину.
 14. Если $w \neq z$, идти к шагу 15, иначе идти к шагу 25.
 15. Добавить w в S .
 16. Все последующие v неотмеченные вершины рассмотрены? Если да, идти к 17, иначе идти к шагу 9.
 17. Если у вершины v есть неотмеченные предшествующие вершины, идти к 18, иначе идти к шагу 4.
 18. Выбрать предшествующую v неотмеченную и ранее не просмотренную вершину, имеющую максимальный приоритет в матрице предпочтений.
 19. Обозначить выбранную вершину w .
 20. Если $f((v, w)) > 0$ идти к шагу 21, иначе идти к шагу 24.
 21. Рассчитать резерв вершины w : $Rw = \min \{ f((v, w)); Rv \}$.
 22. Обозначить предшествующую w вершину.
 23. Добавить w в S .
 24. Все предшествующие v неотмеченные вершины рассмотрены? Если да, идти к 4, иначе идти к шагу 18.
 25. Используя отметки предшествующих вершин, построить цепь от z к a .
 26. Для построенной цепи от z к a увеличить величину потока каждого ребра, ориентированного по направлению от a к z , на резерв вершины z и уменьшить величину потока каждого ребра, ориентированного по направлению от z к a , на резерв вершины z .
 27. Идти к шагу 1.
 28. Конец.
- Блок-схема алгоритма представлена на Рисунок 13.5.

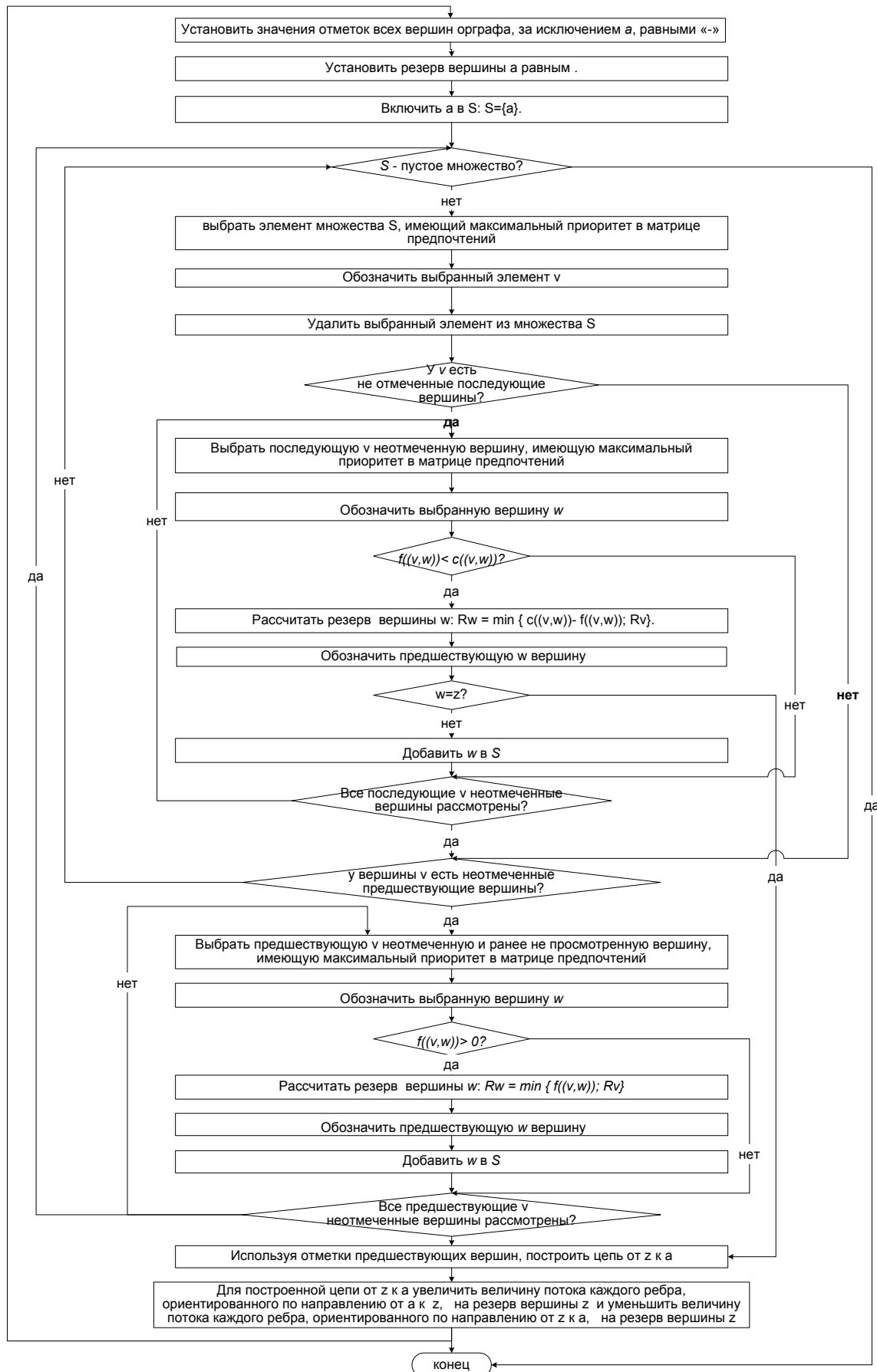


Рисунок 13.5. Блок-схема алгоритма метода максимального потока.

13.2.4. *Описание результатов расчета*

В результате применения алгоритма нахождения максимального потока в сети к рассматриваемому примеру получены результаты, представленные на Рисунок 13.6. Пары цифр в скобках, показанные на ребрах графа, означают максимальную пропускную способность ребра и рекомендуемый объем поставки товара в сеть, увязанный с пропускной способностью и насыщением предыдущих ребер графа.

В результате расчетов выявлено, что в рассматриваемом примере при учете пропускной способности привлекаемого перевозчика и объемов заявленной потребности оптовых и розничных потребителей, а также значений приоритетов вершин (звеньев логистической цепи) при принятии решения об отгрузке, могут быть обеспечены не все потребности звеньев.

При учете более высокого приоритета дистрибьюторов в работе как производителя, так и филиалов, приоритета розничных отгрузок над оптовыми, а так же приоритета развития первого филиала над вторым филиалом в рассматриваемом примере со склада производителя планируется отправка грузов только в адрес филиалов и Дистрибьютора 1 (см. ребра $b-c$ и $b-e$). При этом полностью реализуются только заявки первого филиала (см. ребро $e-h$).

Заявленный объем потребности второго филиала может быть реализован только на 57% (см. ребро $e-k$).

Первый филиал полностью покрывает потребность обслуживаемой розничной сети (см. ребро $h-l$) и потребность Дистрибьютора 1 на 86% (см. ребро $h-c$).

Обслуживание оптовых закупщиков при заданных пропускных способностях ребер не представляется возможным ни для Филиала 1, ни для Филиала 2 так же, как и со склада производителя (см. ребра $(b-d, h-d, b-f, k-f)$).

Второй филиал в полной мере удовлетворяет потребность своей розничной сети (см. ребро $k-m$) и потребность Дистрибьютора 2 на 67% (см. ребро $k-g$).

Пропускная способность ребер, связанных с конечным потреблением достаточно велика, так что можно считать, что розничные торговые точки и дистрибьюторы полностью используют свои мощности (см. ребра $c-z$, $l-z$, $g-z$, $m-z$).

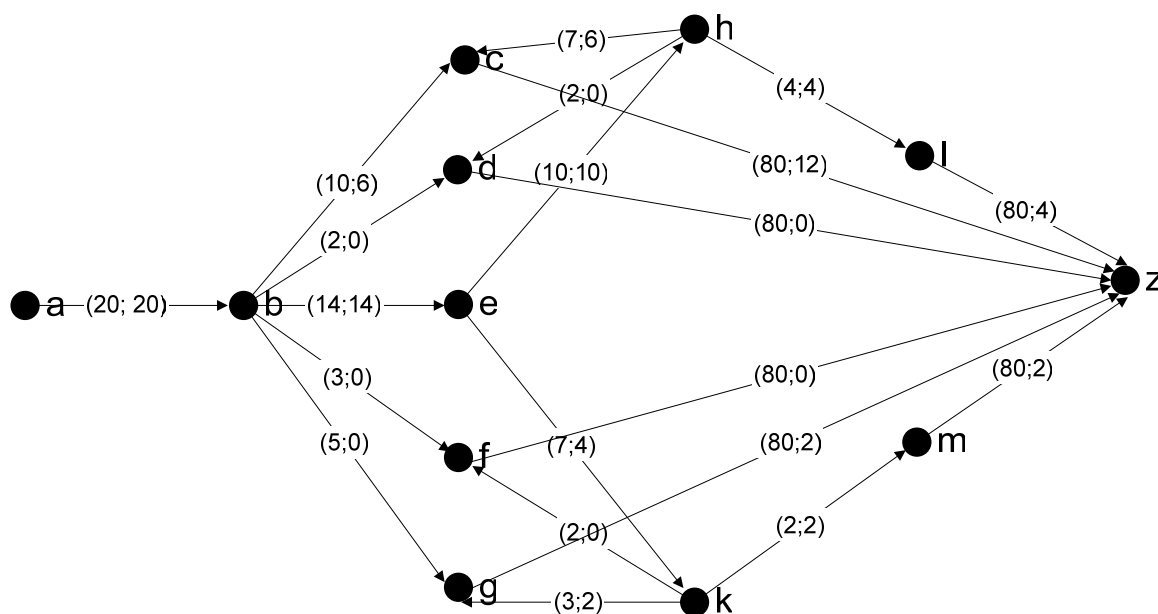


Рисунок 13.6. Результат расчета максимального потока при распределении продукции производителем.

В результате расчета планового объема грузопотока в сети распределения рассматриваемого производителя можно сделать следующие выводы:

- требуется увеличение мощности производства и склада готовой продукции,
- требуется привлечение дополнительного перевозчика или расширение пропускной способности используемого перевозчика для обслуживания работы филиалов,

- необходимо постепенное увеличение мощности складов филиалов для обслуживания дистрибьюторов и оптовых покупателей.

Представленный алгоритм также помогает получить данные для планирования движения намеченных товаропотоков.

13.2.5. *Общая характеристика метода максимального потока*

В целом, метод нахождения максимального потока в сети позволяет получить результаты, которые в дальнейшем могут быть использованы при решении следующих задач управления системой распределения:

1. Уточнение стратегических приоритетов работы с различными грузополучателями.
2. Планирование требуемой стратегией развития предприятия мощности производства, складов готовой продукции производителя и региональной складской сети.
3. Планирование мощности собственного транспортного парка, задействованного в движении грузопотоков в логистической сети.
4. Обоснование необходимости привлечения перевозчика.
5. Уточнение требуемой пропускной способности перевозчика.
6. Планирование работы транспортной службы предприятия.
7. Укрепление связей звеньев по цепей поставок в связи с наличием оценок возможностей взаимодействия по материальному потоку, в том числе обеспечение календарного планирования деятельности привлекаемой транспортной организации.

13.3.Метод DRP

Метод DRP (Distribution Resource Planning – планирование ресурсов сети распределения) основывается на стандарте управления МРП (MRP (Material and Manufacturing Resource Planning) – планирование ресурсов предприятия). Основная идея стандарта МРП заключается в организации системы планирования всех этапов бизнеса, ориентированной на потребность в готовой продукции предприятия. DRP развивает эту идею в сфере распределения товаров. Рассмотрим метод DRP на примере.

Пример 13.4. Распределение запаса в сети распределения методом DRP.

Производственное предприятие имеет сеть распределения товара, включающую распределительный центр в Москве и розничные центры в Москве, Нижнем Новгороде, Ростове-на-Дону, Саратове, Самаре и в Тамбове. Требуется составить план работы распределительной сети по удовлетворению потребности в товаре. Каждый из региональных розничных центра имеет установленные показатели запасов на торговых площадях, а так же режим получения заказанного товара (см.

Таблица 13.5).

Таблица 13.5

Исходные данные модели DRP

Показатель	Распределительный центр					
	Москвы	Нижнего Новгорода	Ростова-на-Дону	Самары	Саратова	Тамбова
Неснижаемый остаток запаса, единиц	150	50	50	100	75	200
Объем заказа, единиц	300	150	150	300	150	300
Время выполнения заказа, недели	1 день	1	3	2	2	2

Рассмотрим формирование плана работы розничного центра г. Тамбова (см. Таблица 13.6). Из

Таблица 13.5 имеем, что рекомендуемый неснижаемый остаток запаса данной торговой площади составляет 200 единиц. На начало планового пе-

риода текущий запас розничного центра по прогнозам составит 500 единиц товара. Выдан прогноз продаж на 6 недель. Если не предпринимать никаких действий, запас постепенно в соответствии с прогнозными оценками продаж будет снижаться, на третьей недели будет пройден пороговый уровень запаса, в пятой недели фиксируется состояние дефицита запаса (см. Таблица 13.6.а).

Для предотвращения дефицита удовлетворения потребности требуется восполнить запас на 3-ей недели до уровня выше минимально допустимого в 200 единиц. Так как размер заказа фиксирован и равен для розничного центра Тамбова 300 единицам, а время выполнения заказа равно двум неделям (см.

Таблица 13.5), для того, чтобы заказ был выполнен к третьей недели, его отгрузка из распределительного центра Москвы должна быть проведена на первой недели планового периода (см. Таблица 13.6.б).

После поставки партии товара на третьей недели следующее нежелательное снижение остатка запаса товара до 160 единиц, как показывают расчеты, произойдет на шестой недели (см. Таблица 13.6.б). Следовательно, требуется спланировать поставку товара в розничный центр Тамбова на шестой недели и соответствующую отгрузку из распределительного центра Москвы на четвертой недели (см. Таблица 13.6.в) в объеме 300 единиц.

Таблица 13.6

Формирование плана работы розничного центра г. Тамбова

а)

Текущий запас 500 единиц

Неснижаемый остаток запаса 200 единиц

Показатель	Наличный запас	Плановый период, недели					
		1	2	3	4	5	6
Прогноз потребности		100	120	90	110	120	100
Запас в пути		-	-	-	-	-	-
Текущий запас	500	400	280	190	80	-40	-140

б)

Текущий запас 500 единиц
Неснижаемый остаток запаса 200 единиц
Время поставки 2 недели
Объем заказа 300 единиц

Показатель	Наличный за- пас	Плановый период, недели							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Прогноз потребности		100	120	90	110	120	100	80	120
Запас в пути									
Текущий запас	500	400	280	490	380	260	160	80	-40
Планируемая поставка - дата получе- ния				300					
Планируемая поставка - дата отгрузки		300							

в)
Текущий запас 500 единиц
Неснижаемый остаток запаса 200 единиц
Время поставки 2 недели
Объем заказа 300 единиц

Показатель	Наличный запас	Недели							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Прогноз потребности		100	120	90	110	120	100	80	120
Запас в пути									
Текущий запас	500	400	280	490	380	260	460	380	260
Планируемая поставка - дата получе- ния				300			300		
Планируемая поставка - дата отгрузки		300			300				

План работы розничного центра Саратова формируется аналогично плану работы розничного центра Тамбова (см. Таблица 13.7). На начало нового планового периода прогнозируется текущий запас в 160 единиц. Неснижаемый остаток запаса, время выполнения заказа распределительным центром Москвы и рекомендуемый объем заказа заданы в Таблица 13.5. По заказам, выданным в отчетном периоде, имеется запас в пути, который планируется получить на второй недели. С учетом прогноза продаж в плановом периоде восполнение запаса следует планировать на шестой недели, для чего на четвертой недели товар должен быть отпущен распределительным центром Москвы в объеме 150 единиц.

Таблица 13.7

*Формирование плана работы розничного центра г. Саратова**Текущий запас* 160 единиц*Неснижаемый остаток запаса* 75 единиц*Время выполнения заказа* 2 недели*Объем заказа* 150 единиц

Показатель	Наличный запас	Недели							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Прогноз потребности		40	50	45	50	40	45	40	50
Запас в пути			150						
Текущий запас	160	120	220	175	125	85	190	150	100
Планируемая поставка - дата получения							150		
Планируемая поставка - дата отгрузки					150				

План работы розничного центра Самары учитывает заданные уровни неснижаемого запаса торговой площади, время выполнения заказа и рекомендуемый объем заказ (см. Таблица 13.5). Наличный запас на начало планового периода равен 300 единица. Задан прогноз продаж на 8 последующих недель (см. Таблица 13.8). Для удовлетворения потребности распределительный центр Москвы, как показывают расчеты, должен провести отгрузку товара на неделе, предшествующей плановому периоду. Тогда заказ в фиксированном объеме 300 единиц поступит в розничный центр Самары на второй недели планового периода, что не допустит снижения наличного запаса ниже рекомендуемых 100 единиц. Аналогично, запас розничного центра Самары должен быть восполнен на пятой и на седьмой неделях, для чего отгрузки распределительным центром Москвы должны быть проведены на третьей и пятой неделях.

Таблица 13.8

*Формирование плана работы розничного центра г. Самары**Текущий запас* 300 единиц

Неснижаемый остаток запаса 100 единиц
Время выполнения заказа 2 недели
Объем заказа 300 единиц

Показатель	Наличный запас	Недели							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Прогноз потребности		120	130	115	125	140	110	125	105
Запас в пути									
Текущий запас	300	180	350	235	110	270	160	335	230
Планируемая поставка - дата получения			300			300		300	
Планируемая поставка - дата отгрузки	300			300		300			

Розничный центр Нижнего Новгорода обслуживается распределительным центром Москвы на основе плана поставок, разработанного по заранее зафиксированному объему заказа, времени выполнения заказа и рекомендуемого неснижаемого остатка торговой площади (см. Таблица 13.5). Кроме того, известно, что к началу планового периода в розничном центре Нижнего Новгорода планируется наличие остатка запаса товара в 12- единиц. Запас в пути по заказам отчетных периодов отсутствует. Для поддержания рекомендованного неснижаемого остатка товара на торговой площади в 50 единиц требуется получить восполнение запаса на четвертой недели, для чего отгрузка распределительным центром Москвы должна быть проведена на третьей недели (см. Таблица 13.9).

Таблица 13.9

Формирование плана работы розничного центра г. Нижний Новгород

Текущий запас 120 единиц
Неснижаемый остаток запаса 50 единиц
Время выполнения заказа 1 неделя
Объем заказа 150 единиц

Показатель	Наличный запас	Недели							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Прогноз потребности		25	15	20	25	20	20	25	15
Запас в пути									
Текущий запас	120	95	80	60	185	165	145	120	105

Показатель	Наличный за- пас	Недели							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Планируемая поставка - дата получения					150				
Планируемая поставка - дата отгрузки				150					

Для розничного центра Ростова-на-Дону (см. Таблица 13.5) определен неснижаемый остаток запаса в 50 единиц. Выполнения заказа требует трех недель. Рекомендуемый объем заказа на восполнение запаса – 150 единиц. Текущий уровень запаса к началу планового периода составит 140 единиц. Сделан прогноз продаж будущего периода (см. Таблица 13.10). Для обеспечения заданного уровня работы распределительного центра Ростова-на-Дону требуется восполнение запаса на пятой недели. Заказ должен быть отгружен из распределительного центра Москвы на второй недели.

Таблица 13.10

Формирование плана работы розничного центра г. Ростова-на-Дону

Текущий запас 140 единиц

Неснижаемый остаток запаса 50 единиц

Время выполнения заказа 3 неделя

Объем заказа 150 единиц

Показатель	Наличный за- пас	Недели							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Прогноз потребности		20	25	15	20	30	25	15	30
Запас в пути									
Текущий запас	140	120	95	80	60	180	155	140	110
Планируемая поставка - дата получения						150			
Планируемая поставка - дата отгрузки			150						

Особенностью работы розничного центра Москвы является короткий срок выполнения заказа распределительному центру Москвы – 1 день (см. Таблица 13.5). Неснижаемый остаток задан на уровне 150 единиц, объем заказа фиксирован – 300 единиц. К началу планового периода имеется текущий

запас в 400 единиц. Для обеспечения заданных условий функционирования розничный центр Москвы должен получить пополнение запаса на третьей и шестой неделях. Отгрузка заказанных партий отмечена на той же неделе (см. Таблица 13.11).

Таблица 13.11

Формирование плана работы розничного центра г. Москвы

Текущий запас 400 единиц

Неснижаемый остаток запаса 150 единиц

Время выполнения заказа 1 день

Объем заказа 300 единиц

Показатель	Наличный запас	Недели							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Прогноз потребности		105	115	95	90	100	110	95	120
Запас в пути									
Текущий запас	400	295	180	385	295	195	385	290	170
Планируемая поставка - дата получения				300			300		
Планируемая поставка - дата отгрузки				300			300		

В результате разработки планов работы региональных розничных центров (см. Таблица 13.6 - Таблица 13.11) может быть составлен план работы распределительного центра Москвы (см. Таблица 13.12). Определенный по требуемым датам получения отгрузки заказов региональным центром сведены в общую таблицу, которая позволяет общий объем планируемых отгрузок в плановом периоде (см. строку «Итого» Таблица 13.12) при учете текущего остатка запаса в начале планового периода. План отгрузок распределительного центра является, в свою очередь, исходной информации для составления планов работы службы сбыта предприятия, его производственных подразделений, отдела закупок, поставщиков и т.д.

Таблица 13.12

Формирование плана работы распределительного центра г. Москвы

Розничный центр	Предварительный заказ	Недели							
		1	2	3	4	5	6	7	8
г. Саратов	0	0	0	0	150	0	0	0	0
г. Тамбов	0	300	0	0	300	0	0	0	0
г. Самара	300	0	0	300	0	300	0	0	0
г. Ростов-на-Дону	0	0	150	0	0	0	0	0	0
г. Нижний Новгород	0	0	0	150	0	0	0	0	0
г. Москва	0	0	0	300	0	0	300	0	0
Итого	300	300	150	750	450	300	300	0	0

В текущем режиме времени в планах, составленных методом DRP, проводится корректировка прогноза продаж товара розничными центрами на основе данных о фактических продажах отчетных периодов. При развитых инфо-коммуникационных технологиях система DRP позволяет составлять гибкие планы работы сети распределения, повышать уровень обслуживания клиентов при снижении среднего уровня запаса в сети, пополняемого заказами по принципу «точно в срок».

Основные формулы раздела по главе 13

Таблица 13.13

N	Показатель	Расчет	Условные обозначения
1	Объем поставки товара в i-ом звено сети распределения, единиц	$A_i = \left[\frac{A + \sum_{i=1}^n (I_i + Q_i)}{\sum_{i=1}^n D_i} - \frac{(I_i + Q_i)}{D_i} \right] \times D_i$ $A_i = \left(A + \sum_{i=1}^n (I_i + Q_i) \right) * \frac{D_i}{\sum_{i=1}^n D_i} - (I_i + Q_i)$	<p>A - общий объем товара, подлежащего распределению, единиц;</p> <p>I_i - фактический остаток запаса в i-ом звене сети распределения, единиц;</p> <p>Q_i - запас в пути (транспортный или транзитный запас), по i-ому звену сети распределения, единиц;</p> <p>D_i - потребность i-го звена сети распределения, единиц.</p>

Список вопросов для самопроверки по главе 13

- 1) Каковы цели организации сети распределения товара?

- 2) Поясните содержание метода пропорционального распределения товара в сети.
- 3) Каковы основные преимущества метода пропорционального распределения товара в сети?
- 4) Перечислите исходные данные необходимые для пропорционального распределения товара в сети.
- 5) Каковы функции страхового запаса в звеньях сети распределения?
- 6) Каковы функции текущего запаса в звеньях сети распределения?
- 7) Как можно объяснить отрицательные значения объемов поставки в звенья сети распределения, получаемые при использовании метода пропорционального распределения?
- 8) Какова роль прогнозирования потребности в запасе в методе пропорционального распределения?
- 9) В чем состоит основной недостаток метода пропорционального распределения?
- 10) Поясните роли вершин и ребер орграфа в методе максимального потока.
- 11) Какие подразделения организации должны быть задействованы для получения исходных данных метода максимального потока?
- 12) Что понимается под пропускной способностью потока в методе максимального потока?
- 13) Чем определяется пропускная способность ребра орграфа?
- 14) Какова роль матрицы предпочтения при принятии решения о распределении запаса товаров по звеньям сети распределения в методе максимального потока?
- 15) На основе каких факторов должны быть определены приоритеты ребер и звеньев орграфа в методе максимального потока?
- 16) Что такое резерв вершины орграфа?
- 17) Дайте комментарий к результатам использования метода максимального потока, приведенных на Рисунок 13.6.

- 18) Какие действия следует предпринять, если пропускная способность ребер и звеньев сети распределения используется не полностью?
- 19) При решении каких задач могут быть использованы результаты расчета максимального потока сети распределения?
- 20) В чем заключается основная идея стандарта управления предприятием МРП?
- 21) Объясните, в чем заключается DRP-метод планирования распределения запасов в сети.
- 22) Каким образом в методе DRP учитывается прогноз продаж товара?
- 23) Как в методе DRP учитывается наличие запаса в пути?
- 24) Имеется ли возможность в методе DRP учитывать отдаленность поставщиков от потребителей?
- 25) Каким образом в методе DRP могут быть учтены статистические данные об объемах текущих продаж?
- 26) Каковы условия использования метода DRP?
- 27) Какие преимущества метода DRP Вы можете назвать по сравнению с методом пропорционального распределения и методом максимального потока?

Список дополнительной литературы по главе 13

1. Андерсон Дж. Дискретная математика и комбинаторика. – М.: «Вильямс», 2003. – 957 с.
2. Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Дж. Логистика: Интегрированная цепь поставок. – М.: Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.
3. Джонсон Дж. и др. Современная логистика. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.
4. Кристофер М. Логистика и управление цепями поставок. – СПб.: - Питер, 2004. – 316 с.

5. Линдерс М.Р., Харольд Е.Ф. Управление снабжением и запасами. Логистика. – Пер. с англ. - СПб.: Полигон, 1999. - 768 с.
6. Хэндильд Р.Б., Николс мл. Э.Л. Реорганизация цепей поставок. – М.: Вильямс, 2003. – 416 с.
7. Чейз Р.Б. и др. Производственный и операционный менеджмент. – 8-е изд. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 704 с.
8. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

Глоссарий

ABC-классификация – см. *Метод ABC*.

Альтернативные затраты - норма прибыли, которая могла бы быть получена при использовании финансовых ресурсов, вложенных в запас, в иных целях.

Базовый спрос – см. *относительно равномерный спрос*.

Брутто-потребность – см. *потребность общая*.

Ведущий показатель – см. *индикатор*.

Взвешенная скользящая средняя – см. *Метод взвешенной скользящей средней*.

Временной ряд (time series) - упорядоченные во времени наблюдения, которые производятся через равные интервалы времени и фиксируют объемы отгрузок запаса в ответ на заявленный спрос на *товарно-материальные ценности*.

Время оборота - показатель состояния запаса, определяющий среднее число дней (недель, декад, месяцев и др.), в течение которых средний размер

запаса находится на складе: $T_i = \frac{\bar{Z}_i}{m_j}$, где T_i – время оборота запаса, i – индекс рас-

сматриваемого периода времени, j – индекс единичного периода учета, \bar{Z}_i - средний объем запаса в i -ом периоде, m_j – объем отгрузок (потребность, объем продаж или товарооборот) в j -ом единичном периоде учета.

Время выполнения заказа (lead time) – период времени от момента выдачи заказа на пополнение запаса и до момента учета пришедшей на склад партии товарно-материальных ценностей. Включает продолжительности следующих действий: передача заказа поставщику; прием заказа поставщиком; производство или подбор заказа поставщиком; проверка качества поставщиком, подготовка поставщиком заказа к отгрузке; отгрузка, перевозка, складирование груза на складах при перегрузке на другие виды транспорта; погрузка-разгрузка партии при смене вида транспорта; задержки в пути; выполне-

ние операций по таможенному оформлению груза; приемка партии заказа; разгрузка; проверка качества партии заказа; размещение товарно-материальных ценностей на складе.

Готовая продукция – продукция предприятия, используемая как составная часть другого вида продукции, изготавливаемого на другом предприятии.

Группа А – групп позиций запаса максимального приоритета, выделенная *методом ABC*.

Группа В – группа позиций запаса среднего приоритета, выделенная *методом ABC*.

Группа С – неприоритетная группа позиций запаса, выделенная *методом ABC*.

Группа Х – группа позиций запаса, выделенная *методом XYZ* и характеризующаяся постоянным характером потребления.

Группа Y – группа позиций запаса, выделенная *методом XYZ* и характеризующаяся наличием явно выраженных тенденций потребления.

Группа Z – группа позиций запаса, выделенная *методом XYZ* и характеризующаяся отсутствием постоянства и тенденций потребления.

Двухбункерная система (two-bin system) – см. *Модель управления запасами с фиксированным размером между заказами*.

Деталь – изделие, изготовленное без применения сборочных операций.

Доля переходящего запаса - показатель состояния запаса, представляет собой отношение объема запаса на начало периода к предполагаемому балансовому итогу запаса на конец этого же периода при предположении, что отгрузок (потребности, продаж, товарооборот) в рассматриваемом периоде не происходило:

$d_i = \frac{Z_{ni}}{Z_{ni} + S_i}$, где d_i – доля переходящего запаса i -го периода, Z_{ni} –

остаток запаса на начало i -го периода, S_i – объем пополнения запаса в i -ом периоде.

Жесткие издержки дефицита - *издержки дефицита*, которые можно определить и зафиксировать в момент их возникновения.

Зависимый спрос – см. *спрос зависимый*.

Задел (line balancing stock) – в промышленности – *запас незавершенного производства*.

Запас (stock, inventory) в работе *логистических систем* и *целей поставок* - *товарно-материальные ценности*, ожидающие потребление.

Запас базовый – см. *запас нормальный*.

Запас буферный – см. *запас подготовительный, запас текущий, запас спекулятивный, запас страховой*.

Запас гарантийный – см. *запас страховой*.

Запас досрочного завоза – *сезонный запас*, вызванный сезонными условиями поставки.

Запас наличный (working stock; active stock) - остаток запаса на определенный момент времени.

Запас неизрасходованный (free stock) – *наличный запас* за вычетом объема товарно-материальных ценностей, подлежащих отгрузке по согласованным ранее обязательствам.

Запас нормальный (basic stock; standard stock; standard inventory stock) - уровень запаса, соответствующий планируемому уровню.

Запас общий (pool stock; total stock) – совокупный запас на складе. Равен сумме страхового и текущего запаса.

Запас обычный – см. *запас нормальный*.

Запас переходящий (closing stock; final stock; remnant stock; transit stock) – объем запаса на конец периода. Обеспечивает непрерывность потребления в отчетном (или следующим за отчетным) периоде на время до очередной поставки.

Запас располагаемый (available stock; anticipation stock) – уровень запаса, равный сумме объема *наличного запаса* и заказанного, но пока не поступившего на склад количества *товарно-материальных ценностей*.

Запас резервный (reserve stock) – уровень запаса к моменту получения новой партии.

Запас резервный (VIP) – запас, который подготавливается для обеспечения выполнения заказов конкретных клиентов (в том числе и VIP-класса).

Запас стандартный – см. *запас нормальный*.

Запас стратегический (strategic(al) stock) - государственный запас продовольствия, топлива, товаров, а также запас сырья в неразработанных месторождениях для обеспечения экономической безопасности в критических ситуациях.

Запас страховой (гарантийный запас) (buffer stock; contingency stock; cushion stock; protective stock; safety stock) – запас, предназначенный для непрерывного обеспечения потребления при появлении возможных обстоятельств: отклонения в периодичности и в величине партий поставок от запланированных, изменения интенсивности потребления, задержки поставок в пути и др.

Запасоемкость – показатель состояния уровня запаса, показывающий, сколько единиц остатков запаса имеется на единицу отгрузки прошлого единичного периода учета: $Z_{em_i} = \frac{Z_{i+1}}{D_i}$, где Z_{em_i} – запасоемкость запаса в i -ом периоде учета, i – индекс периода учета, Z_{i+1} – остаток запаса на начало $(i+1)$ -го периода учета (или на конец i -го единичного периода учета), D_i – объем отгрузок (потребности, объем продаж или товарооборот) за i -ый единичный период учета.

Запас в каналах сферы обращения (business stock) – запас, включающий *запас в пути* и запасы на предприятиях торговли (retailers' stock).

Запас в пути (транспортный запас) (stock in transit; intransit stock) – запас, находящийся на момент учета в процессе транспортировки от поставщиков к потребителям или на предприятии оптовой торговли.

Запас готовой продукции (finished stock) – см. *Готовая продукция*.

Запас малоподвижный (редко используемый) (slow-moving stock) – запас, который выделяется в целях поддержания потребности, имеющей не-

выраженный характер. Могут являться следствием ошибок прогнозирования или планирования спроса.

Запас материальный (feed stock; raw(-material) stock) - запас *сырья и материалов*.

Запас незавершенного производства (in-process stock; interprocess stock; semiprocesses stock) – см. *Незавершенное производство*.

Запас неликвидный (dead stock surplus stock; unsalable stock) – длительно неиспользуемый (нереализуемый) запас.

Запас подготовительный (буферный) – запас, который выделяется из запаса *сырья и материалов* при необходимости их дополнительной подготовки перед использованием в производстве (например, сушка леса, вылеживание сыпучих материалов после транспортировки в целях приобретения необходимой плотности и др.). Подготовительный запас *готовой продукции* и подготовительный запас *товаров* вызваны необходимостью их подготовки к отпуску потребителям.

Запас продвижения – см. *запас рекламный*.

Запас производственный (factory stock) – запас, который создается для обеспечения бесперебойности производственного процесса. Учитывается в натуральных, условно-натуральных и стоимостных измерителях. К нему относятся не использованные и не подвергнутые переработке предметы труда.

Запас редко используемый – см. *малоподвижный запас*.

Запас рекламный (запас продвижения) – запас, который обеспечивает реакцию на повышение потребления в результате проведения маркетинговых мероприятий.

Запас сезонный (anticipation stock, seasonal stock) – запас, который образуется при сезонном характере производства, потребления или транспортировки.

Запас спекулятивный (буферный) (speculative stock) – запас, который создается в целях защиты от возможного повышения цен или введения

протекционистских квот или тарифов, а также для использования конъюнктуры рынка для получения дополнительной прибыли.

Запас текущий (оборотный) (available supplies; turnover stock) – запас, который обеспечивает непрерывность процесса потребления между двумя поставками.

Запас товарный (stock of goods; stock-in-trade; stock of commodities) – запас, который создается для бесперебойного обеспечения потребителей материальными ресурсами. Находится у организаций-изготовителей на складах *готовой продукции*, а также в каналах сферы обращения.

Запас транспортный – см. *Запас в пути*.

Издержки дефицита (shortage cost) – затраты, которые несет организация при возникновении дефицита запаса. Включают *жесткие* и *мягкие издержки дефицита*.

Инвентаризация – физический подсчет единиц запаса.

Индикатор прогнозирования - переменная, от которой зависит прогнозируемый спрос.

Капитальные затраты – объем финансовых ресурсов, вложенных в запас. Включают затраты на закупку запаса и связанные с ними *альтернативные затраты*.

Качественный подход к прогнозированию потребности – оценка будущей потребности в запасе на основе экспертных оценок специалистов.

Количественный подход к прогнозированию потребности - оценка будущей потребности в запасе на основе *временных рядов* накопленной за прошлые периоды времени статистики потребления, либо на основе статистических данных изменения фактической величины спроса и связанного, определяющего спрос, показателя.

Комбинированный подход к прогнозированию потребности - комбинация *количественного и качественного подходов к прогнозированию потребности в запасе*.

Коэффициента тенденции – коэффициент, позволяющий учитывать тенденции потребления при составлении прогноза спроса. Рассчитывается по

формуле: $K_{Tj} = \frac{\sum_{i=1}^n F_{j-1,i}}{\sum_{i=1}^n F_{j-2,i}}$, где K_{Tj} – коэффициент тенденции в j -ом периоде, j – индекс

прогнозируемого периода, i – индекс предшествующего месяца, n – количество предшествующих месяцев, учитываемых для определения коэффициента тенденции, $F_{j-1,i}$ – фактический объем потребности в предыдущем прогнозируемом периоде времени в i -ом предшествующем месяце, $F_{j-2,i}$ – фактический объем потребности в периоде времени, предшествующем предыдущему прогнозируемому, в i -ом предшествующем месяце.

Логистическая операция - любые действия, не подлежащие дальнейшей декомпозиции в рамках поставленной задачи и связанные с возникновением, преобразованием или поглощением материального, информационного или финансового потока.

Логистическая система - относительно устойчивая совокупность структурных подразделений компании, поставщиков, потребителей и посредников, взаимосвязанных по материальным, финансовым, информационным потокам и объединенных единым управлением.

Логистическая функция – совокупность *логистических операций*.

Логистическая цепь - линейно упорядоченное по потоку множество звеньев *логистической системы*, формируемое в целях анализа или синтеза определенного набора *логистических операций и функций*.

Материалы - разнообразные вещественные элементы производства, используемые в качестве предметов труда. Делятся на основные и вспомогательные материалы. Основные материалы составляют основу производимого продукта. Вспомогательные материалы необходимы для реализации производственного процесса.

Метод ABC – метод классифицирования позиций запаса по одному или нескольким критериям на три и более групп в целях выделения приоритетов при решении задач управления запасами.

Метод взвешенной скользящей средней – метод прогнозирования потребности в запасе, в котором каждому используемому в расчете *скользящей средней* периоду присваивается коэффициент, отражающий значимость влияния этого периода на прогнозное значение потребления. Взвешенная

скользящая средняя рассчитывается по формуле:
$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n k_i * P_i}{\sum_{i=1}^n k_i}$$
, где P_j – прогно-

зируемый объем потребности в j -ом периоде времени, i – индекс предыдущего периода времени, k_i – коэффициент значимости i -го периода времени, P_i – объем потребления в i -ом предыдущем периоде времени, n – количество используемых в расчете предыдущих периодов времени.

Метод контрольного графика – метод контроля ошибок прогноза потребности в запасе, основанный на заранее определяемых контрольных границах, в пределах которых ошибка прогноза определяется случайными факторами.

Метод скользящей средней – метод прогнозирования потребности в запасе, который использует значение средней арифметической величины потребления за последние периоды наблюдений. Скользящая средняя рассчитывается по формуле:
$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$
, где P_j – прогнозируемый объем потребности в j -ом пе-

риоде времени, i – индекс предыдущего периода времени, P_i – объем потребления в i -ом предыдущем периоде времени, n – количество периодов, используемых в расчете скользящей средней.

Метод XYZ – метод классифицирования позиций запаса по характеристике потребления.

Метод экспертных оценок – описательные, качественные, приближенные, а так же количественные оценки процессов или явлений, не поддающихся в принципе или в данной ситуации непосредственному измерению.

Метод экспоненциального сглаживания – метод прогнозирования потребности в запасе, в котором каждый новый прогноз основан на учете значения предыдущего прогноза и его отклонения от фактического значения. Прогнозное значение рассчитывается по формуле: $P_j = P_{j-1} + a*(F_{j-1} - P_{j-1})$, где P_j – прогнозируемый объем потребности в j -ом периоде времени, P_{j-1} – прогнозируемый объем потребности в $(j-1)$ -ом периоде времени, a – константа сглаживания, F_{j-1} – фактическая потребность в $(j-1)$ -ом периоде.

Модель с фиксированным интервалом времени между заказами (fixed-order-interval model) – модель управления запасами, основанная на выдаче периодически пересчитываемого заказа в заранее определенные моменты времени.

Модель с фиксированным размером заказа – модель управления запасами, основанная на выдаче фиксированного размера заказа при снижении запаса до *порогового уровня*.

Мягкие издержки дефицита – *издержки дефицита*, которые не могут быть определены и зафиксированы в момент их возникновения, так как время их формирования довольно продолжительно.

Наивный прогноз – прогноз потребления запаса, который основывается на предположении о том, что прогнозируемое потребление будущего периода равно потреблению предшествующего периода.

Наличный запас – см. *запас наличный*.

Незавершенное производство (незавершенный продукт, semifinished goods) – незавершенное в процессе производства изделие, конструкция, здание или сооружение.

Независимый спрос – см. *спрос независимый*.

Неликвид – см. *запас неликвидный*.

Нетто-потребность – см. *потребность чистая*.

Нерегулярное потребление – см. *потребление нерегулярное*.

Норма запаса – установленная средняя величина запаса.

Норматив запаса – величина, которая определяется умножением *нормы запаса* в днях на средний однодневный расход товарно-материальных ценностей (в натуральных единицах); в денежном выражении норматив запаса определяется умножением стоимости однодневного расхода *товарно-материальных ценностей* на норму запаса в днях. Стоимость однодневного расхода исчисляется умножением среднедневного расхода в натуральном выражении на цену материальных ресурсов (включая заготовительные расходы и стоимость отходов). Однодневный расход материальных ресурсов может определяться делением суммы их стоимости по смете затрат на производство за квартал на 90. Расчет обычно делается по IV кварталу.

Нормирование запаса – процесс определения минимального размера запаса по видам *материальных ресурсов* для обеспечения бесперебойного процесса потребления.

Обеспеченность потребности запасом – показатель состояния запаса, показывающий, на сколько дней (недель, декад, месяцев и др.) хватит наличных запаса до момента их полного истощения: $O_{di} = \frac{Z_{ei}}{m_j}$, где O_{di} – обеспеченность потребности запасом в i -ом периоде учета, i – индекс периода учета, Z_{ei} – остаток запаса на конец i -го периода учета, m_j – объем отгрузок (потребность, объем продаж или товарооборот).

Общая потребность – см. *потребность общая, потребность общая производственная*.

Оптовые скидки (quantity discounts) – снижение цены покупателям, закупающим товар в больших количествах.

Отгрузка дискретная – см. *поставка дискретная*.

Отгрузка мгновенная – см. *приёмка мгновенная*.

Отгрузка непрерывная – см. *поставка непрерывная*.

Отгрузка продолженная – см. *приёмка продолженная*.

Относительно равномерный спрос (базовый спрос) – спрос, который характерен для регулярно потребляемых запасов, не имеющих сезонных периодов потребления.

Отрицательная тенденция спроса – см. *тенденция спроса отрицательная*.

Отходы - товарно-материальные ценности, утратившие полностью или частично свои потребительские качества. Образуются при производстве продукции, при добыче или обогащении полезных ископаемых в виде побочных продуктов, при проведении очистки и пр. действий. Накапливаются для транспортировки на другие производства, утилизации, переработки или захоронения.

Ошибка прогноза – разница между фактическим и предсказанным значением:

Положительная тенденция спроса – см. *тенденция спроса положительная*.

Полуфабрикат – продукт труда, который должен пройти еще одну или несколько стадий обработки, прежде чем стать готовым изделием, годным для потребления. *Готовая продукция* одного предприятия может быть полуфабрикатом для другого предприятия.

Пороговый уровень запаса (точка перезаказа, reorder point, ROP) – уровень запаса, при достижении которого следует выдать заказ на восполнение запаса.

Поставка (отгрузка) дискретная – пополнение запаса в отдельные моменты времени относительно крупными партиями.

Поставка (отгрузка) непрерывная – пополнение запаса непрерывно или в отдельные моменты времени относительно мелкими партиями.

Потребление нерегулярное – ситуация, в которой спрос на товарно-материальные ценности время от времени отсутствует.

Потребление регулярное - ситуация, в которой запас потребляется ежедневно, еженедельно или ежемесячно.

Потребность общая – потребность в *товарно-материальных ценностях* без учета *наличных запасов*.

Потребность общая производственная – потребность, которая складывается из потребностей в конкретном виде сырья и материалов на выполнение плана производства и продаж, капитальное строительство, внедрение новой техники, ремонтно-эксплуатационные нужды, изготовление технологической оснастки и инструментов и прирост незавершенного производства.

Потребность производственная - потребность в *товарно-материальных ценностях* запаса *сырья и материалов* со стороны производства.

Потребность сезонная - периодическое увеличение или уменьшение спроса на запас в течение года.

Потребность случайная – ситуация, когда потребность имеет случайный, неопределенный, трудно прогнозируемый характер.

Потребность чистая – потребность в *товарно-материальных ценностях* с учетом *наличного запаса*.

Приемка (отгрузка) мгновенная – приемка (отгрузка), продолжительность которой не превышает продолжительности единичного периода учета остатков запаса на складах.

Приемка (отгрузка) продолженная - приемка (отгрузка), которая длится в течение периода времени, превышающего продолжительность единичного периода учета остатков запаса.

Производственная потребность – см. *потребность производственная*.

Регулярное потребление – см. *потребление регулярное*.

Сезонный спрос – см. *потребность сезонная*.

Скользкая средняя – см. *Метод скользящей средней*.

Случайные изменения спроса - изменения спроса, которые не получили своего объяснения наличием *сезонных, циклических* и прочих *тен-*

дений изменения спроса, а так же влиянием мероприятий по стимулированию спроса.

Спорадический спрос – см. *потребность случайная*.

Спрос зависимый (dependent demand) – спрос, который имеет место при наличии обусловленности закупок, производственного процесса или процесса потребления технологического или иного характера.

Спрос зависимый вертикальный – спрос, который имеет место при наличии технологической обусловленности закупок, производственного процесса или процесса потребления.

Спрос зависимый горизонтальный – ситуация, в которой демонстрируется связанная потребность в нескольких, технологически не связанных товарах (см. *спрос зависимый, спрос зависимый вертикальный*).

Спрос независимый (independent demand) – ситуация, в которой спрос на один продукт, не связан со спросом на другой продукт.

Скорость обращения запаса – показатель состояния запаса, который определяет количество оборотов (количество раз полного обновления состава) среднего запаса за рассматриваемый период: $V_i = \frac{D_i}{\bar{Z}_i}$, где D_i – объем отгрузок

(потребления, объем продаж или товарооборот) запаса в i -ом периоде, \bar{Z}_i – средний объем запаса в i -ом периоде.

Средний уровень запаса - показатель состояния запаса, которые рассчитывается по единичным отчетным периодам: $\bar{Z}_i = \frac{Z_{ni} + Z_{ki}}{2}$, где \bar{Z}_i – средний объем запаса в i -ом периоде, Z_{ni} – остаток запаса на начало i -го периода, Z_{ki} – остаток запаса на конец i -го периода.

Средний уровень запаса за длительный период – показатель состояния запаса, который равен средней хронологической величине остатков запаса:

са: $\bar{Z}_j = \frac{0,5 * Z_1 + \sum_{i=2}^{n-1} Z_i + 0,5 * Z_n}{n - 1}$, где \bar{Z}_j – средний уровень запаса в j -ом длительном периоде, Z_1, Z_n – остаток запаса на первый и последний единичный период учета, i – индекс

единичного периода учета, n – количество единичных периодов учета, Z_i – остаток запаса на i -ый единичный период учета.

Сырье – предметы труда, подлежащие дальнейшей переработке.

Сырье и материалы – группа *товарно-материальных ценностей* на входе звена цепи поставки. Включает *сырье, материалы, полуфабрикаты, детали*, комплектующие, сборочные единицы, *тару, упаковку*.

Тара – разновидность *упаковки*, изделие для размещения продукции, выполнения транспортировки, складирования и других логистических операций и функция.

Тенденция спроса положительная – тенденция спроса с наличием роста объема потребности в запасе в течение нескольких лет.

Тенденция спроса отрицательная – тенденция спроса с наличием падения объема потребности в запасе в течение нескольких лет.

Товар – продукт труда, производимый для продажи.

Товарно-материальные ценности – объекты, составляющие материальные потоки, и формирующие *запасы* в логистике. Разделяются на четыре группы: (1) *сырье и материалы*, (2) *незавершенное производство*, (3) *готовая продукция*, (4) *товары*.

Точка перезаказа – см. *Пороговый уровень запаса*.

Упаковка – *тара*, материал, в котором помещается продукция. Предохраняет товар от порчи, повреждения, обеспечивает создание рациональных единиц груза для транспортировки, погрузки, выгрузки, складирования товара и пр.

Управление запасами - деятельность, направленная на обеспечение требуемого уровня запаса.

Уравнение баланса запаса: $Z_{ei} = Z_{ni} + S_i - D_i$, где Z_{ei} – остаток запаса на конец i -го периода, Z_{ni} – остаток запаса на начало i -го периода, S_i – объем пополнения запаса в i -ом периоде, D_i – объем отгрузок (потребления, объем продаж или товарооборот) запаса в i -ом периоде.

Уровень исполнения заказов (fill rate) – вероятность того, что поступивший заказ может быть удовлетворен из наличного запаса.

Уровень обслуживания (service level) – вероятность того, что в период исполнения заказа спрос не превысит наличных запасов.

XYZ-классификация – см. *Метод XYZ*.

Цепь поставок – см. *логистическая цепь*.

Циклические колебания спроса - продолжительные изменения тенденций потребления, сменяющие друг друга в периоды, как правило, более двух лет.

Чистая потребность – см. *потребность чистая*.

Экономичный размер заказа (economic order quantity) – размер заказа на пополнение запаса, соответствующий минимальным общим затратам на пополнение и содержание запаса.

Экспоненциальное сглаживания – см. *Метод экспоненциального сглаживания*.

Эффект стимулирования спроса - изменение спроса на товар в ответ на маркетинговые мероприятия.

Список литературы

1. Альбеков А.У. и Митько О.А. Коммерческая логистика. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 416 с.
2. Аналитические технологии для прогнозирования и анализа данных. - Copyright © 1999-2005 НейроПроект.
http://www.neuroproject.ru/forecasting_tutorial.php#regress
3. Аникин Б.А., Тяпухин А.П. Коммерческая логистика: Учебник. – М.: Велби, 2005. – 432 с.
4. Андерсон Дж. Дискретная математика и комбинаторика. – М.: «Вильямс», 2003. – 957 с.
5. Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Дж. Логистика: Интегрированная цепь поставок. – М.: Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.
6. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. - М.: Статистика, 1980. - 263 с.
7. Бизнес: Оксфордский толковый слов: Англ.-рус.: Свыше 4000 понятий / Пер.: С.В. Щедрин, Н.Н. Кричигина, Е.П. Островская; Общ. ред. И.М. Осадчая.-М.: Прогресс-Академия: Изд-во Рос. Гос. Гуманит. ун-та, 1995. - 752 с.
8. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Наука, 1983. – 416 с.
9. Большой экономический словарь / Под ред. А.Н. Азрилияна. - 5-е изд. доп. и перераб. - М.: Институт новой экономики, 2002. - 1280 с.
10. Бродецкий Г.Л. Методические указания к изучению математических методов управления запасами. – М.: МЦЛЮГУ-ВШЭ, 2003. – 117 с.
11. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Маркетинг, 2002. - 408 с.
12. Гаджинский А.М. Практикум по логистике. - М.: Маркетинг, 1999. - 128 с.
13. Джонсон Дж. и др. Современная логистика. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.

- 14.Евланов Л.Г., Кутузов В.А. Экспертные оценки в управлении. - М.: Экономика, 1978. - 133 с.
15. Ерукаева В. Проектирование системы управления запасами на предприятии: Выпускная квалификационная работа / Под рук. А.Н. Стерлиговой. – М.: МЦЛ ГУ-ВШЭ, 2004.
- 16.Захаров К.В. и др. Логистика, эффективность и риски внешнеэкономических операций. - Киев: ИНЭКС, 2000. - 237 с.
- 17.Зеваков А.М., Петров В.В. Логистика производственных и товарных запасов: Учебник. – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2002. – 320 с.
- 18.Золотоголов В.Г. Энциклопедический словарь по экономике. - Минск: Полымя, 1997. - 571 с.
- 19.Козловский В.А. и др. Логистический менеджмент. - СПб.: Лань, 2002. - 272 с.
20. Коноплицкий В., Филина А. Это - бизнес: Толковый слов. экон. терминов. - Киев: Альтерпрес, 1996. - 448 с.
- 21.Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004.- 976 с.
- 22.Кристофер М. Логистика и управление цепями поставок. – СПб.: - Питер, 2004. – 316 с.
- 23.Лебедев В.Г. и др. Управление затратами на предприятии: Учебное пособие. – С.-Пб.: Бизнес-пресса, 2003. – 256 с.
- 24.Логистика: Учебник / Под. ред. Б.А. Аникина Б. – М.: ИНФРА-М, 3-е изд., 2001.– 352 с.
- 25.Линдерс М.Р., Харольд Е.Ф. Управление снабжением и запасами. Логистика. – Пер. с англ. - СПб.: Полигон, 1999. - 768 с.
- 26.Маркетинг: Слов. / Азоев Г.Л., Завьялов П.С., Лозовский Л.Ш., Поршнева А.Г., Райзберг Б.А. - М.: ОАО "НПО "Экономика", 2000. - 362 с.
- 27.Математическая статистика: Учеб. для вызов / В.Б. Горяинов, И.в. Павлов, Г.М. Цветкова и др. Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 424 с.

28. Миротин Л.Б., Сергеев В.И. Основы логистики: Учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 1999. - 200 с.
29. Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Э. Логистика для предпринимателей: основные понятия, положения и процедуры: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2002. - 252 с.
30. Модели и методы теории логистики /Под ред. В.С. Лукинського. – С.-Пб.: Питер, 2003. – 176 с.
31. Моисеева Н.К., Адрианова Т.Р. Логистика товародвижения. – М.: МИЭТ, 2002. – 164 с.
32. Неруш Ю.М. Логистика: Учебник. - М.: ЮНИТИ - ДАНА, 2000. - 389 с.
33. Николайчук В.Е. Заготовительная и производственная логистика. – СПб.: Питер, 2001. – 160 с.
34. Николайчук В.Е. Логистика в сфере распределения. – СПб.: Питер, 2001. – 160 с.
35. Новый экономический и юридический словарь // Под ред. А.Н. Азрилияна. - М.: Институт новой экономики, 2003. - 1088 с.
36. Отчеты по научно-исследовательской работе в рамках дисциплины «Управление запасами в логистических системах» специальности «Менеджмент организации» специализации «Логистика» факультета менеджмента ГУ-ВШЭ / Гусаков В., Кузнецова Н., Миронова Е., Мнакацян Р., Нещерет А., Оглодкова И., Паршина П., Семенова А., Тришина О., Федотов А., и Чухнина О. / Под руководством А.Н. Стерлиговой. – М.: ГУ-ВШЭ, 2003-2005.
37. Пилищенко А.Н. Логистика. Практикум. - М.: МИЭТ, 1998. - 172 с.
38. Практикум по логистике: Учебное пособие / Под ред. Б.А. Аникина – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2002. - 270 с.
39. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2003. - 480 с.

- 40.Радионон Р.А., Радионон А.Р. Логистика: управление сбытовыми запасами и оборотными средствами предприятия. - М.: ИНФРА-М, 2002. - 400 с.
- 41.Родников А.Н. Логистика: Терминологический словарь. - М.: ИНФРА-М, 2000. - 352 с.
- 42.Рутковская Д. и др. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 452 с.
- 43.Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. – М.: Питер, 2001. – 384 с.
- 44.Саркисов С.В. Управление логистикой: Учебное пособие. – М.: Бизнес-школа «Интел-Синтез», 2001. – 416 с.
- 45.Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 680 с.
- 46.Сивохина Н.П. и др. Логистика: Учебное пособие. - М.: АСТ, РИК Русанова, 2000. - 224 с.
- 47.Сигел Э. Практическая бизнес-статистика. – М.: Вильямс, 2002. – 1056 с.
- 48.Советский энциклопедический словарь // Под ред. А.М. Прохорова. – М.: Советская энциклопедия, 1987. – 1600 с.
- 49.Степанов В.И. Логистика: Учебник. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. – 488 с.
- 50.Стерлигова А.Н. Две точки зрения на запас // Менеджмент и менеджер. - № 11-12. – Киев, 2003. – 17 с.
- 51.Стерлигова А.Н. Метод интеграции усилий звеньев сети распределения // Логистик&система. - №1. - январь. - 2005. - С. 54-62.
- 52.Стерлигова А.Н. О сугубой практичности формулы Вильсона // Логистик&система. - 2005. - №4. - С. 42-52. - №5. - С. 56-61. - М.: ООО «Акцион-Пресс», 2005. – 35 с.
- 53.Стерлигова А.Н. Процедуры оптимального распределения запаса в цепях поставок // Логистика сегодня. - №4. - 2005. - С. 20-30.
- 54.Стерлигова А.Н. Роль управления запасами в организации успешного бизнеса // Логистика сегодня. - №1. - 2004. - С. 48-59. – М.: 2004. – 23 с.

55. Стерлигова А.Н. Систематизация элементов моделей управления запасами в звеньях цепей поставок // Логистика и управление цепями поставок. - №4. – 2005. – М.: ГУ-ВШЭ, 2005. – С. 36-54.
56. Стерлигова А.Н. Терминологическая структура логистики // Логистика и управление цепями поставок. - 2004. - №4-5. - С. 101-119. - М.: ГУ-ВШЭ, 2004. – 31 с.
57. Стерлигова А.Н. Управление закупками: шаг первый - выбор // Конкурсные торги. – 2000. – Март. – С. 20-21: Статья. – М. - №3. -2000. – 5 с.
58. Стерлигова А.Н. Управление запасами широкой номенклатуры: с чего начать? // Логинфо. - №12. - 2003. - С. 50-55. - №1. - 2004. - №1. – 2004. – С. 46-49. – М.: КИАЦентр, 2003 – 2004. – 29 с.
59. Стерлигова А.Н., Семенова И.В. Оптимальный размер заказа, или Загадочная формула Вильсона // Логистик & система. - №2. - С. 64-69. - №3. - С. 62-71. - 2005. - М.: ООО "Акцион-пресс", 2005. – 41 с.
60. Стивенсон В. Дж. Управление производством. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1998. - 928 с.
61. Управление организацией: Энциклопедический словарь / Под ред. А.Г. Поршнева, А.Я. Кибанова, В.Н. Гунина.. – М.: Инфра-М, 2001. – 822 с.
62. Управление производством: Учебник. / Под ред. А.Н. Саломатина. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 219с.
63. Фёдоров С.С. Логистика, Управление запасами: Расширенные возможности модели EOQ. – Новосибирск, 2002. – 12 с.
64. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – М.: Вильямс, 2005. – 1104 с.
65. Ханк Дж.Э. и др. Бизнес-прогнозирование. – М.: Вильямс, 2003. – 656 с.
66. Хэндильт Р.Б., Николс мл. Э.Л. Реорганизация цепей поставок. – М.: Вильямс, 2003. – 416 с.
67. Чечельницкий А.Г. Курсовой проект по дисциплине «Управление запасами в логистических системах» программы второго высшего образования по специальности 062200 «Логистика» (заочная форма обучения) /Под рук-вом А.Н. Стерлиговой. – М.: МЦЛ ГУ-ВШЭ, 2005.

68. Чейз Р.Б. и др. Производственный и операционный менеджмент. – 8-е изд. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 704 с.
69. Чудаков А.Д. Логистика: Учебник. – М.: РДЛ, 2001. – 480 с.
70. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.
71. Ackemnan Keneth B., Van Nostrand Reinhold. Practical Handbook of Warehousing. - Thierd Ed., NY, 1990. - 640 p.
72. Armstrong J. S., Armstrong J. S. Principles of Forecasting - A Handbook for Researchers and Practitioners. - Book Series: International series in Operations Research and Management Science: Volume 30.
73. Ballow Ronald H. Bussines Logistics Management. - Third Ed. - Englwood, Cliff, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1985. - 596 p.
74. Best Practice Logistics: Conference Proceedings, 1999.
75. Braun R.G. Decision Rules for Inventory Management. – NY: Holt, 1967. – p. 95-103.
76. Carter R. J. Stores Management and Related Operations. - Second Ed., Macdonald&Evans. UK, 1985. - 301 p.
77. Christopher M. Effective Logistics Management. - London-USA: Gower, 1987. - 182 p.
78. Christopher M. Logistics and Supply Chain Management Strategies for Reducing Costs and Improving Service, 1992.
79. Christopher M. Marketing Logistics. - Butterwoth Heinemann. G.B., 1998. - 162 p.
80. Christopher M. The Strategy of Distribution Management. - London: Gower, 1986. - 182 p.
81. Cooper J., Bowr M., Peters N. Logistics Marketing Management and Strategy. - Blackwell Business. USA, 1992. - 331 p.
82. Coyle J.J., Bardi E.J., Langley Jr. C.J. The Management of Business Logistics. Sixth Ed. - West Publishing Company, 1996. - 631 p.

83. David G. de Roulet, Roger W. Kallock. Reengineering in the Logistics Environment // Annual Conference Proceedings. - San Antonio. Texas. October 11-14, 1992. - 575 p.
84. Farner D.V., Amstel R.P. Effective Pipeline Management. How to manage Integrated Logistics. - Gower. G.B., 1991. - 201 p.
85. Gattona J.L., Walters D.W. Managing the Supply Chain. A Strategic Perspective. - Macmillan Business. G.B., 1996. - 360 p.
86. Hutchinson N.E. An Integrated Approach to Logistics Management. - Prentice-Hall Inc., USA, 1987. - 251 p.
87. Integrates Distribution Management. Competing on Customer Service, time and Cost. - Illinois: Business by Irwin. Homewood, 1993. - 244 p.
88. Langford J.W. Logistics. Principles and Applications. - McGraw-Hill. USA, Inc, 1995. - 565 p.
89. Leaders and Laggards In Logistics' 92. A Top Management Perspective. The Results of A Survey Conducted by A.T. Kearney In Partnership With the Institute of Materials Management.
90. Logistics and Distribution Planning Strategies for Management. - Revised Ed., Edited by Cooper J. - Kogan Page, 1990. - 246 p.
91. Logistics and Distribution Planning Strategies for Management. Second Ed. Edited by Cooper J. - Kogan Page, 1995. - 318 p.
92. Logistics and Supply Chain Management. A Management Overview. - Business Link, 1995. - 31 p.
93. Logistics Modelling. - Patman Publishing. UK, 1993. - 200 p.
94. Logistics Technology International. The International Review of Logistics Practice and Issues in Association with The Institute of Logistics, 1994, 1995. - 191 p.
95. Logistics. The Strategic Issues. Ed. M. Christopher. - Chapman & Hall. G.B., 1995. - 285 p.

96. Magee J.F. and Others. Modern Logistics Management Integrating Marketing, Manufacturing and Physical Distribution. - John Wiley and Sons. USA, 1985. - 430 p.
97. Martin A.J. Distribution Resource Planning. Distribution Management's Most Powerful Tool. - John Wiley & Sons, Inc., USA. - 1995. - 330 p.
98. Monczka R. and Others. Purchasing and Supply Chain Management. - South-Western College Publishing. USA, 1998. - 776 p.
99. Peter and Nigel Attwood. Logistics of a Distribution System. - London: Gower, 1992. - 267 p.
100. Physical Distribution Systems. - London-NY: Routledge, 1989. - 316 p.
101. Planning and Managing Industrial Logistics Systems. - Elsevier. USA, 1991. - 422 p.
102. Proceedings of the 2-nd International Symposium of Logistics. - 1995. - 403 p.
103. Profitable Logistics Management. - McGraw-Hill Ryerson Limited, Canada, 1988. - 402 p.
104. Purchasing and Supply Management. Creation the Vision. International Thompson Publishing. USA, 1997/ - 382 p.
105. Robertson J.F., Copacine W.C. The Logistics Handbook. - Andersen Consulting. USA, 1994. - 954 p.
106. Rushton A., Oxley J. Handbook of Logistics and Distribution Management. - Kogan Page. UK, 1991. - 339 p.
107. Strategic Supply Chain Alignments. Best Practice in Supply Chain Management. Ed. by Gattona J. - Gower. UK, 1998. - 669 p.
108. Strategy Planning in Logistics and Transportation. Edited by J. Cooper. - London: Kogan Page, 1993. - 280 p.
109. The Distribution Handbook. - London: The Tree Press, 1985. - 959 p.

110. The Distribution Management Handbook. Editors Tomkins J.A., Harmelink D.A. - McGraw Hill. USA, 1994.
111. The Gower Handbook of Logistics and Distribution Management. - Forth Ed., Edited by John Cattorna. USA, 1990. - 518 p.
112. The Institute of Logistics and Physical Distribution Management. Yearbook, 1986. - 7. - 145 p.
113. The Institute of Logistics and Physical Distribution Management. Yearbook, 1989. - 233 p.
114. The Warehouse World Class Distribution Logistics. - The Tree Press. USA, 1993. - 365 p.
115. Total Logistics. The Profit Priver: Conference Proceedings, 1994.
116. Total Material Management. Achieving Maximum Profit Throught Materials |Logistics Operations. Second Ed. - Chapman&Hall. USA, 1995. - 575 p.
117. West A. Managing Distribution Concept. - John Wiley&Sons. UK, 1989. - 266 p.

Индекс

- D**
- DRP, 537
- E**
- EOQ, 251
- M**
- MRP, 537
- X**
- XYZ-классификация, 500
- A**
- Абсолютная ошибка прогноза, 200
 ABC-классификация, 483
 Алгоритм нахождения максимального потока, 531
 Алгоритм управления запасами, 109
 Альтернативные затраты, 221, 230, 234, 263
 Анализ временных рядов. См. Временной ряд
 Анкетирование, 189
- Б**
- Базовый спрос. См. Относительно равномерный спрос
 Баланс запаса. См. Уравнение баланса запаса
 Брутто-потребность, 120
 Буферный запас, 34
- В**
- Варианты движения запаса, 58**
 Варианты формирования запаса, 54, 55
 Вариация пополнения и отгрузок запаса, 77
 Ведущие показатели, 168
 Взаимодействие отдела логистики с другими подразделениями, 467
 Виды движения запаса, 59
 Виды запасов, 26, 27, 29, 30, 31, 37, 39, 40, 41, 42
 Виды потребности, 119
 Виды тенденций изменения спроса, 154
 Внеочередные заказы, 363
 Временной ряд, 132, 163
 Время задержки поставки, 329, 331, 343, 364, 370
 Время нахождения запаса в пути, 28
 Время оборота, 100, 548
 Время поставки, 68, 118, 329, 331, 343, 364, 370, 68
 Входной поток, 522
 Входящий материальный поток, 22, 72, 111
 Выбор метода прогнозирования, 135
 Выходной поток, 522
 Выходящий материальный поток, 22, 110, 111
- Г**
- гарантийный запас. См. Страховой запас
 Гипотезы поведения потребности, 159
 Годовой уровень дефицита, 399
 Годовой уровень исполнения заказов, 396
 Готовая продукция, 21, 120
 Границы групп XYZ-классификации, 503
- Границы групп ABC-классификации, 487
 График движения грузопотоков в сети, 521
 Группа Y, 505
 Группа Z, 505
 Группа X, 504
 Групповое обсуждение, 190
 Группы ABC-классификации, 490, 491
- Д**
- Движение запаса, 49, 255, 326, 355, 364, 455**
 Движение запаса точно в срок, 59
 Дефицит запаса, 356
 Динамика отгрузок запаса, 73
 Динамика пополнения запаса, 71
 Дискретные отгрузки, 52
 Дискретные поставки, 52
 Дисперсия, 105
 Долгосрочные тенденции. См. Тенденции спроса
 долгосрочные
 Доля переходящего запаса, 95, 549
 Достоверность экспертного оценивания, 187
- Е**
- Единицы измерения запаса, 33
- Ж**
- Жесткие издержки дефицита, 268
 Жизненный цикл продукта, 509
- З**
- Зависимый спрос, 121
 Зависимый спрос вертикальный, 121
 Зависимый спрос горизонтальный, 122
 Закон 80
 20, 483
 Закон Парето, 483, 490
 Закон распределения вероятностей, 408
 Запас, 19, 22, 23
 Запас в каналах сферы обращения, 28
 Запас в пути, 28, 304, 305, 317, 342
 Запас досрочного завоза, 40
 Запас на конец периода, 42
 Запас на начало периода, 42
 Запас наличный, 120, 216
 Запас производственный, 29
 Запас товарный, 29
 Запасоемкость, 89
Затраты на выполнение заказа, 224, 315
 Затраты на выполнение одного заказа, 222, 257, 297
 Затраты на закупку, 215, 219
 Затраты на подготовку заказа, 222
 Затраты на пополнение запаса, 215, 247, 256, 297
 Затраты на приемку заказа, 223
 Затраты на проведение экспертизы, 187
 Затраты на размещение заказа, 222
 Затраты на содержание единицы запаса, 258
 Затраты на содержание запаса, 216, 225, 227, 232, 245,
 256, 272, 276, 280, 293, 315, 356, 363, 386
 Затраты на содержание склада, 229, 230
 Затраты по обеспечению движения запаса, 229, 231
 Затраты, связанные с запасами, 215, 218
 Защитный интервал, 429

И

Издержки дефицита, 267, 299, 363, 369, 386
 Издержки содержания запаса, 369
 Имитационное моделирование, 170
 Имитация движения запаса, 456
 Инвентаризация, 496
 Индикатор прогнозирования, 171
 Интервал времени между заказами, 67, 341, 343, 364, 370
 Интервал времени между поставками, 33, 67
 Интервал времени между поставками средневзвешенный, 33
 Интервьюирование, 189

К

Капитальные затраты, 221
 Качественный подход к прогнозированию потребности. См. Прогнозирование потребности качественное
 Классификатор номенклатуры, 484
 Классификации запасов, 25
 Ковариация, 83, 103
 Количественные методы прогнозирования, 290
 Количественный подход к прогнозированию потребности. См. Прогнозирование потребности количественное
 Комбинированный подход к прогнозированию, 193, 291
 Комбинированный подход к прогнозированию потребления. См. Прогнозирование потребления комбинированное
 Константа сглаживания, 146, 148
 Контроль ошибок прогноза, 207
 Контрольный график, 209
 Коэффициент вариации, 77, 502
 Коэффициент значимости, 142
 Коэффициент корреляции, 82
 Коэффициент тенденции, 163, 165, 554
 Кражи, 234
 Краткосрочные тенденции. См. Тенденции спроса краткосрочные
 Критерии ABC-классификации, 487
 Критерии классификации элементов алгоритма управления запасами, 467
 Критерий ABC-классификации, 484, 485, 489
 Критерий оптимизации, 250

Л

Линейное уравнение регрессии, 175
 Линейный тренд, 160, 162
 Логарифмическое уравнение регрессии, 175
 Логистическая система, 521
 Логистические издержки, 215

М

Максимальный желательный запас, 329, 331, 333, 343, 344, 346, 364, 370
 Малоподвижный запас, 41
 Маркетинговые мероприятия, 168
 Математическое ожидание, 383
 Матрица ABC-XYZ, 507
Матрица предпочтения, 524, 529
 Мгновенная отгрузка, 53
 Мгновенная приемка, 53
 Метод DRP, 537
Метод XYZ. См. XYZ-классификация

Метод взвешенной скользящей средней, 133, 142, 143, 145, 164
 Метод Дельфи, 190
 Метод контрольного графика, 207
 Метод пропорционального распределения товара, 515, 520
 Метод простой средней, 133, 136
 Метод скользящей средней, 133, 139, 142
 Метод экспертной оценки, 188, 225, 290
 Метод экспоненциального сглаживания, 133, 145, 146
 Метод экстраполяции, 161
Методы прогнозирования потребности, 131
 Многономенклатурный заказ, 270
 Модели управления запасами, 327
 Модель, 369, 455, 497
 Модель Бокса-Дженкинса, 170
 Модель с постепенным пополнением, 264
 Модель с постепенным порполнением, 269
 Модель с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня, 363
 Модель с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня, 497
 Модель с установленной периодичностью пополнения запаса по постоянного уровня, 455
 Модель с учетом дефицита, 269
 Модель с учетом НДС, 279
 Модель с учетом потерь от дефицита, 265
 Модель с учетом потерь от замороженного капитала, 263
 Модель с фиксированным интервалом времени между заказами, 327, 340, 347, 354, 428, 455, 460, 497
 Модель с фиксированным размером заказа, 327, 328, 335, 354, 410, 455, 457, 497
Модель формирования запаса, 22, 110, 326
 Моральное старение, 234
 Мягкие издержки дефицита, 268, 556

Н

Наивный прогноз, 133, 134
 Накопление запаса, 64
 Наличный запас, 37, 84
 Налоги на имущество, 233
 Нарастающий итог, 486
 Незавершенное производство, 20
 Независимый спрос, 122
 Неизрасходованный запас, 42
 Нейронно-сетевые методы, 170
 Неликвид. См. Неликвидный запас
 Неликвидный запас, 41
 Непрерывные отгрузки, 52
 Непрерывные поставки, 52
 Нерегулярное потребление, 121
 Нетто-потребность, 121
 Норма текущего запаса, 517
 Нормальный закон распределения, 208, 383, 409
 Нормальный запас, 42
 Норматив запаса, 517
 Нормирование запаса, 39

О

Обеспеченность потребности запасом, 91
 Обработка результата экспертного опроса, 191
 Общая потребность, 120, 222
 Общие затраты, 248, 251, 256, 272, 276, 303, 304, 306, 317
 Общие затраты, связанные с запасами, 234
 Общий запас, 37
 Объем дефицита запаса, 397

Объем поставки товара, 518
 Однопериодная модель, 444
 Ожидаемое дневное потребление, 330, 333, 344
 Оперативность принятия решений, 471
 Оперативные правила алгоритма управления запасами, 472
 Оптимальный размер заказа, 111, 247, 249, 274, 277, 280, 287, 305, 307, 310, 313, 327, 328
 Оптимальный уровень запаса, 250
 Оптимальный размер заказа, 341
 Оптимизация уровня запаса, 244
 Оптовые скидки, 219, 271, 274
 Оргграф, 523
 Основные модели управления запасами, 326, 354, 362
 Остатки запаса, 84
 Отгрузка запаса, 67
 Отложенный спрос, 266
 Отмеченная вершина, 530
 Относительная ошибка прогноза, 203, 206
 Относительно равномерный спрос, 133
 Отрицательная тенденция. *См.* Тенденция спроса отрицательная
 Отходы, 21
 Отчет о прибылях и убытках, 216
 Оценка точности прогноза, 197
 Ошибка прогноза, 197, 558

П

Пакеты статистического анализа, 170
 Параболическая тенденция. *См.* Тенденция спроса параболическая
 Параболический тренд, 160, 162
 Параллельная классификация, 488
 Переходящий запас), 42
 Периоды наблюдения, 140
 Пилообразное движение запаса, 59
 План обслуживания производства, 118
 План продаж, 118
 Плановые заказы, 363, 371
 Плата за кредит, 233
 Подбор экспертов, 186
 Подготовительный запас, 44
 Подготовка процедуры экспертного опроса, 188
 Подразделения, участвующие в управлении запасом, 64, 65, 67, 113
 Показатели состояния запаса, 105, 217
 Полиномиальное уравнение регрессии, 175
 Полиномиальный тренд, 161
 Положительная тенденция. *См.* Тенденция спроса положительная
 Пополнение запаса, 111
 Пополнение запаса сезонное, 71
 Пороговый уровень, 411, 412, 416, 424
 Пороговый уровень запаса, 329, 334, 364, 370
 Порча, 233
 Последовательная классификация, 487
 Построение трендов пополнения и отгрузок запаса, 81
 Потребность на изготовление технологической оснастки и инструментов, 120, 122
 Потери, 233
 Потребление за время поставки, 330
 Потребление запаса, 22
 Потребление запаса сезонное, 39, 73, 94
 Потребление запаса среднесуточное, 32
 Потребление месячное, 138
 Потребление случайное, 121
 Потребление среднеедневное, 138
 Потребности в запасах, 383
 Потребность в запасах, 329, 343, 364, 370

Потребность в запасе, 118
 Потребность месячная, 141, 144, 148, 152, 164, 166
 Потребность на внедрение новой техники, 120, 122
 Потребность на выполнение плана производства и продаж, 120, 122
 Потребность на капитальное строительство, 120, 122
 Потребность на прирост незавершенного производства, 120, 122
 Потребность на ремонтно-эксплуатационные нужды, 120, 122
 Потребность производственная, 118
 Потребность среднеедневная, 141, 144, 147, 152
 Правила межорганизационного взаимодействия в алгоритме управления запасами, 475
 Правила межфункционального взаимодействия в алгоритме управления запасами, 474
Приоритеты звеньев сети распределения, 524
 Проведение экспертного опроса, 190
 Прогнозирование по средним значениям, 135
 Прогнозирование потребления комбинированное, 130
 Прогнозирование потребности, 109, 119, 290
 Прогнозирование потребности качественное, 130
 Прогнозирование потребности количественное, 130, 132
 Прогнозирование потребности по связанному показателю, 132
 Прогнозирование потребности, 290
Программа экспертного оценивания, 185
 Продолженная отгрузка, 54
 Продолженная приемка, 54
 Проектирование алгоритма управления запасами, 456
 Производственная потребность. *См.* Потребность производственная
 Производственные планы, 118
 Производственный запас, 28
 Пропускная способность, 535
 Процесс прогнозирования потребности, 155

Р

Размер заказа, 342, 428, 429
 Разработка алгоритма управления запасами. *См.* Алгоритм управления запасами
 Располагаемый запас, 38
 Расходы на обслуживание запаса, 230, 233
 Расчетно-методические правила алгоритма управления запасами, 473
 Регулярное потребление, 121
 Редко используемый запас, 41
 Резерв вершины, 530
 Резервный запас, 36
 Резервный запас (VIP), 40
 Рекламные акции, 169
 Рекламный запас, 43
 Рекомендуемый объем запаса товара, 517
 Риск дефицита, 383
 Риск избытка запаса, 384

С

Сбои поставок, 458, 461
 Сбои потребления, 464
 Сезонная потребность, 132, 149, 151, 163, 166
 Сезонное потребление, 121, *См.* Потребление запаса сезонное
 Сезонный запас, 39
 Сезонный запас, расчет, 40
 Сеть распределения товара, 515
 Синтетический критерий ABC-классификации, 488
 Скорость обращения запаса, 98, 560

Случайные колебания спроса, 133
 Случайные факторы спроса, 169
 Спекулятивный запас, 43
 Спорадический спрос. *См.* Потребление случайное
 Спрос сезонный. *См.* Сезонная потребность
 Средние показатели прихода и расхода запаса, 75
 Средний запас. *См.* Средний уровень запаса
 Средний уровень запаса, 86, 226, 246, 256, 560
 Средняя абсолютная ошибка прогноза, 201
 Средняя арифметическая, 78
 Средняя относительная ошибка прогноза, 203, 207
 Средняя ошибка прогноза, 200
 Средняя потребность в запасах, 395
 Средняя хронологическая, 87
 Стандарт управления МРП, 537
 Стандартное отклонение, 77
 Стандартное отклонение ошибки прогноза, 202
 Стандартное отклонения потребности, 411
 Статистическая фильтрация. *См.* Фильтрация значений статистическая
 Статьи затрат, 110
 Степенное уравнение регрессии, 175
 Стоимость выполнения заказа, 225
 Стоимость рисков, 230, 233
 Стратегические правила алгоритма управления запасами, 471
 Стратегический запас, 42
 Стратегия организации, 485
 Стратегия развития, 386
 Страхование, 233
 Страховой запас, 34, 35, 41, 256, 329, 332, 344, 346, 364, 408, 410, 411, 416, 424, 429, 517
 Сырье и материалы, 19, 118

Т

Текущий запас, 31, 342, 517
 Тенденции изменения спроса, 132, 153
 Тенденции спроса, 162
 Тенденции спроса долгосрочные, 154
 Тенденции спроса краткосрочные, 154
 Тенденция спроса отрицательная, 154
 Тенденция спроса параболическая, 155
 Тенденция спроса положительная, 154, 165
 Товарно-материальные ценности, 19, 26
 Товарный запас, 28
 Точность прогнозирования, 119, 170, 291
 Транспортные затраты, 301, 304, 306

У

Удельный вес критерия ABC-классификации, 486
 Управление запасами, 109
 Уравнение баланса запаса, 95, 549
 Уравнение линейной регрессии, 172
 Уравнение тренда, 160

Уровень допустимого дефицита, 408
 Уровень обслуживания, 384, 385, 408
 Уровень обслуживания потребности в запасах, 490, 496
 Уровень обслуживания, расчет, 386, 387, 391, 393, 395, 402
 Условия использования индикатора, 171
 Условия неопределенности, 328, 384
 Условия определенности, 327
 Учет затрат, 217
 Учет количества рабочих дней в прогнозировании, 136, 138, 144
 Учет наличного запаса, 50

Ф

Факторы среды, 309
 Фильтрация значений, 156
 Фильтрация значений экспертная, 159
 Фильтрация статистического ряда, 170
 Финансовые показатели, 216
 Форма экспертного опроса, 188
 Формула Вильсона, 251, 253, 254, 262, 300, 309, 312, 315, 327, 334
 Формула Кампа, 251
 Формула Харриса, 251
 Функции управления, 469
 Функция нормальных потерь, 398, 400
 Функция распределения вероятностей, 384

Ц

Цель создания запаса, 22
 Цена закупки, 292, 314
 Цикл жизни товара, 167
 Циклические колебания спроса, 132
 Циклическое колебание спроса, 167
 Циклы движения запаса, 63, 64

Ч

Частотный ряд, 394
 Число стандартных отклонения, 409
 Чистая потребность, 121

Э

Экспертная фильтрация. *См.* Фильтрация значений экспертная
Экспертные оценки, 183, 192, 387
 Этапы разработки алгоритма управления запасами, 456
 Этапы экспертного оценивания, 184
 Эффект стимулирования продаж, 132
 Эффект стимулирования спроса, 168, 562
 Эффективность решения задачи экспертами, 187

Краткие сведения об авторе

Стерлигова Алла Николаевна, к.э.н., доцент

<http://www.ecsocman.edu.ru/db/msg/63831.html>

Образование	1993 – ученое звание - доцент 1989 – ученая степень - к.э.н. 1981 - Московский институт управления, инженер-экономист, диплом с отличием, Москва
Постоянное место работы	Доцент кафедры логистики ГУ-ВШЭ, Москва. Заместитель директора Международного центра по подготовке кадров в области логистики ГУ-ВШЭ, Москва.
Направления преподавательской и консультационной работы	Операционный менеджмент - высшее образование, программы MBA, Executive Programm Логистика - полный курс в высшем образовании, в программах дополнительного образования: второе высшее образование, MBA и Executive Programm в МЦЛ и ВШМ ГУ-ВШЭ; - раздел «Основы логистики» в высшем образовании, - раздел «Управление запасами в логистических системах» в высшем образовании, программах дополнительного образования: второе высшее образование, MBA, ELM в МЦЛ ГУ-ВШЭ - раздел «Логистика снабжения» в высшем образовании.
Участие в курсах, семинарах, консультациях, прочая работа	Семинары, курсы и консультации на предприятиях (Ивестлегмаркет, Роснефть, Евросеть, СИБУР, Данон-Большевик, Русал, ЭМПИС, УРСА, Выксунский металлургический завод, Димитровградский автоагрегатный завод, MARS LLS, Компания «Симба», Экспериментальный консервный завод «Лебедянь», Заволжский моторный завод, ЮКОС, «Яманучи», SunInterbrew, «Шнейдер-Электрик», ОАО УК «Ароматный мир», Торговая сеть «Фамилия», СОК, КАМАЗ, Терминал «Лесной», АСБ Рейтинг, PRADO-RT, Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат, Россибфармацея, Курская пивоваренная компания, Ростсельмаш, Вымпелком, Автомир, СПЕКТА, Алкател, Сипмлекс-группа, SONY и др.) Член экспертного совета журнала «Логистик&система» Член рабочей группы представителей России в ELA (Европейская логистическая ассоциация) Член Учебно-методического объединения по специальности 062200 «Логистика», Россия Соавтор Государственного образовательного стандарта по специальности 062200 «Логистика», Россия
Полученные гранты и участие в конкурсах	2005 – Лауреат премии «Золотая Вышка – 2005» в номинации «Лучший преподаватель факультета менеджмента» 2005 – Грант ГУ-ВШЭ на проведение академического исследования по теме «Механизм интеграции процесса управления в бизнесе на основе организации движения экономических потоков» 2004 – Грант факультета менеджмента ГУ-ВШЭ на проведение академического исследования по теме «Возможности и проблемы интеграции процесса управления на основе организации движения экономических потоков» 1998 – Победитель конкурса программ обучения и повышения квалификации руководителей промышленных предприятий РФ Всемирного

Печатные труды

- Банка. Курс «Производственный (операционный) менеджмент»
Более 100 работ, около 350 п.л., в том числе авторских более 120 п.л.
Основные работы
Уровни интеграции управления организацией // Прикладная логистика. - №10. - 2005. - С. 42-54.
Анализ значения термина "интеграция" в контексте управления организацией // Логистика и управление цепями поставок. - №6. – 2005. - М.: ГУ-ВШЭ, 2005.
Операционная интеграция процесса управления: результаты исследования практики использования // Интегрированная логистика/ - №7. - 2005. - С. 18-24.
Процедуры оптимального распределения запаса в цепях поставок // Логистика сегодня. - №4. - 2005. - С. 20-30.
Метод интеграции усилий звеньев сети распределения // Логистика и система. - №1. - январь. - 2005. - С. 54. – М.: ООО «Актон-пресс», - 2005. – 25 с. <http://www.ecsocman.edu.ru/db/msg/206013.html>
Терминологическая структура логистики // Логистика и управление цепями поставок. - 2004. - №4-5. - С. 101-119. - М.: ГУ-ВШЭ, 2004. – 31 с.
Современные вопросы развития терминологии логистики // Логистика и управление цепями поставок. - 2004. - №2 (3). - С. 113-121.
<http://www.ecsocman.edu.ru/db/msg/203748.htm>
Энциклопедический словарь «Управление организацией»: Монография. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 822 с.