

КЕЙС 1 ПО ТЕМЕ "ОРГАНИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КОМПАНИИ"

Компания "Саванна Стил Корпорейшн" является одним из немногих предприятий, специализирующихся на производстве высококачественных стальных конструкций для строительной промышленности. Основной выпускаемой продукцией являются стальные балки, используемые достаточно широко в любом строительстве. Кроме того, выпускаются стальные уголки, швелеры и другие подобного рода изделия. "Саванна" не только производит указанную продукцию, но и осуществляет по необходимости ее сборку по заказам клиентуры.

Недавно назначенный вице-президент компании по логистике поставил сотрудникам задачу: в связи с возросшей конкуренцией повысить качество логистического обслуживания и в то же время сократить расходы на эти операции. Вице-президент по логистике подчиняется исполнительному директору компании. Должность вице-президента по логистике была введена в структуру компании недавно, и на вновь назначенное лицо возлагались определенные ожидания.

Предшественник вице-президента назывался "менеджером по транспортировке и поставкам". Он занимался поставками готовой продукции покупателям и, кроме того, в сферу его деятельности входило руководство работой грузового терминала на заводе компании. Менеджер подчинялся директору по производству, а тот в свою очередь - исполнительному директору.

Когда вновь назначенный вице-президент вступил в должность, с ним провел беседу президент компании и сказал, что считает логистику одним из основных приоритетов в работе. Он также подчеркнул, что ждет результата, во-первых, в улучшении обслуживания клиентуры и, во-вторых, в снижении издержек по логистическим операциям.

Несмотря на краткий срок пребывания в должности, вице-президент уже предпринял значительные усилия по улучшению логистических операций. Отдел по логистике принял на себя всю организацию и всю ответственность по обеспечению поставок готовых изделий клиентуре, а также по операциям, связанным с хранением готовой продукции и поступающего сырья. Одновременно отдел по логистике взял на себя управление небольшим собственным грузовым парком компании. Традиционно компания осуществляла поставки готовой продукции на базисе "ФОБ получатель", а сырье получала на базисе "ФОБ грузовой терминал" предприятия.

Исполнительный директор компании пообещал вице-президенту всемерную поддержку в вопросах совершенствования логистических операций. Он верит, что вновь назначенный вице-президент справится с задачами, поставленными перед ним президентом компании.

Задания.

- 1. Как Вы определите существующее положение с обеспечением логистических операций на предприятии; на какой стадии эволюции находится отдел по логистике в компании?**
- 2. Какие усилия должен предпринять вице-президент по логистике для достижения целей, поставленных перед ним президентом?**

3. Какие показатели Вы бы избрали для оценки работы отдела по логистике компании?

КЕЙС 2 ПО ТЕМЕ "ОРГАНИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КОМПАНИИ"

Предприятие “Минифакс” (главный офис находится в Киеве) является региональным производителем и наладчиком миникомпьютерных систем. Служба логистики компании включает транспортный отдел и отдел доставки продукции. Служащие отдела отвечают за проведение переговоров с клиентами, получение и учет заказов, подготовку отгрузочной и технической документации.

Компания осуществляет продажи непосредственно потребителям, нуждающимся в установке локальных компьютерных сетей. В основном это малые предприятия, отделение банков, страховые компании Киевской и близлежащих областей. При доставке компьютеров клиентам компания использует большой набор компаний-перевозчиков. С большинством из них в компании “Минифакс” нет договоров, а автотранспорт подается для загрузки по разовой заявке. Доставка продукции потребителям не налажена. Очень долгим является время от подачи заявки до получения продукции, особенно если речь идет о мелких отправках. Перевозочные средства бывают не подготовленными для перевозки чувствительного оснащения. Плохо налажена коммуникационная связь. Заявки на автотранспорт, посылаемые компанией “Минифакс” часто теряются из-за того, что много разных лиц принимают участие в их учете и распределении. Только 1/8 от общего количества привлекаемых автоперевозчиков имеют радиосвязь с грузовиками.

Часто продукция возвращается, но при этом процедура оформления возврата слишком громоздкая, что вызывает недовольство клиентуры. Транспортирование возврата часто задерживается. “Минифакс” связывается с диспетчерской какой-либо автофирмы, и назначает время, когда автотранспорт будет придет за возвращенным оборудованием. Часто назначается время крайне не удобное для клиента. Не говоря уже о том, что приходится ждать дни, а иногда и недели, когда грузовик какой либо автомобильной фирмы придет за возвращаемой продукцией. В конечном счете страдает компания “Минифакс”, которая постоянно разбирается с жалобами клиентов.

Задание:

- 1. Описать материальные потоки (входящие, внутренние, исходящие).**
- 2. Описать место и роль службы логистики на предприятии, ее функции, недостатки в работе.**
- 3. Почему служба по логистике работает так плохо?**
- 4. Что нужно предпринять, чтобы наладить операции по логистике в компании?**
- 5. Разработать предложения относительно усовершенствования логистической информационной системы и использования современных информационных технологий в работе фирмы.**

КЕЙС ПО ТЕМЕ "ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ"

Компания "Проктер энд Гембл" пересмотрела свои отношения с клиентурой. Президент компании недавно пожаловался, что последнее время компания здорово теряла на излишних затратах, связанных с разнобоями учета и исполнения заказов. Далее президент добавил, что "Проктер энд Гембл" затратила более 250 млн. долларов за последние четыре года с целью упрощения системы поставки товаров в оптовую и розничную сеть.

В настоящее время система взаимоотношений компании с оптовыми и мелкооптовыми торговцами строилась исходя из следующих принципов. Те компании, которые закупали шампуни и косметику, получали 2%-ю скидку, когда оплата за товар производилась в течение 30 дней после осуществления отгрузки со складов "Проктер энд Гембл". Компании, которые закупали мыло, пищевые масла разных наименований и полуфабрикаты для приготовления кондитерских изделий, получали 2%-ю скидку в случае оплаты, произведенной всего в 10-дневный срок после отгрузки. 2%-ю скидку в случае оплаты за 15-дневный срок оплаты счетов "Проктер энд Гембл" получали компании, закупающие бумажные изделия (салфетки, полотенца).

По новой системе различий по категориям товаров производиться не будет. Все закупщики получают 2%-ю скидку при оплате счетов "Проктер энд Гембл" в течение 19 дней. Единственным исключением стали товары парфюмерии, на которые давались скидки по старой системе. Одновременно по новому плану срок оплаты счетов "Проктер энд Гембл" начинал отсчитываться с момента, когда компания получала товар, то есть с момента поступления товара, а не его отгрузки со склада "Проктер энд Гембл". Это дает возможность закупщикам выиграть несколько дней в сроках оплаты.

В то же время компания "Проктер энд Гембл" решила ввести систему, которая стимулировала бы закупки товаров полными автомобильными партиями.

Смысл ранее действующей системы был в том, что оптовики могли закупать товары полными или частичными автомобильными партиями, в зависимости от своих нужд. Однако, при этом они вынуждены были заказывать товар только одного наименования, независимо от того, была ли это полная автомобильная отправка или нет. Так, оптовик, закупающий порошок "Тайд" неполной автомобильной партией, тем не менее, не мог сгруппировать груз (порошок) с другим товаром "Проктер энд Гембл", например, с кофе "Фолджерс". В результате многие оптовики закупали целые партии товара впрок (автомобильными партиями), не испытывая в этом особой нужды, а на складах "Проктер энд Гембл" один товар заканчивался раньше, чем другие.

По новой системе оптовикам разрешалось группировать товары до полных автомобильных партий в какой угодно компоновке. В то же время они могли, если в этом есть нужда, заказывать полную или частичную автомобильную отставку товара одного наименования. Причем мелкие оптовики и закупщики могли объединяться и группировать свой товар в рамках одной автомобильной отправки, правда, при этом автомобильный тариф для них несколько увеличиваются.

Задание.

Выскажите Ваше мнение по существу действий компании "Проктер энд Гембл" по улучшению взаимоотношений с клиентурой (оптовыми закупочными компаниями).

КВАЛІФІКАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕНЕДЖЕРА З ЛОГІСТИКИ, ЗАТВЕРДЖЕНА МІНІСТЕРСТВОМ ПРАЦІ І СОЦІАЛЬНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ

МЕНЕДЖЕР З ЛОГІСТИКИ

Завдання та обов'язки

Розробляє логістичну стратегію підприємства, яка повинна бути узгоджена з корпоративною стратегією і орієнтована на прийняття оптимальних стратегічних рішень щодо вибору на довгостроковій основі постачальників сировини, матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів тощо, новітніх і гнучких технологій виробництва продукції, організації складування і транспортування, каналів збуту та розподілення готової продукції.

Проектує наскрізні матеріальні потоки впродовж повного логістичного ланцюга “закупка сировини – виробництво – розподіл – продаж – споживання” та супроводжуючі інформаційні, фінансові і сервісні потоки на основі інтеграції і координації з метою мінімізації загальних витрат, забезпечення високого рівня якості продукції та якнайбільш повного задоволення потреб споживачів.

Розробляє перспективні, поточні та оперативні плани логістичної діяльності, а саме, матеріально-технічного забезпечення, транспортування, складування, оброблення матеріалів, організації виробництва продукції та послуг, пакування, контролю запасів, фізичного розподілення та збуту готової продукції, обслуговування споживачів тощо на основі наскрізного управління матеріальними та супроводжуваними потоками.

Координує діяльність різних підрозділів підприємства та інших підприємств і організацій щодо забезпечення ефективного просування товарів і послуг в сферах виробництва та обігу, розв'язує конфліктні ситуації, шукає компроміси для узгодження інтересів різних ланок логістичної системи з метою досягнення загальносистемних цілей.

Спільно із службами маркетингу розробляє прогнози попиту на продукцію чи послуги, приймає участь в розробці виробничої програми, визначенні асортименту продукції у відповідності до замовлень споживачів, підпорядковує процес управління матеріальними та супроводжуваними потоками цілям і завданням маркетингу.

Спільно із службами постачання визначає оптимальну потребу в матеріально-технічних ресурсах, установлює раціональні господарські зв'язки з постачальниками, організує забезпечення виробничого процесу необхідними матеріальними ресурсами за принципом “точно в термін” та доставку на виробничі ділянки, розробляє програму економії матеріальних ресурсів та бюджет витрат на матеріально-технічне забезпечення, контролює виконання планів-графіків руху матеріальних ресурсів та дотримання бюджету витрат, координує процес матеріально-технічного забезпечення з виробництвом, збутом, складуванням і транспортуванням.

Спільно із службами організації виробництва розробляє виробничу програму, плани-графіки виробничих завдань для підрозділів підприємства за принципом “точно в термін” і узгоджує їх з планом збуту, забезпечує виконання виробничих завдань з випуску необхідної кількості продукції з мінімальними витратами, визначає оптимальні рівні запасів і контролює їх рух, установлює нормативи незавершеного виробництва і контролює їх дотримання, контролює кількість, якість та собівартість готової продукції.

Спільно із службами збуту розробляє перспективні поточні та оперативні плани збуту продукції, плани-графіки запуску-випуску готової продукції, визначає канали збуту та формує розподільчу мережу, нормативи запасів готової продукції та умови її зберігання, приймає рішення щодо упакування продукції, комплектування партії відправки, організує відвантаження продукції та контролює доставку, організує післяреалізаційне обслуговування, розробляє та контролює

калькуляцію витрат на збут продукції, системно ув'язує процес розподілу з процесами виробництва і постачання.

Розробляє стратегію управління запасами на виробництві та в сфері товарного обігу, визначає оптимальні рівні запасів, нормативи запасів, шукає компроміси між рівнем обслуговування споживачів та рівнем запасів, вибраним способом транспортування та запасами, кількістю складів і рівнем запасів, проводить інвентаризацію запасів, оцінює вплив запасів на розмір обігового капіталу підприємства, втрати від іммобілізації фінансових коштів в запасах чи від дефіциту, ринкову вартість, ліквідність та ризики утримання запасів.

Організує транспортно-експедиційне забезпечення постачання матеріальних ресурсів та відправку готової продукції, вибирає вид транспорту, спосіб доставки, визначає маршрути перевезень з метою своєчасного виконання замовлень споживачів, спільно планує транспортний процес із складським та виробничим процесами, забезпечує технічну та технологічну сполучність учасників виробничого, складського і транспортного процесів.

Вносить пропозиції щодо освоєння нових товарних ринків, вибору каналів постачання і збуту, організовує зв'язки з діловими партнерами, проводить переговори, забезпечує укладання договорів і здійснює контроль за їх виконанням з метою управління інтегрованими потоками.

Приймає участь у визначенні стратегії загального управління якістю продукції чи послуг, визначає оптимальні рівні якості сервісу з точки зору співвідношення загальних витрат і загального ефекту від найбільш повного задоволення потреб споживачів.

Сприяє впровадженню нової техніки, сучасних технологій виробництва і доставки товарів, нових інформаційних технологій в процесі управління та забезпечення руху матеріальних, інформаційних, фінансових, сервісних потоків.

Приймає участь у визначенні загальних витрат впродовж логістичного ланцюга, використовує наукові методи зменшення витрат без погіршення якості, здійснює контроль логістичних витрат, сприяє ефективному управлінню фінансовими потоками, оцінює економічний ефект від прийняття логістичних рішень та конкурентоспроможність підприємства.

Забезпечує складання встановленої звітності, формує базу даних внутрішньої та зовнішньої інформації з організації матеріальних потоків підприємства, приймає участь в розробці логістичної інформаційної системи підприємства, орієнтованої на вирішення стратегічних, поточних та оперативних логістичних задач.

Повинен знати

Законодавство України та нормативні акти, що регламентують підприємницьку діяльність; комерційне право, методологію аналізу ринкового середовища на мікроекономічному рівні; основні напрями маркетингової діяльності; перспективи та світові тенденції розвитку технології галузі; порядок підготовки та встановлення господарських зв'язків, методика актово-претензійної роботи, маркетинг та менеджмент, теорію управлінських рішень та комунікацій, економіку підприємства, ціноутворення, логістику, організацію складського господарства, етику ділового спілкування, конфліктологію, загальне управління якістю, діючі стандарти і технічні умови на сировину, продукцію, умови постачання, зберігання та транспортування матеріальних ресурсів, інформаційні технології менеджменту, економіко-математичні методи і моделі; організацію бухгалтерського обліку, фінанси, діловодство; принципи логістичного менеджменту, інтегровані матеріальні потоки, логістику закупок і розміщення замовлень, розподільчу логістику, виробничу логістику, логістику складування, теорію міжфірменної взаємодії, організацію і проектування логістичних систем, теорію прийняття логістичних рішень, фінансову логістику, інформаційні системи і технології в логістиці.

Кваліфікаційні вимоги: повна або базова вища освіта напряму “Менеджмент” (бакалавр або спеціаліст). Або післядипломна управлінська освіта після вищої освіти з інших напрямів. Стаж роботи в галузі управління матеріальними потоками

на різних стадіях (постачання, виробництво, збут, дистрибуція, продажі) за професією: для спеціаліста – без вимог до стажу, для бакалавра – 2 роки.

ПРИМЕНЕНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ЛОГИСТИКЕ

Одним из широко распространенных методов календарного планирования является метод

«rolling forecast», то есть «движущийся» или «переходящий» прогноз. Суть его очень проста и заключается в следующем:

Для календарного планирования нужны следующие основные исходные данные:

- план продаж, как годовой, так и распределенный по основным временным единицам (например, по месяцам);
- план производства;
- величина необходимых и достаточных нормативных (страховых) запасов.

В логистике нормативные запасы при «движущемся» прогнозе измеряются в основном во временных единицах. Предварительно, как уже было отмечено, рассчитывается оптимальный страховой запас, исходя из всевозможных вероятностных факторов (время выполнения заказа на производстве, время в пути, время хранения в порту и т.п.). Так, например, если у Вас производство находится в Швеции или Финляндии, достаточно держать в России двухнедельный запас продукции для продаж (при этом предполагается, что основной фактор логистического риска – это время транспортировки, и, что другие факторы риска не влияют на надежность системы, или влияют незначительно). Если же производство находится, например, в Канаде, то логично держать 8-недельный запас продукции для продаж. Такой запас можно разделить при планировании следующим образом: 6-ти недельный запас должен быть в транзите, а 2-х недельный – уже на основном складе. При этом 6-ти недельный запас в свою очередь подразделяется на 4-х недельный – на судне, и 2-х недельный на суше (в порту, например).

Недели продаж – это единицы измерения. Что касается календарного планирования, то оно происходит в реальном режиме времени.

Можно предложить следующие формулы для календарного «движущегося» планирования (они могут быть реализованы даже в таблицах Excel):

Формула расчета заказа в физических единицах:

$$P = S - S' - F,$$

где

P – заказ на текущий месяц (запас в пути) в физических единицах;

S – запас на конец текущего месяца (нормативный необходимый и достаточный запас);

S' - запас на конец предыдущего месяца (факт);

F – объем фактических продаж за предыдущий месяц.

Формула расчета запаса в неделях продаж:

$$PW = P : ((Plan1+Plan2):C),$$

где

P – заказ на текущий месяц (запас в пути) в физических единицах;

Plan1 – прогноз продаж на следующий месяц;

Plan2 - прогноз продаж на месяц после следующего;

C – количество недель в 2-х, последующих за текущим, месяцах (обычно C = 9 или 8 неделям).

Пример планирования заказов (те цифры, которые выделены крупным шрифтом в строке прогноз продаж – это уже фактические состоявшиеся продажи):

Продукт1										
	апр	май	июнь	июль	авг	сент	окт	ноя	дек	итого

заказ прогноз продаж			40,32	119,30	105,84	68,04	67,20	77,28	60,48	6,20
	54,26	45,36	76,60	66,50	75,80	81,60	75,80	81,60	58,30	7,86
запас на конец месяца	119,50	74,14	37,86	90,66	120,70	107,14	98,54	94,22	96,40	
запас в неделях	7,84	4,66	2,39	5,18	6,13	6,13	6,34	6,33	6,20	

Продукт2	апр	май	июнь	июль	авг	сент	окт	ноя	дек	ИТОГО
заказ прогноз продаж				48,60	42,20	33,80	31,70	42,20	42,20	2,20
	21,33	38,02	38,90	32,50	37,30	40,20	37,30	40,20	28,70	3,16
запас на конец месяца	115,36	77,34	38,44	54,54	59,44	53,04	47,44	49,44	62,94	
запас в неделях	13,50	8,67	4,96	6,33	6,14	6,16	6,20	6,27	5,66	

Какой бы ни был прогноз продаж, но он, с той или иной степенью вероятности, меняется. Система «движущегося прогноза» основана на том, что при любом планируемом объеме продаж, его изменение, равное разности плана и факта, тотчас же отражается на логистическом запасе. Если все идет по плану, то ничего не надо менять. Если же происходит изменение (и в сторону увеличения, и в сторону уменьшения), то это автоматически отражается на логистических запасах, и план заказов/закупок надо менять. Просчитывается, какое количество товара необходимо дополнительно заказать (или остановить) для того, чтобы поддерживать определенный страховой запас, и поставщик еженедельно (или ежедневно, или ежемесячно) об этом информируется. Поскольку такие изменения ведут к дополнительным расходам поставщиков, то естественно предположить, что должны существовать какие-то пределы изменений. Если же необходимо выйти за эти пределы, то платятся **«штрафы»**, и помимо покрытия издержек, наличие «штрафов» стимулирует более тщательное планирование. Если изменение планов отражается на собственном производстве, «штрафы» могут быть условными. Но представляется целесообразным все таки их установить, и вести их учет, хотя бы для того, чтобы понимать насколько точно ведется как логистическое планирование, так и планирование продаж в компании. «Штрафы» и пределы изменений зависят от того, насколько быстро производство может реагировать на эти изменения, насколько «плотно» загружены его мощности, насколько близко производство расположено от источников сырья.

Невозможно дать общие рекомендации по тому, какой именно метод необходимо использовать в том или ином производстве. Всегда существует определенная специфика, которую необходимо учитывать при решении конкретных задач. Для разработки подходящих к данному типу производства методов оперативно-календарного планирования, прежде всего, необходимо создание **полной системы показателей планирования и построения рациональной организационной структуры.**

Система показателей представляет собой комплекс расчетных и оценочных показателей, позволяющих ставить и решать оптимизационные задачи календарного планирования и оценивать качество календарных планов. До тех пор, пока не будет системы оценки качества планов и работы, не будет и возможности оценить, эффективна или нет логистика в организации в целом.

Система показателей должна отвечать следующим требованиям:

- отражать специфику Вашего производства;
- отражать взаимосвязь всех процессов, происходящих в вашей компании;
- обеспечивать возможность обобщения и сопоставления показателей на всех уровнях управления.

Применение точных методов, позволяющих математически сформулировать задачи оптимального календарного планирования и предложить ряд допустимых вариантов решения этих задач, должно сочетаться с эвристическими подходами, учитывающими вероятностный характер любого логистического процесса. Более подробно система показателей, структура логистического процесса, основные принципы его построения будут рассмотрены в следующих разделах.

II. Как видно из всего сказанного ранее, планирование должно обеспечивать так называемые страховые запасы. Страховой запас предназначен для сглаживания различного рода сбоев в логистической системе.

Запас должен учитывать вероятностные факторы всего процесса. Чем больше факторов учтено, тем точнее можно высчитать величину страхового запаса, и тем надежнее будет система планирования. Можно привести следующие примеры вероятностных факторов, влияющих на запасы:

- надежность поставщиков (определяется только с помощью статистики);
- отклонения фактического веса (номенклатуры) товара от того, который указан в документах;
- опоздания отгрузок относительно плановых сроков;
- поломки транспортных средств;
- поставки товара ненадлежащего качества;
- время в транзите;
- задержки при пересечении таможенной границы;
- задержки с таможенной очисткой грузов,

и т.д.

Основная проблема при разработке методики определения оптимального уровня страхового запаса заключается в выделении всех факторов, способных вызвать изменение уровня запаса в системе. Анализ показывает, что отклонения в планах поставки товаров можно разделить на 2 группы.

Группа 1. Отклонения из-за несоответствия фактических и документарных параметров поставок товаров: отклонения фактического веса поставленного товара от указанного в транспортной накладной, отклонения качества поставленного товара от указанного в сертификате и др.) - $\Delta_{\text{документ}}^n$ ^{недогруз}.

Как правило, отклонения 1-ой группы составляют незначительную величину. Основной дисбаланс в систему вносят отклонения **Группы 2** - отклонения, связанные с нарушениями партнерами плановых графиков поставки товара:

опоздания отгрузок товара относительно плановых сроков - $\Delta t_{\text{отгрузки}}^n$;

опоздания поставок товара относительно плановых сроков - $\Delta t_{\text{поставки}}^n$;

недогрузка товара относительно плановых объемов - $\Delta_{\text{недогруз}}^n$; поставки товара

ненадлежащего качества - $\Delta_{\text{некач}}^n$..

Для нахождения оптимального уровня страхового запаса определенного вида товара необходимо проанализировать накопленный статистический материал по всем поставкам данного вида товара. В ходе анализа выявляются отклонения фактических параметров поставок от плановых. Рассмотренные виды сбоев могут возникать не только каждый в отдельности, но и в различных комбинациях друг с другом, а также все одновременно. В результате для каждой n -ной поставки из рассматриваемой выборки размера N за период T величина суммарного отклонения определяется следующим образом:

$$\Delta^n_{\text{отклонение}} = \frac{\Delta^n_{\text{документ}} + \Delta^n_{\text{недогруз}} + \Delta^n_{\text{некач}}}{c^n} + \Delta t^n_{\text{отгрузка}} + \Delta t^n_{\text{поставки}} \text{ (дни обеспечения), где}$$

n – номер поставки,

c^n - среднесуточное потребление сырья за период, соответствующий n -ной поставке,

Ведение учета в разрезе перечисленных составляющих позволяет регулярно проводить факторный анализ возникающих сбоев и, таким образом, выявлять причины и оперативно реагировать на изменения. Для учета предлагается использовать Форму 1, которая заполняется по каждой n -ной поставке из рассматриваемой выборки.

ФОРМА 1

Вид товара _____

Статистич. данные за период _____ (1 месяц)

Среднесуточное потребление	№ поставки	Название поставки	Вес по документам	Вес переверки (факт)	Дата отгрузки (план)	Дата отгрузки (факт)	Дата поставки (план)	Дата поставки (факт)	Объем поставки (план)	Объем поставки (факт)	Отклонения					
											Отклонения документарные	Объем некачественной продукции	Отклонения в объемах поставки	Отклонения в сроках отгрузки	Отклонения в сроках поставки	Полная величина отклонений (в днях обеспечения)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12=5-4	13	14=11-10	15=7-6	16=9-8	17=(12+13+14)/1+15+16

Чтобы установить размер страхового запаса на планируемый период на оптимальном уровне, необходимо не только определить абсолютные размеры отклонений, но и частоты, с которой эти отклонения происходили. Частоты сбоев будут служить вероятностями совершения соответствующих событий и установления определенного уровня страхового запаса соответственно. Этап расчетов производится на основе Формы 2:

РМА 2

Вид товара _____

Статистич. данные за период _____ (1 месяц)

Номер поставки	Название поставщика / производителя	Полная величина отклонений (в днях обеспеченности и производства сырьем) $\Delta^n_{отклонение}$	Накопленные полные величины отклонений	События 1/0	Частота события V^n	Вероятность обеспечения запасом $P_k^{обеспеченности}$	Вероятность возникновения сбоя на данную величину страхового запаса $P_k^{сбоев}$
1	2	3	4	5	6	7	8
...							
n							
N				$N \sum_{собр}^1$			

Под событиями понимается последовательность из нулей и единиц: 0 – если рассматриваемой n -ной поставке соответствует накопленное отклонение, большее или равное нулю, и 1 – если рассматриваемой n -ной поставке соответствует отрицательное накопленное отклонение.

Для нахождения частот появления сформированных событий, анализируются значения отрицательных отклонений, устанавливаются равные интервалы, в которые эти величины попадают (например, интервал от 0-1 дня, 1-2 дня и т.д.), и подсчитывается количество событий $N^n_{собр k}$, соответствующее каждому из выделенных интервалов. После этого находят частоты возникновения отклонений определенной k -той величины V_{nk} :

$$V_{nk} = \frac{N^n_{собр k}}{N \sum_{собр}^1} \quad P_k^{обеспеченности} = \frac{V_k}{N} \quad P_k^{сбой} = V_k + \sum_{k=2}^K V_{k-1}$$

Полученные значения частот позволяют построить график распределения, на основе которого для каждого уровня страхового запаса определяются вероятности обеспечения запасом $P_k^{обеспеченности}$ и вероятности возникновения в системе сбоев на определенную величину $P_k^{сбой}$.

При расчетах страхового запаса необходимо учитывать сезонную составляющую в возникающих отклонениях. Для этого отклонения в выполнении плана поставок анализируются помесячно, а затем для каждого времени года строятся соответствующие гистограммы.

Иногда может возникнуть ситуация, в которой целесообразно снизить надежность системы, получив экономию затрат. В любом случае, цена решения должна быть известна.

Чем ниже уровень запасов (и, соответственно, затрат) в логистической системе, тем выше вероятность срыва графиков поставок клиентам, и наоборот. Задача состоит в том, чтобы принять обоснованное решение относительно вероятности, и установить соответствующий уровень страхового запаса.

Помимо сезонных составляющих, данная методика позволяет также

определять нормативы остатков сырья, исходя из распределения объемов поставок по различным поставщикам. Такой подход позволит, исходя из меняющейся рыночной ситуации, в различные временные периоды либо достичь экономии за счет снижения запасов, либо снизить риски от нехватки сырья. Одновременно становится возможным на основе количественных методов определить степень надежности партнеров, с которыми работает Компания.

Для каждого j -го поставщика можно использовать следующий коэффициент надежности:

$$I_{отгрузки\ j} = \frac{\sum q^n_{фактотгрузки\ j} - q^n_{план\ отгрузки\ j}}{q^n_{планпоставки\ j} \cdot k}$$

Соответственно, надежность транспортировки сырья по маршруту от j -го поставщика (или надежность перевозчика) можно определить с помощью еще одного коэффициента:

$$I_{транспортировки\ j} = \frac{\sum_{n=1}^N \frac{q^n_{фактпоставки\ j} - q^n_{планпоставки\ j} - q^n_{фактотгрузки\ j} + q^n_{планотгрузки\ j}}{q^n_{планпоставки\ j}}}{k}$$

Коэффициенты надежности поставщиков также можно рассчитывать с учетом сезонных факторов.

Поскольку предлагаемые коэффициенты фактически представляют собой средний % выполнения плана j -м поставщиком за рассматриваемый период, то перемножив коэффициенты, соответствующие определенному времени года, на объемы поставок сырья поставщиками в планируемом месяце, можно получить норматив страхового запаса сырья на планируемый месяц. Если в плановом периоде предполагается работать с новым поставщиком, по которому еще нет истории дисциплины отгрузок, коэффициент надежности для такого партнера устанавливается равным 1. Это означает, что мы создаем страховой запас на величину объема, отгружаемого новым поставщиком (самый худший вариант развития событий – поставщик не выполнит план на 100%).

Таким образом, вышеизложенная методика позволяет на основе количественных оценок получить обоснованный норматив страховых запасов по различным видам товара. Ее дополнительный «полезный эффект» заключается в том, что систематизация статистического материала, необходимого для проведения расчетов запасов, позволит в оперативном порядке анализировать процессы, протекающие в системе управления поставками сырья, и принимать своевременные решения.

Основой для улучшения, например, планирования поставок/отгрузок могут служить следующие направления работы:

- совершенствование методики и компьютерных программ расчета потребности в сырье и материалах и оптимизации страховых запасов (нормативных остатков) сырья и материалов
- отслеживание и систематизация информации о сроках транспортировки продукции в разрезе потребителей, поставщиков, маршрутов движения, выделение сезонных составляющих и прочих факторов влияния с целью повышения эффективности планирования;
- создание комплексной методики оценки деятельности поставщиков сырья, базирующейся на критериях качества, возможностях, степени надежности поставщиков, финансовых условиях поставок и прочих критериях (с использованием полуформализованных и экспертных методов анализа и оценки). Разработка компьютерной программы, позволяющей автоматизировать процесс оценки поставщиков и аккумулировать необходимый статистический материал;
- создание аналогичной комплексной методики оценки деятельности поставщиков складских, транспортных и экспедиторских услуг и оценки рисков различных транспортных маршрутов.

- создание методики по оптимизации маршрутов поставки готовой продукции с учетом всех факторов, влияющих на принятие решения.
- Также к этим задачам можно отнести задачи выбора месторасположения основных и вспомогательных складов, баз производственно-технического обслуживания. Очевидно, что планирование объемов перевозок, а также запасов неразрывно связано с календарным планированием (планированием по времени).

3. Задачи экономической оценки логистики компании.

Любая компания, предполагающая начать собственное производство, обязательно проводит предварительный экономический анализ и оценивает эффективность вложения определенных инвестиций. Одним из важных аспектов бизнес – плана является оценка логистических издержек. И даже, если у компании уже существует опыт создания новых производственных мощностей, в каждом новом случае логистические издержки и их содержание будут иными.

Ниже приводится пример построения бизнес-плана и расчета полных логистических издержек методом упорядоченного перебора вариантов плана при различных заданных ограничениях:

При расчете логистических издержек были учтены следующие основные факторы:

- местоположение производства (или дистрибуторского центра);
- местоположение источников сырья (или закупаемой продукции в случае дистрибуторской компании);
- свойства продукции (срок годности, например);
- условия хранения и условия перевозки;
- количество клиентов, которым будет довозиться продукция;
- в случае самостоятельного вывоза продукции клиентами – складские мощности предприятия. И так далее.

В данном случае постановка задачи для расчета полных и удельных (издержки на килограмм продукции) издержек была следующей:

- **ЗАДАНЫ КООРДИНАТЫ МЕСТА, ОТКУДА ПРОДУКЦИЯ ДОЛЖНА ВЫВОЗИТЬСЯ (ПРОИЗВОДСТВО);**
- **ТЕРРИТОРИЯ, ПО КОТОРОЙ ПРОДУКЦИЯ ДОЛЖНА БЫТЬ РАЗВЕЗЕНА;**
- **ЗАДАНЫ ЕЖЕДНЕВНЫЕ ОБЪЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА;**
- **ПРОДУКЦИЯ СКОРОПОРТЯЩАЯСЯ, СРОК РЕАЛИЗАЦИИ 24 ЧАСА.**
- **ЗАДАН ОБЪЕМ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ КАЖДОЙ ТОЧКИ РАЗВОЗА;**
- **ЗАДАНО МАКСИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ НА ОДНУ ПОЕЗДКУ (НЕ БОЛЕЕ 4 ЧАСОВ);**
- **ЗАДАН ТИП ТРАНСПОРТА;**
- **ЗАДАНЫ СООТНОШЕНИЯ ОБЪЕМОВ РАЗВОЗА ПО ВРЕМЕНИ СУТОК.**

Для решения задачи предварительно были рассчитаны следующие параметры:

- **ФАКТИЧЕСКИЕ ОБЪЕМЫ РАЗВОЗА:**
 - ✓ **ПО УРОВНЯМ ПОТРЕБЛЕНИЯ КАЖДОЙ ТОЧКИ;**
 - ✓ **ПО ВРЕМНИ СУТОК;**
- **УДЕЛЬНАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ СОБСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА.**

Для расчета фактического объема по уровням потребления каждой точки было учтено:

- Количество магазинов в Москве, реализующих указанную продукцию;
- Средний уровень потребления данной продукции в Москве;

- Среднее количество ежедневно реализуемой продукции в больших, средних и маленьких (специализированных) магазинах;
- Количество станций метро, расположенных в определенном районе (некоторые элементы маркетинга).

Для расчета фактического объема по времени суток было учтено:

- средняя скорость движения в Москве в определенное время суток;
- различие в уровнях потребления данного продукта в различное время суток (маркетинговые исследования и среднестатистические данные).

При расчете себестоимости принимались во внимание ее следующие составляющие:

- ❖ РАСХОДЫ НА ТОПЛИВО
- ❖ АМОРТИЗАЦИЯ
- ❖ ЗАРПЛАТА ВОДИТЕЛЯ
- ❖ СОЦИАЛЬНЫЕ НАЛОГИ
- ❖ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
- ❖ ЗАПЧАСТИ
- ❖ РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ
- ❖ СВЯЗЬ
- ❖ СТРАХОВАНИЕ
- ❖ АДМИНИСТРАТИВНЫЕ РАСХОДЫ
 - ✓ ЗАРПЛАТА УПРАВЛЯЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА
 - ✓ СОДЕРЖАНИЕ ОФИСА

При всех указанных ограничениях было рассчитано оптимальное соотношение видов транспортных средств в зависимости от их объема загрузки.

«Внутри» каждого типа транспортного средства было посчитано оптимальное соотношение собственного и арендованного транспорта. Учитывалось также то обстоятельство, что ночная аренда транспорта дороже, чем дневная.

Достаточно большое количество ограничений и взаимосвязей диктовало необходимость создания специальной программы для анализа всех возможных вариантов, и выбора оптимального. Программа была реализована на базе 1С: Предприятие.

Программа дает возможность вводить самые различные данные и получать независимые решения. Выбор того или иного решения может зависеть от параметра, по которому происходит оптимизация.

Все полученные решения при тех или иных данных объединяются в таблицу, показанную на рис. 1.

Журнал документов Варианты (01.01.02-07.03.03)																			
New version																			
Nc	Cns1	Cns2	Cns3	TotalShops	Sh1	Sh2	Sh3	CnsTotal	Rnt	Own	Tot	GR	GO	GTot	BR	BO	BTot	TotalCost	Rk
7	125	200	250	1200	600	480	120	201,000	50	50	101	28	41	69	16	16	32	163,904.00	0.82
8	125	200	250	775	387	310	77	129,625	50	50	58	15	21	36	11	11	22	89,700.00	0.69
9	125	200	250	425	212	170	42	71,000	50	50	30	11	15	26	2	2	4	17,111.00	0.24
10	125	200	250	1200	600	480	120	201,000	30	70	101	17	52	69	11	21	32	163,477.00	0.81
11	125	200	250	1200	600	480	120	201,000	70	30	101	44	25	69	21	11	32	185,924.00	0.92
12	150	225	300	1200	960	120	120	207,000	50	50	120	31	43	74	23	23	46	184,253.00	0.89
13	150	225	300	1200	960	120	120	207,000	30	70	121	21	56	77	12	32	44	182,963.00	0.88
14	150	225	300	1200	960	120	120	207,000	70	30	118	47	21	68	35	15	50	212,685.00	1.03

Рис.1

В предпоследнем столбце показаны полные дневные логистические издержки для данного предприятия с определенным ежедневным объемом производства.

В последнем столбце показаны удельные логистические издержки (издержки на 1 кг продукции).

Данная сводная таблица позволяет не только определить оптимальный вариант, но и посмотреть тенденции изменения стоимости в зависимости от количества транспортных средств, от соотношения различных типов транспортных средств, а также, как отражается соотношение арендованного и собственного транспорта на общих логистических издержках.

Каждый вариант из сводной таблицы сопровождается подробным описанием данного варианта со всеми деталями, например,

- средняя скорость погрузки и разгрузки транспортного средства;
- количество поездок, необходимых для полной отработки всех заказов данного района (причем, количество поездок определяется отдельно как для каждого вида транспорта, так и отдельно для арендованного и собственного);
- отдельно считаются общие логистические издержки для каждого из районов;
- максимально допустимое время одной поездки одного транспортного средства;
- оптимальное распределение транспортных средств по типам (каждый тип соответствует определенному объему загрузки);
- оптимальное распределение на собственные и арендованные средства;
- количество машин, необходимых для каждого времени суток (утро, день, ночь), и т.д.

Пример такого подробного описания представлен на рис.2.

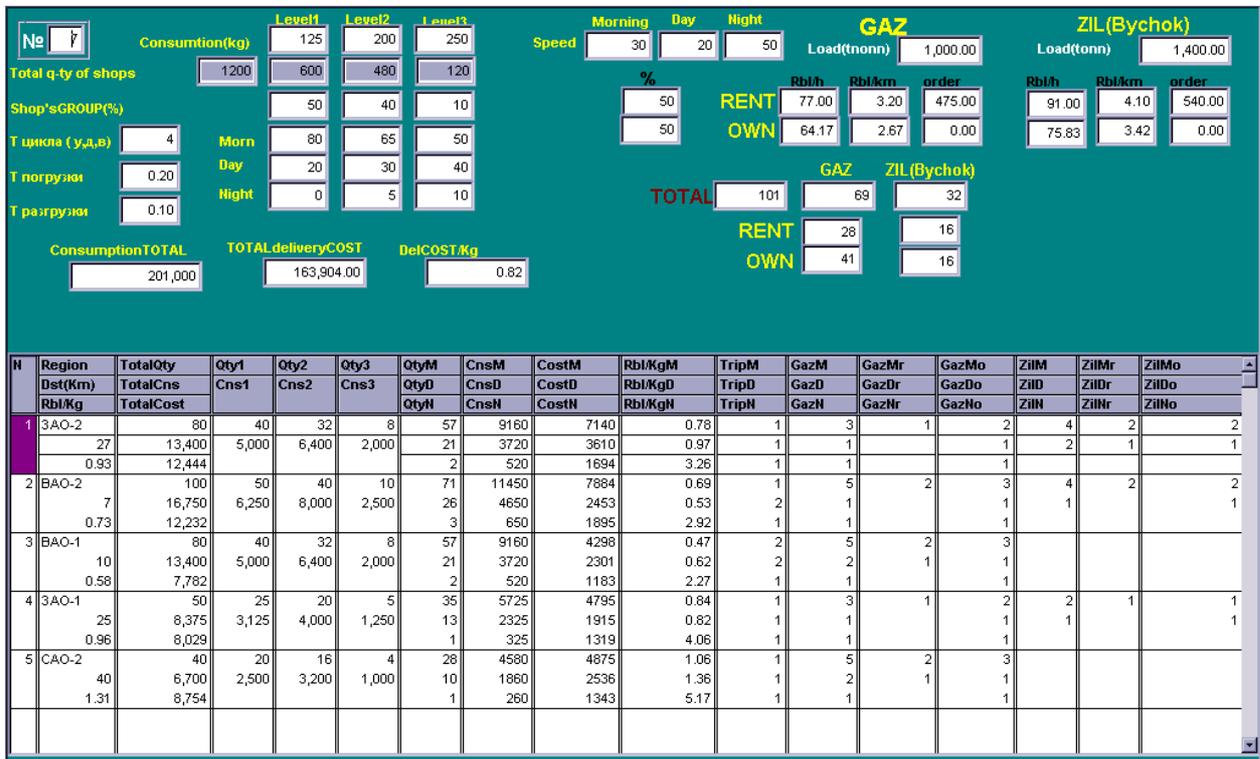


Рис.2

Таким образом, разработанная система позволяет строить различные модели работы предприятия по качественному обслуживанию клиентов (ограничения по времени прихода продукции, ограничения по времени разгрузки и погрузки) с минимальными затратами.

Данная программа построена таким образом, что существует возможность менять различные ограничения, и, таким образом, перестраивать программу для различных видов производств.

После решения задачи оценки всех логистических затрат можно приступить к решению задачи конкретизации перевозок, то есть к задаче выбора оптимальных маршрутов (решение такой задачи может быть осуществлено, например, методом Монте-Карло).

В данном примере были использованы также и методы моделирования, которые достаточно эффективны и для решения задач календарного планирования.

ВЫБОР МАРШРУТОВ

Для успешной и эффективной работы подразделения логистики в компании необходимо постоянно проводить мониторинг оптимальных маршрутов поставок продукции для выбранных поставщиков и объемов поставок в соответствии с созданными планами. Сравнение альтернативных вариантов транспортных маршрутов должно проводиться в рамках единой системы оценки издержек компании с учетом приведенных капитальных затрат на создание необходимой инфраструктуры и затрат на эксплуатацию, объема требуемых оборотных средств, сезонности и рисков каждого маршрута.

В соответствии с созданным планом необходимо строить планы использования транспортных и погрузочно-разгрузочных средств на предстоящий период для обеспечения функционирования выбранных транспортных маршрутов. Потребность же в транспортных средствах различных типов (их количество), оптимальное соотношение арендованных / зафрахтованных и собственных (если они имеются) транспортных и погрузочно-разгрузочных средств уже должно быть определено при решении предыдущей задачи.

В основном, если речь идет перевозках внутри города для решения задач выбора маршрута можно использовать метод Монте-Карло (метод последовательного перебора различных вариантов). Этот метод дает достаточно хорошие результаты, если отсутствуют такие внешние факторы, как таможня, например. В случае наличия таких внешних факторов, необходимо применять комбинированные методы с учетом, рассчитанной на основе статистики, вероятности.

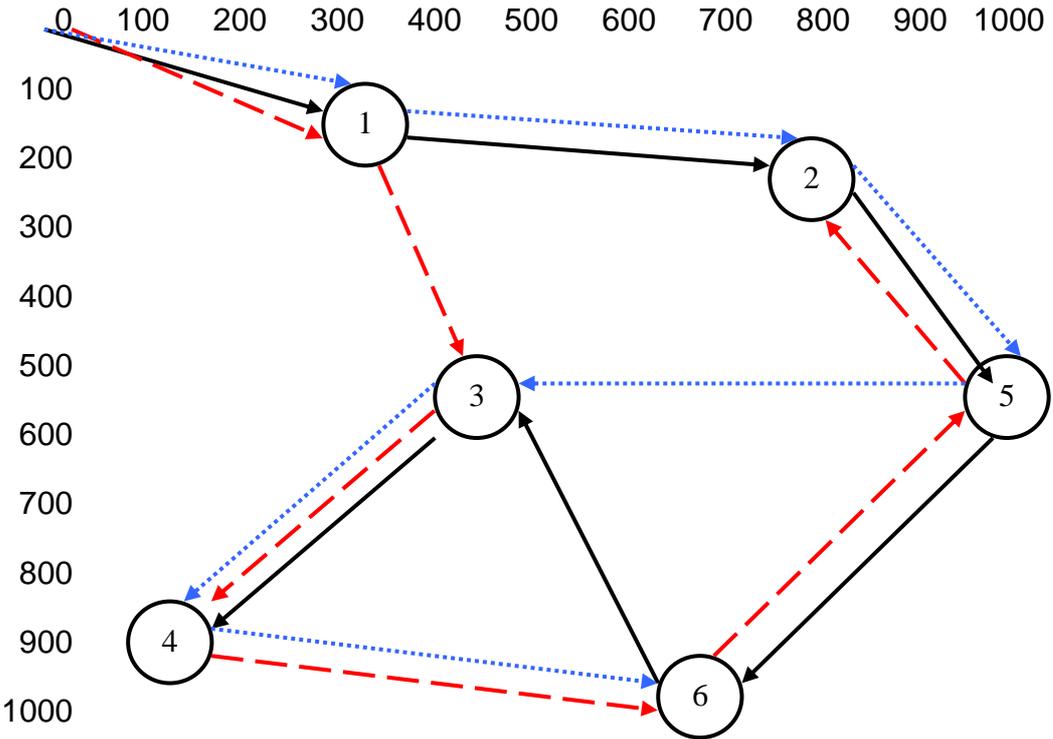
ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ ДОСТАВКИ "РАЗВОЗА" И "СБОРНОГО ГРУЗА"

Исходные данные: Пусть имеется сеть из 7 узлов. В точке 0 расположен склад. В автомобиль загружаются грузы (заказы) для 6 заказчиков. Вес автомобиля - 10 т. Общий вес заказов 15 т. Начальный вес всего при развозе 25 т, при сборе грузов - 10 т.

№ п/п	Маршрут	Общая протяженность маршрута, км	Критерий оптимальности "Развоз", ткм	Критерий оптимальности "Сборный груз", ткм
1.	0-1-2-5-6-3-4	Min = 2 460	48 260,3	37 839,7
2.	0-1-3-4-6-5-2	2 523	Min = 47 828,2	40 476,7
3.	0-1-2-5-3-4-6	2 523	55 354,2	Min = 32 950,8
Для сравнения максимальные значения				
1.	0-6-1-5-4-2-3	Max = 4 784	78 138,2	Max = 89 302
2.	0-5-3-2-4-1-6	4 385	Max = 96 851	56 623,8

3.	0-6-1-5-4-2-3	Max = 4 784	78 138,2	Max = 89 302
----	---------------	-------------	----------	--------------

Сплошная линия - 1 маршрут, пунктирная - 2, точечная - 3.



Задача 1.

Логистика на практике Augilla Limited

Предприятие компании Augilla Limited, расположенное в Бомбее, выпускает широкий ассортимент простой одежды и нижнего белья. Процесс производства достаточно легкий, но председателя совета директоров компании Прадхира Аугиллу (Pradhir Augilla) не устраивает время, которое тратится на доставку продукции конечному потребителю. В настоящий момент он рассматривает возможность приобретения других компаний, входящих в цепь поставок, и анализирует, поможет ли это улучшить общие показатели деятельности компании. Чтобы более обоснованно принять решение по этой проблеме, он собрал информацию о том, какое время в среднем затрачивается на выполнение различных видов деятельности, начиная от закупки волокна на открытом рынке товаров и заканчивая поставкой продукции конечному потребителю.

Цепь поставок начинается с приобретения волокна на открытом товарном рынке.

- Хранение волокна на товарных складах (140 дней)
- Покупка волокна и передача его на прядильное оборудование (11 дней)
- На прядильном оборудовании:
 - хранение первичного волокна (21 день)
 - получение пряжи (13 дней)
 - хранение пряжи как готового продукта (11 дней)
- Покупка пряжи и передача ее на вязальное оборудование (8 дней)
- На вязальном оборудовании:
 - хранение пряжи (6 дней)
 - изготовление ткани (9 дней)
 - хранение незавершенного производства в виде полуфабриката (12 дней)
 - окрашивание полуфабриката в стандартные цвета и получение готовой ткани (7 дней)
 - хранение ткани как готовой продукции (8 дней)
- Покупка ткани и ее доставка в Augilla Limited (7 дней)
 - На предприятии Augilla Limited:
 - хранение ткани (12 дней)
 - раскрой ткани (5 дней)
 - хранение кроя (6 дней)
 - пошив одежды (14 дней)
 - хранение одежды как готовой продукции (18 дней)
 - Отправка готовой продукции в региональный распределительный центр и в магазин (21 день)
 - Доставка готовой продукции местному оптовику и в магазин (17 дней)
 - Доставка готовой продукции в розничные магазины (19 дней)

Цепь поставок заканчивается, когда покупатель покупает одежду в магазине.

Из приведенных данных видно, что на прохождение материалов по всей цепи поставок в среднем требуется 365 дней. Основные операции (получение пряжи, ткани, окраска, раскрой и пошив) занимают только 48 дней, а все остальное время — это те или иные логистические виды деятельности.

Источник: документация компании Augilla Limited.

Задача 2.

Логистика на практике

Konigshaven Suppliers — это оптовое предприятие, специализирующееся на продуктах питания и поставляющее их в супермаркеты в южных регионах Дании. Применяемая в этой компании бухгалтерская система на основе стандартных издержек не позволяет определить логистические издержки отдельно, а это, в свою очередь, затрудняет определение участков, на которых затраты особенно высоки, или тех, где особенно требуется совершенствование. Чтобы сделать ситуацию более понятной, компания провела исследования на одном из основных складов. Хотя в ряде случаев она воспользовалась оценочными результатами и прибегла к упрощениям, в целом ее специалисты полагают, что полученные данные достаточно реалистичны. Они свидетельствуют, что затраты на каждые 100 000 евро чистых продаж таковы.

a. *Себестоимость проданной продукции: 58 000 евро.*

Стоимость закупаемых продуктов, продаваемых затем потребителям, плюс административные расходы подразделения закупок.

b. *Входящие транспортные потоки: 3 000 евро.*

Затраты на доставку товаров от поставщиков до склада.

c. *Другие затраты на доставку продукции на склад: 4 000 евро.*

Общая категория расходов, охватывающих любые другие затраты, связанные с поставщиками.

d. *Складирование и грузопереработка: 7 000 евро.*

Затраты на приемку материалов, их проверку, сортировку, перемещение на склад и хранение.

e. *Финансирование запасов: 1 000 евро.* Расходы на финансирование запасов, включающие оплату долговых обязательств.

f. *Заработная плата персонала: 12 000 евро.*

Заработная плата и другие расходы, связанные с персоналом, занимающимся продажами.

g. *Специальные кампании продвижения: 3 000 евро.*

Расходы на презентации, посещения заказчиков и раздачу образцов.

п. *Доставка продукции заказчикам: 5 000 евро*

Затраты на получение товаров на складе и доставку их заказчикам.

l. *Финансирование долговых обязательств: 2 500 евро.* Затраты на финансирование предприятия и оборудования.

j. *Обработка информации: 2 000 евро.* Затраты, учитывающие все аспекты обработки заказов.

к. *Возврат продукции и ее переработка: 500 евро.* Стоимость паллет и других материалов, возвращаемых на склад.

Эти данные, конечно, можно интерпретировать по-разному, но они показывают, что на перевозку приходится 12% объема продаж в денежном исчислении, а на складирование — 8%. Кроме того, в логистику могут быть включены некоторые другие статьи расходов, например, на закупку, продажу, обработку информации и переработку.

Источник: отчеты компании и публикации в специальной прессе.

Задача

Компания J. Mitchell в настоящее время имеет объем продаж 10 млн ф. ст. в год, а уровень ее запасов составляет 25% объема продаж. Годовые затраты на хранение продукции в запасах составляют 20% ее стоимости. Операционные издержки (включая стоимость запасов) — 7,5 млн ф. ст. в год, а стоимость других активов оценивается в 20 млн ф. ст. Каково текущее значение доходности на активы? Как оно изменится, если уровень запасов сократится до 20% объема продаж?

УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ ЛОГИСТИКА

Пусть годовой объем продаж компании достиг 10 млн.грн.
Средняя величина складского запаса составляет 2,5 млн.грн.

Ответьте, пожалуйста:

Как велик коэффициент оборота запасов ?

Если через управление складскими запасами компания достигнет оборота запасов равного 10 раз в год, как это повлияет на сокращение средней величины запаса?

Если расходы на содержание складского запаса составляют 20% от средней величины складского запаса, сколько составляет годовая экономия на складских расходах?

РЕШЕНИЕ:

1. $\text{Коб} = 10 : 2,5 = 4$ раза в год

2. Величина складского запаса = $10 \text{ млн.грн.} : 10 \text{ раз} = 1 \text{ млн.грн.}$

Следовательно, если величина складского запаса была 2,5 млн.грн., а стала 1 млн.грн, то это означает, что относительная доля товаров на складе уменьшилась в 2,5 раза.

3. Годовая экономия на складских расходах составляет

$$(2,5 \text{ млн.грн.} - 1 \text{ млн.грн.}) * 20\% = 300 \text{ тыс.грн.}$$

УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ ЛОГИСТИКА

1. При строительстве моста длиной 500 м расходуются специальные тяжёлые стальные балки (130 кг/м). Срок сооружения моста – 130 суток, расход тяжёлых стальных балок – равномерный. Тяжёлые стальные балки доставляются автомобилем грузоподъемностью 5 т. Стоимость рейса, включая погрузочно-разгрузочные работы, не зависит от числа доставляемых тяжёлых стальных балок и равна 10 д.е. Издержки содержания тяжёлых стальных балок обусловлены возведением приобъектного склада, его эксплуатацией и потерями от иммобилизации средств в запасе. Они составляют 1,1 д.е. на 1 т тяжёлых стальных балок в сутки.

Определить оптимальную партию поставки тяжёлых стальных балок. Как изменятся общие затраты, если тяжёлые стальные балки будут доставляться с полной загрузкой автомобиля?

УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ ЛОГИСТИКА

2. Магазин продает кухонные гарнитуры. Спрос на них имеет нормальное распределение со средним значением 200 единиц в неделю и среднеквадратическим отклонением 40 единиц. Затраты на поставку партии гарнитуров – 200 д.е. Затраты на хранение составляют 6 д.е./год.

Какова политика размещения заказа, обеспечивающая магазину уровень обслуживания 95% в ходе цикла запаса? Каковы затраты на содержание страхового запаса?

Насколько возрастут эти затраты, если будет установлен уровень обслуживания 97%

РЕШЕНИЕ

Годовой объем потребления $200 * 52 = 10\,400$ ед./год.

$$\text{Опт. партия заказа} = \sqrt{\frac{2 * 200 * 200 * 52}{6}} = 833$$

$$\text{Страховой запас} = 1,64 * 40 * \sqrt{3} = 114$$

$$\text{Затраты на содержание страх. запаса} = 114 * 6 = 684 \text{ д.е.}$$

При уровне обслуживания 97% -

$$\text{Страховой запас} = 1,88 * 40 * \sqrt{3} = 130$$

$$\text{Затраты на содержание страх. запаса} = 130 * 6 = 780 \text{ д.е.}$$

Рост – 14%.

КЕЙС 5

Підприємство “Мініфікс” (головний офіс знаходиться в Києві) є регіональним виробником і налагодчиком мінікомп’ютерних систем. Служба логістики компанії включає транспортний відділ і відділ доставки продукції. Працівники відповідають за проведення переговорів з клієнтами, отримання та облік замовлень, підготовку відвантажувальної і технічної документації.

Компанія здійснює продажі безпосередньо споживачам, які потребують установки локальних комп’ютерних мереж. В основному це малі підприємства, відділення банків, страхові компанії Київської та прилеглих областей. При доставці комп’ютерів клієнтам компанія використовує великий набір компаній-перевізників. З більшістю із них у компанії “Мініфікс” немає договорів, а автотранспорт подається для завантаження за разовими замовленнями. Доставка продукції споживачам не налагоджена. Тривалим є період від подання замовлення до отримання продукції, особливо якщо мова йде про дрібні відправлення. Перевізні засоби бувають не підготовленими для перевезення чутливого обладнання. Погано налагоджено комунікаційний зв’язок. Замовлення на автотранспорт, що посилаються компанією “Мініфікс” часто губляться тому, що забагато різних осіб беруть участь в їх обліку і розподіленні. Тільки 1/8 від загальної кількості залучених автоперевізників мають радіозв’язок з автомобілями.

Часто продукція повертається, але при цьому процедура оформлення повернення занадто громіздка. Транспортування повернення часто затримується. “Мініфікс” зв’язується з диспетчерською якоїсь автофірми, та призначає час, коли автотранспорт буде подано за поверненим обладнанням. Часто призначається час не зручний для клієнта.

Завдання:

6. Описати матеріальні потоки (вхідні, внутрішні, вихідні) та зобразити їх графічно.
7. Описати місце і роль служби логістики на підприємстві, її функції, недоліки в роботі.
8. Виявити недоліки в організації руху матеріальних потоків.
9. Розробити логістичну стратегію розвитку підприємства, яка повинна включати: систему роботи з клієнтами; систему постачання комплектуючих; організацію складування матеріальних ресурсів і виробництва комп’ютерної техніки; систему збуту та стимулювання продажу; систему роботи з логістичними посередниками.
10. Розробити стратегію управління запасами сировини, матеріалів, комплектуючих для забезпечення виробничої програми з використанням ABC-аналізу та XYZ-аналізу.
11. Розрахувати оптимальну партію поставки виробу із групи АУ, визначити обсяг страхових запасів та бажаний рівень запасів, приймаючи до уваги, що затрати на поставку партії комплектуючих $K=100$ ум.од., на зберігання одиниці – $3,2$ ум.од./добу. Затримка – 2 дні.
12. Розробити пропозиції щодо удосконалення логістичної інформаційної системи та використання сучасних інформаційних технологій в роботі фірми.

Комплектуючі	Середньотижнева потреба, штук	Вартість, тис.ум.од.	Прогнозована іст ь попиту
1. Процесори	1000	400	9
2. Монітори	1000	300	9
3. Диски СД	1300	25	8
4. Джерела безперебійного постачання	800	24	7
5. Принтери	500	150	6
6. Сканери	200	40	7
7. Сіткове обладнання	150	75	9
8. Відеокарти	1600	64	4
9. Картриджі	2500	25	3
10. Клавіатура, мишка	1700	40	4

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛОГИСТИКИ РАЗНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

ОПЫТ КОМПАНИИ "КОДАК-РОССИЯ"

Схему применения логистики в компании как нельзя лучше проиллюстрировала своим рассказом Елена Павлова, начальник отдела импорта/экспорта компании "Кодак". По ее словам, из-за широкого спектра товаров и большого количества поставщиков (около 40), все грузы приходили из-за рубежа на разные московские терминалы. Бывало так, что грузы долго хранились в таможенных терминалах, и ни транспортная компания, ни таможня не уведомляла, что груз пришел на склад. Груз лежал там 10-15 дней, после чего приходилось платить штрафы за превышение срока таможенной декларации, за хранение на складе временного хранения. Таким образом, расходы составляли около 1 млн. долларов в год.

Тогда было найдено необычное решение, которое на первый взгляд было абсурдным. В Финляндии был введен консолидационный склад мелких грузов, т.е. товары со всего мира свозятся в Финляндию, откуда они морем (самый дешевый транспорт) направляются в Россию. Выбор неслучаен: это известная транзитная страна для российских грузов, есть общая граница. Вариантом была Германия, но оттуда грузы до России идут около 17 дней. При разработке этого проекта учитывались стоимость доставки не только наземным транспортом, но и авиаперевозки, и экспресс-доставки.

По словам Елены Павловой, желательно, чтобы время доставки, даже если оно долгое, было определенным, это особенно важно в логистике. Тогда у отдела планирования будет определенная задача. За счет продуманной схемы время доставки сократилось в 3 раза: раньше было 25 дней, теперь – 8. Сейчас все грузы из Финляндии идут на один терминал в Москве, вместо 8 человек по перевозке сборных грузов теперь всеми грузами занимаются 3 человека (1 – в Финляндии, и 2 – в Москве). Компания смогла даже немного изменить цену товара. "Если раньше мы возили 2 мини-лаборатории за 2 тыс. долларов, то сейчас – за 600 долларов", - комментирует г-жа Павлова. Логический вывод напрашивается сам собой: нужно свести к минимуму общение с внешними структурами, например, таможней – иногда выгоднее ввозить товар "в объезд", но минуя одну таможню, чем напрямик, но через несколько.

Логистика – это и узкая, и одновременно широкая область деятельности. С одной стороны, логистика применима на всем пути прохождения товара от производителя до потребителя. С другой стороны, логистика только помогает выявить определенные проблемы, а когда они уже найдены, к логистам присоединяются специалисты, профессионалы. Совместная деятельность помогает учитывать различные издержки: учитываемые издержки – на содержание запаса, на заказ, на покупку продукции, разгрузку, погрузку. Хотя издержки все равно остаются – потеря потенциальной прибыли и потеря потенциального клиента, – их необходимо минимизировать. В первую очередь, должно быть соотношение скорости поступления и скорости расхода. Это зависит от спроса и от поставщиков. Оптимальный вариант, когда есть несколько поставщиков, которые при необходимости "страхуют", поддерживают друг друга. Таким образом и создаются запасы, которыми можно удерживать потребителя.

ПРИМЕРЫ ОПИСАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СТРАТЕГИЙ ИЗВЕСТНЫХ ФИРМ

1. Volvo

Логистика в компании прошла путь от "инструмента для модернизации до стратегического оружия". Принятие логистики во всеобъемлющую стратегию компании позволит существенно повысить международную конкурентоспособность корпорации.

Хотя Volvo относительно небольшая компания, многие из автомобилей этой фирмы были сделаны по специальному заказу клиентов. Сегодня возможно производство до 5000 разновидностей автомобилей с учетом пожеланий заказчика.

На предприятии менеджеры по логистике координируют 2000 поставщиков во всем мире, разгружая около 1,5 млн. тонн входящих материальных ресурсов. Комплектующие прибывают на базу компании по логистической технологии JIT в соответствии с производственным расписанием, которое само определяется непосредственно заказом клиента. После изготовления менеджеры по логистике направляют собранные автомобили более чем 100 посредническим транспортно-экспедиционным фирмам, которые ответственны за доставку машин в разные пункты распределительной системы Volvo.

Например, в 1997 г. время, проходящее от подачи заказа до доставки товара до места назначения в Северной Америке, составляло 5 недель. Volvo начала использовать суперскоростные трансатлантические суда, применяемые компанией Fast Ship Atlantic. Все автомобили при этом переправляются в контейнерах, что продиктовано высококачественным логистическим сервисом. В результате - достаточно высокие издержки на транспортировку, составляющие \$25 в день за время перевозки. Использование скоростных судов позволяет сократить время трансатлантического транзита с 12 до 4 дней, при этом средняя норма процента составляет столько, сколько компания платила ранее за обычный железнодорожный вагон для перевозки автомобилей.

Логистическая стратегия, связанная с улучшенной интермодальной транспортировкой (железная дорога и автотранспорт) в пределах Соединенных Штатов, уменьшает цикл выполнения заказа почти в 3 раза и повышает вероятность удовлетворения потребителей.

"Мы не собираемся говорить нашим заказчикам, что логистика - это будущее компании. Мы скажем им это только в том случае, если они закажут у нас эту модель автомобиля и тогда сами узнают об этом в тот же день" - говорит Глава транспортного подразделения логистической службы.

2. Black & Decker (B&D)

В 1993 г. "Группа бытовых товаров" компании **B&D** обнаружила, что их система логистики находится в беспорядке. Компания имела 152 дня на то, чтобы запастись определенное количество продукции, и только 2 дня для его сбыта. Однако финансирование программы складирования готовой продукции вышло из-под контроля. Компания решила пересмотреть все аспекты управления поставщиками, заказчиками и посредниками - перевозчиками в логистической цепочке поставок в попытке сократить издержки и улучшить сервис.

Высший менеджмент **B&D** исследовал деятельность логистической службы, построенной по децентрализованному принципу, и решил централизовать все функции логистики и в то же время повысить профессиональный уровень группы, управляющей цепочкой поставок внутри фирмы.

Действия компании были реорганизованы вокруг стратегического управления цепочкой поставок и традиционных функций логистики, таких как прогнозирование, управление запасами, обеспечение производства, обслуживание заказчика, выполнение заказа. Каждый аспект логистической системы был проверен и оценен.

Не удивительно, что прогноз продаж был под пристальным присмотром. "Мы нуждались в ведении планирования спроса и прогноза, который был традиционно частью

организации маркетинга", - сказал менеджер по производству и запасам. Каждый планировщик занимался собственными делами в соответствии с его представлением о прогнозе спроса на продукты широкого потребления. Со временем уровень прогнозов догнал производство: В&D часто производила лишние товары и не производила необходимые. Компания начала более тесно работать со своими оптовыми и розничными партнерами для улучшения качества прогнозов и, одновременно с этим, заменила жесткое производство гибким. Основным содержанием этой идеи являлось изменение направленности производства с изготовления крупных партий определенной продукции на производство широкого спектра продукции в зависимости от поступающих заказов.

Результаты реорганизации логистики и производства были внушительными. За период с 1995 по 1996 гг. В&D снизила логистические издержки на 159 млн дол.США, сократила на 2/3 уровень запасов и улучшила общую сумму фрахтовых ставок на заказанную продукцию на 50%.

3. Nike

В г. Beaverton, штат Орегон компания **Nike** создавала систему сбыта своей продукции поэтапно в период быстрого торгового роста в 1980-х годах. В каждой стране был один или несколько дистрибьюторов обуви **Nike**, и каждый из них функционировал как независимая единица бизнеса, обеспечивая продажи, товарооборот и логистические функции распределения.

В 1992 г., когда продажи в Европе составили немногим менее 1 млрд.дол.США, анализ системы распределения продукции выявил серьезные сбои в ее функционировании. Модели ботинок, которые пользовались популярностью в Германии, часто оставались не распроданными на складах во Франции. **Nike** теряла десятки миллионов долларов из-за иммобилизации средств в запасах. Избыток запаса пришлось обесценивать, чтобы продвигать товар, несмотря на тот факт, что та же самая обувь, возможно, пользовались большим спросом в соседней стране.

Выбранное компанией решение было централизовать все распределение обуви в Европе. Извлекая выгоду из экономической интеграции на европейском рынке. **Nike** построила оптовую базу в 850 тыс.кв.м в г.Lakdaal, Бельгия, недалеко от портов Антверпена и Роттердама. Компания решила платить более высокую цену за перевозку товара, перемещая запасы обуви дальше от европейских рынков, но сделать большую экономию на сокращении своих издержек на запасы. Обувь, однако, является не очень крупным, но дорогостоящим товаром, и издержки на транспортировку составляют относительно маленький процент от общей суммы логистических издержек. "Увеличение транспортных затрат может легко быть компенсировано сокращением издержек на запасы и складирование. Правило большого пальца гласит: объедини 2 склада в один и ваш общий резервный запас сократится приблизительно на 30%" - сказал логистический консультант **Nike**. Сбережения были колоссальными: они объединили 25 складов в один.

Компания усилила контроль за транспортом и поняла, что ее заказчики удовлетворены усовершенствованиями в работе над запасами. Фирма готова доставить товар на грузовиках в любое место Европейского Союза в течение 1-го дня из города Lakdaal.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОТДЕЛА ЛОГИСТИКИ В ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННОЙ КОМПАНИИ ЗАО "ТРАНСКОН"

Компания создана в 1992 г. Специализируется на стыке 3-х видов транспорта, акцентировав свои усилия на грузах через морские терминалы Санкт-Петербурга и Новороссийска.

Основные направления деятельности и стратегические цели:

- оптимизация транспортных схем для существующих по долговременным договорам грузопотоков, что позволит не только снизить транспортные расходы заказчикам, но и посредством этого закрепить место генерального экспедитора;
- укрепление позиций на рынке контейнерных перевозок. По оценкам западных специалистов к 2010 г. от 90 до 95% перевозок генеральных грузов будут осуществляться в контейнерах;
- интеграция с экспедиторскими фирмами как отечественного так и иностранного происхождения, интеграция в международную транспортную систему;
- организация и развитие платного информационного сервиса, что позволит использовать богатый опыт компании по организации транспортных грузопотоков и данные, полученные в ходе собственных маркетинговых исследований;
- укрепление позиций фирмы в качестве Таможенного брокера;
- дальнейшее развитие вычислительной базы и автоматизация производственных процессов компании.

На предприятии разработана и внедрена комплексная автоматизированная система АС "ТРАНСКОН", которая активно используется для автоматизации собственных производственных процессов и предоставления информационного сервиса.

Основной подход в решении проблем информационного сервиса компании состоит в том, чтобы перейти от поддержки конкретного пользователя к информационной поддержке функциональных процессов, протекающих в экспедиторской компании в целом, наибольшее внимание уделив процессам взаимодействия пользователей на внешнем и внутреннем уровнях.

В рамках функциональной подсистемы "Заключение и пролонгация договоров с внешними организациями" решаются следующие задачи;

- подготовка текстов проектов договоров;
- учет и хранение реквизитов договоров;
- накопление данных по результатам договорной деятельности с внешними организациями.

Подсистема "Ведение переписки со сторонними организациями" обеспечивает такие возможности:

- регистрация поступающей и исходящей корреспонденции;
- подготовка документов в электронном виде с последующей отправкой по различным каналам связи;
- совместная подготовка и согласование проектов документов несколькими должностными лицами.

Подсистема "Транспортно-экспедиторское обслуживание грузоперевозок" обеспечивается следующими функциями:

- планирование грузоперевозки;
- информационный мониторинг процессов движения грузов для импортных и экспортных направлений, а также для транзитных и внутренних перевозок;
- подготовка оперативных сводок по состоянию движения грузов;
- скоординированные действия менеджера и финансиста по учету работ и финансовых расчетов в рамках грузоперевозки.

Подсистема "Функции внутреннего управления и контроля над деятельностью компании" включает:

1. Контроль исполнения документов:

- просмотр входящей корреспонденции руководителем и назначение заданий на исполнение поступивших документов должностным лицам компании, постановка на контроль исполнения;
- просмотр руководителем хода выполнения заданий по исполнению документов, снятие с контроля.
- 2. Контроль менеджером материальных потоков и связанных с ними потоков документов.
- 3. Контроль финансово-экономической деятельности компании:
 - оперативное отслеживание текущего финансового результата по ведущимся перевозкам;
 - сравнительный анализ итогового финансового результата завершенных грузоперевозок;
 - оценка себестоимости компании с учетом собственных расходов и финансового результата по договорным работам.

Таким образом, АС предполагает согласованные действия многих специалистов. Они имеют возможность согласованно и оперативно обмениваться информацией производственного характера, совместно подготавливать электронные документы и пользоваться информационно-справочными ресурсами базы данных АС. Информация по любой работе (грузоперевозке) выстраивается в целостную цепочку, звеньями которой являются данные по перевозимому грузу, средствам и способам его доставки, составу логистических посредников (соисполнителей работ), электронные копии документов и учетные данные по ним, данные по финансовым расчетам.

На сегодняшний день компании удалось в 7 случаях из 10 отказаться от работы с бумажной копией документа, что дает значительную экономию затрат.

КЕЙС 1 ПО ТЕМЕ "ОРГАНИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КОМПАНИИ"

Компания "Саванна Стил Корпорейшн" является одним из немногих предприятий, специализирующихся на производстве высококачественных стальных конструкций для строительной промышленности. Основной выпускаемой продукцией являются стальные балки, используемые достаточно широко в любом строительстве. Кроме того, выпускаются стальные уголки, швелеры и другие подобного рода изделия. "Саванна" не только производит указанную продукцию, но и осуществляет по необходимости ее сборку по заказам клиентуры.

Недавно назначенный вице-президент компании по логистике поставил сотрудникам задачу: в связи с возросшей конкуренцией повысить качество логистического обслуживания и в то же время сократить расходы на эти операции. Вице-президент по логистике подчиняется исполнительному директору компании. Должность вице-президента по логистике была введена в структуру компании недавно, и на вновь назначенное лицо возлагались определенные ожидания.

Предшественник вице-президента назывался "менеджером по транспортировке и поставкам". Он занимался поставками готовой продукции получателям и, кроме того, в сферу его деятельности входило руководство работой грузового терминала на заводе компании. Менеджер подчинялся директору по производству, а тот в свою очередь - исполнительному директору.

Когда вновь назначенный вице-президент вступил в должность, с ним провел беседу президент компании и сказал, что считает логистику одним из основных приоритетов в работе. Он также подчеркнул, что ждет результата, во-первых, в улучшении обслуживания клиентуры и, во-вторых, в снижении издержек по логистическим операциям.

Несмотря на краткий срок пребывания в должности, вице-президент уже предпринял значительные усилия по улучшению логистических операций. Отдел по логистике принял на себя всю организацию и всю ответственность по обеспечению поставок готовых изделий клиентуре, а также по операциям, связанным с хранением готовой продукции и поступающего сырья. Одновременно отдел по логистике взял на себя управление небольшим собственным грузовым парком компании. Традиционно компания осуществляла поставки готовой продукции на базисе "ФОБ получатель", а сырье получала на базисе "ФОБ грузовой терминал" предприятия.

Исполнительный директор компании пообещал вице-президенту всемерную поддержку в вопросах совершенствования логистических операций. Он верит, что вновь назначенный вице-президент справится с задачами, поставленными перед ним президентом компании.

Задания.

- 4. Как Вы определите существующее положение с обеспечением логистических операций на предприятии; на какой стадии эволюции находится отдел по логистике в компании?**
- 5. Какие усилия должен предпринять вице-президент по логистике для достижения целей, поставленных перед ним президентом?**
- 6. Какие показатели Вы бы выбрали для оценки работы отдела по логистике компании?**

КЕЙС 2 ПО ТЕМЕ "ОРГАНИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КОМПАНИИ"

Предприятие “Минифакс” (главный офис находится в Киеве) является региональным производителем и наладчиком миникомпьютерных систем. Служба логистики компании включает транспортный отдел и отдел доставки продукции. Служащие отдела отвечают за проведение переговоров с клиентами, получение и учет заказов, подготовку отгрузочной и технической документации.

Компания осуществляет продажи непосредственно потребителям, нуждающимся в установке локальных компьютерных сетей. В основном это малые предприятия, отделение банков, страховые компании Киевской и близлежащих областей. При доставке компьютеров клиентам компания использует большой набор компаний-перевозчиков. С большинством из них в компании “Минифакс” нет договоров, а автотранспорт подается для загрузки по разовой заявке. Доставка продукции потребителям не налажена. Очень долгим является время от подачи заявки до получения продукции, особенно если речь идет о мелких отправках. Перевозочные средства бывают не подготовленными для перевозки чувствительного оснащения. Плохо налажена коммуникационная связь. Заявки на автотранспорт, посылаемые компанией “Минифакс” часто теряются из-за того, что много разных лиц принимают участие в их учете и распределении. Только 1/8 от общего количества привлекаемых автоперевозчиков имеют радиосвязь с грузовиками.

Часто продукция возвращается, но при этом процедура оформления возврата слишком громоздкая, что вызывает недовольство клиентуры. Транспортирование возврата часто задерживается. “Минифакс” связывается с диспетчерской какой-либо автофирмы, и назначает время, когда автотранспорт будет придет за возвращенным оборудованием. Часто назначается время крайне не удобное для клиента. Не говоря уже о том, что приходится ждать дни, а иногда и недели, когда грузовик какой либо автомобильной фирмы придет за возвращаемой продукцией. В конечном счете страдает компания “Минифакс”, которая постоянно разбирается с жалобами клиентов.

Задание:

- 13. Описать материальные потоки (входящие, внутренние, исходящие).**
- 14. Описать место и роль службы логистики на предприятии, ее функции, недостатки в работе.**
- 15. Почему служба по логистике работает так плохо?**
- 16. Что нужно предпринять, чтобы наладить операции по логистике в компании?**
- 17. Разработать предложения относительно усовершенствования логистической информационной системы и использования современных информационных технологий в работе фирмы.**

КЕЙС ПО ТЕМЕ "ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ"

Компания "Проктер энд Гембл" пересмотрела свои отношения с клиентурой. Президент компании недавно пожаловался, что последнее время компания здорово теряла на излишних затратах, связанных с разнобоем учета и исполнения заказов. Далее президент добавил, что "Проктер энд Гембл" затратила более 250 млн.долларов за последние четыре года с целью упрощения системы поставки товаров в оптовую и розничную сеть.

В настоящее время система взаимоотношений компании с оптовыми и мелкооптовыми торговцами строилась исходя из следующих принципов. Те компании, которые закупали шампуни и косметику, получали 2%-ю скидку, когда оплата за товар производилась в течение 30 дней после осуществления отгрузки со складов "Проктер энд Гембл". Компании, которые закупали мыло, пищевые масла разных наименований и полуфабрикаты для приготовления кондитерских изделий, получали 2%-ю скидку в случае оплаты, произведенной всего в 10-дневный срок после отгрузки. 2%-ю скидку в случае оплаты за 15-дневный срок оплаты счетов "Проктер энд Гембл" получали компании, закупающие бумажные изделия (салфетки, полотенца).

По новой системе различий по категориям товаров производиться не будет. Все закупщики получают 2%-ю скидку при оплате счетов "Проктер энд Гембл" в течение 19 дней. Единственным исключением стали товары парфюмерии, на которые давались скидки по старой системе. Одновременно по новому плану срок оплаты счетов "Проктер энд Гембл" начинал отсчитываться с момента, когда компания получала товар, то есть с момента поступления товара, а не его отгрузки со склада "Проктер энд Гембл". Это дает возможность закупщикам выиграть несколько дней в сроках оплаты.

В то же время компания "Проктер энд Гембл" решила ввести систему, которая стимулировала бы закупки товаров полными автомобильными партиями.

Смысл ранее действующей системы был в том, что оптовики могли закупать товары полными или частичными автомобильными партиями, в зависимости от своих нужд. Однако, при этом они вынуждены были заказывать товар только одного наименования, независимо от того, была ли это полная автомобильная отправка или нет. Так, оптовик, закупающий порошок "Тайд" неполной автомобильной партией, тем не менее, не мог сгруппировать груз (порошок) с другим товаром "Проктер энд Гембл", например, с кофе "Фолджерс". В результате многие оптовики закупали целые партии товара впрок (автомобильными партиями), не испытывая в этом особой нужды, а на складах "Проктер энд Гембл" один товар заканчивался раньше, чем другие.

По новой системе оптовикам разрешалось группировать товары до полных автомобильных партий в какой угодно компоновке. В то же время они могли, если в этом есть нужда, заказывать полную или частичную автомобильную отгрузку товара одного наименования. Причем мелкие оптовики и закупщики могли объединяться и группировать свой товар в рамках одной автомобильной отправки, правда, при этом автомобильный тариф для них несколько увеличивается.

Задание.

Выскажите Ваше мнение по существу действий компании "Проктер энд Гембл" по улучшению взаимоотношений с клиентурой (оптовыми закупочными компаниями).

ПРАКТИКУМ "ВЫБОР ПЕРЕВОЗЧИКА"

Выбор способа транспортировки, вида транспорта и логистических посредников производится на основе системы критериев. К основным критериям при выборе способа перевозки и вида транспорта относятся:

- * минимальные затраты на транспортировку;
- * заданное время транзита (доставки груза);
- * максимальная надежность и безопасность;
- * минимальные затраты (ущерб), связанные с запасами в пути;
- * мощность и доступность вида транспорта;
- * продуктовая дифференциация.

В затраты на транспортировку входят как непосредственно транспортные тарифы за перевозку определенного объема груза (выполнение определенного объема транспортной работы), так и затраты, связанные с транспортно-экспедиционными операциями, погрузкой, разгрузкой, затариванием, перегрузкой, сортировкой и т.п., т.е. логистическими операциями физического распределения, сопровождающими транспортировку грузов. Как правило, транспортные затраты (наряду с временем доставки) являются основным критерием выбора вида транспорта и способа перевозки.

Время доставки (транзитное время) является также как и затраты приоритетным показателем при альтернативном выборе, так как определяет современные логистические концепции JIT, QR, DDT и другие, где время играет ключевую роль. С другой стороны, доставка груза в точно назначенный срок свидетельствует (при прочих равных условиях) о надежности выбранной схемы перевозки (перевозчика и других логистических посредников). Кроме того сокращение времени доставки часто дает фирме существенные конкурентные преимущества на рынке сбыта ГП, обеспечивая возможность внедрения стратегии продуктовой дифференциации.

Выбирая соответствующий вид транспорта, логистический менеджер должен учитывать показатели мощности и доступности в смысле провозных возможностей, технико-эксплуатационных показателей и пространственной доступности транспорта.

Наконец, важным условием выбора является обеспечение сохранности груза в пути, требований стандартов качества груза, международных экологических требований.

С точки зрения приоритета отдельных критериев (показателей) процедура ранжирования при выборе отдельных видов транспорта может быть представлена в форме табл. 1.

Таблица 1

Ранжирование критериев при выборе вида транспорта

Критерий (показатель)	Вид транспорта			
	Железнодорожный	Водный	Автомобильный	Воздушный
Затраты, связанные с транспортировкой	2-3	1-2	4	5
Время доставки	3	4	2	1
Надежность	2	4	1	3
Мощность	1	4	2	3
Доступность	2	4	1	3
Безопасность	3	4	1	2

Центральное место среди многих логистических процедур принятия решений по транспортировке занимает процедура выбора перевозчика (или нескольких перевозчиков). Часто эта процедура доверяется логистическим менеджером транспортно-экспедиционной фирме, с которой у грузовладельца имеются давние установившиеся деловые отношения. При

этом экспедитору задаются определенные характеристики груза, критерии и ограничения из перечисленных выше.

В тех случаях, когда логистический менеджер самостоятельно решает проблему выбора перевозчика, он должен основываться на определенной схеме выбора. Если определен вид транспорта, то должен быть проведен анализ специфического рынка транспортных услуг, на котором действует, как правило, достаточно большое количество перевозчиков, имеющих разную организационно-правовую форму. Основными критериями предварительного отбора перевозчиков являются затраты на перевозку груза, надежность времени доставки, сохранность груза при перевозке. Процедура выбора затем дополняется системой других количественных и качественных показателей. В западной практике выбора перевозчиков часто используются специально разработанные ранговые системы показателей, одна из которых приведена в табл. 2.

Таблица 2

Ранжирование критериев выбора перевозчика

Наименование критерия (показателя)	Ранг
1	2
Надежность времени доставки (транзита)	1
Тарифы (затраты) транспортировки “от двери до двери”	2
Общее время транзита “от двери до двери”	3
Готовность перевозчика к переговорам об изменении тарифа	4
Финансовая стабильность перевозчика	5
Наличие дополнительного оборудования (по грузопереработке)	6
Частота сервиса	7
Наличие дополнительных услуг по комплектации и доставке груза	8
Потери и хищения груза (сохранность груза)	9
Экспедирование отправок	10
Квалификация персонала	11
Отслеживание отправок	12
Готовность перевозчика к переговорам об изменении сервиса	13
Гибкость схем маршрутизации перевозок	14
Сервис на линии	15
Процедура заявки (заказа транспортировки)	16
Качество организации продаж транспортных услуг	17
Специальное оборудование	18

Простейшая схема выбора перевозчика с помощью ранжированных систем критериев заключается в прямом сравнении суммарного рейтинга перевозчиков, полученного по алгоритму, приведенному на рис. 1.





Рис. 1. Алгоритм выбора перевозчика

Рассмотрим **пример** использования алгоритма выбора перевозчика согласно схеме.

Предположим, что логистическим менеджером в качестве критериев отбора приняты:

- * надежность времени доставки (1);
- * тариф на перевозку (2);
- * финансовая стабильность перевозчика (5);
- * сохранность груза (9);
- * отслеживание отправок (12).

(В скобках приведены соответствующие ранги факторов)

Допустим далее, что анализ рынка транспортных услуг позволил выявить трех перевозчиков, удовлетворяющих логистическим требованиям к транспортировке определенного вида груза. Степень удовлетворения этих перевозчиков выбранной системе факторов оценивалась независимыми экспертами по трехбалльной оценке: 1 - хорошо, 2 - удовлетворительно, 3 - плохо.

Вычисление соответствующих рейтингов сведено в табл. 3.

Рейтинговая оценка и выбор перевозчика (пример)

Фактор-критерий	Ранг/вес	Перевозчики					
		I		II		III	
		Оценка	Рейтинг	Оценка	Рейтинг	Оценка	Рейтинг
Надежность времени доставки	1/5	3	15	1	5	2	10
Тариф за перевозку	2/2,5	1	5	2	10	3	15
Финансовая стабильность перевозчика	5/1	1	5	3	15	2	10
Сохранность груза	9/0,55	3	14,85	2	9,9	2	9,9
Отслеживание отправок	12/0,42	2	10,08	2	10,08	1	5,04
Суммарный рейтинг		10	44,93	10	49,98	10	49,94

Вычисление рейтинга перевозчика по каждому фактору в примере производилось с учетом весовых коэффициентов, полученных из расчета общего количества факторов, деленного на соответствующий ранг. Несмотря на то, что по оценке экспертов суммарный рейтинг у всех перевозчиков (сумма баллов) оказался одинаковым и равным 10, учет ранга фактора с весовым коэффициентом показал, что перевозчик I является более предпочтительным.

2. Исходная информация для выполнения занятия.

Преподавателем задается для каждого студента следующий набор параметров:

- количество перевозчиков (от 3 до 5);
- максимальное количество баллов для экспертной оценки каждого перевозчика – 5;
- набор критериев и соответствующие ранги каждого критерия (произвольно из табл. 2).

1. Порядок выполнения занятия.

- 1.1. Выполнение занятия осуществляется в соответствии с алгоритмом (рис. 1).
- 1.2. По каждому перевозчику и заданной системе критериев производится экспертная оценка и присваивается соответствующее место (см. табл. 3).
- 1.3. Вычисляются весовые коэффициенты каждого критерия, которые заносятся в гр.2 табл.3.
- 1.4. С учетом весовых коэффициентов рассчитывается рейтинг по каждому перевозчику и каждому критерию.
- 1.5. Определяется суммарное количество мест и суммарный рейтинг перевозчиков.
Предпочтение отдается перевозчику, имеющему минимальную сумму мест с учетом суммарного рейтинга.
- 1.6. Расчет выполняется в форме табл. 3.

ПРАКТИКУМ ПО ТЕМЕ "ТРАНСПОРТНО- ЭКСПЕДИЦИОННАЯ РАБОТА"

Алгоритм решения задач

1. Определить вид перевозки и ее технико-технологические параметры.
2. Выделить основные этапы ТЭО, исходя из реальных возможностей экспедитора.
3. Определить границы ответственности экспедитора согласно условиям поставки в торговом контракте (условия "Инкотермс-2000").
4. Разработать схему документооборота ТЭО.

Задача 1.

Разработать схему основных этапов транспортно-экспедиционного обслуживания, используя следующие исходные данные.

Между продавцом (фирма "BIG BAG" г. Борисполь) и покупателем (компания "МРІЯ" г. Лодз, Польша) заключен договор на поставку сумок и мешков из крафтбумаги на условиях СРТ-Варшава. Первичная упаковка- полиэтиленовые пакеты.

* ТЭП- ОСП, имеет собственный автопарк и агента в г.Варшава, декларант.

Задача 2.

Разработать схему основных этапов транспортно-экспедиционного обслуживания, используя следующие исходные данные.

Между продавцом (компания ООО "Фермер" в г. Киеве) и покупателем (АО "РИСК", г. Владивосток) заключен контракт на поставку фруктовых и овощных консерв на условиях СІР-Владивосток. Первичная упаковка-деревянные ящики.

* ТЭП- ОСП, без собственных технических ресурсов.

Цель задания — разработка маршрутов, оформление транспортной документации, графиков движения автомобильного транспорта в процессе транспортно-экспедиционного обслуживания с использованием критерия минимума стоимости доставки.

Содержание работы

Задание посвящено вопросам управления транспортом в процессе ТЭО предприятий оптовой продажи товаров.

Реализация функции товароснабжения требует значительных инвестиций капитала в ресурсы, к которым относятся складские помещения, запасы, технологическое оборудование, персонал, а также транспортные средства для поставки товара потребителю. Поэтому для повышения эффективности товароснабжения, снижения транспортных издержек, повышения качества обслуживания потребителей организация ТЭО передается специализированным транспортно-экспедиционным предприятиям (ТЭП), которые имеют необходимую материально-техническую базу (складские помещения для хранения и обработки товаров, парк автомобилей, необходимый персонал). В функции ТЭП входит поиск путей достижения максимальной прибыли от использования ресурсов.

Распределение — это понятие, обобщающее несколько функций. Усилия по улучшению использования ресурсов и снижению издержек в процессе реализации любой из этих функций должны рассматриваться в контексте воздействия на весь процесс распределения. Планирование же в области распределения должно осуществляться с учетом характера воздействия отдельных решений на весь процесс товароснабжения.

В рамках данной задачи операции с транспортным парком рассматриваются как пример реализации одной из функции внутри общего процесса распределения.

Достижение компромисса между приемлемым уровнем услуг по товароснабжению потребителей и лимитом транспортных расходов относится к разряду повседневных проблем торговых фирм и требует навыков оперативного планирования.

Порядок проведения расчетов |

1. Характеристика обслуживаемого района.

Студент выступает в роли экспедитора (транспортного менеджера) транспортно-экспедиционной компании, поставляющей различные товары в 15 магазинов, расположенных на территории района. Карта-схема района представляет собой тетрадный лист в клетку, на котором нанесены координатные оси. Вертикальные и горизонтальные линии сетки представляют собой дороги, которые могут быть использованы для поездок из одного пункта в любой другой пункт на карте. При этом движение транспорта осуществляется только по горизонтальным или вертикальным линиям сетки. На пересечении вертикальных и горизонтальных линий находятся склад и обслуживаемые магазины. Масштаб карты: одна клетка=1км², т. е. длина стороны клетки = 1 км. Это позволяет определить расстояние между любыми двумя точками на карте.

2. Товары, доставляемые в магазины.

Со складов ТЭП в магазины доставляются товары трех укрупненных групп: продовольствие (П), напитки (Н) и моющие средства (М). При загрузке автотранспорта

следует учитывать, что продовольствие и моющие средства не подлежат совместной перевозке. Других ограничений в совместной перевозке доставляемых товаров нет, т.е. напитки могут перевозиться в одной машине с моющими средствами или с продовольствием.

Товары всех трех групп упакованы в коробки одинакового размера. При выполнении практического задания груз будет измеряться количеством коробок. В этих единицах представляется заказ, указывается грузопместимость автомобиля и рассчитываются показатели использования транспорта.

3. Заказы магазинов — см. приложение 3. I

4. Характеристика используемых транспортных средств. ТЭП владеет небольшим парком транспортных средств, состоящим из трех автомобилей. Этот парк может выполнить лишь ограниченную часть необходимых перевозок. Для осуществления остальных поставок компания привлекает наемные транспортные средства. Причем наемные транспортные средства разрешается привлекать только в том случае, если все собственные автомобили уже задействованы. Грузопместимость собственного транспорта составляет 30 единиц груза (коробок), наемного — 40 единиц груза.

5. Расчет времени работы транспорта.

Оборот транспортного средства включает:

время на загрузку на складе;

время проезда по маршруту;

время на разгрузку в магазине;

дополнительное время, необходимое для перерывов в работе водителя.

Эти периоды времени рассчитываются следующим образом.

5.1 Время на загрузку на складе.

Все намеченные к поездке автомобили выезжают со склада в 8⁰⁰. Время первой загрузки транспорта не входит в рабочее время водителя. Возможно, что в течение дня транспортное средство будет использовано для выполнения более чем одного маршрута. В этом случае каждой последующей поездке будет предшествовать тридцатиминутная загрузка.

5.2 Время проезда по маршруту.

Средняя скорость на маршруте принимается равной 20 км/ч, т.е. 1 км машина проезжает за 3 мин. (это означает, что сторону одной клетки на карте машина преодолевает за 3 мин.).

5.3 Время разгрузки.

Время разгрузки принимается из расчета 0,5 мин. на одну единицу груза (например, 76 коробок будет разгружено за 38 мин.).

5.4 Перерыв в работе водителя.

Если протяженность маршрута требует, чтобы водитель провел за рулем автомобиля свыше 5,5 ч, т.е. свыше 110 км, то к его рабочему времени следует прибавить 30 мин. для перерыва.

5.5 Общее время работы.

Максимально допустимое дневное рабочее время для каждого транспортного средства и водителя — 11 ч. Ни при каких обстоятельствах график доставки грузов не должен предусматривать превышение этого максимума.

Основная продолжительность рабочего дня водителя — 8 ч, после чего его рабочее время оплачивается по системе сверхурочной оплаты до 11 ч в день.

6. Расходы по содержанию и эксплуатации транспортных средств.

Каждая фирма, владеющая транспортом, несет условно постоянные и условно переменные расходы по его содержанию. Условно постоянные расходы по содержанию одного собственного транспортного средства составляют 10 у.д.е./день (включая зарплату водителя). Условно переменные издержки определяются удельной стоимостью 1 км пробега, которая для собственного транспорта составляет 0,5 у.д.е./км.

В расходах по использованию наемного транспорта также присутствует постоянная и переменная составляющие. Получив наемный автомобиль, фирма оплачивает за него 50 у.д.е. в день независимо от степени его использования. Кроме того, каждый километр пробега наемного транспорта оплачивается в размере 1 у.д.е./км. Эти расценки включают оформление заказа, экспедирование и страхование груза.

Выбор из двух вариантов — иметь ли свои собственные транспортные средства или брать их внаем — важный элемент стратегического планирования ТЭП.

7. Расходы сверхнормативного труда.

Основной рабочий день водителей — 8 ч, включая возможный перерыв в пути. Сверх этого времени до максимально разрешенного количества часов (11 ч) сверхнормативная работа рассчитывается с точностью до минуты и оплачивается по расценкам 15 у.д.е./ч (т.е. 0,25 у.д.е./мин.).

8. Другие виды расходов.

Если график предусматривает использование наемного транспорта, перевозящего напитки, то в целях безопасности следует взять работника для охраны. Дополнительная стоимость такой услуги равна 20 у.д.е. на человека на одну машину в день. Другими словами, если в один день используется два наемных транспортных средства для перевозки напитков, расход в этот день составит 40 у.д.е. (независимо от того, по сколько ездов сделают наемные машины).

Собственный транспорт фирмы оборудован средствами безопасности, что исключает необходимость использования дополнительной охраны.

9. Штрафные санкции.

9.1 Неполное использование вместимости транспортного средства.

Если транспортное средство (собственное или наемное) отправлено в поездку с меньшим установленным минимумом количеством груза (10 грузовых единиц), то следует учесть сумму штрафа в размере 2 у.д.е. за каждую недогруженную единицу (независимо от принадлежности транспортного средства).

Если собственный транспорт фирмы совсем не использовался в течение дня, в расчет транспортных расходов следует включить постоянную стоимость его дневного содержания 30 у.д.е.

9.2 Неполное использование транспорта по времени. Основная продолжительность рабочего дня водителя, как отмечалось, составляет 8 ч. Минимальный рабочий день — 6 ч. Штраф за транспортные средства, работающие меньше 6 ч, составляет по собственным машинам — 10 у.д.е./день, по наемным машинам — 15 у.д.е./день.

Расходы на штраф в задаче преднамеренно включены в сумму затрат, чтобы показать студентам, насколько дорого обходится фирме содержание транспорта и водителей.

9.3 Неполное выполнение заказа магазина. Необходимо принимать все меры к тому, чтобы осуществить доставку по заявке магазинов. Однако если по какой-либо причине поставка не была выполнена, то взимается штраф в размере 3 у.д.е за каждую недопоставленную коробку.

Задание

Пользуясь приведенными исходными данными, необходимо:

- 1) обосновать организационную структуру транспортно-экспедиционного предприятия;
- 2) разработать маршруты и составить графики доставки заказанных товаров в магазины района;
- 3) рассчитать размер расходов, связанных с доставкой товаров в магазины;
- 4) разработать блок-схему основных этапов выполнения транспортно-экспедиционного обслуживания магазинов;

- 5) оформить необходимую документацию на перевозку товаров со склада ТЭП в магазины на автотранспорте и разработать схему документооборота;
 6) выполнить анализ разработанной схемы доставки.

Методические рекомендации

По соответствующему варианту цветными карандашами (фломастерми) намечают первый кольцевой маршрут* (см. приложения 1 и 2), выполняют по нему все необходимые расчеты, на основании которых начинают составлять план выполнения заказов (приложение 4);

- в гр. 1 указывается присвоенный маршруту номер;
 в гр. 2 перечисляются магазины, включенные в маршрут;
 в гр. 3, 4 и 5 указывается число коробок продуктов, моющих средств и напитков, заказанных соответственно каждым магазином.

* Кольцевые маршруты в первом приближении могут разрабатываться, например, следующим образом. Воображаемым лучом, исходящим из точки 0 и постепенно вращающимся против (или по) часовой стрелке, начинаем «стирать» с координатного поля изображенные на нем магазины (эффект дворника-стеклоочистителя). Как только сумма заказов «стертых» магазинов достигнет вместимости транспортного средства, фиксируем сектор, обслуживаемый одним кольцевым маршрутом, и намечаем путь объезда магазинов. Следует отметить, что данный метод дает точные результаты в том случае, когда расстояние между узлами транспортной сети по существующим дорогам прямо пропорционально расстоянию по прямой.

Далее по форме, указанной в приложении 5, выполняют расчеты параметров кольцевого маршрута. Рассчитывая затраты, необходимо учесть сверхурочную работу, возможные штрафы, а также другие затраты, связанные с процессом доставки.

Пример составления первого маршрута и проведение расчетов по нему дан в табл. 1.1.
 Таблица 1.1|

Пример расчета параметров первого маршрута

№ маршрута	№ _г	Размер заказа, коробки			Результаты расчета по маршруту
		П	М	Н	
1	2	3	4	5	6
1	29	8	6	—	Количество перевезенного груза, P = 120 коробок Длина маршрута, L = 42 км Время работы машины на маршруте, T = $42 \times 3 + 120 \times 0,5 = 186$ мин. Затраты по выполнению маршрута C = $42 \times 0,5 = 21$ у.д.е. Путь объезда магазинов по маршруту* 0-1-29-30-3-4-6-7-0
	30	12	8	—	
	1	0	5	—	
	3	22	12	—	
	4	5		—	
	6	16	10	—	
	7	6			

* Путь объезда магазинов записывается в виде последовательности чисел,

соответствующих номерам объезжаемых магазинов. Например, запись 0-1-5-7-0 означает, что автомобиль, выехав со склада (пункт 0) направился в магазин № 1, затем в магазин № 5, далее в магазин № 7, а затем вернулся на склад (пункт 0).

После определения протяженности очередного маршруте полученную информацию заносят в график работы транспорте (приложение 7).

Пример заполнения графика для первого рейса первой машины дан в табл. 1.2.

Таблица 1.2.

График работы транспорта

№ машины	Первая поездка		Вторая поездка		Третья поездка		Общее время работы, ч
	отправление со склада	прибытие на склад	отправление со склада	прибытие на склад	отправление со склада	прибытие на склад	
1	8 ^м	11ч06мин	11ч36мин	и т.д.			
2	8 ^{оо}						
3	8 ^{оо}						
4	8 ^м						
и т.д.	8 ^{оо}						

Решение об использовании той или иной машины на очередном рассчитанном маршруте принимается на основании сопоставления фактически отработанного машиной времени и временной протяженности этого маршрута. Напомним, что по установленным тарифам оплачиваются лишь те машины, которые отработали от 6 до 8 ч в день (меньше 6 ч — штраф, более 8ч — сверхурочная оплата).

После выполнения всех заказов выполняется анализ результатов планирования процесса доставки. Форма анализа дана в приложении 6.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Расчет параметров кольцевых маршрутов

Показатель	Закзы												
	номер маршрута											Итого	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	и т.д.		
Объем перевезенного груза, коробки													
Длина маршрута, км													
Время работы машины на маршруте, мин.													
Затраты по выполнению маршрута, у.д.е.													

коробки

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Анализ результатов планирования доставки заказов

Q – грузовместимость транспорта,

Показатель	Формула для расчета	Значение
Общие затраты по доставке заказов, у.д.е.	С_{общ}	
Объем перевезенного груза, коробки	Р_{общ}	
Пробег транспорта, км	Л_{общ}	
Количество ездов	N	
Коэффициент использования грузоместности транспорта	$K = P_{общ} / (N * Q)$	
Затраты по доставке, приходящиеся на 1 км пробега, у.д.е.	$CL = C_{общ} / L_{общ}$	
Затраты на перевозку единицы груза, у.д.е.	$C_p = C_{общ} / P_{общ}$	

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

График работы транспорта

№ машины	Первая поездка		Вторая поездка		Третья поездка, и т.д.		Общее время работы, ч
	отправление со склада	прибытие на склад	отправление со склада	прибытие на склад	отправление со склада	прибытие на склад	

Список рекомендуемой литературы:

- 1. А. М. Гаджинский «Практикум по логистике»,- М: Информационно-внедренческий центр «Маркетинг», 1999г,-128с.**
- 2. К. И. Плужников «Транспортное экспедирование»,-М.: Рос Консульт,1999.-576с.**
- 3. А.І. Воркут, О.Я. Коцюк, І.Г. Лебідь, О.І. Мельниченко “Транспортно-експедиторська діяльність”, Київ, УТУ, 1998р.**

ДЕЛОВАЯ ИГРА 1.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ТОВАРОВ НА СКЛАДЕ

Цель игры: приобретение практических навыков в оптимизации размещения товаров на складе.

Задача размещения товаров на складе является актуальной как для торговых складов, так и для складов ременного хранения, производственных складов и т.п.

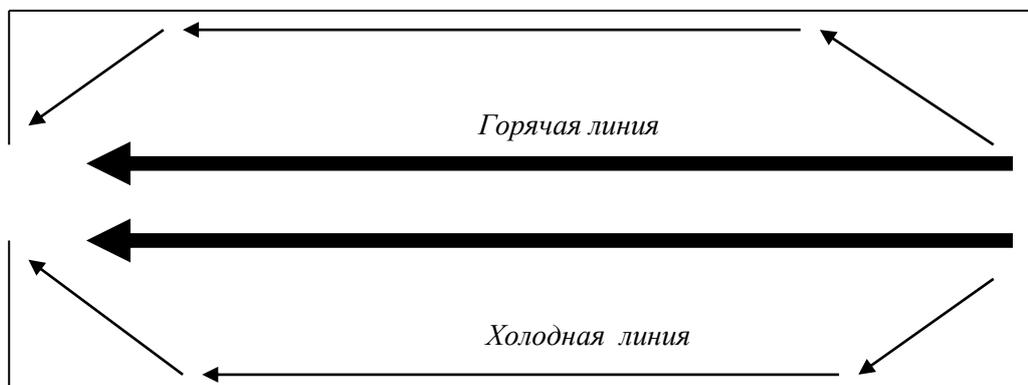
Суть ее заключается в определении оптимальных мест хранения для каждой товарной группы.

Для решения задачи применяется так называемое "правило Парето (20/80)", согласно которому 20% объектов, с которыми обычно приходится иметь дело, дают, как правило, 80% результатов этого дела. Соответственно, оставшиеся 80% объектов дают 20% результатов. Американцы называют эту закономерность правилом большого пальца: поднятый вверх большой палец правой руки символизирует эти самые 20% объектов, при этом сжатые в кулак 4 пальца обозначают их значимость - 80%.

На складе применение метода Парето позволяет минимизировать количество передвижений посредством разделения всего ассортимента на группы товаров, требующих большого количества перемещений, и группы товаров, к которым обращаются достаточно редко.

Как правило, часто отпускаемые товары составляют лишь небольшую часть ассортимента, и располагать их необходимо вдоль так называемых "горячих" линий или зон. Товары, требующиеся реже, отодвигают на "второй план" и размещают вдоль "холодных" линий (зон).

Вдоль "горячих" линий могут располагаться также крупногабаритные товары и товары, хранящиеся без тары, так как их перемещение связано со значительными трудностями.



Рассмотрим склад, ассортимент которого включает 27 позиций (табл.1). Предположим, что груз поступает и отпускается целыми грузовыми пакетами, хранится на стеллажах.

Таблица 1

Товар (наименование)	Количество отпущений	Товар (наименование)	Количество отпущений
А	10	О	10
Б	0	П	5
В	15	Р	10
Г	145	С	15
Д	160	Т	0
Е	25	У	75
Ж	0	Ф	5
З	15	Х	0
И	20	Ц	10
К	80	Ч	5
Л	5	Ш	0
М	15	Э	15
Н	210	Ю	85
		Я	10

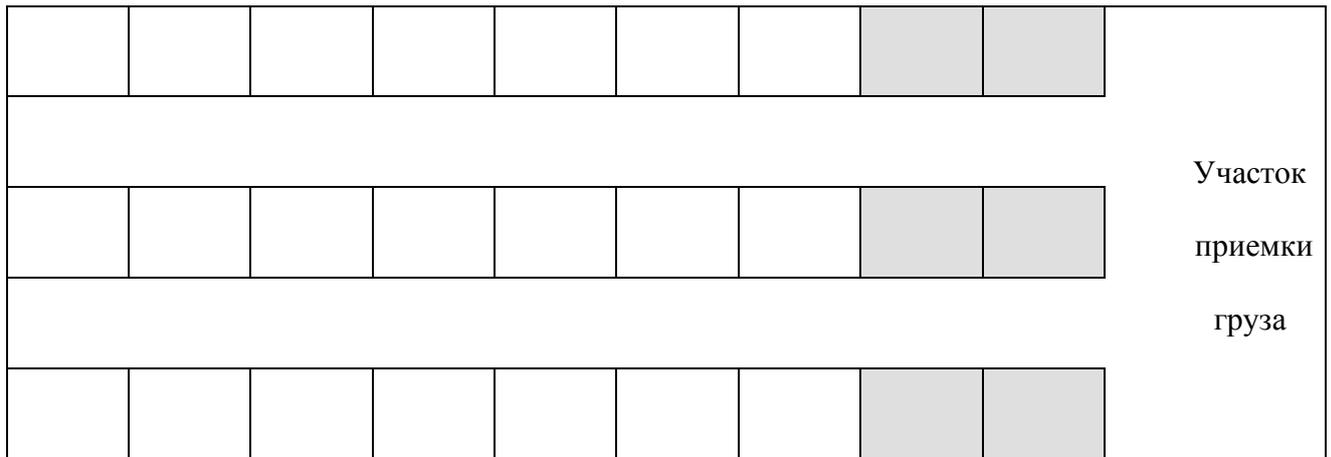
Задание 1.

Выделите группу товаров по правилу 80/20, т.е. те товары, которые составляют 20% ассортимента и 80% отпущенных грузовых пакетов.

Выделите группу товаров по правилу 80/20, т.е. те товары, которые составляют 80% ассортимента и 20% отпущенных грузовых пакетов.

Задание 2.

Расположите все ассортиментные позиции сначала произвольно, а потом в порядке убывания количества отпускаемых за месяц грузовых пакетов. На упрощенной схеме (рис.1) в три ряда расположены 27 мест хранения (по числу позиций ассортимента). Для упрощения расчетов будем считать, что длина одного места хранения составляет 1 м. Тогда длина всей зоны хранения - 9м.



Примечание: затонированы ячейки горячей зоны



Задание 3.

Определите: во сколько раз применение правила Парето при размещении товаров на складе позволяет сократить количество перемещений?

ДЕЛОВАЯ ИГРА 2. ЛОГИСТИЧЕСКИЙ АУТСОРСИНГ

Цель игры: получить практические навыки принятия логистических решений по обоснованию целесообразности аутсорсинга и выбору схемы доставки грузов

1. Описание предмета и объекта деловой игры.

Киевское производственное предприятие **Н** заключило договор купли-продажи на поставку в США мацы объемом 1000 коробок. Условия поставки очень жесткие: груз должен быть в контейнерах емкостью 20 или 40 футов и доставлен в любой морской порт США (желательно Нью-Йорк) по принципу точно вовремя, то есть к 15 апреля.

Предприятие **Н** решило поручить доставку и весь комплекс работ по организации доставки транспортно-экспедиторской компании **К**, с которой заключило соответствующий договор.

Транспортно-экспедиторская компания **К**, изучив возможные схемы доставки, решила проанализировать следующие 4 схемы:

1. Доставка груза в аэропорт г. Нью-Йорка воздушным транспортом. При этом обеспечивается высокая скорость доставки и вероятность выполнения ограничения по времени очень высокая. Недостаток такого способа доставки заключается в его стоимости - около 52 тыс.дол.США.

2. Смешанная перевозка с использованием автомобильного и морского видов транспорта (интермодальная перевозка).

Для реализации такого способа доставки рассматриваются три варианта:

2.1. Перевозка через морской порт г. Одессы. При этом возможны две схемы доставки груза в морской порт.

Первая: Порожние контейнеры могут быть доставлены в г.Киев, здесь загружены, затаможены и автомобильным транспортом доставлены в Одессу (по оценкам стоимость такой перевозки составит 600 дол.США).

Вторая: оформленный к международной перевозке груз доставляется в Одессу автомобильным транспортом (оценочная стоимость перевозки 250 дол.США), там перегружается в контейнеры и осуществляется отправка в г. Нью-Йорк.

2.2. Перевозка через морской порт г. Гамбург. Оформленный к международной перевозке груз доставляется в порт Гамбурга, там перегружается в контейнеры и осуществляется отправка в г. Нью-Йорк. Ориентировочная стоимость автомобильной перевозки в порт Гамбурга 1000 дол.США.

2.2. Перевозка через морской порт г. Копенгаген. Оформленный к международной перевозке груз доставляется в порт Копенгагена, там перегружается в контейнеры и осуществляется отправка в г. Нью-Йорк. Ориентировочная стоимость автомобильной перевозки в порт Копенгагена 1300 дол.США.

2. Участники деловой игры

Участниками деловой игры выступают слушатели тренинг семинара, которые делятся на 4 команды.

1-я команда разрабатывает способ доставки с использованием воздушного транспорта.

2-я команда разрабатывает схему интермодальной перевозки через порт Одессы.

3-я команда разрабатывает схему интермодальной перевозки через порт Гамбургера.

4-я команда разрабатывает схему интермодальной перевозки через порт Копенгагена.

3. Функции игровых групп

Функции команд:

- оценить сложившуюся ситуацию и проанализировать требования Заказчика;
- разработать и обосновать свою схему доставки мацы в г.Нью-Йорк;
- оценить возможные риски и возможность доставки "точно вовремя";
- определить перечень документов для оформления перевозки,
- защитить свою схему перед руководителем компании.

Функции руководителя ТЕП К:

- проанализировать разработанные командами схемы доставки товара согласно договору;
- сделать выбор одного варианта с обоснованием критериев, обусловивших выбор;
- оценить качество работы команд по проектированию маршрута и его обоснованию, а также умение принимать решения в условиях неполной информации;
- предложить возможности для повышения эффективности перевозки для ТЭП.

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Характеристика груза: маца упакована в картонные коробки.

Габариты: 40x40x80.

Вес: нетто 20 кг, брутто 21,14 кг.

Характеристика автомобилей:

1 вариант: грузоподъемность 22 тонны, объем - 86 куб.м.;

2 вариант: грузоподъемность 16 тонн, объем - 110 куб.м.

**СТОИМОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ УСЛУГ В ПОРТАХ
КОПЕНГАГЕНА И ГАМБУРГА**

Виды затрат	Копенгаген	Гамбург
Погрузочно-разгрузочные работы (ручная):		
- контейнер 20 футов	290	270
- контейнер 40 футов	425	390
Стоимость океанической перевозки в Нью-Йорк	1245	1400
Терминальный сбор	500	500
Бункерный поправочный коэффициент	274	274
V/L Fee	75	80
AMS Fee	25	25
Декларация США	65	60
Продолжительность доставки	14 дней	14 дней

ЛОГИСТИКА СКЛАДИРОВАНИЯ: ТИПОВЫЕ ОШИБКИ, ДОПУСКАЕМЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ПРИ ЗАКЛЮЧЕНИИ ДОГОВОРОВ СКЛАДСКОГО ХРАНЕНИЯ

На большинстве предприятий рано или поздно возникает необходимость поместить свой товар на чужой склад. Тогда, не имея богатого опыта по заключению договоров складского хранения, руководство допускает типовые ошибки. Разберем некоторые из них.

Чем опасен типовой договор

Зачастую потенциальному поклажедателю* администрация склада поясняет, что она уже много лет успешно работает с клиентами, заключая "типовой договор", составленный по определенной форме. Как правило, это не так. По признанию самих владельцев складов, мелкие трения и крупные конфликты с поклажедателями у них возникают с завидной регулярностью, и большинство претензий к хранителям обоснованны.

Но при этом возможность отстоять свои права в законном порядке у поклажедателей не велика. Рассмотрим, с чем это может быть связано.

1. Тщательно проработанный юристами "типовой договор" складского хранения направлен исключительно на защиту интересов владельцев склада. Он содержит условия, которые, во-первых, заведомо невыгодны товаровладельцу, во-вторых, затрудняют для него возможность защиты своих прав, снижения расходов и сбора доказательств при повреждении или утрате товара во время хранения.

Например, иногда в "типовых договорах" написано, что "хранитель не отвечает за утрату, недостачу или повреждение вещей, если это произошло вследствие непреодолимой силы". Ничего противозаконного в этом пока нет, но вот дальше... Помимо различных стихийных бедствий, техногенных катастроф и ядерных взрывов под видом непреодолимой силы подаются и самые банальные кражи. Даже если кража прямо не указана в договоре, то склады зачастую все равно называют кражу следствием непреодолимой силы и отказываются возместить убытки поклажедателя. А это противозаконно.

Высший Арбитражный Суд РФ признал, что "кража не является обстоятельством непреодолимой силы". А ответственность хранителя за утрату вещи наступает независимо от факта возбуждения, сроков и результата рассмотрения уголовного дела.

Но, несмотря на это разъяснение, остерегайтесь подписывать договора с подобными условиями. Ведь юристы, готовившие договор, могли включить в него дополнительные ловушки, при которых данное положение будет действительным.

2. Зачастую интересы поклажедателя страдают из-за того, что договор хранения составлен на скорую руку и большинство его положений повторяет общие нормы ГК РФ. Такие договора не учитывают специфики сделок, связанных с данным товаром, особенности его приемки, погрузки-разгрузки, хранения и отпуски со склада. Об этом ниже.

3. Часто поклажедатели заключают договора хранения, в которые склад включает условие о сроке передачи товара на хранение. Но впоследствии необходимость в таком хранении

отпадает (например, поставка не состоялась или же товар был реализован, конфискован, утрачен, помещен на другой склад и пр.). Если такое произошло, то хранитель имеет законное право требовать от поклажедателя возмещения стоимости своих услуг**, даже если товар им не хранился. Самая распространенная ошибка поклажедателей в этом случае - отказ оплатить неоказанные услуги. Несостоявшийся хранитель, как правило, обращается в суд и получает не только всю сумму, причитающуюся ему по договору (или ее часть), но и начисленную на нее неустойку.

Чтобы избежать этого, в договоре нужно отдельным пунктом и очень подробно оговорить отношения сторон на случай отказа поклажедателя от исполнения договора. В частности, порядок, сроки и объем компенсаций хранителю его издержек, связанных с подготовкой к исполнению данного договора (например, необходимость переоснащения склада, установка дополнительного оборудования, аренда техники и пр.). Можно указать, что при отказе поклажедателя от хранения он должен будет выплатить складу, например, 10% цены договора или же вовсе не вносить оплату. Нужно оговорить и сроки, отведенные для отказа, а также порядок такого отказа. Не забудьте договориться о сроках и порядке произведения этих выплат. Не лишним будет заранее уточнить и возможность помещения на склад большего или меньшего количества товара, чем это предусмотрено договором, и как это отразится на цене. А если был зафиксирован срок хранения, то необходимо регламентировать, как будет компенсироваться складу досрочное расторжение договора поклажедателем.

4. Иногда склады стремятся продавать все свои услуги оптом независимо от того, насколько они будут востребованы поклажедателем. Тогда в цену договора включают не только стоимость хранения, но и погрузку-разгрузку с применением специальных устройств, расфасовку, заключение от имени поклажедателя договоров страхования товара на складе, транспортировку и пр. Из этого перечня нужно исключить то, что вам явно не потребуется.

А чтобы снизить вероятность споров в связи с оказанными или неоказанными услугами, необходимо, чтобы каждая услуга, которую вам должен оказать склад, была отдельно прописана в договоре и точно оценена.

Приемка и хранение товаров

При обсуждении условий договора хранения стороны должны четко определить и подробно регламентировать, как и кем будет проводиться приемка товара при его поступлении на склад, осуществляться проверка товара во время хранения. Поясним на примерах, почему это может оказаться важным.

Пример Торговая фирма заключила договор с поставщиком о закупке товара. По этому договору приемка товара по количеству и качеству должна была осуществляться совместно представителями покупателя и поставщика в момент принятия товара от перевозчика. При этом они были обязаны отобрать образцы товара для тестирования.

Покупатель заключил договор хранения товара на складе и принялся ждать доставки. В назначенный день представителей покупателя и поставщика на склад не пропустили. Охрана сослалась на то, что не получила распоряжения и что внутренний режим не позволяет посторонним находиться на территории склада без специальной договоренности.

Руководителя склада и его заместителя в тот момент на месте не оказалось, а подобное разрешение могли дать только они. Приемка товара осуществлялась силами работников

склада.

Позднее оказалось, что часть продукции была неисправна. Но на рекламации покупателя поставщик ответил следующее: "Приемка товара была проведена с нарушением условий договора поставки, поэтому покупатель лишился права предъявлять к поставщику претензии по количеству и качеству". Тогда владелец испорченного товара попытался переложить ответственность на склад и предъявил претензии хранителю. Но и эта попытка оказалась безуспешной. Директор склада сослался на внутренний режим и на то, что при приеме товаров на хранение склад действовал на основании закона и договора. В частности, в ГК РФ указано, что склад обязан за свой счет произвести осмотр товаров и определить их внешнее состояние, количество (число единиц или товарных мест либо меру - вес, объем). Это правило действует, если иное не указано в договоре. В том "типовом договоре", который был подписан, содержалось лишь условие о том, что "хранитель осуществляет приемку товара".

Избежать подобных осложнений можно, если указать в договоре хранения обязанность склада допустить к участию в процессе приемки товара при помещении его на склад не только представителей поклажедателей, но и третьих лиц: перевозчика и поставщика. Кроме того, иногда договоры купли-продажи, поставок, страхования требуют, чтобы в приемке товара принимали участие представители страховых компаний, эксперты и специалисты из других организаций и учреждений. Например, если транспортное средство, в котором перевозились товары, потерпело крушение, стало участником аварии или есть другие основания полагать, что груз мог быть поврежден или какая-то его часть была утрачена (например, сорваны или повреждены пломбы на транспортном средстве). Это тоже желательно заранее учесть в тексте договора хранения.

Одновременно нужно закрепить, как будет оповещаться склад о необходимости допуска к приемке третьих лиц и как должны быть подтверждены их полномочия.

Поклажедатели вправе контролировать, в каких условиях хранятся их товары на складах, проверять их состояние. Но пользуются этим правом очень редко, хотя на практике нарушения при хранении товаров допускаются повсеместно независимо от того, крупный это склад или мелкий и кому он принадлежит. В результате одежда и обувь может навсегда пропитаться запахом машинного масла, хранящегося по соседству, а бытовая техника и продукты питания зачастую находятся в помещении, в котором температура воздуха и влажность зависят только от капризов погоды. На многих складах, куда предприниматели всеми правдами и неправдами помещают товар несмотря на уверения администрации, отсутствует или не работает оборудование, обеспечивающее оптимальные условия хранения. Зачастую нет специальных стеллажей и поддонов, товар располагается навалом на влажном грязном полу. Во многих случаях отсутствуют специальные приспособления, обеспечивающие погрузку и разгрузку. А измерительные приборы, которыми оборудованы склады, неисправны. Например, якобы отрегулированные весы показывают подозрительно маленький вес.

Последствия такого варварского обращения с товаром могут оказаться самыми печальными. Потребители, которым вы сами того не зная отправите испорченный или пришедший в негодность товар, предъявят претензии к вам, а не к складу. Пострадает деловая репутация и имидж фирмы как надежного и добросовестного партнера. А впоследствии вам еще предстоит доказать, что товар был испорчен или поврежден именно по вине склада.

Помимо прочего, компания, в которой застрахован товар на время хранения, может на

законных основаниях расторгнуть страховой договор или потребовать увеличить размер своей премии. И все из-за того, что степень страховых рисков увеличилась в результате несоблюдения надлежащих и оговоренных заранее условий хранения. Кстати, при наступлении страхового случая, приведшего к утрате или повреждению товара, страховщик вправе вообще отказать в выплате по указанному основанию. Например, если из-за небольшого подтопления пострадала продукция, которая должна была храниться на специальных поддонах или стеллажах, а вместо этого навалом лежала на полу.

На особенности хранения товаров лучше обращать внимание в договоре или в приложениях к нему. Тогда представителю поклажедателя будет легче контролировать, насколько добросовестно склад исполняет свои обязанности. Лучше, если представитель поклажедателя не только осмотрит складские помещения до того, как в них будет помещен товар, но и станет проводить такие проверки регулярно. Для этого он должен иметь право беспрепятственного доступа на склад в любой день и, желательно, без предварительного уведомления администрации. Данное условие также можно оговорить в договоре, как и санкции за его неисполнение.

Обращайте внимание на соблюдение складом противопожарных, санитарных, охранительных и иных правил. Сообщение о том, что "недавно санэпидстанция и пожарные приходили с проверкой и никаких нарушений не обнаружили", не должно вводить вас в заблуждение. Необходимо, чтобы специалист вашей компании убедился в этом лично.

Проверка количества и состояния товара при возвращении его товаровладельцу
Итак, не многие договоры хранения содержат подробный порядок проверки товара при его возврате поклажедателя. Из-за этого возникают конфликты, ведь во время своего пребывания на складе товары разворовываются или подвергаются неблагоприятному внешнему воздействию (влага, грызуны, насекомые и пр.). Бывает, что рядовые работники складов своими силами устраняют внешние признаки такого воздействия.

Пример Предприниматель закупил зимние женские шубы и полушубки и поместил их на склад. Товар расположили в помещении, в котором уже длительное время хранилась зимняя спецодежда и обувь, принадлежащая некоему СМУ. Как оказалось позднее, товар СМУ был заражен молью, которая, бросив доедать валенки, перекинулась на дорогие меха. Очень скоро работники склада обнаружили, что часть шуб повреждена. Желания нести материальную ответственность у руководства склада не было, и оно распорядилось любыми способами устранить внешние признаки повреждений. На протяжении нескольких дней можно было наблюдать, как грузчики и кладовщики дружно выбивают палками бабочек и гусениц из шуб, вывешивают меха на мороз, мажут их керосином, а потом обкуривают всяческими благовониями, содержащими лаванду.

После того как товар принял надлежащий вид, директор склада по надуманному поводу поспешил расторгнуть договор хранения и вернуть злополучные шубы законному владельцу. При оформлении возврата шуб представитель предпринимателя на нескольких документах расписался, что весь товар был им осмотрен, проверен и принят "без претензий". Причем на "осмотре" каждого изделия настоял представитель администрации, объяснив, что у них "такой порядок возврата дорогостоящего товара". Правда, сам "осмотр" состоялся в полутемном помещении, где половина лампочек была вывернута заранее.

Спустя несколько месяцев предприниматель попытался неофициально выяснить, где именно и при каких обстоятельствах был поврежден товар, однако установить этого не

удалось. Да и время для предъявления претензий было упущено.

Закон дает возможность поклажедателю обратиться с претензиями к складу, если недостача или повреждения не могли быть обнаружены "...при обычном способе принятия товара...". Но для этого в течение трех дней после получения товара он должен его осмотреть, составить соответствующие акты (о характере повреждений) и направить их складу вместе с заявлением "о недостаче или повреждении товара вследствие его ненадлежащего хранения".

Раздельное и обезличенное хранение

Склады принимают на хранение товары с раздельным хранением и с обезличением. В первом случае вещи различных поклажедателей хранятся раздельно, и они являются собственниками своего имущества. Во втором - товары различных поклажедателей смешиваются, и склад обязуется вернуть каждому поклажедателю равное количество вещей того же рода и качества, какие были сданы на хранение. Применение второго способа выгодно складу: его расходы на хранение снижаются, упрощаются складские работы. Поклажедатель выигрывает только в оплате расходов на хранение, но при этом возрастает риск получить обратно чужое имущество, которое не будет соответствовать тому, которое сдавалось.

Пример Фирма поместила на склад партию кофе, закупленного у известного иностранного производителя. Представителю поклажедателя предложили обезличенное хранение товара и объяснили, что так выйдет дешевле. Не вникнув в суть, тот согласился. Когда фирма забрала товар со склада и начала реализацию, у нее возникли неприятности. Потребители стали обращаться с жалобами на некачественный продукт к продавцам и в различные государственные органы. Сомневаться в добросовестности производителя оснований не было, и руководство фирмы пришло к выводу, что товар был заменен на складе. Упакован этот кофе был в такие же банки и коробки, что и фирменный, а выявить подделку можно только внимательно осмотрев упаковку.

Фирма обратилась к складу с требованием о возмещении убытков. Однако склад в этом отказал, отметив, что его вины в происшедшем нет и что все претензии нужно предъявлять либо к поставщику, либо к той компании, чей товар хранился вместе с товаром этого поклажедателя. Сейчас фирма готовится к затяжному судебному процессу, подсчитывает убытки и уже понесенные расходы на экспертизы. Пока трудно прогнозировать, чем закончится для сторон это дело. Юристы компании говорят, что многое будет зависеть от того, какую позицию займет в суде представитель склада и как поведет себя вторая компания, хранившая свой товар вместе с товаром фирмы. Кроме того, их интересует, какие документы на свой товар в качестве доказательства предъявит суду второй поклажедатель, который предположительно поместил на склад подделку.

Если ваш товар хранится с обезличением, то следует постоянно контролировать качество товаров. Этот контроль осуществляется путем взятия проб.

Складские Копперфилды

Работники складов славятся своими способностями буквально из ничего делать излишки и неучтенный в документах товар. Труженики складских хозяйств искусственно создают повышенную влажность, заменяют одни товары другими, обсчитывают и обвешивают, обмеривают при приемке и отпуске товара. Недостатки в товаре и его недостачу списывают за счет "...естественного ухудшения, убыли, иного изменения вследствие его естественных свойств".

Пример Руководитель одной компании восхищался изощренностью ума работников склада, рассказывая про то, как он пытался поймать воров. Однажды у него начались проблемы: мороженая океанская рыба стала поступать в меньшем объеме, чем это предусматривал договор поставки. Он связался с поставщиком и пригрозил санкциями. Поставщик отреагировал немедленно: пусть ваш представитель контролирует отгрузку. Так и сделали, погрузка проходила под строгим контролем. Потом пришлось взять под контроль и транспортную цепочку. Но хищения не прекращались. Наконец, дошли до склада покупателя, куда прибывал товар. Разгрузка там осуществлялась под бдительным контролем представителей поклажедателя, и никаких нарушений не обнаруживалось. Потом решили взвешивать машины до и после разгрузки, после чего стало совершенно очевидно, что воруют все-таки на складе при разгрузке. Но как это происходит, установить не удалось, как ни старался поклажедатель. Товар буквально растворялся в воздухе.

Если собственная служба безопасности в подобных ситуациях не справляется, нужно обращаться к профессионалам. Например, в правоохранительные органы или в коммерческие детективные агентства. Но в отличие от правоохранительных органов, те же частные охранные предприятия не имеют возможности при необходимости проверить документацию хранителя (если, конечно, он сам ее не представит). Но влиятельная и серьезная фирма вправе провести предварительную проверку, собрать данные и либо инициировать такую проверку (например, обратившись в милицию или налоговые органы), либо просто передать им материал для проверки.

"Утечка" товаров для "личных нужд" происходит постоянно - это одно. Руководство складов об этом знает, но решительные меры для пресечения хищений обычно не предпринимает. Совсем другое - воровать в промышленных масштабах и поставить дело на поток. В последнем случае не обходится без участия кого-то из высшего руководства склада и покровительства госчиновников. Например, руководитель склада может владеть магазином, где ассортимент будет полностью аналогичен товарам, завозимым на склад.

Ворованные товары обычно хранятся на других складах (как правило, их несколько). И если на одном из складов возникает необходимость пополнить недостающее количество товаров, то их просто привозят на время проверок.

* Товаровладелец, передающий имущество на хранение.

** Размер платы за хранение определяется обычно на основе ставок и тарифов или по соглашению сторон. Выплата может производиться по окончании хранения или периодически/

8. Оптимальный размер заказа

Наиболее распространенной моделью прикладной теории логистики является модель оптимального или экономичного размера заказа EOQ (Economic Order Quantity) [2, 7, 9 и др.]. Расчет EOQ производится на основе суммарных общих затрат C_{Σ} , которые можно представить в виде функции [7, 46, 47, 53, 60 и др.]

$$C_{\Sigma} = C_K + C_3 + C_X + C_D + C_L \quad (8.1)$$

Затраты на приобретение C_K определяются стоимостью единицы продукции; в свою очередь стоимость может быть постоянной или переменной при учете оптовых скидок, которые зависят от объема заказа.

Затраты на оформление заказа C_3 представляют собой постоянные расходы, связанные с размещением заказа у поставщиков и его транспортировкой. Считается, что затраты C_3 не зависят от объема заказа, что, на наш взгляд, является дискуссионным.

Затраты на хранение запаса C_X отражают затраты на содержание и грузопереработку запаса на складе; затраты C_X включают как процент на инвестированный капитал, так и стоимость хранения, содержания и ухода.

Потери от дефицита запаса C_D включают, во-первых, потенциальные потери прибыли из-за отсутствия запаса, во-вторых, возможные потери из-за утраты доверия покупателей.

В общую зависимость (8.1) включен еще один вид затрат, который мы назвали «скрытые» или «латентные». Это те затраты, которые реально существуют, но не учитываются в расчетных моделях. Примером таких затрат являются расходы на хранение продукции в контейнерах, кузовах автомобилей или железнодорожных вагонах при разгрузке транспортных средств, прибывающих на склад. К «скрытым» можно отнести, на наш взгляд, затраты, которые отражают взаимозависимость и взаимовлияние текущего и страхового запасов. К сожалению, эти вопросы еще не получили должного освещения в литературе по логистике.

Очевидно, что учет различного количества слагаемых в формуле (8.1) приводит к многовариантности расчетных формул для определения EOQ. Рассмотрению некоторых из них посвящен данный раздел.

8.1. Основная модель расчета оптимального размера заказа

При формировании основной модели расчета EOQ в качестве критерия оптимизации принимается минимум общих затрат C_{Σ} , включающих затраты на выполнение заказов C_3 и затраты на хранение запаса на складе C_X в течение определенного периода времени (год, квартал и т.п.)

$$C_{\Sigma} = C_3 + C_x = \frac{C_0 A}{S} + \frac{S}{2} C_n i \rightarrow \min, \quad (8.2)$$

где: C_0 - затраты на выполнение одного заказа, руб;

A - потребность в заказываемом продукте в течение данного периода, шт.;

C_n - цена единицы продукции, хранимой на складе, руб.;

i - доля от цены C_n , приходящейся на затраты по хранению;

S - искомая величина заказа, шт.

На рис.8.1 представлены составляющие затрат C_3 и C_x и суммарные затраты C_{Σ} в зависимости от размера заказа.

Из рис.8.1 видно, что затраты на выполнение заказов с увеличением размера заказа уменьшаются, подчиняясь гиперболической зависимости (кривая 1); затраты на хранение партии поставки возрастают прямо пропорционально размеру заказа (линия 2); кривая общих затрат (кривая 3), имеет вогнутый характер, что говорит о наличии минимума, соответствующего оптимальной партии S_0 .

Значение оптимума S_0 совпадает с точкой пересечения зависимостей C_3 и C_x . Это объясняется тем, что абсцисса точки пересечения S находится из решения уравнения

$$\frac{C_0 A}{S} = \frac{C_n i}{2} S, \quad (8.3)$$

то есть

$$S = S_0 = \sqrt{\frac{2C_0 A}{C_n i}}, \quad (8.4)$$

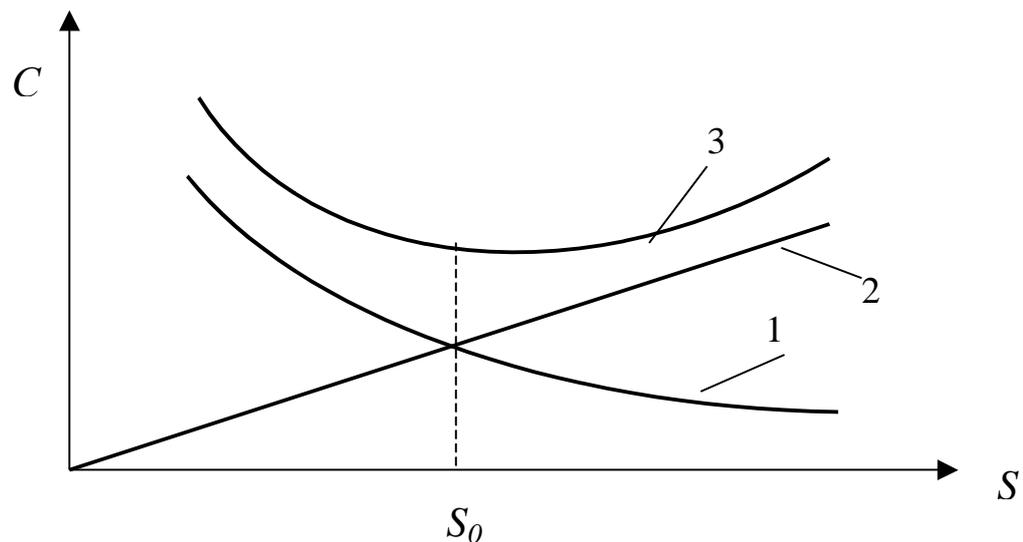


Рис. 8.1. Зависимость затрат от размера заказа: 1 – затраты на выполнение заказа; 2 – затраты на хранение; 3 – суммарные затраты.

При других зависимостях $C_3 = f(S)$ и $C_x = f(S)$ указанное совпадение может не наблюдаться и в этом случае необходимо применить процедуру оптимизации. Так, для функции (8.2) находим

$$\frac{dC_{\Sigma}}{dS} = -\frac{C_0 A}{S^2} + \frac{C_n i}{2} = 0, \quad (8.5)$$

Решая уравнение (8.5), приходим к формуле (8.4) для определения EOQ.

Зная S_0 , нетрудно определить количество заказов

$$N = A / S_0, \quad (8.6)$$

минимальные суммарные затраты за рассматриваемый период

$$C_{\Sigma min} = \sqrt{2C_0 A C_n i}, \quad (8.7)$$

время между заказами

$$T_3 = D_p S_0 / A = D_p / N, \quad (8.8)$$

где D_p – продолжительность рассматриваемого периода.

Если речь идет о количестве рабочих дней в году, то $D_p=260$ дней, если о количестве недель, то $D_p=52$ недели; в общем случае $D_p=365$ дней.

Формула (8.4) встречается в различных источниках под следующими названиями: Уилсона (наиболее распространенная) или Вильсона, Харриса, Кампа.

Формула (8.4) получена при большом количестве допущений:

- затраты на выполнение заказа C_0 , цена поставляемой продукции C_n и затраты на хранение единицы продукции в течение рассматриваемого периода постоянны;
- период между заказами (поставками) постоянный, т.е. $T_3=const$;
- заказ S_0 выполняется полностью, мгновенно;
- интенсивность спроса $\lambda = S_0 / T_3$ - постоянна;
- емкость склада не ограничена;
- рассматриваются только текущие (регулярные) запасы, другие виды запасов (страховые, подготовительные, сезонные, транзитные и т.д.) не учитываются.

Пример 8.1. Рассмотрим последовательность расчета оптимальной партии заказа.

Исходные данные:

- потребность в заказываемом продукте (в год) $A=1000$ ед.;
- цена единицы продукции $C_n=600$ руб.;
- доля от цены, приходящаяся на затраты по хранению (в год) $i=0,25$;
- затраты на выполнение одного заказа $C_0=500$ руб.

По формуле (8.4) находим оптимальный размер заказа.

$$S_o = \sqrt{\frac{2 \cdot 500 \cdot 1000}{600 \cdot 0,25}} \cong 82 \text{ ед.},$$

минимальные суммарные затраты на выполнение заказов и хранение продукции в течение года, формула (8.7)

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

Определим также количество заказов, формула (8.6),

$$N = \frac{1000}{82} \approx 12$$

и периодичность их выполнения, формула (8.8),

$$T_3 = \frac{260 \cdot 82}{1000} = 22 \text{ дн.}$$

Анализ ряда работ показал, что трактовка затрат C_0 , связанных с заказом, носит дискуссионный характер. Так, в большинстве работ C_0 включает транспортно-заготовительные затраты: от расходов на заключение договора и поиска поставщиков до оплаты услуг по доставке. Например, в работе [22] затраты на поставку единицы заказываемого продукта включают следующие элементы:

- стоимость транспортировки заказа;
- затраты на разработку условий поставки;
- стоимость контроля выполнения заказа;
- затраты на выпуск каталогов;
- стоимость форм документов.

В других работах, например [47], транспортные затраты не входят в C_0 и представлены в виде дополнительных слагаемых: собственно затрат на транспортировку и затрат, связанных с запасами на время в пути.

Еще один вариант учета транспортных затрат состоит в том, что они учитываются в стоимости единицы продукции C_n , поступивший на склад. Если покупатель сам оплачивает транспортные расходы и несет полную ответственность за груз в пути, то это приводит к тому, что при оценке стоимости товаров, хранящихся на складе в качестве запасов, к их закупочной цене следует прибавить транспортные расходы [2, стр.246].

В табл.8.1 приведены результаты расчетов оптимальной партии заказа, количество заказов в год и периодичность заказа при $D_p=260$ дней. Из табл.8.1 видно, что формула (8.4) охватывает широкий диапазон величины заказов в течение расчетного периода, при этом составляющая i , связанная с оценкой затрат на хранение, в основном колеблется в довольно узком диапазоне 0,2-0,25.

Таблица 8.1

Исходные данные и оптимальные размеры заказа, рассчитанные по формуле Уилсона

Исходные данные	S_o ,	Кол-	Периоды	Источник
-----------------	---------	------	---------	----------

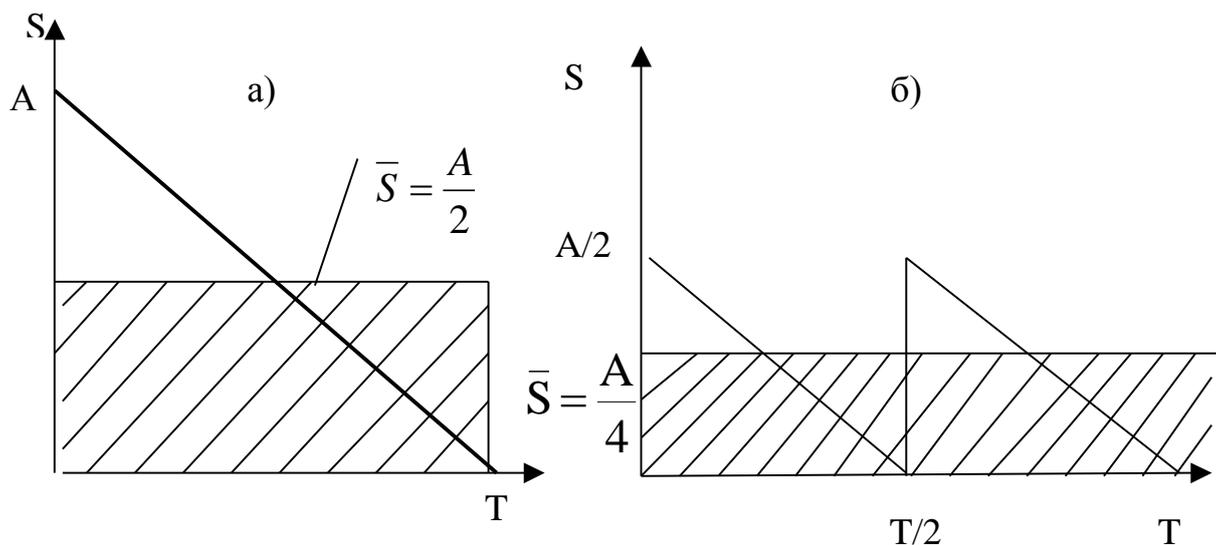
C_0	A	C_n	i^*	шт .	во заказ ов N	чность заказа, T_3 , дн.	
20 0	15 50	56 0	0, 2 0	75	20	13	Аникин Б.А. и др. [22]
25 0	50 0	40	0, 1 0	25 0	2	130	Гаджинский А.М., [9]
15	12 00	0,1		60 0	2	130	Неруш Ю.М. [36]
60, 8	12 00	29, 3	0, 2 2	15 1	8	32	Сергеев В.И. [47]
19	24 00	5	0, 2	30 0	6	43	Бауэрсокс Д., Клосс Д. [2]
50	90 0	45 **	0, 2 5	89	10	26	Линдерс М., Фирон Х. [21]
30 0	30 00	5		60 0	5	52	Shapiro S.F. [69]
25	10 00	0,2		50 0	2	130	Джонсон Д. и др. [12]
Примечание: *)-доля от годовой стоимости запаса на хранение; **-) в стоимость хранения включены затраты на транспортировку							

Однако, в работе [51] указывается, что величина i в некоторых конкретных расчетах значительно выше ($i=0,36$). В тоже время, проведенные исследования показали, что даже при соблюдении всех ограничений, допущения, принятые при выводе формулы Уилсона, требуют уточнения, и первую очередь, затраты на хранение.

В модели (8.2) предполагается, что оплата за хранение единицы продукции пропорциональна ее цене, а среднее количество находящейся на хранении продукции при постоянной интенсивности спроса на данный период времени равно

$$\bar{S} = S / 2 \quad (8.9)$$

Из рис.8.2 виден принцип получения зависимости (8.9). Так, если бы за время T был произведен один заказ, равный потребности в заказываемом продукте A , то в среднем на хранении находилось бы $A/2$ продукции. Если два заказа с интервалом $T/2$, то среднее количество хранимой продукции было бы $A/4$ и т.д.



а) – максимальный запас A ; б)-максимальный запас $A/2$

Рис.8.2. Определение средней величины запаса на складе

Однако, практика аренды складских помещений, а также расчеты затрат на хранение на складах ряда фирм, говорят о том, что как правило учитывается не средний размер партии, а площадь (или объем) склада, которая требуется для всей поступившей партии

$$C_x = \alpha k S \quad , \quad (8.10)$$

где α - затраты на хранение единицы продукции с учетом занимаемой площади (объема) склада, руб. \cdot м² (руб. \cdot м³);

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

При подстановке (8.10) в формулу (8.2) получим

$$C_{\Sigma} = \frac{C_o A}{S} + \alpha k S \rightarrow \min \quad (8.11)$$

Определим оптимальный размер заказа с использованием стандартной процедуры и после необходимых преобразований находим

$$S_o = \sqrt{\frac{C_o A}{\alpha k}} \quad (8.12)$$

Величина минимальных затрат рассчитывается по формуле

$$C_{\Sigma \min} = 2\sqrt{C_o A \alpha k} \quad (8.13)$$

Полученные зависимости показывают, что в общем случае целесообразно представление затрат на хранение в виде двух составляющих

$$C_X = \Delta_1 C_{X1} + \Delta_2 C_{X2} \quad (8.14)$$

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

Один из возможных вариантов зависимости (8.14) может быть представлен в виде

$$C_X = \Delta C_{X1} + (1 - \Delta)C_{X2} \quad (8.15)$$

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

Первая составляющая C_{X1} отражает затраты, связанные со страхованием, учетом рисков, налогами и другими, определяемыми в зависимости от цены единицы товара и средней его величины, формула (8.9). Вторая составляющая C_{X2} , отражающая затраты, связанные с хранением продукции, рассчитывается пропорционально площади (или объему), которую занимает поступивший заказ на складе, формула (8.10). Таким образом, с учетом (8.15) зависимость (8.2) может быть представлена в виде

$$C_{\Sigma} = \frac{C_o A}{S} + \Delta \frac{S C_n i}{2} + (1 - \Delta) a k S \quad (8.16)$$

Преимущества дифференцированного учета затрат на хранение заключается в следующем. Во-первых, формула (8.16) включает оба ранее рассмотренных подхода: при $\Delta=1$ приходим к формуле Уилсона (8.4); при $\Delta=0$ – к формуле (8.12).

Во-вторых, при наличии скидок на цену товара в зависимости от размера партии, эта особенность учитывается в первой составляющей C_{X1} , т.е. $C_n = f(S)$.

В-третьих, при учете не мгновенной разгрузки, т.е. постепенном пополнении (производственного) запаса, когда одновременно происходит перемещение продукции на склад и ее отпуск, фактически требуемая площадь (объем) склада меньше, чем поставляемая партия. Это означает, что в формуле (8.16) при расчете C_{X2} учитывается величина S^* , меньшая оптимального размера партии поставки S_o (соответствующей мгновенной разгрузке).

Очевидно, формула (8.16) для удобства расчетов может быть представлена в виде

$$C_{\Sigma \min} = \frac{A C_o}{S} + \beta C_n i S, \quad (8.17)$$

где $\beta = \left(\frac{\Delta}{2} + \frac{(1 - \Delta) a k}{C_n i} \right)$

Пример 8.2. Допустим, что каждая единица продукции, рассмотренная в примере 8.1, упакована в ящик следующих размеров: $a \times b \times c$ ($a = 0,3$ м – ширина; $b = 0,4$ м – длина; $c = 0,3$ м – высота); при хранении допускается штабелирование ящиков в h ярусов ($h=6$). В табл. 8.2 приведены ставки аренды складских помещений в Санкт-Петербурге.

Таблица 8.2

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

Дата	Класс С		Класс Б		Класс А	
	Ангар	Здание		Здание		Здание
		1 этаж	верх	1 этаж	верх	1 этаж
2003 (ноябрь)	3,5*/3,2	4,0/3,5	4/3	5,7/4,1	5,3/4,15	7-8
2004 (сентябрь)	6,2/5,2	6,4/5	5,2/4,6	7,3/5,25	6,4/5,3	12,0
2005 (февраль)	7,3/6,4	7,2/6,0	6,8/5,3	8,5/8,1	7,4/6,3	12,64

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

Рассчитаем затраты на хранение единицы продукции при условии, что выбран склад класса С (холодное помещение, первый этаж). Найдем величину α и k , формула (8.10) при условии 1 долл = 28 руб.:

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

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

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

Используя данные примера 8.1, найдем оптимальный размер заказа

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

минимальные затраты

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

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

В табл. 8.3 приведены результаты расчетов основных параметров оптимальных размеров заказа для различных Δ . Из табл. 8.3 видно, что различный способ учета затрат на хранение приводит к значительному изменению параметров модели EOQ. Так, соотношение оптимальных размеров заказа составило

$$\varphi_q = \frac{|q_{\Delta=1} - q_{\Delta=0}|}{q_{\Delta=1}} 100 = \frac{|82 - 112|}{82} 100 = 36,6\%$$

минимальных затрат

$$\varphi_C = \frac{|C_{\Delta=1} - C_{\Delta=0}|}{C_{\Delta=1}} \cdot 100 = \frac{|12247 - 8944|}{12247} \cdot 100 = 27\%$$

Таблица 8.3

Результаты расчета основных параметров ЕОQ

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

В данном примере наблюдается отчетливая тенденция изменения основных параметров при уменьшении коэффициента Δ , но как показали расчеты, эта тенденция наблюдается не всегда и может носить противоположный характер.

8.2. Учет скидок при расчете оптимальной партии заказа

Не менее важным условием, которое необходимо учитывать при расчете ЕОQ, являются скидки. Известно, что при покупке партии товара большинство фирм дает скидки, величина которых зависит от размера партии S . Наиболее часто в работах по управлению запасами приводится дискретные зависимости, отражающие изменение цены единицы продукции C_{nj} от размера партии S_j , при этом возможны различные варианты (см. табл. 8.4).

Таблица 8.4

Изменение цены единицы продукции и затрат на хранение в зависимости от размера партии поставки

Размер поставки, ед.	Цена единицы продукции, C_{nj} , у.е.	Вариант учета затрат на хранение			
		Первый ($i=0,24$)	Второй C_{nj} , у.е. ($i=0,24$)	Третий	
				C_j	C_{nj} , у.е.
1-99	2,5	$C_{nj}=0,6$	0,60	0,24	0,6
100-199	2,0		0,48	0,20	0,4
200 и более	1,8		0,43	0,20	0,36

Первый вариант, когда цена меняется, а затраты на хранение остаются такими же, т.е. не зависят от изменения цены. С учетом (8.1) и (8.2) зависимость суммарных затрат записывается в виде

$$C_{\Sigma} = AC_{nj} + \frac{AC_o}{S} + \frac{C_n i}{2} S \quad (8.18)$$

В результате расчета получаем семейство кривых суммарных затрат $C_{\Sigma}(q)$, при этом оптимальная партия заказа не зависит от величины скидок и определяется по формуле (8.4).

Пример 8.3. Определим величину оптимальной партии заказа с учетом скидок при следующих исходных данных:

- общая потребность $A=1000$ ед.;
- затраты на выполнение заказа $C_o=6,75$ у.е.;
- цена единицы продукции $C_{П}=2,5$ у.е.;
- доля от цены (на хранение) $i=0,24$.

Цены на единицу продукции $C_{Пj}$ с учетом скидок возьмем из табл. 8.4.

1. Рассчитаем величину EOQ

$$S_o^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000 \cdot 6,75}{2,5 \cdot 0,24}} = 150 \text{ ед.}$$

минимальные затраты при $S_o^* = 150$ ед.

$$C_{\Sigma \min} = 1000 \cdot 2,0 + \sqrt{2 \cdot 1000 \cdot 6,75 \cdot 0,6} = 2090 \text{ у.е.}$$

2. Определим суммарные затраты C_{Σ} при различных S с учетом скидок по формуле (8.18). Например, при $S=50$ ед. находим

$$C_{\Sigma} = 1000 \cdot 2,5 + \frac{1000 \cdot 6,75}{50} + \frac{2,5 \cdot 0,24 \cdot 50}{2} = 2650 \text{ у.е.}$$

Результаты расчетов приведены в табл. 8.5.

Из анализа полученных результатов следует, что минимальные суммарные затраты $C_{\Sigma}=1893$ у.е. Таким образом, оптимальная партия заказа $S_o=200$ ед. (а не $S_o^*=150$ ед.), соответственно число заказов $N=5$, а периодичность заказов $T=260/5=42$ дня.

3. При анализе первого варианта необходимо сделать проверку, что выбранное значение EOQ $S_o=200$ ед. при максимальной скидке $C_{nj}=1,8$ у.е. действительно соответствует минимальным суммарным затратам.

Допустим, что в рассматриваемом примере вместо $C_{nj=3}=1,8$ у.е. (при $S \geq 200$ ед.) была предложена другая скидка $C_{nj=3}=1,9$ у.е. при $S \geq 700$ ед. При подстановке этих значений в формулу (8.18) находим

$$C_{\Sigma}^{**} = 1000 \cdot 1,9 + \frac{1000 \cdot 6,75}{700} + \frac{2,5 \cdot 0,24}{2} \cdot 700 = 2120 \text{ у.е.}$$

Таблица 8.5

**Результаты расчета суммарных затрат с учетом скидок
(первый вариант)**

Цена единицы	Затраты на приобретение	Размер заказа	Затраты на выполнение заказа,	Затраты на хранение	Суммарные затраты

товара $C_{Пj}, \text{ у.е.}$	$AC_{Пj}, \text{ у.е.}$	$S, \text{ ед.}$	$\frac{10^3 \cdot 6,75}{S},$ у.е.	$\frac{2,5 \cdot 0,24}{2} S$ у.е.	ы $C_{\Sigma},$ у.е.
2,5	2500	50	135	15,0	2650
		75	90	22,5	2612
		99	68,2	29,7	2598
2,0	2000	100	67,5	30	2097
		150	45,0	45	2090
		199	33,9	59	2094
1,8	1800	200	33,7	60	1894
		250	27,0	75	1902
		300	22,5	90	1912
	
		1000	6,75	300	2107

Из сравнения величины C_{Σ}^{**} и C_{Σ}^* следует, что C_{Σ}^* меньше, следовательно, оптимальная партия поставки $S_o^* = 150$ ед. при цене за единицу продукции $C_{nj} = 2$ у.е. (рис. 8.3).

Второй вариант отражает изменения цены, как при оптовых закупках, так и при хранении

$$C_{\Sigma} = AC_{nj} + \frac{AC_o}{S} + \frac{C_{nj}i}{2} \quad (8.19)$$

Аналитическая зависимость общих издержек, связанных с запасами, записывается в виде системы уравнений для каждой j -й цены и для каждого уравнения рассчитывается оптимальная величина заказа S_{oj} . Если величины S_{oj} находятся внутри граничных значений j -й партии, то они сохраняются для дальнейших сравнительных расчетов. Если нет, то расчеты общих издержек производятся для граничных значений j -ой цены и они учитываются при сравнении издержек.

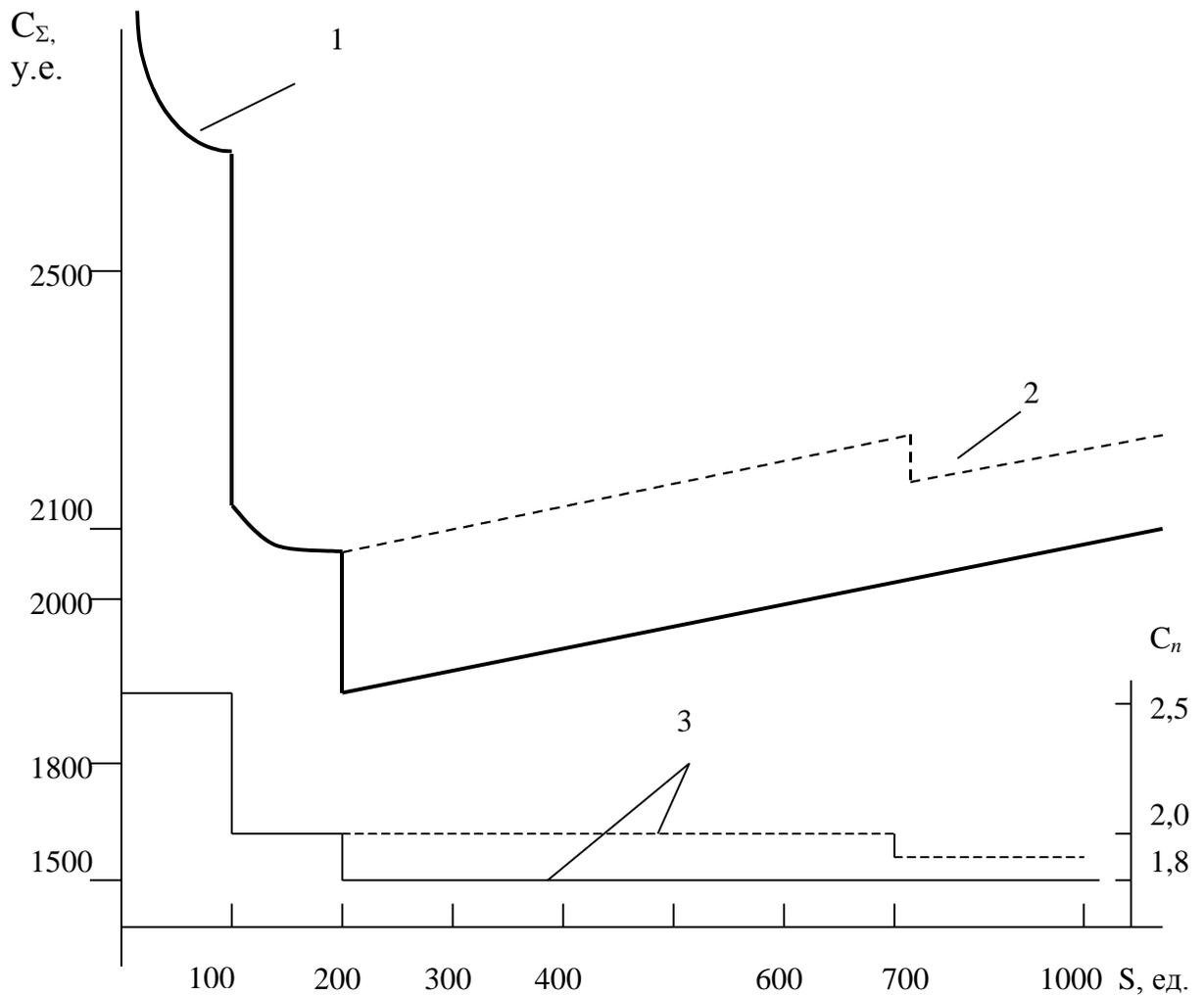


Рис. 8.3. График суммарных затрат с учетом скидков: 1 – суммарные затраты C_{Σ} при учете скидков $S_1=100$ ед., $S_2=200$ ед.; 2- суммарные затраты при учете скидков $S_1=100$ ед. и $S_2=700$ ед.; 3- цена единицы продукции с учетом скидков.

Третий, наиболее общий вариант, в котором между изменениями цены и изменяющимися затратами на хранение не наблюдается однозначной зависимости. По существу, речь идет о том, что изменяются два параметра: C_{nj} и i_j , при этом не обязательно, что границы изменения C_{nj} и i_j совпадают.

Пример 8.4. Рассчитаем оптимальную величину заказа для третьего варианта учета скидков, приведенных в табл. 8.4, и исходных данных примера 8.2.

1. Рассчитаем величины ЕОQ для трех партий поставок с различными ценами

$$S_{o1} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000 \cdot 6,75}{0,6}} = 150 \text{ ед.}; \quad S_1 \leq 99;$$

$$S_{o2} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000 \cdot 6,75}{0,4}} = 184 \text{ ед.}; \quad 100 \leq S_2 \leq 199$$

$$S_{o3} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000 \cdot 6,75}{0,36}} = 194 \text{ ед.} \quad 200 \leq S_3$$

2. Поскольку величина S_{o2} находится внутри границ данной партии, то производится расчет минимальных суммарных затрат по формуле

$$C_{\Sigma \min} = 1000 \cdot 2,0 + \sqrt{2 \cdot 1000 \cdot 6,75 \cdot 0,4} = 2074 \text{ у.е.}$$

3. Так как для первой S_{o1} и третьей S_{o3} партий ограничения на размер не соблюдаются, для них C_{Σ} рассчитываются на границах групп:

$$C_{\Sigma 1} = 1000 \cdot 2,5 + \frac{1000 \cdot 6,75}{99} + \frac{0,6}{2} \cdot 99 = 2598 \text{ у.е.}$$

$$C_{\Sigma 3} = 1000 \cdot 1,8 + \frac{1000 \cdot 6,75}{200} + \frac{0,36}{2} \cdot 200 = 1870 \text{ у.е.}$$

Поскольку $C_{\Sigma 3} < C_{\Sigma 2}$, то оптимальная партия поставки $S_{opt} = 200$ ед.

При увеличении количества ступеней «лестницы скидок», вместо системы уравнений используются непрерывные зависимости, рис.8.4.

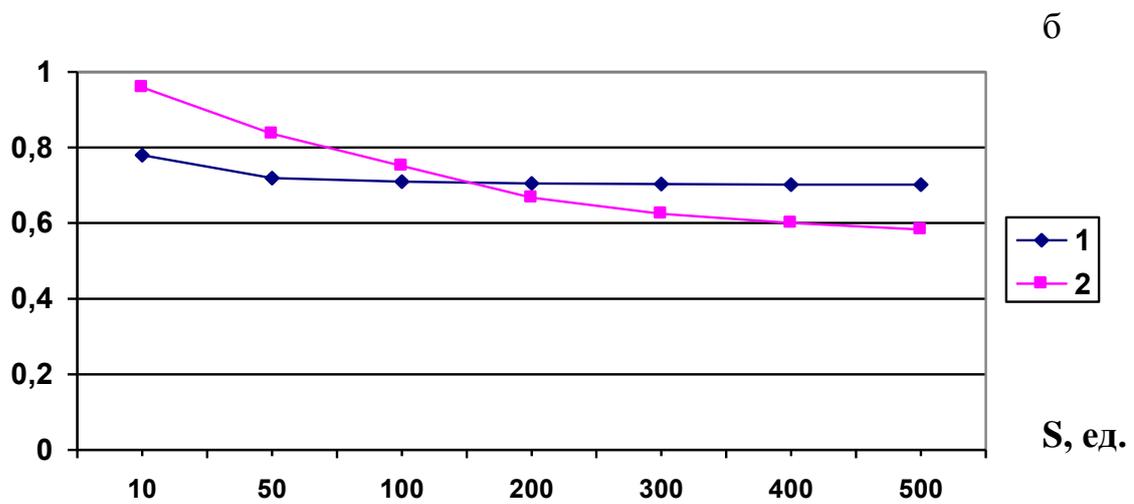
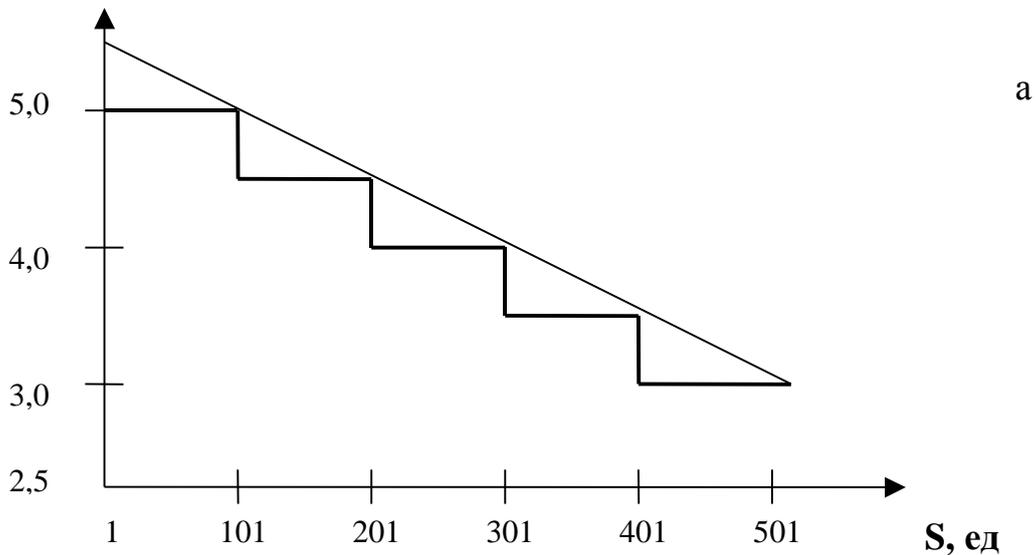
Например

$$C_s = C_n (1 - \gamma S), \quad (8.20)$$

или

$$C_s = C_n \left(a_0 + \frac{a_1}{b_0 + b_1 S} \right), \quad (8.21)$$

где γ , a_i , b_i - коэффициенты.



а - дискретная ("ступенчатая") зависимость и ее аппроксимация прямой, формула (8.20);

б - нелинейные зависимости скидок, формула (8.21): 1 ($a_0 = 0,7$; $v_0 = 0,99$);

2 ($a_0 = 0,5$; $v_0 = 0,99$).

Рис. 8.4. Зависимости, отражающие скидки с цены продукции

Пример 8.5. Определим C_n и коэффициент γ уравнения (8.20) на основании данных, приведенных в табл.8.6.

Из рис. 8.4а видно, что можно применить разные зависимости: по минимуму, по максимуму или средней величине объема закупок при одинаковой цене за единицу товара. Если выбрана зависимость для максимальных значений, то в качестве опорных точек могут быть взяты любые значения из правого столбца таблицы, например 99 ед. и 300 ед.

Таблица 8.6

Скидки с цены за объем закупок [2]

Расходы, дол.	Объем закупок, ед.
5,0	1-99

4,5	100-200
4,0	201-300
3,5	301-400
3,0	401-500

Тогда, уравнения для определения C_n и γ запишутся в виде

$$5 = C_n (1 - \gamma \cdot 99),$$

$$4 = C_n (1 - \gamma \cdot 300).$$

После преобразований находим $C_n = 5,492$, $\gamma = 0,0009$,

т.е. $C_s = 5,492 (1 - 0,0009 S)$, $1 \leq S < 1110$.

Рассмотрим зависимость (8.21), рис.8.4 б. Коэффициент a_0 отражает предельное снижение цены единицы продукции C_n при $S \rightarrow \infty$. Допустим, что коэффициент $a_1 = 1 - a_0$.

Коэффициенты b_0 и b_1 позволяют охарактеризовать изменения кривой C_s . Предположим, что $0 < b_0 < 1$ и коэффициенты b_0 и b_1 связаны соотношением $b_1 = 1 - b_0$.

В табл.8.7 приведены значения функции C_s при $C_n = 1$ для различных величин заказа S (от 10 до 500), при $a_0 = 0,7$ и $a_0 = 0,5$, а также различных коэффициентах b_0 . Из анализа данных табл.8.7 следует, что функция (8.21) позволяет довольно гибко учитывать зависимость между величиной скидки и объемом заказа.

Для примера рассчитаем коэффициенты a_i и b_i по данным табл.8.6.

Поскольку предельное уменьшение цены $C_{min} = 3$ долл., то $a_0 = 3/5 = 0,6$ и, соответственно, $a_1 = 0,4$.

Таблица 8.7

**Изменение величины скидки в зависимости от объема заказа,
формула (8.21)**

Заказ S , шт.	Коэффициенты b_0 (при $a_0=0,7$)			Коэффициенты b_0 (при $a_0=0,5$)		
	0,7	0,9	0,99	0,7	0,9	0,99
10	0,780	0,860	0,975	0,635	0,751	0,959
50	0,719	0,751	0,901	0,532	0,584	0,836
100	0,710	0,728	0,850	0,516	0,546	0,751
200	0,705	0,714	0,800	0,508	0,524	0,667
300	0,703	0,710	0,775	0,505	0,516	0,625
400	0,702	0,707	0,760	0,504	0,512	0,600
500	0,702	0,705	0,750	0,503	0,509	0,583

Для определения коэффициента b_0 воспользуемся значениями $S = 250$ ед., $C_s = 4,0$ долл., и после подстановки в уравнение (8.21) получим:

$$4 = 5\left(0,6 + \frac{0,4}{b_0 + (1 - b_0)250}\right),$$

откуда $b_0 = 0,996$, $b_1 = 1 - b_0 = 0,004$.

Для совершенствования методики расчета ЕОQ с учетом скидок представляет интерес исследование уравнения для общих затрат C_{Σ} . При подстановки (8.16) и (8.20) в формулу (8.1) запишем выражение для

$$C_{\Sigma}(S) = AC_n(1 - \gamma S) + \frac{AC_o}{S} + \frac{\Delta i}{2} SC_n(1 - \gamma S) + (1 - \Delta)akS \quad (8.22)$$

После преобразований получим критериальное уравнение для определения ЕОQ

$$C_{\Sigma}(S) = kS^2 + LS + M + \frac{N}{S} \rightarrow \min, \quad (8.23)$$

где $k = -\frac{\Delta i C_n \gamma}{2}$; $L = -AC_n \gamma + \frac{\Delta i}{2} C_n + (1 - \Delta)ak$;

$$M = AC_n; N = AC_o.$$

Воспользовавшись стандартной процедурой определения минимума, вычислим dC_{Σ} / dS и приравняем нулю. После упрощений, находим

$$aS^3 + bS^2 + d = 0 \quad (8.24)$$

где $a = 2k$; $b = L$; $d = -N$.

Для решения кубического уравнения (8.24) можно воспользоваться аналитическим или численным (итерационным) способами.

Аналитический способ. Один из вариантов сводится к следующему:

1. Вводится новая переменная $y = S + (b/3a)$.

2. При подстановке y в уравнение (8.24), после преобразований находим:

$$y^3 + 3py + 2q = 0, \quad (8.25)$$

где $p = -b^2/9a^2$; $q = \frac{d}{2a} + \frac{b^3}{27a^3}$.

3. Число действительных корней уравнения (8.25) зависит от знака дискриминанта

$$D = q^2 + p^3$$

При $D > 0$ действительный корень равен (формула Кардана)

$$Y_1 = \sqrt[3]{-q + \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-q - \sqrt{D}}, \quad (8.26)$$

При $D < 0$ для определения корней уравнения (8.25) используются специальные формулы.

Приближенный способ (метод итераций). Запишем уравнение (8.24) в виде

$$S_{i+1} = \frac{S_o^*}{\sqrt{\xi - 2\Delta\gamma S_i}}, \quad (8.27)$$

где $S_o^* = \sqrt{\frac{2AC_o}{C_n i}}$;

$$\xi = \Delta + \frac{2(1-\Delta)\alpha k}{C_n i} - \frac{2A\gamma}{i}$$

Подставив в правую часть $S=S_o^*$, находим первое приближение S_1 и сравним с S_o^* , затем подставляем $S=S_1$ и находим S_2 и т.д. Процесс повторяется несколько раз до достижения заданной точности.

Анализ уравнения (8.22) показывает, что при различных сочетаниях, входящих в него параметров ($A, C_n, \gamma, C_o, \Delta, i, \alpha k$) кривая общих затрат $C_\Sigma(S)$ подчиняется одной из четырех возможных зависимостей.

1. Наиболее распространенной является ситуация при которой составляющая $AC_n(1-\gamma S)$, связанная с закупками продукции, значительно превосходит сумму остальных слагаемых. В этом случае кривая $C_\Sigma(S)$ снижается практически монотонно во всем диапазоне изменения S . Данная ситуация является характерной для распределительных логистических каналов, когда затраты на выполнение заказов и хранение продукции составляют менее 10% от затрат на закупку. Величина размера оптимальной партии EOQ определяется предельным значением S_Γ (в частности $S_\Gamma=A$).

Пример 8.6. Определим затраты и величину EOQ с учетом скидок при следующих исходных данных: $A=1200$ ед. в год, $C_n=900$ руб. за единицу продукции; $\gamma=0,001$; $C_o=15000$ руб. за один заказ; $i=0,4$; $\alpha k=900$ руб./ед. продукции в год; $\Delta=0,5$; граничное значение $S_\Gamma=800$ ед.

Рассчитаем величину C_Σ при $S=100$ ед. При подстановке исходных данных в формулу (8.22) получим

$$C_\Sigma = 1200 \cdot 900(1 - 0,001 \cdot 100) + \frac{1200 \cdot 15000}{100} + \frac{0,5 \cdot 0,4}{2} \times \\ \times 100(1 - 0,001 \cdot 100) + 0,5 \cdot 900 \cdot 100 = 972 + 180 + 8 + 45 = 1205 \text{ тыс.руб.}$$

Определим также величину оптимальной партии поставки без учета скидок по формуле (8.17)

$$S_o^* = \sqrt{\frac{1200 \cdot 15000}{(0,1 \cdot 900 + 450)}} = 182 \text{ ед.}$$

Результаты расчетов приведены в табл. 8.8 и на рис.8.5. Их анализ показывает:

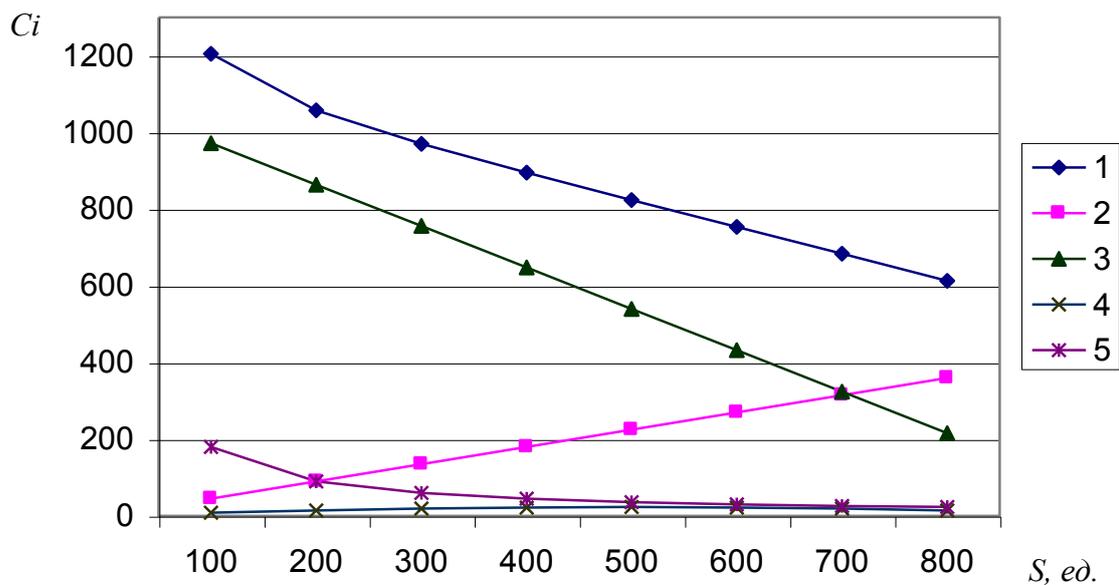
- зависимость затрат на хранение C_{X1} имеет параболический характер;
- суммарные затраты на выполнение заказа и хранение ($C_3 + C_{X1} + C_{X2}$) достигают минимального значения C_{min} при $S \approx 180$ ед.;
- общие суммарные затраты $C_{\Sigma}(S)$ снижаются с небольшими колебаниями и достигают минимума при граничном значении $S_{\Pi}=800$ ед., которое и следует выбрать в качестве ЕОQ.

Таблица 8.8

**Расчет составляющих и суммарных общих затрат с учетом скидков
(первый вариант), тыс. руб.**

Величина заказа а S , ед.	Затраты на закупку C_k	Затраты на выполнение заказа C_3	Затраты на хранение C_{X1}	Затраты на хранение C_{X2}	Суммарные затраты		
					$C_{X1} + C_{X2}$	$C_3 + C_{X1} + C_{X2}$	$C_{\Sigma}(S)$
100	972	180	8	45	53	233	1205
200	864	90	14	90	104	194	1058
300	756	60	19	135	154	214	970
400	648	45	22	180	202	247	895
500	540	36	23	225	248	284	824
600	432	30	22	270	292	322	754
700	324	26	19	315	334	360	684
800	216	23	14	360	374	397	613

Примечания: Расчетные величины округлены до целых значений.



- 1- суммарные общие затраты $C_{\Sigma}(S)$
- 2- затраты на хранение $C_{Х2}$
- 3- затраты на закупку с учетом скидок $C_{К}$
- 4- затраты на хранение $C_{Х1}$
- 5- затраты на выполнение заказа $C_{н}$

Рис.8.5. Суммарные общие затраты и их составляющие (первый вариант)

2. В том случае, когда затраты на хранение продукции $C_{Х2}$, не зависящие от цены C_n и скидок на нее, превосходят значения переменной составляющей затрат на приобретение заказа, т.е.

$$(1 - \Delta)\alpha k > AC_n \gamma \quad (8.28)$$

у кривой $C_{\Sigma}(S)$ имеется минимальное значение S_{min} , которое должно быть принято в качестве EОQ.

Данная ситуация является характерной для логистики снабжения, когда затраты на материальные ресурсы (сырье, полуфабрикаты, комплектующие и т.п.) меньше затрат, связанных с хранением, переработкой на складах и транспортировкой.

В табл. 8.9 приведены результаты расчетов $C_{\Sigma}(S)$ и других составляющих общих затрат при следующих исходных данных: $A=1200$ ед.; $C_n=900$ руб./ед.; $\gamma=0,0005$; $C_o=15000$ руб./заказ; $i=0,5$; $\alpha k=4500$ руб./ед. в год; $\Delta=0,8$; $S_{Г}=900$ ед. (рис. 8.6).

Таблица 8.9

**Расчет составляющих и суммарных общих затрат с учетом скидок
(второй вариант), тыс. руб.**

Вели	Затра	Затрат	Затра	Затр	Суммарные затраты
------	-------	--------	-------	------	-------------------

чина заказа S , ед.	ты на закуп ку, C_k	ы на выпол нение заказа C_3	ты на хране ние C_{x1} ,	аты на хран ение C_{x2}	$C_{x1}+$ C_{x2}	C_3+ $C_{x1}+$ $C_{x2}+$ C_x	$C_\Sigma(S)$
100	1026	180	17	90	107	287	1313
200	972	90	33	180	213	303	1275
300	918	60	46	270	316	376	1294
400	864	45	58	360	418	463	1327
500	810	36	68	450	518	554	1364
600	756	30	76	540	616	646	1402
700	702	26	82	630	712	738	1440
800	648	23	86	720	806	829	1477
900	594	20	89	810	899	919	1513

Из рис. 8.6 видно, что область минимальных значений S лежит в диапазоне 150-200 ед. Для точного определения $S_{\text{опт}}$ воспользуемся итерационной формулой (8.27).

Рассчитаем величину EOQ для частного случая, когда учитывается только затраты на выполнение заказа и хранение, формула Уилсона (8.4),

$$S_o = \sqrt{\frac{2 \cdot 1200 \cdot 15000}{900 \cdot 0,5}} = 283 \text{ ед.}$$

Определим также ξ , см. формулу (8.27).

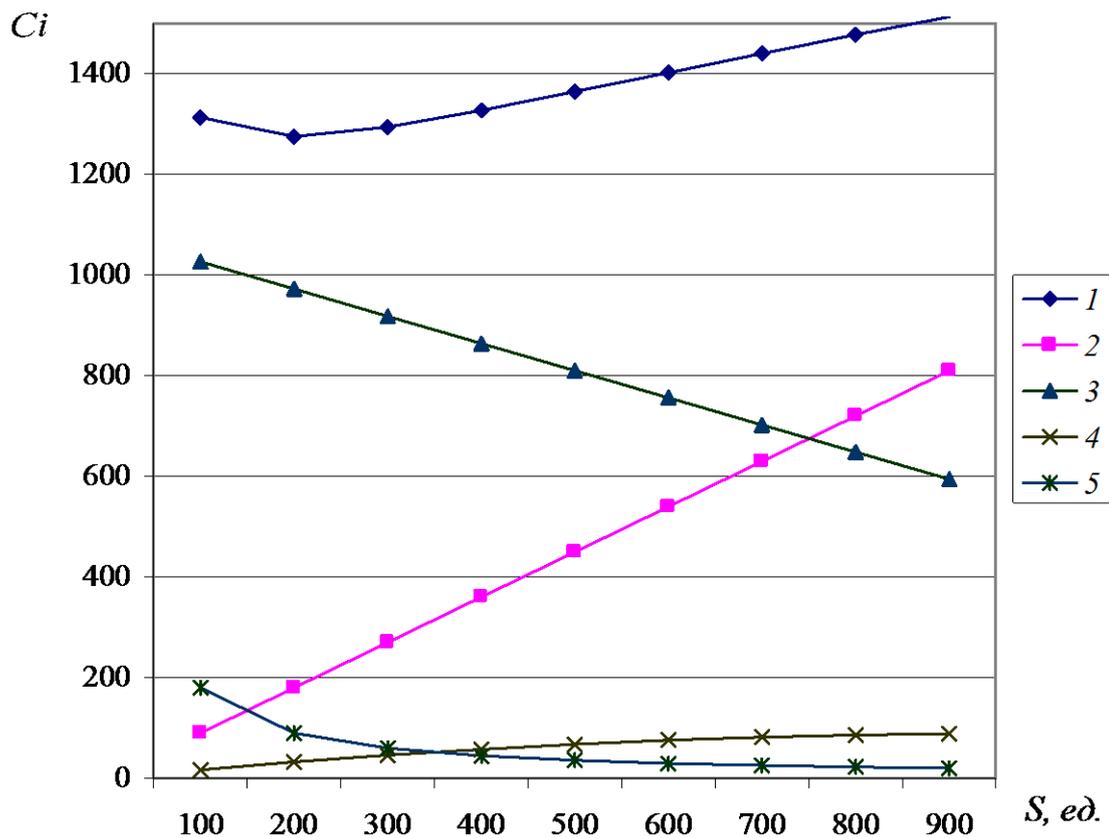
$$\xi = 0,8 + \frac{2(1-0,8) \cdot 4500}{900 \cdot 0,5} - \frac{2 \cdot 1200 \cdot 0,0005}{0,5} = 2,4$$

Тогда, первое приближение

$$S_1 = \frac{283}{\sqrt{2,4 - 2 \cdot 0,0005 \cdot 0,8 \cdot 283}} = 192 \text{ ед.}$$

второе приближение

$$S_2 = \frac{283}{\sqrt{2,4 - 2 \cdot 0,0008 \cdot 192}} = 189 \text{ ед.}$$



- 1 - суммарные общие затраты $C_{\Sigma}(S)$
- 2 - затраты на хранение C_{X2}
- 3 - затраты на закупку с учетом скидок C_K
- 4 - затраты на хранение C_{X1}
- 5 - затраты на выполнение заказа C_n

Рис.8.6. Суммарные общие затраты и их составляющие (второй вариант)

Продолжив вычисления, находим $S_2 = 189$ ед., следовательно, это значение является оптимальным размером заказа.

3. Если переменная составляющая затрат на закупку C_K соизмерима с затратами на хранение продукции C_{X2} , т.е.

$$AC_n \gamma \cong (1 - \Delta) \alpha k \quad (8.29)$$

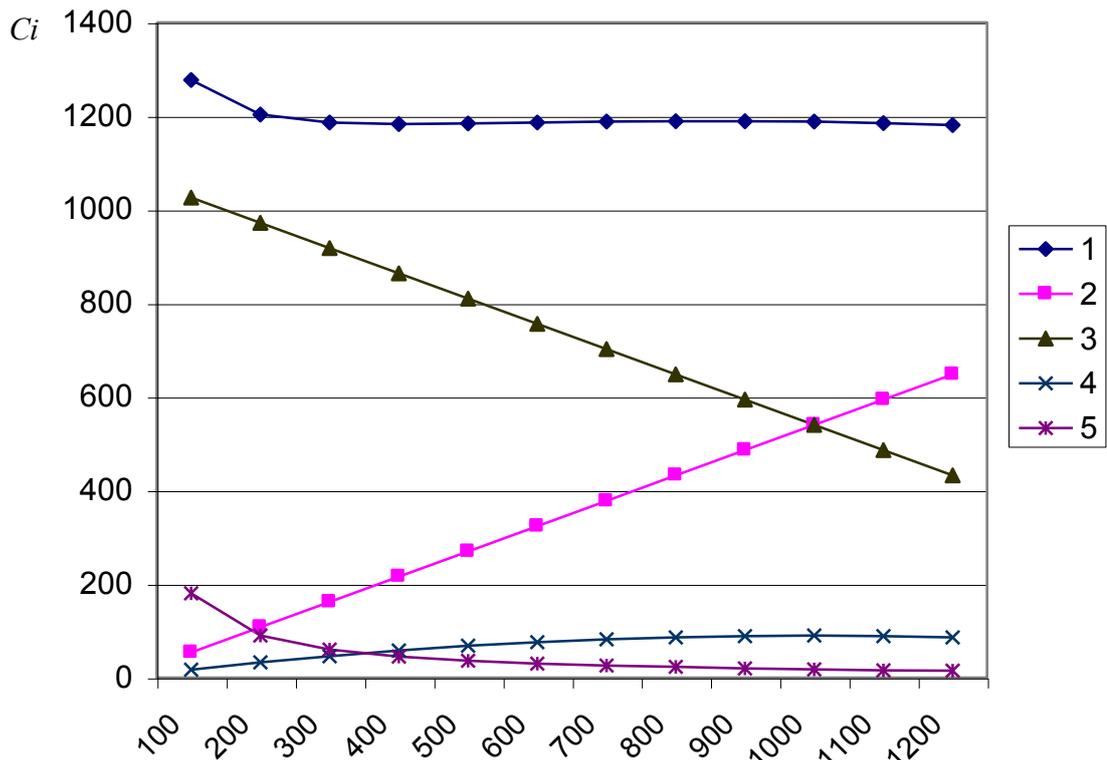
то, кривая $C_{\Sigma}(S)$ практически остается постоянной в широком диапазоне значений S (при относительно небольших значениях остальных составляющих). Это означает, что размер заказа может быть выбран в достаточно широком диапазоне значений S и общие суммарные затраты $C_{\Sigma}(S)$ не являются критерием выбора EOQ.

В табл. 8.10 и на рис.8.7 приведены результаты расчетов затрат при следующих исходных данных: $A=1200$ ед.; $C_n=900$ руб.; $C_o=1500$ руб., $\gamma=0,0005$; $ak=2700$ руб./ед. год; $\Delta=0,8$; $i=0,5$; $S_r=1200$ ед.

Таблица 8.10

Расчет составляющих и суммарных общих затрат с учетом скидок (третий вариант), тыс. руб.

Величина заказа, S , ед.	Затраты на закупку, C_k	Затраты на выполнение заказа C_3	Затраты на хранение C_{x1}	Затраты на хранение C_{x2}	Суммарные затраты		
					C_{x1+} C_{x2}	C_3+ C_{x1+} C_{x2}	C_Σ
100	1026	180	17	54	71	251	1277
200	972	90	33	108	140	230	1203
300	918	60	46	162	208	268	1186
400	864	45	58	216	274	319	1183
500	810	36	68	270	338	374	1184
600	756	30	76	324	400	430	1186
700	702	26	82	378	460	486	1188
800	648	23	86	432	518	541	1189
900	594	20	89	486	575	595	1189
1000	540	18	90	540	630	648	1188
1100	486	16	89	594	683	699	1185
1200	432	15	86	648	734	749	1181



S, ед.

- 1 - суммарные общие затраты $C_{\Sigma} (S)$
- 2 - затраты на хранение C_{X2}
- 3 - затраты на закупку с учетом скидок C_K
- 4 - затраты на хранение C_{X1}
- 5 - затраты на выполнение заказа C_n

Рис.8.7. Суммарные общие затраты и их составляющие (третий вариант)

4. Рассмотрим еще один вариант зависимости для $C_{\Sigma} (S)$, когда соблюдается соотношение (8.29), но суммарные затраты на выполнение заказа C_3 и хранение C_{X1} достаточно велики и становятся соизмеримыми с затратами на приобретение C_K и хранение C_{X2} .

Представим зависимость для суммарных затрат C_3 и C_{X1} в виде

$$C_{\Sigma}^* (S) = \frac{AC_o}{S} + \frac{C_n i}{2} S(1 - \gamma S) \tag{8.30}$$

Выполненные нами расчеты показали, что при определенных сочетаниях величин A , C_o , C_n , i , и γ у зависимости $C_{\Sigma}^* (S)$ вместо традиционного минимума имеется также максимум [34].

В табл.8.11 приведены результаты расчеты $C_{\Sigma}^*(S)$ и слагаемых формулы (8.30) с учетом и без учета скидок при следующих исходных данных: $A=1200$ ед.; $C_n=29,3$ у.е.; $C_o=60,8$ у.е., $\gamma=0,001$; $i=0,22$, (см. рис.8.8).

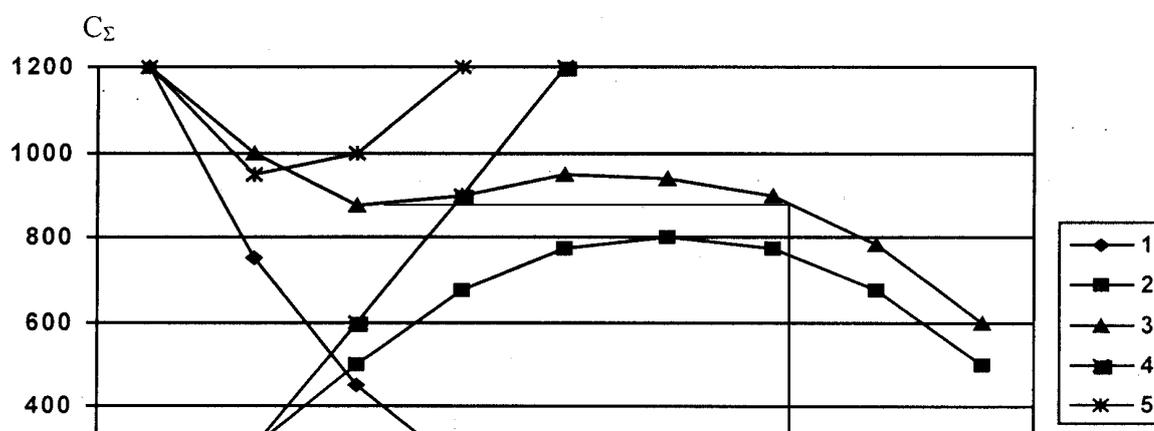
Таблица 8.11

Расчет составляющих и суммарных затрат на выполнение заказа с учетом скидок на величину заказа, формула (8.30), у.е.

Величина заказа, S ед.	Затраты на выполнение заказа	Затраты на хранение C_x		Суммарные затраты C_{Σ}	
		Без учета скидки	С учетом скидки	Без учета скидки	С учетом скидки
100	729,6	322,0	290,1	1051,6	1019,7
150	486,4	483,5	411,0	969,9	897,4
200	364,8	644,6	515,7	1009,4	880,5
250	291,8	805,5	604,3	1097,3	896,1
300	243,2	967,0	676,8	1210,2	919,8
400	182,4	1289,2	773,3	1474,6	955,7
500	145,9	1611,5	805,3	1757,4	951,1
600	121,6	1933,8	773,3	2055,4	895,1
700	104,2	2256,1	676,8	2360,3	781,0
800	91,2	2578,4	515,7	2669,6	606,9

Из рис.8.8 видно, что у зависимости $C_{\Sigma}^*(S)$ при учете скидок наблюдается область минимума при $S \approx 200$ ед., затем кривая $C_{\Sigma}^*(S)$ возрастает и достигает максимума в области значений S от 350 до 450 ед.; далее кривая $C_{\Sigma}^*(S)$ снижается до граничного значения S_r .

Вывод, который можно сделать из анализа зависимости $C_{\Sigma}^*(S)$ следующий: если величина заказа по каким-то причинам ограничена (поставщик не может отпустить большую партию продукции, ограничена площадь склада или возможности транспортного средства), например $S < S_a$, то оптимальная величина δ_o^* определяется минимумом функции $C_{\Sigma}^*(S) = \min$. Если указанных ограничений не наблюдается, то оптимальная партия поставки определяется величиной S_r , соответствующей минимальным затратам $C_{\Sigma}^*(S_r)$.



1 - затраты на выполнение заказа; 2 - затраты на хранение с учетом скидок; 3 - суммарные затраты с учетом скидок; 4 - затраты на хранение (без учета скидок); 5 - суммарные затраты без учета скидок.

Рис.8.8. Суммарные затраты на выполнение заказа с учетом скидок на величину заказа, зависимость (8.30)

Для определения S_0^* воспользуемся формулой (8.27) при условии, что $\Delta=1$ и $\zeta=1$. Вначале вычислим S_0 , формула (8.4).

$$S_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1200 \cdot 60,8}{29,2 \cdot 0,22}} = 151$$

Тогда первое приближение

$$S_1 = \frac{151}{\sqrt{1 - 2 \cdot 0,001 \cdot 151}} = 181$$

Второе приближение

$$S_1 = \frac{151}{\sqrt{1 - 2 \cdot 0,001 \cdot 181}} = 189$$

Продолжив вычисления, находим $S_3=191,5$; $S_4=192,2$. В виду того, что $\Delta S = |S_4 - S_3| < 1$, примем $S_{\text{опт.}}=192$.

Выполним пример, доказывающий возможность появления минимальных и максимальных значений у функции общих суммарных затрат $C_{\Sigma}(S)$ при наличии скидок, формула (8.20). Запишем расчетную формулу в виде

$$C_{\Sigma}(S) = AC_n(1 - \gamma S) + \frac{AC_o}{S} + \frac{i}{2} C_n(1 - \gamma S) + \alpha k S \quad (8.31)$$

Исходные данные: $A=1200$ ед.; $C_n=900$ руб.; $C_o=7500$ руб./заказ, $\gamma=0,0005$; $\alpha k=5400$ руб.; $i=0,5$; $S_r=1200$ ед. Результаты расчетов приведены в табл.8.12 (см. рис.8.9).

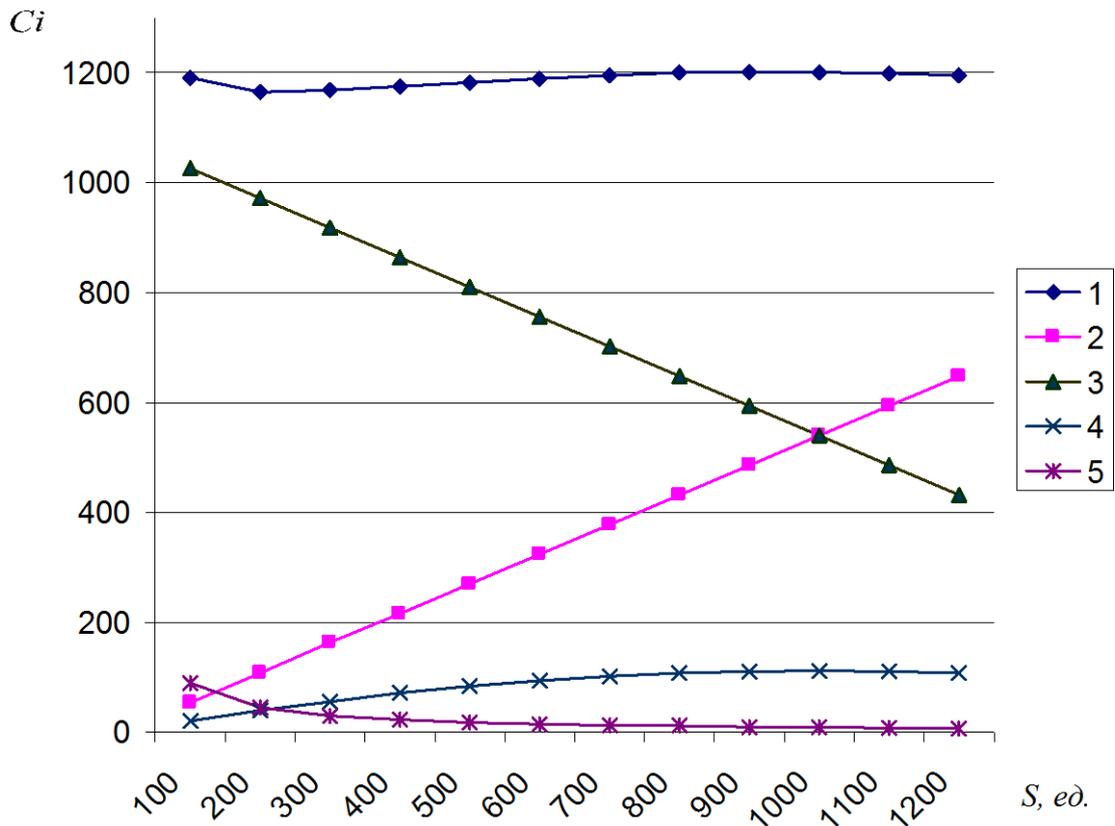
Таблица 8.12

Расчет составляющих и суммарных общих затрат с учетом скидок (четвертый вариант), тыс. руб.

Величина	Затраты	Затраты	Затраты на хранение	Суммарные затраты
----------	---------	---------	---------------------	-------------------

заказа, S , ед.	на заку пку C_K	на выпо лнен ию заказ а C_3	C_{X1}	C_{X2}	C_{X1} + C_{X2}	C_3 + C_{X1} + C_{X2}	$C_{\Sigma}(S)$
100	1026	90	21	54	75	165	1191
200	972	45	40	108	148	198	1165
300	918	30	56	164	220	250	1168
400	864	23	72	216	298	321	1175
500	810	18	84	270	354	372	1182
600	756	15	94	324	418	433	1189
700	702	13	102	378	480	493	1195
800	648	12	108	432	540	552	1200
900	594	10	111	486	597	607	1201
1000	540	9	112	540	652	661	1201
1100	486	8	111	594	705	713	1199
1200	432	7	108	648	756	763	1195

Из анализа полученных результатов следует, что у зависимости $C_{\Sigma}(S)$ имеется минимум, соответствующий размеру поставки $S \approx 200$ ед. В тоже время при $S = S_r$ (наибольшая скидка) величина $C_{\Sigma}(S) = 1195$ тыс. руб., что превышает минимальное значение общих суммарных затрат $C_{\Sigma \min} = 1168$ тыс. руб. Это означает, что при выборе в качестве EOQ $S = 200$ ед., общие затраты уменьшаются на 2,5% по сравнению с поставками с наибольшими скидками.



- 1 - суммарные общие затраты C_{Σ} (S)
- 2 - затраты на хранение C_{X2}
- 3 - затраты на закупку с учетом скидок C_K
- 4 - затраты на хранение C_{X1}
- 5 - затраты на выполнение заказа C_n

Рис.8.9. Суммарные общие затраты и их составляющие (четвертый вариант)

8.3. Многономенклатурные поставки

При наличии на складе поставщика широкой номенклатуры продукции (товаров), встает вопрос о возможной организации одновременной поставке потребителю n номенклатур. Аргументами в пользу объединения разных номенклатур в один заказ являются:

- требование поставщика о стоимости каждого заказа не ниже некоторой предельной величины;
- реализация полной загрузки используемых транспортных средств;
- ограничение количества отправок и их периодичности каждому клиенту (синхронизация поставок);
- снижение затрат на организацию, комплектацию партий поставок, поставляемых клиенту.

Рассмотрим составляющую затрат, связанную с многономенклатурной поставкой от одного поставщика. Очевидно, эти затраты можно представить в виде двух составляющих: постоянной C_o (определяемой главным образом стоимостью транспортировки) и переменной C_i , зависящей от объема выполняемых на складе операций при формировании заказа. Тогда для каждой i -ой номенклатуры затраты, связанные с организацией одной поставки, будут определяться по формуле

$$C_i^* = C_o + C_i, \quad (8.32)$$

а для всей номенклатуры в виде одной поставки

$$C^*(n) = C_o + \sum_{i=1}^n C_i = \sum_{i=0}^n C_i \quad (8.33)$$

При независимых заказах для каждой i -ой позиции номенклатуры расчет оптимальной величины заказа S_i , количества заказов N_i , периодичности T_i и минимальных суммарных затрат $C_{\Sigma \min i}$ производится по формулам (8.4), (8.6)-(8.8).

При подстановке C_i^* вместо C_o суммирование $C_{\Sigma \min i}$ по всей номенклатуре позволяет получить оценку затрат при независимой поставке каждой i -ой позиции

$$C_{\Sigma \min}(n) = \sum_{i=1}^n \sqrt{2(C_o + C_i)A_i C_{Xi}} \quad (8.34)$$

При одновременной поставке n позиций номенклатуры ее периодичность T будет отличаться от оптимальных периодичностей независимых поставок T_i для каждой из компонент.

Рассмотрим один из возможных подходов к решению задачи. Запишем основное уравнение для суммарных затрат i -ой номенклатуры в виде

$$C_{\Sigma i} = \frac{A_i(C_o + C_i)}{S_i} + \frac{S_i C_{Xi}}{2} \rightarrow \min \quad (8.35)$$

Известно, что размер i -ой поставки можно определить по формуле

$$S_i = T_i \frac{A_i}{D} \quad (8.36)$$

При подстановке (8.36) в формулу (8.35) получим

$$C_{\Sigma i} = D \frac{(C_o + C_i)}{T_i} + \frac{T_i A_i C_{Xi}}{2D} \rightarrow \min \quad (8.37)$$

Очевидно, что при условии $T_i = T$, т.е. одновременной поставки n позиций номенклатуры, уравнение для суммарных затрат можно представить в виде

$$C_{\Sigma} = \frac{D}{T} \sum_{i=0}^n C_i + \frac{T}{2D} \sum_{i=1}^n A_i C_{Xi} \quad (8.38)$$

Определим оптимальное значение периодичности многономенклатурной поставки

T_0^* , воспользовавшись стандартной процедурой, т.е. возьмем производную по T и приравняем ее нулю

$$\frac{dC_{\Sigma}}{dT} = -\frac{D}{T^2} \sum_{i=0}^n C_i + \sum_{i=1}^n \frac{A_i C_{Xi}}{2D} = 0 \quad (8.39)$$

Из уравнения (8.39) находим выражение для оптимальной периодичности

$$T_o^* = D \sqrt{2 \sum_{i=0}^n C_i / \sum_{i=1}^n A_i C_{Xi}} \quad (8.40)$$

Найдем остальные параметры, характеризующие многономенклатурную поставку:

$$S_i^* = \frac{A_i}{D} T = A_i \sqrt{2 \sum_{i=0}^n C_i / \sum_{i=1}^n A_i C_{Xi}} \quad (8.41)$$

количество поставок

$$N^* = D / T_o^* \quad (8.42)$$

При подстановке T_o^* в формулу (8.38) после преобразований находим выражение для минимальных суммарных затрат

$$C_{\Sigma n}^* = \sqrt{2 \sum_{i=0}^n C_i \sum_{i=1}^n A_i C_{Xi}} \quad (8.43)$$

Пример 8.7. Рассмотрим последовательность расчета многономенклатурной поставки, включающей два вида продукции. Исходные данные приведены в табл. 8.13.

Таблица 8.13

**Исходные данные и результаты расчета ЕОQ
при независимых поставках**

Вид прод укц ии	A_i , ед.	Затраты на выполнение заказа, руб.		Затраты на хранение C_{Xi} , руб./ед. год	S_i , ед.	N_i	T_i , дн и	$C_{\Sigma \min}$, руб.
		C_o	C_i					
1	3000	18	4	1,5	297	10	36,5	445
2	2000	18	2	0,5	400	5	73	200
Сум ма	-	-	-	-	697	15	-	645

Вначале рассчитаем параметры при независимых поставках. Так, для первого вида продукции находим ЕОQ

$$S_1 = \sqrt{\frac{2(18+4) \cdot 3000}{1,5}} = 296,6 \cong 297 \text{ ед.};$$

количество заказов $N_1=3000/297=10$;

периодичность $T_1=365/10=36,5$ дня;

минимальные затраты $C_{\Sigma \min 1} = \sqrt{2 \cdot 3000(18+4) \cdot 1,5} = 445$ руб.

Общее количество заказов $N_{\Sigma} = 10 + 5 = 15$.

Общие затраты при независимых поставках

$$C_{\Sigma n} = 445 + 200 = 645 \text{ руб.}$$

На рис. 8.10 приведены составляющие суммарных затрат $C_i(T)$ для каждого вида продукции.

Выполним расчеты при условии совместной поставки (см. табл. 8.14):

время выполнения заказа

$$T_o^* = 365 \sqrt{\frac{2 \cdot (18+4+2)}{5500}} = 34,1 \text{ дня}$$

количество заказов

$$N^* = \frac{365}{34,1} \approx 10,7 \cong 11;$$

оптимальное количество каждого вида продукции при совместной поставке

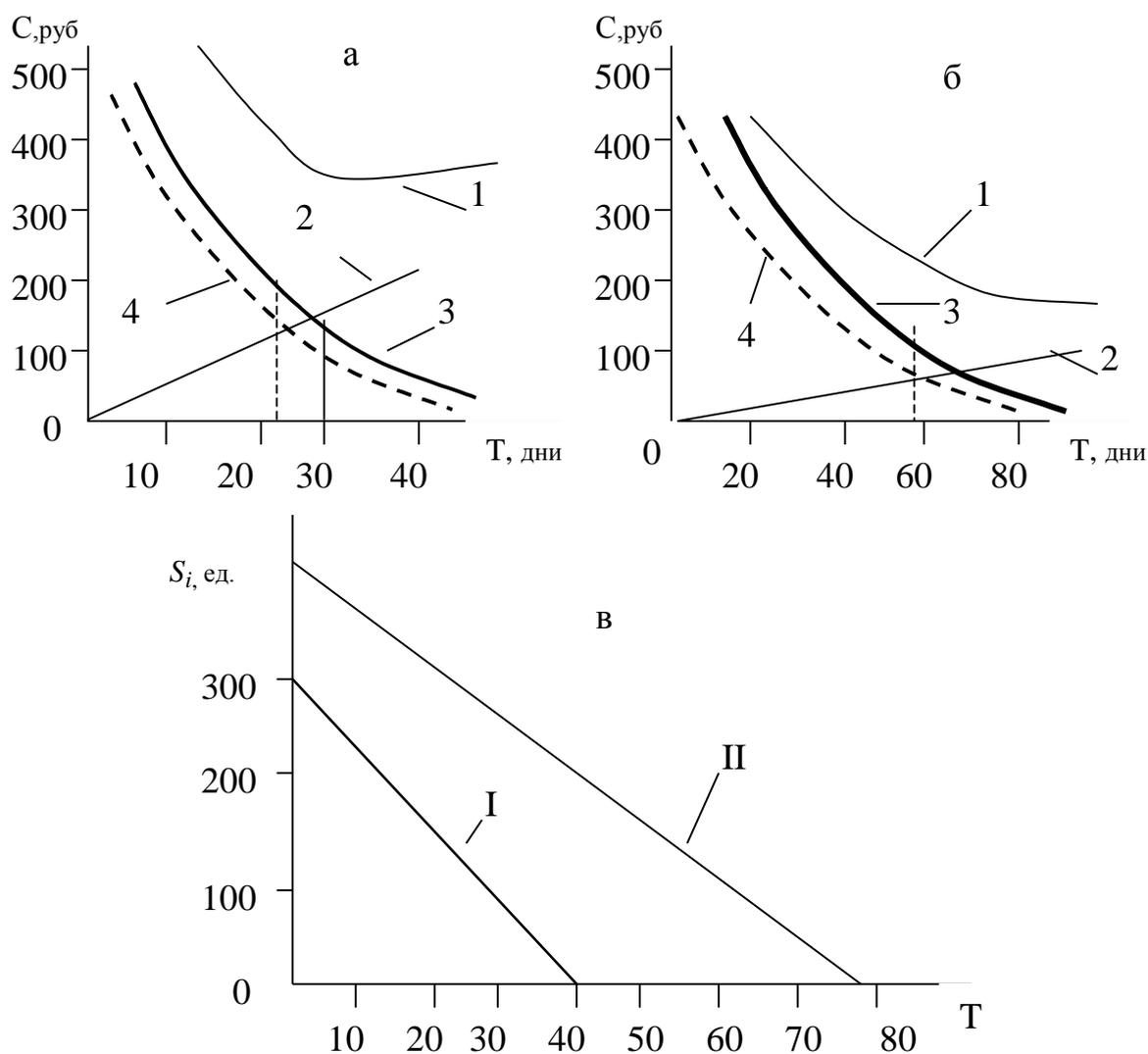
$$S_1^* = \frac{3000 \cdot 34,1}{365} \approx 280 \text{ ед.}; S_2^* \approx 188 \text{ ед.};$$

суммарные затраты (при $T_o^* = 34$ дня)

$$C_{\Sigma n}^* = \sqrt{2 \cdot 24 \cdot 5500} = 514 \text{ руб.}$$

Соответствующие зависимости $C_{\Sigma n}^*$ и $S_i^*(T)$ при многономенклатурной поставке приведены на рис. 8.11. Из рис. 8.11 виден «механизм многономенклатурности»: при объединении в одну партию отправки происходит незначительное увеличение затрат, связанных с выполнением заказа.

Так, при независимых поставках затраты на доставку 42 руб., при одновременной поставке – 24 руб.



1 – суммарные затраты; 2 – затраты на хранение, 3 – затраты на выполнение поставки; 4 – составляющая затрат C_o

I – первый вид продукции

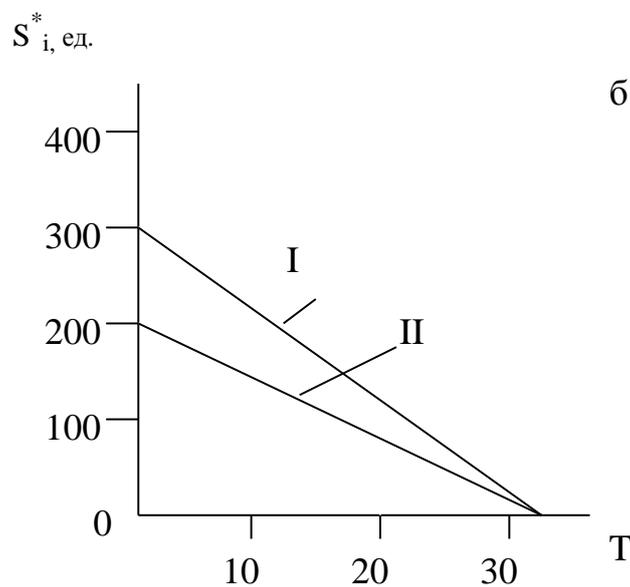
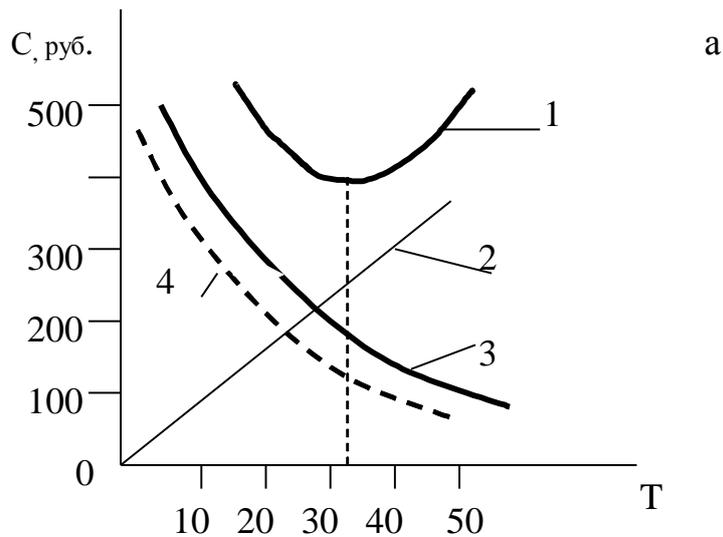
II – второй вид продукции

Рис.8.10. Составляющие суммарных затрат для первого (а) и второго (б) вида продукции и графики расхода $S_i(T)$ (в)

Таблица 8.14

Результаты расчета ЕОQ при многономенклатурной поставке

Вид продукции	A_i	$\lambda_i = \frac{A_i}{D}$	C_{xi}	$C_o + \sum C_i$	$\frac{A_i}{C_{xi}}$	T_{*o}	N	C^* Σ	S^*_i
1	3000	8,2	1,5	18+4+2=24	4500	3,4,1	1	51,4	280
2	2000	5,5	0,5		1000				188
Сумма	-	-	-	-	5500	-	-	-	468



1 – суммарные затраты; 2 – затраты на хранение, 3 – затраты на выполнение поставки; 4 – составляющая затрат C_0

I – первый вид продукции

II – второй вид продукции

Рис.8.11. Составляющие затрат (а) и графики расхода (б) при многономенклатурных поставках

Сопоставление суммарных затрат $C_{\Sigma n}$ и $C_{\Sigma n}^*$ при независимых и многопродуктовых поставках показывает, что во втором случае наблюдается значительное уменьшение затрат

$$\varphi_C = \frac{(645 - 514)}{645} 100 = 20,3\%$$

Пример 8.8. В табл. 8.15 приведены исходные данные и результаты расчета

основных параметров EOQ при независимой и одновременной поставке 9 видов продукции от одного поставщика. При расчетах было принято, что $C_0=18$ у.е., а $C_i=\text{const}=2$ у.е.

Таблица 8.15

**Исходные данные и результаты расчета параметров
многономенклатурной поставки**

N	A_i , ед.	C_{Xi} , у.е.	S_{0i} , ед.	T_{oi} , дн.	$C_{\Sigma i}$, у.е.	N_i	AC_{Xi} , у.е.	S^*_i , ед.
1	3000	1,5	283	34,4	424	11	4500	173
2	2400	1,5	283	38,5	380	10	3600	138
3	3000	1	346	42,1	346	9	3000	173
4	2000	1,5	231	42,1	346	9	3000	115
5	2400	1	310	47	310	8	2400	138
6	2000	1	283	51,6	283	7	2000	115
7	3000	0,5	490	60	245	6	1500	173
8	2400	0,5	438	66,7	219	6	1200	138
9	2000	0,5	400	73	200	5	1000	115
Сумма					2753	71	22200	-

Из табл. 8.15 следует, что при независимых поставках их количество составляет $\sum N_i=71$, а суммарные затраты $\sum C_{\Sigma i} = 2753$ у.е.

При подстановке в формулы (8.40)-(8.43) данных табл. 8.15 находим период одновременной поставки

$$T_0^* = 365 \sqrt{\frac{2 \cdot (18 + 9 \cdot 2)}{22200}} = 21 \text{ день}$$

минимальные суммарные затраты

$$C_{\Sigma 9} = \sqrt{2 \cdot (18 + 9 \cdot 2) \cdot 22200} = 1264 \text{ у.е.}$$

количество заказов

$$N^* = 365 / 21 \approx 18.$$

В табл. 8.15 приведены величины партий поставки каждой позиции номенклатуры.

Таким образом, применение многономенклатурной поставки позволяет снизить суммарные затраты на

$$\varphi_C = \frac{2753 - 1264}{2753} \cdot 100 \approx 40\%$$

Учет ограничений. При расчете многономенклатурных поставок особое

значение приобретает учет ограничений, связанных с объемом (площадью) и грузоподъемностью транспортных средств, объемом (площадью) складских помещений, наличием средств для приобретения всей партии и т.д. Следует заметить, что такие же ограничения должны учитываться при однономенклатурных поставках.

Проведенные расчеты показали, что в общем виде учет ограничений указанных параметров производится с использованием формулы

$$T_V = \frac{G_V}{\sum_{i=1}^N \lambda_i q_i} \quad (8.44)$$

где G_V - предельные значения физического или экономического показателя;

$\lambda_i = A_i / D$ - интенсивность потребления (расхода) i -го продукта, ед/день;

q_i - физический или экономический показатель i -го продукта.

Если период многономенклатурной поставки $T_o^* \leq T_V$, то ее параметры рассчитываются по формулам (8.40)-(8.43).

Если $T_o^* > T_V$, то в качестве расчетного периода принимается T_V и производится корректировка N_i^* , S_i^* и $C_\Sigma^*(T_V)$:

$$S_i^* = \frac{A_i}{D} T_V \quad (8.45)$$

$$N_i^* = D / T_V \quad (8.46)$$

$$C_\Sigma^*(T_V) = \frac{D \sum_{i=0}^n C_i}{T_V} + T_V \frac{\sum_{i=1}^n A_i C_{Xi}}{2D} \quad (8.47)$$

При наличии нескольких критериев, выбор варианта производится по формуле

$$T_V^* = \min(T_V, T_q, T_C \dots) \quad (8.48)$$

где T_V, T_q, T_C - периоды времени, рассчитанные по формуле (8.44) с учетом различных критериев: объем, вес, затраты и т.п.

Пример 8.9. Рассмотрим многономенклатурную поставку ($n=3$) с учетом ограничения на объем кузова автомобиля $V_o=16 \text{ м}^3$. Исходные данные, включающие также объем каждой единицы продукции V_i , приведены в табл. 8.16.

На первом этапе определим параметры однономенклатурных отправок и проверим ограничения на объем кузова. Результаты расчетов (см. табл. 8.16) показывают, что если для второго вида продукции использование данного типа автомобиля является спорным, то для третьего вида необходимо откорректировать параметры поставки.

Подстановка в формулу (8.44) данных табл. 8.16 позволяет получить периодичность поставки с учетом ограничения

$$T_{V3} = \frac{16 \cdot 365}{400 \cdot 0,2} = 73 \text{ дня.}$$

Соответственно остальные параметры:

число поставок

$$N^* = \frac{365}{73} = 5$$

размер поставки

$$S_i^* = \frac{400}{5} = 80 \text{ ед.}$$

суммарные затраты

$$C_{\Sigma 3} = \frac{400 \cdot 24}{80} + \frac{80 \cdot 1,2}{2} = 168 \text{ у.е.}$$

Таблица 8.16

Исходные данные и результаты расчета параметров при независимых поставках с учетом ограничения

В и д п р о д у к ц и и	A_i , е д.	C_{ni} у. е. .	C_{xi} у. е. .	$C_o + C_i$ у.е.	V_i м ³	S_{oi}^* ед.	N_i	T_i дн и	C_{Σ}	Пров ерка огра ниче ния $V \leq V_o$
1	1 0 0 0	5	1	18+2= 20	0,04	20 0	5	73	20 0	8<16
2	6 0 0	3	0 , 6	18+4= 22	0,08	21 0	2,86 (3)*	12 7,6 (12 8)*	12 6	16,8≤ 16
3	4 0 0	6	1 , 2	18+6= 24	0,20	12 6,5	3,16 (3)*	11 5,5 (12 1)*	15 1,8	25,3> 16

3*					80	5	73	16 8	16
С у м м а	-					11	-	49 4	-
Примечание: * - округленные значения, ** - вариант с учетом ограничений									

На втором этапе рассчитываются параметры многономенклатурной поставки. Так, периодичность поставки

$$T^* = 365 \sqrt{2 \cdot (18 + 2 + 4 + 6) / 1840} = 66 \text{ дней,}$$

а минимальные суммарные затраты

$$C_{\Sigma}^* = \sqrt{2 \cdot (18 + 2 + 4 + 6) \cdot 1840} = 332 \text{ у.е.}$$

Величины N – число поставок и размер каждого вида продукции S_i^* приведены в табл. 8.17.

На третьем этапе проверим ограничение по объему кузова. Из сравнения $\sum S_i^* V_i = 30,24 \text{ м}^3$ с допустимым значением $V_0 = 16 \text{ м}^3$ следует, что параметры многономенклатурной поставки должны быть откорректированы.

Таблица 8.17

**Исходные данные и результаты расчета параметров
при многономенклатурной поставке с учетом ограничений**

В и д п р о д у к ц и и	A_i , ед. д.	C_{xi} , у. е.	A_i C_{xi} , у.е.	C^* у.е.	T^* дни	N_i	$C_{\Sigma n}$ у.е.	S_i^* ед.	S_i^* $\cdot V_i$, м^3	S_i^* ik ед. д.
1	1 0 0 0	1	100 0	18+ 2+4 +6= =30	66	5,5 (6)	332	18 0	7,2	9 6
2	6 0 0	0, 6	360					10 8	8,64	5 8

3	4 0 0	1, 2	420					72	14,4	3 6
С у м м а	-	-	184 0	-				36 0	30,2 4	2 2 2

Рассчитаем T_V по формуле (8.44)

$$T_V = \frac{16 \cdot 365}{(1000 \cdot 0,04 + 600 \cdot 0,08 + 400 \cdot 0,2)} = \frac{16 \cdot 365}{168} = 35 \text{ дней}$$

Тогда, откорректированные величины параметров многономенклатурной поставки составят

число поставок

$$N_K^* = \frac{365}{35} = 10,4$$

размеры поставок каждого вида продукции

$$S_{1K}^* = 96 \text{ ед.}; S_{2K}^* = 58 \text{ ед.}; S_{3K}^* = 38 \text{ ед.}$$

минимальные общие затраты

$$C_{\sum K}^* = \frac{30 \cdot 365}{35} + \frac{35 \cdot 1840}{2 \cdot 365} = 401 \text{ у.е.}$$

Таким образом, даже с учетом ограничений затраты при многономенклатурных поставках значительно ниже, чем при независимых поставках.

Многономенклатурные поставки по системе кратных периодов. В 1966 г. профессором Ю.И. Рыжиковым [46] была предложена стратегия организации поставок, суть которой сводилась к объединению преимуществ, свойственных независимым поставкам с оптимальными периодичностями T_i и многономенклатурными поставками с периодичность T . Для этого вводится система кратных периодов, когда по крайней мере одна номенклатура заказывается в каждом базисном периоде T , а остальные позиции номенклатуры поставляются с периодичностями kT ($k=1,2,3$).

Рассмотрим простой пример поставки 2 видов продукции. Допустим, что одна из позиций номенклатуры имеет наименьшую периодичность поставки $T=10$ дней. Это означает, что последующие поставки будут производиться с указанной периодичностью и время поставки будет равно $2T=20$ дней, третьей $3T=30$ дней и т.д.

Вторая позиция номенклатуры, поставки которой будут производиться согласно стратегии кратных периодов, имеет периодичность $2T=20$ дней. Соответственно, вторая поставка будет произведена на 40 день и т.д. В результате совмещения поставок двух видов продукции получим следующую последовательность: через 10 дней поставляется первый вид продукции, на 20 день оба вида продукции, на 30 день – первый вид, на 40 день – оба вида и т.д.

Согласно [46] оптимальный период группирования определяется по формуле

$$T_{\Gamma}^* = D \sqrt{2(C_o + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{k_i}) / \sum_{i=1}^n A_i C_{Xi} k_i} \quad (8.49)$$

Данному периоду соответствуют минимальные затраты

$$C_{\Sigma \Gamma}^* = \sqrt{2(C_o + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{k_i}) \sum_{i=1}^n A_i C_{Xi} k_i} \quad (8.50)$$

На основе T_{Γ}^* определяются величины поставок $S_{i\Gamma}^*$ и количество поставок N_{Γ} за плановый период (или год).

Из формул (8.49), (8.50) следует, что в зависимости от группировки позиций номенклатуры и отнесения их к тому или иному кратному периоду величины T_{Γ}^* и $C_{\Sigma \Gamma}^*$ будут изменяться. Поэтому поиск конфигурации группировок позиций номенклатуры представляет собой по-существу итерационный процесс, алгоритм которого описан в работе [46]. Не вдаваясь в подробности разработанного алгоритма, укажем несколько его этапов.

1. Позиции номенклатуры ранжируются по возрастанию величин показателей $D^2 C_i / A_i C_{Xi}$. Не трудно заметить, что ранжирование производится фактически с учетом периодичности независимой поставки каждой позиции номенклатуры T_i .

2. Выбираются начальное приближение для кратного периода; за основу принимается первое значение ранжированного ряда

$$T_o = D \sqrt{2(C_o + C_1) / A_1 C_{X1}} \quad (8.51)$$

3. Рассчитывается набор коэффициентов $k_i = T_i / T_o$, с помощью которых производится формирование базового варианта групп различной кратности.

4. Каждая позиция номенклатуры закрепляется за определенной группой.

По формулам (8.48) и (8.49) для базового варианта рассчитываются показатели T_{Γ}^* и C_{Γ}^* и затем с использованием итерационной процедуры (путем перебора и размещения позиций номенклатуры в группах различной кратности) осуществляется поиск оптимального варианта по критерию минимума суммарных затрат C_{Γ}^* .

Выбор T_o можно осуществить по множеству номенклатур, заказываемых в каждом периоде, при этом первые j позиции номенклатуры из упорядоченного множества заказываются одновременно. Расчетная формула записывается в виде

$$T_o = D \sqrt{2 \sum_{i=0}^j C_i / \sum_{i=1}^j A_i C_{Xi}} \quad (8.52)$$

Присоединение к первой группе следующих позиций номенклатуры целесообразно при соблюдении неравенства

$$C_{j+1} D^2 > A_{j+1} C_{X1, j+1} \cdot T^2 \quad (8.53)$$

Тогда условие прекращения накопления группы записывается в виде

$$\frac{C_{j+1}}{A_{j+1} \cdot C_{X1, j+1}} > 2 \sum_{i=0}^j C_i / \sum_{i=1}^j A_i C_{Xi} \quad (8.54)$$

Проверка рекуррентного соотношения начинается со второй позиции номенклатуры, при этом в правой части подставляются значения $\sum_{i=0}^j C_i = C_o + C_1$ и

$A_1 C_{X1}$. При выполнении условия (8.54) для всех последующих позиций $i > j$ вычисляется оптимальная периодичность T_i и по отношению T_i / T_o – начальная кратность.

Пример 8.10. В табл. 8.18 приведены данные о двух видах продукции. Попытаемся ответить на вопрос о целесообразности применения стратегии кратных периодов.

1. Определим параметры независимых поставок каждого вида продукции (см. табл. 8.18) и совместной поставки:

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

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

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

2. Выполним расчеты периодичности и минимальных суммарных затрат при $k=2$ по формулам (8.49) и (8.50):

$$T_{k=2}^* = 365 \sqrt{2(18 + 6 + \frac{6}{2}) / (4500 + 2 \cdot 250)} = 38 \text{ дней}$$

$$C_{\sum n(rk=2)}^* = \sqrt{2 \cdot 27 \cdot 5000} = 520 \text{ у.е.}$$

Таблица 8.18

Исходные данные и результаты расчета при независимой поставке

Вид прод укц ии	A_i , ед.	C_o , у.е	C_i , у.е	C_{Xi} , у.е.	$C_{\sum n}$, у.е.	T_i дни	S_i ед.	N_i
1	3000	18	6	1,5	465	37,7	310	9,67 (10)
2	500	18	6	0,5	110	166	227	2,2 (2)
Сум ма			-		575		-	12

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

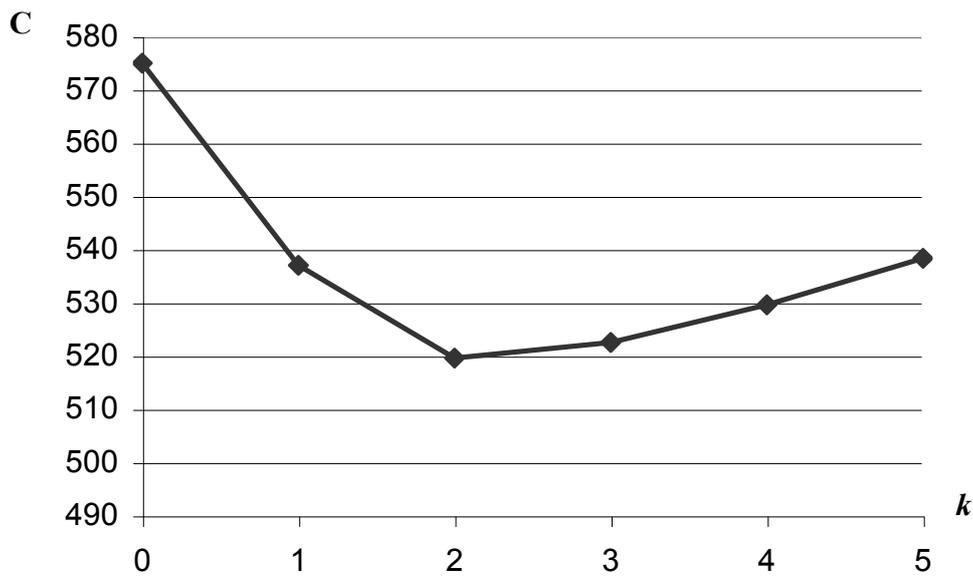
$$C_{\Sigma 2} > C_{\Sigma 2}^* > C_{\Sigma}^* \quad (k = 2)$$

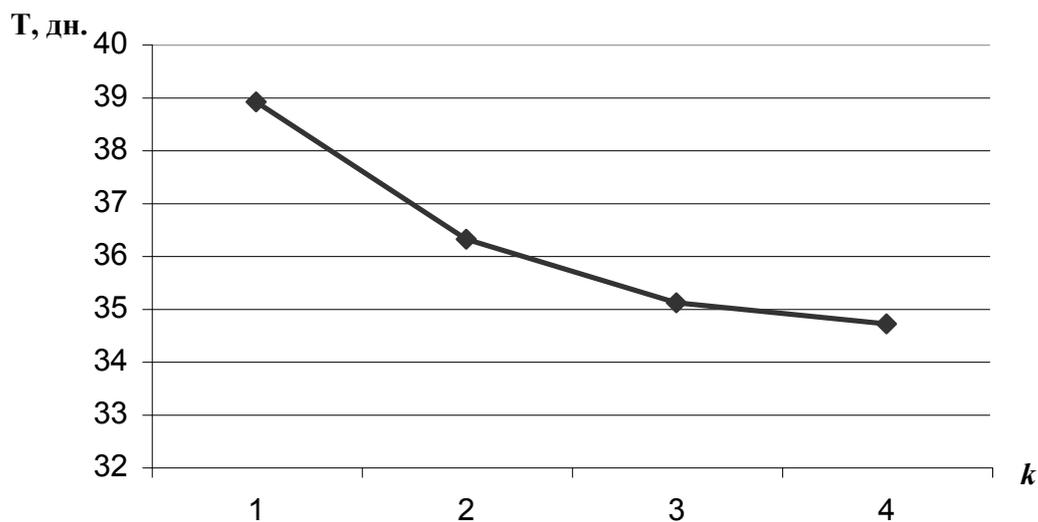
3. В табл. 8.19 приведены результаты расчетов $T(k)$ и $C_{\Sigma}(k)$ при различных коэффициентах кратности (см. рис.8.12). Поскольку минимум суммарных затрат $C_{\Sigma}(k)$ наблюдается при $k=2$ можно выбрать следующую стратегию кратных поставок: через каждые 38 дней поставляется первый вид продукции; второй вид продукции совместно с первым, через 76 дней.

Таблица 8.19

Результаты расчета параметров поставок при различных коэффициентах кратности

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





б

а - суммарные затраты $C_{\Sigma}(k)$; б – период поставок $T(k)$.

Рис. 8.12. Зависимости суммарных затрат $C_{\Sigma}(k)$ и периода поставок от коэффициента кратности k

Пример 8.11. В табл. 8.20 приведены исходные данные о четырех видах продукции. Требуется выбрать наилучшую стратегию поставок.

Таблица 8.20

Исходные данные и результаты расчета при независимой поставке

Вид продукции	A_i , ед.	C_o , у.е	C_i , у.е	$C_o + C_i$, у.е.	C_{X_i} , у.е	T_i , дни	C^* , Σ_i у.е.	k_i	Базовый вариант k_i
1	3000	18	6	24	1,5	37,7	465	1	1
2	2000		4	22	1,0	38,3	297	1,01	1
3	1000		4	22	0,5	76,6	148	2,03	2
4	500		6	24	0,5	168,5	109	2,47	4
Сумма							1019		

Допустим, что предварительно были рассчитаны параметры независимых поставок каждого вида продукции, приведено их ранжирование и определим коэффициенты кратности k_i относительно начального приближения $T_0=37,7$ дня.

На основании k_i выберем базовый вариант кратности поставок:

первый и второй вид продукции – $k=1$;

третий вид – $k=2$;

четвертый вид – $k=4$.

Рассчитаем составляющие формул (8.49), (8.50) для базового варианта кратных периодов:

$$C_o + \sum_{i=1}^4 \frac{C_i}{k_i} = 18 + 6 + 4 + \frac{4}{2} + \frac{6}{4} = 31,5 \text{ у.е.}$$

$$\sum_{i=1}^n A_i C_{Xi} k_i = 3000 \cdot 1,5 \cdot 1 + 2000 \cdot 1 \cdot 1 + 1000 \cdot 0,5 \cdot 2 + 500 \cdot 0,5 \cdot 4 = 8500 \text{ у.е.}$$

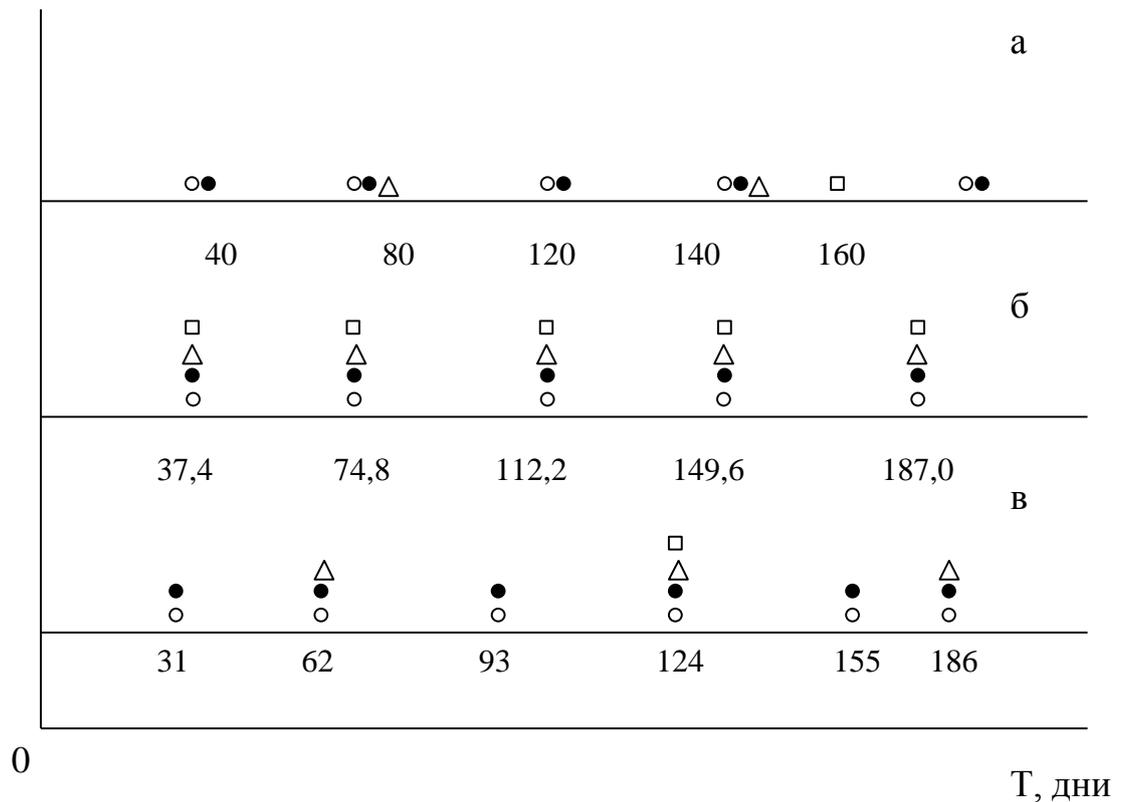
Тогда, оптимальный период

$$T^*(k) = 365 \sqrt{2 \cdot 31,5 / 8500} = 31 \text{ день}$$

минимум суммарных затрат

$$C_{\Sigma}(k) = \sqrt{2 \cdot 31,5 \cdot 8500} = 726 \text{ у.е.}$$

На рис. 8.13 приведена диаграмма, отражающая стратегию кратных поставок.



а – независимая поставка; б – одновременная поставка;

в – кратная поставка.

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

□ - 4 вид продукции.

Рис.8.13 Различные варианты стратегии многономенклатурных поставок

Учитывая, что при одновременной поставке 4 видов продукции суммарные затраты $C_{\Sigma 4}^* = 742$ у.е. (при $T=37,4$ дня), следует выбрать стратегию кратных периодов, позволяющих снизить суммарные затраты до 726 у.е.

8.4. Многопродуктовые заказы

При выводе формулы (8.4), (8.7) считалось, что каждый вид продукции не зависит от остальных, и он хранится на складе самостоятельно. Однако, для промышленных предприятий, а также предприятий розничной и оптовой торговли условия независимости видов продукции друг от друга могут быть нарушены. Основными причинами возникновения взаимосвязи между N видами продукции, поставляемой на склад, являются следующие ограничения:

- максимальный размер капитала B , который предполагается вложить в запасы;
- площадь (объем) склада, где размещаются одновременно N видов продукции;
- верхний предел общего числа заказов за определенный период и др.

Помимо указанных одиночных ограничений могут возникнуть ситуации, когда требуется соблюдение нескольких из них или всех одновременно. Например, для промышленных предприятий рассматриваются случаи ограничения, налагаемые планом выпуска продукции и размером капитала [7, с.167]. В работе [60] анализируется вариант, когда имеется ограничение на число заказов, продаваемых в течение года, и ограничение на максимальные капиталовложения в любой момент времени.

Несмотря на важность каждой из рассмотренных многопродуктовых задач наибольшее внимание уделено первой из них, учитывающей ограничения на максимальный размер капитала. Поэтому рассмотрим данный вариант подробнее.

На первом этапе рассчитываются оптимальные партии поставок S_{oi} по каждому i -му виду продукции ($i=1, \dots, N$) по формуле (8.4).

На втором этапе сравниваются затраты, связанные с запасами продукции и капиталом B , выделенном на приобретение продукции:

$$B \geq \kappa \sum_{i=1}^N S_{oi} C_{Pi}, \quad (8.54)$$

где κ – коэффициент, введенный для учета неодновременности поступления i -ых видов продукции; $0 < \kappa \leq 1$.

В работах [7, 20] принято $\kappa=0,5$.

Если неравенство (8.54) соблюдается, то поставки осуществляются в объемах, рассчитанных по формуле (8.4). Соответственно, переменные затраты на выполнение заказа и хранение при многопродуктовой поставке определяется по формуле

$$C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N \sqrt{2A_i C_{oi} C_{Pi} \beta}, \quad (8.55)$$

где β – доля от цены C_{Pi} , приходящейся на затраты по хранению (аналогична i в формуле (8.4)).

Третий этап, когда неравенство (8.54) не соблюдается. Для расчета оптимальных значений S_{oi} применяется метод множителей Лагранжа. Исходное уравнение – функция Лагранжа – записывается в виде

$$C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{A_i C_{oi}}{S_i} + \frac{S_i C_{\Pi i} \beta}{2} \right) + z \left(B - k \sum_{i=1}^N S_i C_{\Pi i} \right), \quad (8.56)$$

где i – индекс, указывающий вид продукции, $i=1, \dots, N$;

z – неопределенный множитель Лагранжа, $z \leq 0$.

Оптимальные значения S_{oi} определяются из решения системы, включающей N уравнений типа $\frac{dC_{\Sigma}}{dS_i} = 0$ и уравнения $\frac{dC_{\Sigma}}{dZ} = 0$. Доказано, что данная система имеет N решений вида

$$S_{oi} = \sqrt{\frac{2A_i C_{oi}}{C_{\Pi i} (\beta - 2kz^*)}}, \quad i=1, 2, \dots, N, \quad (8.57)$$

где z^* – такое значение множителя z , при котором удовлетворяется равенство (8.54).

На основании S_{oi} производятся расчеты количества поставок $N_{\Pi i}$ и периодичности поставок T_i в течении рассматриваемого периода D .

$$N_{\Pi i} = \frac{A_i}{S_i}, \quad (8.58)$$

$$T_i = \frac{D}{N_{\Pi i}}, \quad (8.59)$$

Для расчета минимальных переменных затрат в работах [7] и [20] приведена формула

$$C_{\Sigma 1} = \sum_{i=1}^N \sqrt{2A_i C_{oi} C_{\Pi i} (\beta - 2kz)}. \quad (8.60)$$

Очевидно, что формула (8.60) была получена авторами по аналогии с формулами (8.7) и (8.55).

Однако, проведенные расчеты [23, 25], показали, что формула (8.60) должна быть откорректирована. При подстановке S_{oi} , формула (8.57), в исходное уравнение (8.56) после преобразований находим

$$C_{\Sigma 2} = \sum_{i=1}^N \sqrt{2A_i C_{oi} C_{\Pi i} \left(\frac{\beta - kz}{\sqrt{\beta - 2kz}} \right)}, \quad (8.61a)$$

или

$$C_{\Sigma 2} = C_{\Sigma 1} \cdot \left(\frac{\beta - kz}{\beta - 2kz} \right) \quad (8.61b)$$

Из анализа полученных зависимостей следует, что расчет затрат по формуле (8.60) превышает результаты расчетов по формулам (8.61) может достигнуть почти двухкратной величины при уменьшении B .

Таким образом, суммарные затраты, включающие затраты на приобретение запасов B , затраты на выполнение заказов и хранение запасов будут равны

$$C_{\Sigma}^* = B + C_{\Sigma 2} \quad (8.62)$$

где $C_{\Sigma 2}$ – затраты, рассчитанные по формулам (8.61).

Для определения множителя Лагранжа z в литературе рассмотрены три варианта. Первый, наиболее распространенный, базируется на численном методе решения [7, 20, 53]. Второй вариант, приведенный в работе [53], рекомендует в качестве первого приближения z_0 эмпирическую зависимость. Третий вариант, предложенный Ю.И. Рыжиковым [46], записывается в виде

$$z^* = \left[\beta - (kV/B)^2 \right] / 2k, \quad (8.63)$$

где
$$V = \sum_{i=1}^N \sqrt{2A_i C_{oi} C_{ni}}$$

Таким образом, последовательность определения параметров многопродуктовых поставок сводится к следующему:

- выбираем вариант расчета множителя Лагранжа z^* ;
- рассчитываем величины поставок каждого вида продукции S_{oi} , формула (8.57), и минимальных переменных издержек $C_{\Sigma i}$, формула (8.61a) или (8.62б);
- определяем количество поставок N_{ni} , формула (8.58), и их периодичность T_i , формула (8.59), для каждого вида продукции.

Пример 8.12. Рассчитаем параметры многопродуктовой поставки при наличии ограничений на капитал.

Исходные данные, характеризующие поставки трех видов продукции, приведены в табл. 8.21. При расчетах принято $B=3600$ у.е.; $\beta=0,2$; $\kappa=1$.

Таблица 8.21

Исходные данные и результаты расчета при независимых (однопродуктовых поставках)

Вид продукции	A_i , ед.	C_{ni} у.е	$C_{ni}\beta$ у.е	C_{oi} у.е	S_{oi} , у.е.	$S_{oi} C_{ni}$
1	12000	3	0,6	20	894	2682
2	25000	2	0,4	20	1580	3160
3	6000	6	1,2	20	447	2682

Суммарные затраты на приобретение оптимальных партий поставок составляют

$$\sum_{i=1}^N S_{oi} C_{ni} = 2682 + 3160 + 2682 = 8524 \text{ y.e.}$$

и эта величина превышает $B=3600$ y.e., т.е. неравенство (8.54) не соблюдается.

Воспользуемся численным методом определения множителя z , последовательно рассчитывая оптимальные величины S_{oi} по формуле (8.57) и суммируя затраты на закупку. Так, при $z=-0,2$ находим

$$S_{o1} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12000 \cdot 20}{3(0,2 - 2 \cdot 1 \cdot (-0,2))}} = 516 \text{ ед.}$$

Соответственно $S_{o2}=912$ ед., $S_{o3}=258$ ед.

Суммарные затраты

$$\sum_{i=1}^3 S_{oi} C_{ni} = 516 \cdot 3 + 912 \cdot 2 + 258 \cdot 6 = 4922 \text{ y.e.}$$

Результаты расчетов приведены в табл. 8.22, из которой видно, что множитель Лагранжа может быть принят $z^* = -0,45$.

Таблица 8.22

Определение множителя Лагранжа

z	$S_{o1} C_{n1}$	$S_{o2} C_{n2}$	$S_{o3} C_{n3}$	$\Sigma S_{oi} C_{ni}$	$B - \Sigma S_{oi} C_{ni}$
0	2682	3160	2682	8524	-4924
-0,2	1549	1824	1549	4922	-1322
-0,4	1200	1414	1200	3814	-200
-0,45	1140	1343	1140	3623	-23
-0,50	1095	1291	1095	3481	119

Рассчитаем также z^* по формуле (8.63). При подстановке данных табл. 8.21 получим

$$V = \sqrt{2 \cdot 12000 \cdot 3 \cdot 20} + \sqrt{2 \cdot 25000 \cdot 2 \cdot 20} + \sqrt{2 \cdot 6000 \cdot 6 \cdot 20} = 3814;$$

$$z^* = \left[0,2 - \left(\frac{3814}{3600} \right)^2 \right] \cdot 2 = -0,46$$

Зная z^* находим переменные затраты, формула (8.60)

$$C_{\Sigma 1} = 3814 \sqrt{0,2 - 2(-0,46)} = 4036 \text{ y.e.};$$

переменные затраты, формула (8.61)

$$C_{\Sigma 2} = 3814 \frac{0,2 - (-0,46)}{\sqrt{0,2 - 2(-0,46)}} = 2379 \text{ y.e.};$$

общие затраты, формула (8.62)

$$C_{\Sigma}^* = 3600 + 2379 = 5979 \text{ у.е.};$$

величины поставок

$$S_{01}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 12000 \cdot 20}{3 \cdot (0,2 - (-0,46))}} = 376 \text{ ед.}, S_{02} = 664 \text{ ед.}, S_{03} = 118 \text{ ед.}$$

количество поставок

$$N_1 = \frac{12000}{376} = 32, N_2 = 38, N_3 = 32;$$

периодичность поставок

$$T_1 = \frac{365}{32} = 11,4 \text{ дн.}, T_2 = 9,6 \text{ дн.}, T_3 = 11,4 \text{ дн.}$$

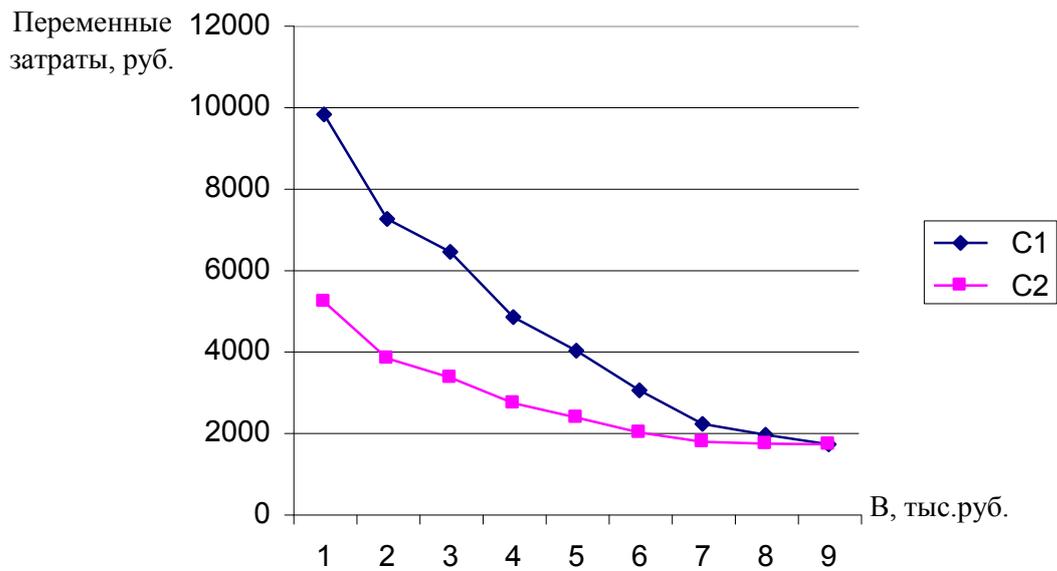
Результаты расчетов многопродуктовых поставок при различных B и k приведены на рис. 8.14 и 8.15.

Из анализа полученных зависимостей следует:

- общие затраты имеют минимум, положение которого меняется в зависимости от разных факторов и, в частности, от величины коэффициента неодновременности поступления различных видов продукции k ;
- при расчете переменных затрат по формулам (8.60) и (8.61) наблюдается значительное расхождение результатов, поэтому для практических расчетов следует использовать формулы (8.61).

Алгоритм принятия решения по многопродуктовым поставкам при ограничениях на капитал, представлен на рис.8.16.

Из рис. 8.16 следует, что алгоритм включает три варианта решения многопродуктовых задач. Первый вариант - отсутствие ограничений; для определения оптимальных параметров многопродуктовых поставок используется формула Уилсона. Второй вариант предусматривает наличие одного ограничения на капитал, которое может быть задано в виде неравенства, формула (8.54), либо в виде различных величин ограничений на капитал, необходимых для нахождения минимального размера общих затрат. Третий вариант предусматривает наличие нескольких ограничений; в этом случае при принятии решения по многопродуктовым поставкам необходимо использовать методы многокритериальной оптимизации.



б

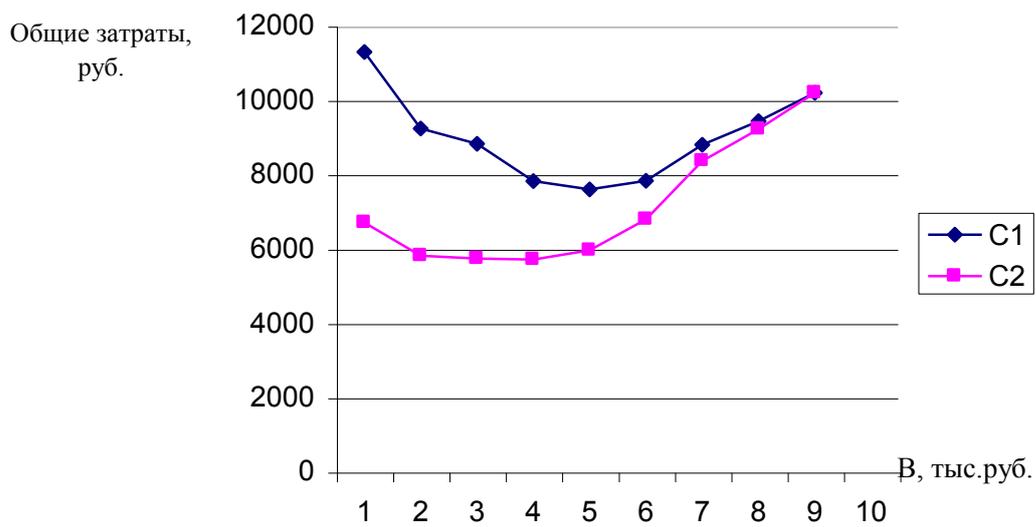
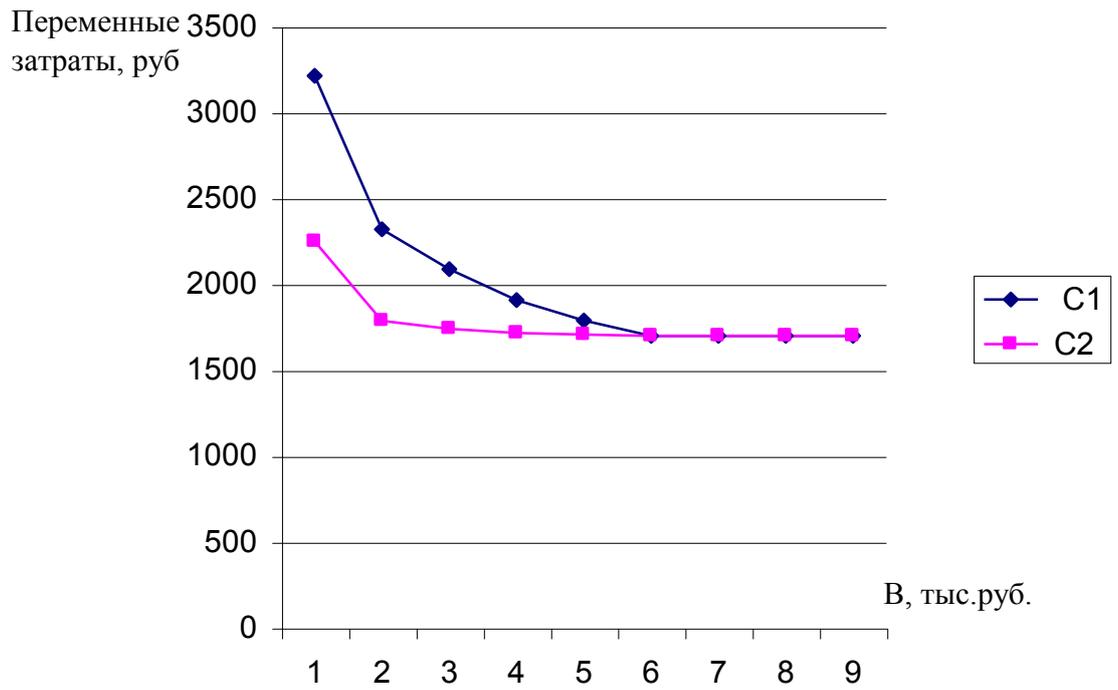


Рис. 8.14. Зависимость переменных (а) и общих (б) затрат от ограничения на капитал В (при $\kappa=1$): C1 – расчет по формуле (8.60); C2 – расчет по формуле (8.61)



б

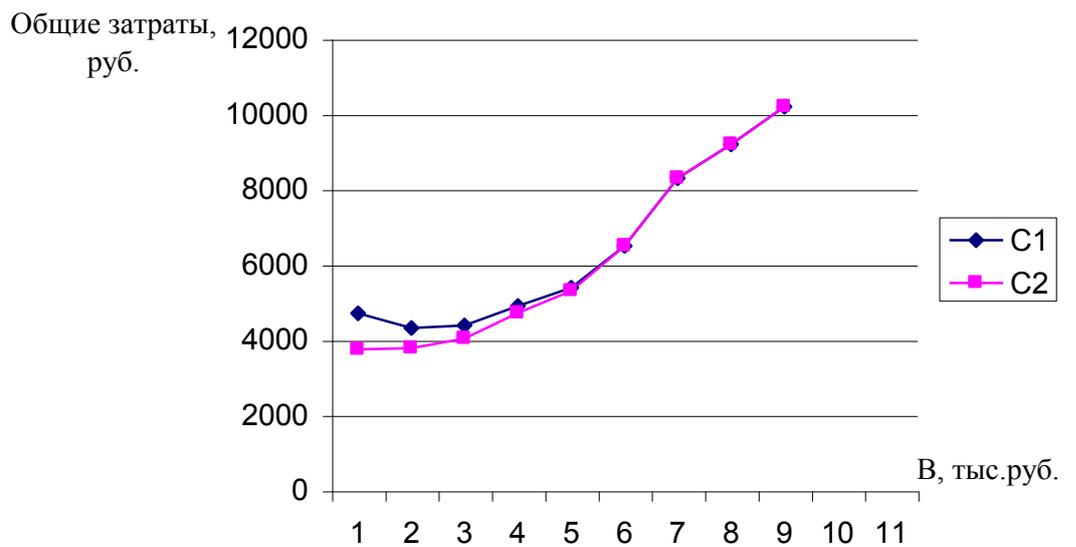


Рис.8.15. Зависимость переменных (а) и общих затрат (б) от ограничения на капитал В (при $\kappa=1/2$): C1 – расчет по формуле (8.60); C2 – расчет по формуле (8.61)

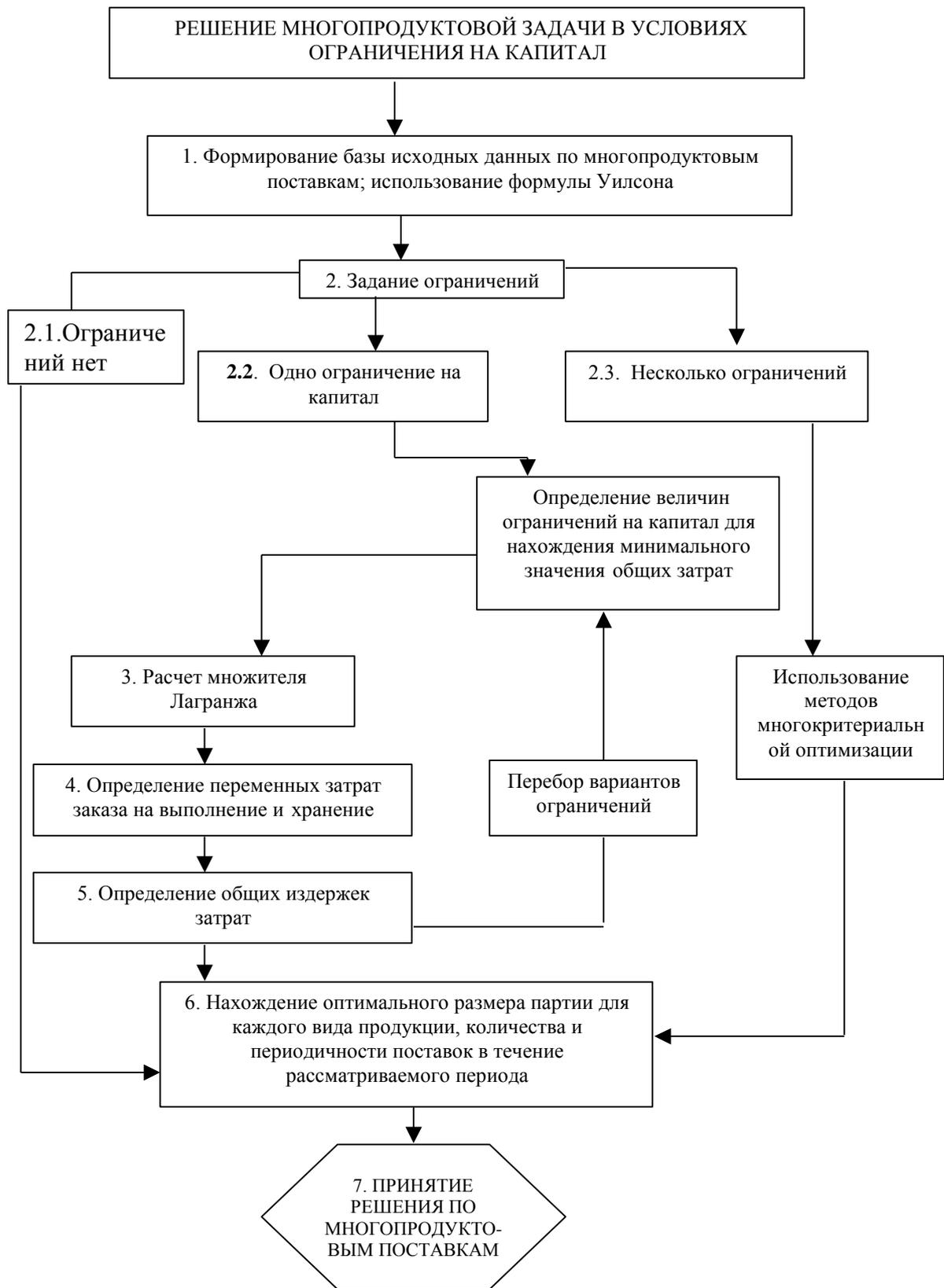


Рис. 8.16. Алгоритм принятия решения при многопродуктовых поставках

Очевидно, что, несмотря на четкость описанной последовательности вычислений, представляет интерес поиск аналитических зависимостей, позволяющих производить

расчеты в «замкнутой» форме, и, следовательно, анализировать всевозможные варианты многопродуктовой задачи.

С этой целью нами были продолжены вычисления, которые позволили получить следующие результаты.

Во-первых, при подстановке z^* , формула (8.63), в уравнение (8.57) для величин партий поставки с учетом ограничений, после упрощений находим

$$S_i^* = \frac{B}{kV} \sqrt{\frac{2A_i C_{oi}}{C_{ni}}}, \quad (8.64)$$

Во-вторых, выполнив аналогичные преобразования, получим аналитическое решение для переменных затрат, включающих затраты на выполнения заказов и хранение продукции:

$$C_{\Sigma 2}^* = \frac{1}{2} \left(\frac{kV^2}{B} + \frac{B\beta}{k} \right) \quad (8.65)$$

Из анализа зависимости (8.65) следует, что в многопродуктовых задачах с ограничением на величину капитала B , не соблюдается принцип равенства затрат на выполнение заказа C_T и затрат на хранение C_X , которые соответствует оптимальной партии поставки согласно формуле Уилсона. Так, из формулы (8.65) следует, что затраты на выполнение заказа

$$C_T^* = \frac{kV^2}{2B}, \quad (8.66)$$

затраты на хранение

$$C_X^* = \frac{B\beta}{2k}. \quad (8.67)$$

Очевидно, что соотношения (8.66) и (8.67) должны соблюдаться при бюджетировании различных логистических служб предприятия, отвечающих за организацию заказов и за хранение продукции.

В-третьих, определим общие затраты, включающие капитал B , затраты на выполнение заказов C_T^* и хранение C_X^*

$$C_{\Sigma}^*(B) = B + \frac{1}{2} \left(\frac{kV^2}{B} + \frac{B\beta}{k} \right) \quad (8.68)$$

Анализ зависимости (8.68) показывает, что в силу различного характера составляющих, зависимость общих затрат $C_{\Sigma}^*(B)$ имеет оптимальное значение, которое находится с использованием общепринятой процедуры: определения производной

$\frac{dC_{\Sigma}^*(B)}{dB}$ и приравнивания ее нулю.

$$\frac{dC_{\Sigma}^*(B)}{dB} = 1 - \frac{kV^2}{2B^2} + \frac{\beta}{2k} = 0 \quad (8.69)$$

Поскольку вторая производная $\frac{d^2C_{\Sigma}^*(B)}{dB^2} > 0$, то речь идет о минимуме функций $C_{\Sigma}^*(B)$.

Из уравнения (8.69) находим оптимальное значение капитала вложенного в запасы

$$B^* = kV \sqrt{\frac{1}{2k + \beta}} \quad (8.70)$$

При подстановке B^* в формулу (8.68) находим оптимальную величину общих затрат

$$C_{opt}^* = \sqrt{2k + \beta} \cdot \sum_{i=1}^N \sqrt{2A_i C_{oi} C_{ni}} \quad (8.71)$$

Пример 8.13. Рассмотрим пример использования полученных аналитических зависимостей. В табл.8.23 приведены исходные данные и результаты расчетов многопродуктовых поставок при отсутствии ограничений на финансовые ресурсы при $\beta=0,2$ и $D=365$ дней.

Из табл.8.23 видно, что максимальные капиталовложения в запасы при оптимальных поставках продукции при $\kappa=0,5$.

Таблица 8.23

Исходные данные и результаты расчета показателей поставок для трех видов продукции при отсутствии ограничений [60]

Параметры, показатели	Вид продукции			Сумма
	1	2	3	
Потребность в заказываемом продукте A_i , ед.	1000	500	2000	-
Цена единицы продукции C_{oi} , руб.	20	100	50	-
Затраты на выполнение одного заказа C_{ni} , руб.	50	75	100	-
Размеры партии заказа S_o , ед. (формула 8.4)	158	61	200	-
Затраты на заказ и хранение $C_{\Sigma o}$, руб. формула (8.7)	633	1225	2000	3858
Стоимость запасов $S_{oi}C_{ni}$, руб.;	3160	6100	10000	19260
тоже с учетом коэффициента $\kappa=0,5$	1580	3050	5000	9630
Количество заказов за расчетный период N_i^*	6,3	8,2	10	-
Периодичность поставок T_i , дней	57,7	44,7	36,5	-

Примечание: *) При практическом использовании результаты требуют корректировки, например вместо $N_i^*=6,3$ должно быть 6 или 7.

$$k \sum S_{oi} C_{ni} = 9630 \text{ руб.}$$

Общие затраты при отсутствии финансовых ограничений $C_{\Sigma}=9630+3858=13488$ руб.

Допустим, что возможные капиталовложения в запасы $B=6000$ руб. Согласно (8.54) ограничение является существенным и дальнейшее решение возможно при использовании метода множителей Лагранжа.

Рассчитаем величину V

$$V = \sqrt{2} \cdot (\sqrt{1000 \cdot 20 \cdot 50} + \sqrt{500100 \cdot 75} + \sqrt{2000 \cdot 50 \cdot 75}) = 8624 \text{ руб.}$$

По формуле (8.63) определим множитель

$$Z^* = \left[0,2 - (0,5 \cdot 8624 / 6000)^2 \right] / (2 \cdot 0,5) = -0,316$$

и переменные затраты, формула (8.61a)

$$C_{\Sigma 2} = 8624 \cdot \frac{0,2 + 0,5 \cdot 0,316}{\sqrt{0,2 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,316}} = 4307 \text{ руб.}$$

Соответственно затраты, связанные с выполнением заказов C_T и хранением C_X , равны

$$C_T = \frac{0,5 \cdot 8624^2}{2 \cdot 6000} = 3107 \text{ руб.}; \quad C_X = \frac{60000 \cdot 0,2}{2 \cdot 0,5} = 1200 \text{ руб.}$$

Общие затраты на запасы, выполнение заказов и хранение

$$C_{\Sigma}=6000+4307=10307 \text{ руб.}$$

В табл. 8.24 приведены результаты расчетов величин поставок S_i (формула 8.57), числа поставок N_{ni} (формула 8.58) и периодичности поставок T_i (формула 8.59).

Таблица 8.24

Параметры многопродуктовых поставок

Параметр i -го вида продукции	Ограничение на капитал $B=6000$ руб.		Оптимальная величина ограничения на капиталовложения $B^*=3938$ руб.
Общие поставки	-		-
S_1	158	98,4	64,8
S_2	61	38,2	25,1
S_3	200	124,3	81,9
Количество поставок	-		-
N_{ni}^*	6	10	15

N_{n2}^*	8	13	20
N_{n3}^*	10	16	25
$\sum N_{ni}$	24	39	60
Периодичность поставок (дни)	-		-
T_1	45,6	36,5	24,3
T_2	36,5	28	18,3
T_3	15,2	22,7	14,6
*) Величины поставок округлены до целых значений			

Рассмотрим вариант оптимизации общих затрат. По формуле (8.70) находим величину оптимальных капиталовложений в запасы

$$B^* = 0,5 \cdot 8624 \sqrt{\frac{1}{1+0,2}} = 3936 \text{ руб.}$$

и оптимальную величину общих затрат, формула (8.71),

$$C^*_{opt} = \sqrt{1+0,2} \cdot 8624 = 9450 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов S_i , N_{ni} , T_i для оптимального варианта и общих затрат приведены в табл.8.24; в табл. 8.25 объединены результаты трех вариантов; без ограничений величины капиталовложений B , при наличии ограничений ($B=6000$ руб.) и при оптимальном значении ограничений.

Таблица 8.25

Результаты расчетов затрат при многопродуктовых поставках

Показатель	Варианты расчета		
	Без ограничений	При наличии ограничений	При оптимальной величине ограничения
Капиталовложения в запасы, руб.	9630	6000	3936
Множитель Лагранжа	0	-0,316	-0,990
Переменные затраты C_2 в том числе:	3858	4307	5497
• затраты на поставки продукции	1929	3107	4724
• затраты на хранение	1929	1200	773
Общие затраты $C_{\Sigma}(B)$, руб.	13487	10307	9450

Из анализа полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Оптимизация общих затрат приводит к их абсолютному уменьшению по сравнению с первоначальным вариантом (отсутствие ограничений на капиталовложения в запасы). В тоже время наблюдается существенный рост переменных затрат, тенденции изменения которых имеют противоположный характер: затраты, связанные с выполнением заказов существенно возрастают из-за уменьшения величин партии поставок и роста их количества.

2. Полученные аналитические зависимости позволяют в «замкнутой форме» приводить оценку влияния различных показателей, связанных с многопродуктовыми поставками, на составляющие общих затрат – капиталовложения в запасы, затраты на поставку и затраты на хранение продукции.

3. Наличие оптимальной величины общих затрат являются областью принятия стратегических компромиссных решений различных служб предприятия, отвечающих за закупку, транспортировку и хранение продукции.

4. Дальнейшее развитие методов решения многономенклатурных и многопродуктовых задач требует, на наш взгляд, активного привлечения финансовой логистики, т.е. аналитического инструментария исследования динамики финансовых потоков.

8.5. Перспективы развития модели ЕОQ

Приведенные в предыдущих разделах материалы показывают, что модель ЕОQ занимает центральное место в теоретической логистике. Несмотря на то, что многие аспекты применения модели достаточно хорошо изучены, ряд направлений требует проведения дальнейших исследований, в частности, вопросы ограничений параметров и модификаций формулы Уилсона.

Рассмотрим два примера. В работе [16] приведены данные о поставках металлопродукции железнодорожным транспортом и получена формула для «оптимальной» величины заказа

$$P_{\text{опт}} = \frac{bT_k A}{Z_{\text{пр}} C_X}, \quad (8.72)$$

где b - масштабный коэффициент (принят $b=1$);

T_k - тариф за поставку одной транзитной (или складской) нормы, руб./вагон;

A - суммарный спрос за рассматриваемый период (тонн в год);

$Z_{\text{пр}}$ - норма производственного запаса, т;

C_X - стоимость хранения 1 т проката в запасах, руб./т.

Согласно [16] входящая в формулу (8.72) норма производственного запаса $Z_{\text{пр}}$ включает

$$Z_{\text{пр}} = Z_{\text{п}} + Z_c + 0,5P, \quad (8.73)$$

где $Z_{\text{п}}$ - подготовительный запас, т;

Z_c - страховой запас, т;

P - текущий запас, т.

Исходные данные для расчета по формуле (8.72): $A=32000$ т в год; $T_k=2730$ руб./вагон; $C_X=50$ руб./т в год; $Z_{\text{пр}}=2040$ т. Помимо этого, указано, что стоимость одной тонны металла $C_{\text{п}}=2900$ руб./т. При подстановке находим

$$P_{\text{опт}} = \frac{1 \cdot 2730 \cdot 32000}{2040 \cdot 50} = 856 \text{ т.}$$

При загрузке одного вагона $Q_B = 60$ т, получим количество вагонов при поставке $P_{\text{опт}}$

$$n_B = \frac{856}{60} \approx 14,2 \cong 14 \text{ вагонов}$$

На первый взгляд, формула (8.72) не вызывает особых возражений, за исключением производственного запаса $Z_{\text{пр}}$, составную часть которого, а именно P – текущий запас, и требуется определить.

Для того чтобы разобраться в сложившейся ситуации, запишем выражение для общих затрат [16, стр. 114]

$$C_{\Sigma} = \frac{bT_k A}{P} + (Z_{\text{п}} + Z_{\text{с}} + 0,5P) C_X. \quad (8.74)$$

Для определения оптимальной величины поставки воспользуемся общепринятой процедурой, т.е. решим уравнение $dC_{\Sigma} / dS = 0$:

$$\frac{dC_{\Sigma}}{dP} = -\frac{bT_k A}{P^2} + 0,5C_X = 0 \quad (8.75)$$

После преобразований находим

$$P_{\text{опт}}^* = \sqrt{\frac{2bT_k A}{C_X}} \quad (8.76)$$

Выражение (8.76) является формулой Уилсона.

При подстановке исходных данных в формулу (8.76) получим

$$P_{\text{опт}}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 1 \cdot 2730 \cdot 32000}{50}} = 1869 \text{ т}$$

или $n=31$ вагон.

С одной стороны величина $P_{\text{опт}}^*$ значительно превосходит $P_{\text{опт}}$, но с другой стороны формула (8.76) не содержит противоречивого производственного запаса $Z_{\text{пр}}$, включающего текущий запас.

Рассмотрим последовательность вывода формулы (8.72).

В работе [16] делается следующая подстановка, см. формулу (8.73)

$$Z_{\text{пр}} = aP \quad (8.77)$$

и далее считается, что a является постоянной величиной.

Это позволяет авторам записать уравнения для общих затрат в виде

$$C_{\Sigma} = \frac{bT_k A}{P} + aPC_X \rightarrow \min . \quad (8.78)$$

После дифференцирования получим

$$-\frac{bT_k A}{P^2} + aC_X = 0 \quad (8.79)$$

Следующий шаг вызывает недоумение, т.к. в уравнение (8.79) подставляется значение $a = Z_{\text{пр}} / P$, формула (8.77), и после упрощений приходим к формуле (8.72).

Аналогичная операция выполняется в работах [13,14], где она получила название «реверсивной».

Ошибка состоит в том, что a не является постоянной величиной, поскольку при вынесении за скобку P в правой части формулы (8.73), получим

$$S_{\text{пр}} = \left(\frac{Z_{\text{п}}}{P} + \frac{Z_{\text{с}}}{P} + 0,5 \right) P \quad (8.80)$$

Таким образом, a – переменная величина, зависящая от текущего запаса. Поэтому операция дифференцирования должна выполняться для функции

$$\frac{bT_k A}{P} + \left(\frac{Z_{\text{п}}}{P} + \frac{S_{\text{с}}}{P} + 0,5 \right) C_X P = 0 \quad (8.81)$$

что, как показано выше, приводит к формуле (8.76).

Однако выявленная неточность не является главной, поскольку полученный по формуле (8.72) результат принципиально неверен. Как только величина $q_{\text{опт}}$ превысит массу одного вагона, необходимо заказывать дополнительный подвижной состав, допустим, еще один вагон. Но в этом случае, затраты связанные с поставкой продукции возрастут, т.е. при двух вагонах эти затраты составят $C_3 = 2T_k = 5460$ руб. При подстановке в формулу (8.76) находим

$$q_{\text{опт}}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 2730 \cdot 32000}{50}} = 2644 \text{ т}$$

или $n = \frac{2644}{60} = 44$ вагона и т.д.

Очевидно, что в данной постановке задача не имеет оптимального решения с точки зрения минимизации затрат на выполнение заказа и хранение продукции.

Отсюда можно сделать вывод: несоблюдение ограничений приводит к ошибочным

расчетам величины EOQ.

В качестве другого примера рассмотрим модификации формулы Уилсона. Известно, что формула Уилсона (EOQ) имеет несколько модификаций, подробно рассмотренных в ряде работ [7, 14, 18, 60 и др.]. Одной из них является модель с постепенным пополнением запаса и равномерным потреблением, известная также как «модель размера производственного запаса» (EPQ или POQ).

Отличие данной модели заключается в том, что разгрузка и пополнение запаса происходит не мгновенно, как в модели EOQ, а постепенно с интенсивностью (темпом) $\mu = S/T$, где S – оптимальный размер заказа, T – период поставки.

Формулы для расчета параметров заказа модели EPQ приведены в табл. 8.26. Основное допущение при использовании формул табл. 8.26: интенсивность пополнения μ больше интенсивности расхода λ , т.е. $\mu > \lambda$.

Таблица 8.26

Традиционные и откорректированные зависимости для параметров модели EPQ

Параметр модели	Традиционный вариант		Откорректированный вариант	
	$\mu > \lambda$	$\mu = \lambda$	$\mu > \lambda$	$\mu = \lambda$
Оптимальная партия поставки, S^* опт., ед.	$S\alpha$	∞	$S\beta$	$\sqrt{\frac{2AC_o}{C_X}}$
Максимальная партия, поступившая на склад, S^* max, ед.	S/α	0	$S\beta/\alpha^2$	0
Количество поставок N^* в плановый период D .	$\frac{A}{S\alpha}$	0	$\frac{A}{S\beta}$	$\sqrt{\frac{AC_X^*}{2C_o}}$
Периодичность поставки T^* , дни	$D\frac{S\alpha}{A}$	∞	$D\frac{S\beta}{A}$	$D\sqrt{\frac{2C_o}{AC_X^*}}$
Минимальные суммы C^* Σ, ден. ед.	$\sqrt{2AC_oC_X}/\alpha$	0	$\sqrt{2AC_oC_X}/\beta$	$\sqrt{2AC_oC_X^*}$

В некоторых работах по логистике указывается, что если $\mu = \lambda$, то «запасов не требуется» и «нет проблемы определения размера заказа». В других работах подчеркивается, что при $\mu = \lambda$ размер текущего запаса – постоянный, а сама логистическая система функционирует по принципу «точно вовремя».

Однако, согласно табл. 8.26 вышеуказанные утверждения являются, на наш взгляд, дискуссионными и не дают ответов на два вопроса: почему при $\mu = \lambda$ оптимальная партия $S_{\text{опт}}$ и периодичность поставки T – бесконечны, а число заказов N и, самое главное, минимальные суммарные затраты C^*_{Σ} равны нулю. Все это противоречит экономической сущности модели Уилсона.

Как ни парадоксально, но ответ прост. При выводе формул для параметров EPQ не учтены затраты C_X^* , связанные с хранением продукции прибывающей на склад в контейнерах, кузовах автомобилей или железнодорожных вагонах во время разгрузки транспортных средств.

По существу при $\mu = \lambda$ транспортные средства (контейнеры, автомобили и т.п.) должны простаивать в течение периода T . С другой стороны, если бы стоимость хранения C_X^* была незначительной (существенно меньше C_X или $C_X^*=0$ как в модели EPQ), то выполнение части складских операций, связанных именно с хранением на складе, не требуется.

Проведенный нами анализ показал, что расчетные формулы для модели EPQ должны быть откорректированы (см. табл. 8.26).

При формировании табл. 8.26 были введены следующие обозначения:
оптимальная партия заказа (формула Уилсона)

$$S = \sqrt{2AC_o / C_X} ; \quad (8.82)$$

«поправочный» коэффициент для модели EPQ

$$\alpha = \sqrt{\frac{\mu}{\mu - \lambda}} ; \quad (8.83)$$

«поправочный» коэффициент для откорректированной модели EPQ

$$\beta = \sqrt{\frac{\mu}{\mu - \lambda(1 - (C_X^* / C_X))}} \quad (8.84)$$

Для иллюстрации полученных зависимостей в табл. 8.27 приведены результаты расчетов для известных и откорректированных моделей при двух условиях ($\mu > \lambda$ и $\mu = \lambda$) и следующих исходных данных:

- потребность в заказываемом продукте $A=1000$ ед. в год;
- затраты на выполнение одного заказа $C_o=100$ руб.;
- затраты на хранение единицы продукции (на складе)

$C_X=20$ руб./ед. год;

- количество рабочих дней в год $D=250$ дней;
- интенсивность пополнения запасов на склад $\mu =25$ ед/день;

интенсивность расхода запаса со склада $\lambda=4$ ед/день.

Затраты на хранение доставленной продукции вне склада C_X^* принимались равными 40 руб./ед год и 10 руб./ед год, т.е. отношения $\alpha = C_X^* / C_X$ были взяты равными 2 и 0,5.

Из анализа табл. 8.27 можно сделать следующие выводы:

1. Введение затрат на хранение C^*_x (при постепенной разгрузке транспортных средств) позволяет восстановить экономический смысл модели EPQ.

2. Откорректированная модель является универсальной, т.к. включает частные случаи в традиционную модель EPQ (при $C^*_x = C_x$) и модель Уилсона EOQ (при $C^*_x = C_x$ и $\lambda/\mu \rightarrow 0$, т.е. «мгновенное пополнение запаса»).

3. Проведенные расчеты показали, что помимо модели EPQ корректировке подлежат другие модификации формулы Уилсона, в частности,

- модель экономического размера партии (EBQ) – постепенного пополнения запаса (без расхода) и последующего равномерного наполнения;
- обобщенная детерминированная модель с учетом потерь от дефицита и постепенным (не мгновенным) пополнением запаса, находящегося в контейнерах, кузовах автомобилей или железнодорожных вагонах во время их постепенной разгрузки.

Таблица 8.27

Результаты расчета параметров модели

Параметр модели	Формула Уилсона	Традиционный вариант ($\mu > \lambda$)	Откорректированный вариант	
			$\mu > \lambda$	$\mu = \lambda$
Оптимальная партия поставки, $S^*_{\text{опт.}}$, ед.	100	109	93*/104	71/141
Максимальная партия, поступившая на склад, S^*_{max} , ед.	100	91	78/87	0
Количество поставок N^* в плановый период D .	10	9,2	10,9/9,6	14,3/7,1
Периодичность поставки T^* , дни	25	27,3	22,7/26	17,5/35
Минимальные суммы C^*_{Σ} , ден. ед.	2000	1820	2154/1920	2828/1410
Примечание: в числителе $C^*_x / C_x = 2$, в знаменателе $C^*_x / C_x = 0,5$				

Таким образом, среди многообразия возможных направлений исследований модели EOQ к важнейшим, на наш взгляд, могут быть отнесены следующие:

- постепенный переход от допущений, принятых при выводе формулы Уилсона и ее модификаций, путем замены линейных (детерминированных, независимых, упрощенных) реальными параметрами (случайными, взаимосвязанными и взаимозависимыми), отражающими большее количество составляющих затрат и различных факторов;

- обязательный учет в модели всевозможных ограничений, связанных с внутренними и внешними факторами и обеспечивающих по сути ее «жизнеспособность»;
- подробный, достоверный анализ всех составляющих затрат (издержек, расходов), их идентификация, однозначная трактовка и классификация;
- разумное усложнение модели, ее дифференциация, без которой невозможно приблизить аналитические зависимости к практическим, прикладным задачам;
- разработка специального пакета программ, позволяющего проводить расчеты всей гаммы возможных вариантов модели EOQ, анализировать их и осуществлять выбор эффективных решений.

Контрольные вопросы

1. Дайте краткую характеристику основным составляющим суммарных общих затрат, на основе которых рассчитывается оптимальный или экономичный размер заказа EOQ.
2. Как в соответствии с основной моделью расчета определяются оптимальный размер заказа, количество заказов, минимальные суммарные затраты за рассматриваемый период и время между заказами?
3. При каких допущениях была получена формула Уилсона?
4. Как определяются оптимальный размер заказа и минимальные суммарные затраты за рассматриваемый период, если затраты на хранение зависят от площади (или объем) склада, требующейся для всей поступившей партии?
5. Каковы преимущества дифференцированного учета затрат на хранение?
6. Как определяется оптимальный размер заказа с учетом скидок, если цена изменяется, а затраты на хранение не зависят от изменения цены?
7. Как определяется оптимальный размер заказа с учетом скидок, если изменяются цена и затраты на хранение?
8. Как определяется оптимальный размер заказа с учетом скидок, если между изменениями цены и изменяющимися затратами на хранение не наблюдается однозначной зависимости?
9. Каковы преимущества многономенклатурного заказа?
10. Как определяются основные параметры, характеризующие многономенклатурную поставку?
11. Какие ограничения, и каким образом учитываются при многономенклатурных поставках?

12. Как определяются основные параметры, характеризующие многономенклатурную поставку, организованную по системе кратных периодов?

13. Как определяются основные параметры, характеризующие многопродуктовую поставку с учетом ограничения максимальной величины капитала, который предполагается вложить в запасы?

14. Охарактеризуйте алгоритм принятия решений при многопродуктовых поставках.

Пример из практики

Рассмотрим московскую организацию, ведущую торговлю мукой в мешках по 50 кг. Годовая потребность организации в закупках муки - 4000 т. Все поставщики, с которыми работает организация, размещены в Ставропольском крае. Вопрос определения ОРЗ стоял перед организацией довольно актуально в связи с необходимостью определиться с видом наиболее экономичного вида транспорта. Для применения формулы Вильсона требуется задать исходные данные.

Стоимость размещения заказа была определена на основе следующих данных:

- среднее количество заказов в месяц - 5;
- затраты на работу с поставщиками рассчитаны через фонд заработной платы менеджеров и равны 3400 руб.;
- стоимость аренды офиса 2000 руб.

Стоимость размещения заказа, таким образом, составила 5400 руб.

Затраты на хранение запаса определены в размере 8482 руб/т, в том числе:

- капитальные затраты - 7100 руб /т;
- альтернативные издержки - 90 руб/т (из расчета 14% годовых);
- стоимость обработки запасов (подача и уборка вагона, погрузка-выгрузка, стрейч-пленка) - 420 руб/т;
- аренда склада 13 руб. м²/ сут. x 150 м² = 175 руб/мес.;
- издержки обслуживания запаса 697 руб., в том числе:
 - заработная плата кладовщика, водителя, бухгалтера - 372 руб/мес.;
 - сертификация - 50 руб.;
 - лицензирование - 75 руб.;
 - аренда офиса - 200 руб.

Расчет ОРЗ проведен по формуле Вильсона:

$$Q^* = \sqrt{2 \times 5400 \times 4000 / 8482} = 71,36 \text{ т.}$$

Целесообразно производить поставки железнодорожным транспортом, крытыми вагонами грузоподъемностью 68 т. Рассчитанный ОРЗ был скорректирован с 71 т до 68 т. Поставки ведутся пять раз в месяц по одному вагону. Отмеченное в списке условий применения формулы Вильсона отсутствие учета страхового запаса может быть преодолено путем учета страхового запаса в табличной форме.

Рассмотрим пример, представленный в таблице 1.

Размер заказа в колонке 1 проставляется, исходя из возможных диапазонов его изменения. Страховой запас задан в размере 100 единиц. Для расчета среднего запаса (колонка 3) используется известная формула расчета среднего запаса. Страховой запас увеличивает величину среднего запаса на постоянную величину. Затраты на хранение рассчитываются в двух вариантах (4 и 5): колонка 4 - затраты на хранение без учета страхового запаса по известной формуле; колонка 5 - с учетом страхового запаса. Затраты на хранение единицы запаса в год определены в размере 1 млн руб. ($I = 1\,000\,000$ руб.). Общая потребность задана в размере 2 600 000 руб. ($S = 2\,600\,000$ руб.). Стоимость размещения одного заказа задана в размере 15 000 руб. ($A = 15\,000$ руб.). Общие издержки размещения заказа определяются по известной формуле (колонка 6). Общие затраты на создание и поддержание запаса (колонка 7) рассчитаны как сумма затрат на хранение запасов с учетом страхового запаса (колонка 5) и общих затрат на размещение заказа (колонка 6). Анализ результатов расчета (колонка 7) показывает, что оптимальным размером заказа по критерию минимума общих затрат на создание и поддержание запаса является заказ в объеме 300 единиц.

таблица 1. Определение оптимального размера заказа

Размер заказа, Q	Гарантийный запас, ГЗ	Средний запас, Q/2 + ГЗ	Затраты на хранение (1), Q/2*I	Затраты на хранение (2), ГЗ*I	Стоимость размещения заказа, S/Q*A	Общие издержки, [5] + [6]
1	2	3	4	5	6	7
100	100	150	50000000	150000000	390000000	540000000
200	100	200	100000000	200000000	195000000	395000000
300	100	250	150000000	250000000	130000000	380000000
400	100	300	200000000	300000000	97500000	397500000

500	100	350	250000000	350000000	78000000	428000000
600	100	400	300000000	400000000	65000000	465000000

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ФОРМУЛЫ ВИЛЬСОНА

ПРАКТИКА БИЗНЕСА: МОДИФИКАЦИИ ФОРМУЛЫ ВИЛЬСОНА

Постоянство спроса, мгновенность поставки и работа на основе предположения, что поставка придет без задержки и без сбоев, фактически делает такое движение запасов сугубо теоретическим и совершенно нереализуемым на практике. Для преодоления этой ситуации постоянно предпринимаются попытки доработки формулы расчета ОРЗ.

Формула расчета ОРЗ (см. формула 5 и формула 6) имеет множественные модификации, соответствующие разнообразным ситуациям работы с запасом в условиях современного бизнеса. Рассмотрим некоторые из них.

1. Модель с постепенным пополнением.
2. Модель с учетом потерь от дефицита.
3. Модель с учетом дефицита при постепенном пополнении.
4. Модель работы с многономенклатурным заказом.
5. Модель с учетом оптовых скидок.
6. 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.

Итоговая таблица

№	Ситуация	Формула	Условные обозначения
1	Расчет общих затрат на создание и поддержание запаса	$T = Q/2!I (1) + S/Q!A (2) + C!S (3)$ или $T = \text{затраты на хранение} + \text{стоимость размещения заказа} + \text{стоимость заказа} (4)$	T - общие затраты на создание и поддержание заказа, денежные единицы измерения, Q - размер заказа, восполняющего запас, денежные или натуральные единицы измерения, I - затраты на хранение единицы запаса в плановом периоде времени, денежные единицы измерения/единица запаса. S - потребность в запасе в плановом периоде, денежные или натуральные единицы измерения, A - стоимость размещения одного заказа, денежные единицы, C - цена единицы запаса, денежные единицы
2	Формула Вильсона	$Q^* = \sqrt{2!A!S/I} (5)$	Q^* - ОРЗ, денежные или натуральные единицы измерения, I - затраты на хранение единицы запаса в плановом периоде времени, денежные единицы измерения/единица запаса, S - потребность в запасе в плановом периоде, денежные или натуральные единицы измерения, A - стоимость размещения одного заказа, денежные единицы, C - цена единицы запаса, денежные единицы
3	Формула Вильсона при учете цены в затратах на хранение запасов	$Q^* = \sqrt{2!A!S/i!C} (6)$	A - стоимость размещения одного заказа, денежные единицы, S - потребность в запасе в плановом периоде, денежные или натуральные единицы измерения, i - доля цены продукции, приходящейся на затраты по хранению, денежные единицы измерения/единица запаса, C - цена единицы запаса, денежные единицы
4	Расчет ОРЗ при учете полного объема	$Q^* = \sqrt{2!A!S/I + iC} (7)$	A - стоимость размещения одного заказа, денежные единицы, S - потребность в запасе в

	затрат на хранение		плановом периоде, денежные или натуральные единицы измерения, I - затраты на хранение единицы запаса в плановом периоде времени, денежные единицы измерения/единица запаса, i - доля цены продукции, приходящейся на затраты по хранению, денежные единицы измерения/единица запаса, C - цена единицы запаса, денежные единицы
--	--------------------	--	--

Дополнительно