

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Н. Н. Минина, М. Ф. Рудаков, А. С. Журавский

# ЛОГИСТИКА

## ПРАКТИКУМ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
по образованию в области сельского хозяйства  
в качестве учебно-методического пособия  
для студентов учреждений высшего образования,  
обучающихся по специальности  
1-74 01 01 Экономика и организация производства  
в отраслях агропромышленного комплекса*

Горки  
БГСХА  
2020

УДК 339.18(075.8)  
ББК 65.40я73  
М61

*Рекомендовано методической комиссией  
экономического факультета 23.04.2019 (протокол № 9)  
и Научно-методическим советом БГСХА 29.05.2019 (протокол № 9)*

Авторы:

старший преподаватель *Н. Н. Минина*;  
кандидат экономических наук, доцент *М. Ф. Рудаков*;  
старший преподаватель *А. С. Журавский*

Рецензенты:

доктор экономических наук, профессор *А. Г. Ефименко*;  
кандидат экономических наук, доцент *А. А. Лопатнюк*

**Минина, Н. Н.**

М61      Логистика. Практикум : учебно-методическое пособие /  
Н. Н. Минина, М. Ф. Рудаков, А. С. Журавский. – Горки :  
БГСХА, 2020. – 124 с.  
ISBN 978-985-7231-33-1.

Приведены методические указания и задания для практических занятий по дисциплине «Логистика», список рекомендуемой литературы.

Для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-74 01 01 Экономика и организация производства в отраслях агропромышленного комплекса.

УДК 339.18(075.8)  
ББК 65.40я73

**ISBN 978-985-7231-33-1**

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2020

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность учебной дисциплины «Логистика» и возрастающий интерес к ее изучению обусловлены потенциальными возможностями повышения эффективности функционирования материалопроводящих систем, которые открывает использование логистического подхода. Логистика позволяет существенно сократить временной интервал между приобретением сырья и полуфабрикатов и поставкой готового продукта потребителю, способствует сокращению затрат на хранение и транспортировку грузов. Применение логистики ускоряет процесс получения информации, повышает уровень сервиса.

Особенность учебной дисциплины «Логистика» состоит в том, что прикладная ее составляющая оказывается востребованной многими людьми. Поэтому изучение основных разделов данной дисциплины должно не только обеспечить необходимую теоретическую подготовку будущего специалиста непосредственно к практической деятельности, но и быть базой для дальнейшего образования и воспитания информационной культуры, что предопределяет ее интеграционную, мировоззренческую и методологическую функции.

Одна из основных задач логистики заключается в создании интегрированной эффективной системы регулирования и контроля материальных и информационных потоков, обеспечивающей высокое качество поставки продукции. С этой задачей сопряжено решение таких проблем, как: соответствие друг другу материальных и информационных потоков; определение стратегии и технологии физического перемещения товаров; разработка способов управления операциями движения товаров; определение объема производства, транспортировки и складирования.

Использование организациями традиционных методов управления с функциями снабжения, производства и распределения не позволяет обеспечить значительных конкурентных преимуществ. Поэтому отечественным организациям необходимо внедрять в собственные системы управления логистику, поскольку она позволяет удовлетворить потребности рынка с минимальными общими затратами.

Логистика организует материальные, информационные и финансовые потоки с целью выполнения главной логистической миссии: обеспечение нужной продукции в необходимом количестве, необходимого качества, в нужном месте, в нужное время, для конкретного потребителя по оптимальной цене и с оптимальными затратами.

Логистическое управление присутствует на всех уровнях деятельности организации: от поставки сырья до складирования готовой продукции на внешних складах и доведения ее до конечного потребителя. Это означает, что эффективный менеджмент операций невозможен без учета логистических особенностей данной операции.

Логистическая концепция управления производством ориентируется на выполнение заказов без задержек, сокращение запасов, что позволяет путем согласованных действий всех участников логистических процессов уменьшить себестоимость продукции, повысить оборачиваемость капитала, увеличить прибыль, не снижая качества обслуживания потребителей, и использовать высвободившиеся средства на другие цели организации.

В результате изучения учебной дисциплины студент **должен знать:**

- методологические основы логистики;
- формы и методы планирования и организации логистической деятельности в организации;
- средства и методы обоснования решений в сфере логистики;

**уметь:**

- выполнять экономические расчеты по применению логистики в организации;
- разрабатывать и обосновывать мероприятия по совершенствованию экономического механизма деятельности организации с учетом требований логистики;
- применять в планировании современные информационные технологии.

Данное учебно-методическое пособие направлено на формирование и закрепление у студентов специальности 1-74 01 01 Экономика и организация производства в отраслях агропромышленного комплекса вышеуказанных знаний и умений.

В списке рекомендуемой литературы приведены источники, которые будут полезны студентам для более глубокого понимания взаимосвязей в логистике при выполнении практических заданий.

#### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

##### Основной

1. Волгин, В. В. Логистика приемки и отгрузки товаров: практ. пособие / В. В. Волгин. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2012. – 460 с.
2. Гаджинский, А. М. Практикум по логистике / А. М. Гаджинский. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2012. – 312 с.

3. Дроздов, П. А. Логистика в АПК. Практикум : учеб. пособие / П. А. Дроздов. – Минск : Изд-во Гревцова, 2013. – 224 с.
4. Дроздов, П. А. Основы логистики в АПК : учебник / П. А. Дроздов. – Минск : Изд-во Гревцова, 2012. – 288 с.
5. Логистика : учеб. пособие / под ред. Б. А. Аникина. – Москва: ИНФРА-М, 1997. – 327 с.
6. Логистика: тренинг и практикум : учеб. пособие для вузов / под ред. Б. А. Аникина, Т. А. Родкиной ; Гос. ун-т управления. – Москва : Проспект, 2009. – 448 с.
7. Миротин, Л. Б. Введение в коммерческую логистику : учеб.-практ. пособие / Л. Б. Миротин, А. К. Покровский. – Москва : Изд-во «Альфа-Пресс», 2008. – 336 с.
8. Неруш, Ю. М. Практикум по логистике : учеб. пособие / Ю. М. Неруш, А. Ю. Неруш. – Москва : ТК «Велби», Изд-во «Проспект», 2008. – 304 с.
9. Расчетно-графические задания для студентов специальностей 08 05 07 «Менеджмент организации», 08 05 02 «Экономика и управление на предприятии (городское хозяйство)» / сост. Н. В. Скузоватова. – Оренбург : ОГИМ, 2010. – 21 с.
10. Скузоватова, Н. В. Логистика : практикум / Н. В. Скузоватова. – Оренбург : ОГИМ, 2010. – 62 с.
11. Тяпухин, А. П. Логистика : метод. указания к изучению курса и выполнению курсового проекта, конспект лекций / А. П. Тяпухин. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2004. – 104 с.

#### Дополнительный

12. Классификация складской инфраструктуры [Электронный ресурс] : СТБ 2133–2010. – Введ. постановлением Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь от 19 окт. 2010 г. № 60 // Нац. фонд технич. нормативных правовых актов Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.tnpra.by>. – Дата доступа: 15.08.2020.
13. Логинфо [Электронный ресурс] : информ. портал. – Режим доступа: <http://www.loginfo.ru/>. – Дата доступа: 10.06.2020.
14. Логистика [Электронный ресурс] : специали. науч.-практ. журн. – Режим доступа: <http://www.logistika-prim.ru/>. – Дата доступа: 10.06.2020.
15. Логистика, транспорт и таможня [Электронный ресурс] : информ. портал. – Режим доступа: <http://www.logistic.ru/>. – Дата доступа: 10.06.2020.
16. Логистическая деятельность. Термины и определения [Электронный ресурс] : СТБ 2047–2010. – Введ. постановлением Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь от 28 апр. 2010 г. № 18 // Нац. фонд технич. нормативных правовых актов Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.tnpra.by>. – Дата доступа: 12.07.2020.
17. Логистическая деятельность. Требования к профессиональной компетентности персонала исполнителей логистических услуг и процедура сертификации [Электронный ресурс] : СТБ 2345–2013. – Введ. постановлением Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь от 27 нояб. 2013 г. № 61 // Нац. фонд технич. нормативных правовых актов Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.tnpra.by>. – Дата доступа: 13.08.2020.
18. Международный центр логистики ГУ-ВШЭ [Электронный ресурс] : информ. портал. – Режим доступа: <http://www.mclog.ru/>. – Дата доступа: 10.06.2020.
19. Услуги логистические. Общие требования и процедура сертификации [Электронный ресурс] : СТБ 2306–2013. – Введ. постановлением Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь от 29 янв. 2013 г. № 7 // Нац. фонд технич. нормативных правовых актов Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.tnpra.by>. – Дата доступа: 21.08.2020.

## **Задание 1. ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ ИЗДЕРЖЕК ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЗАПАСОВ. ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕРА ЗАКАЗА**

В логистике запасов широкую известность получила зависимость по определению оптимального размера заказа, названная в честь ученого, ее представившего, – формула Уилсона.

При ее выводе ученый исходил из условия идеальной системы управления запасами, суть которой состоит в том, что доставка нового заказа осуществляется в момент, когда предыдущий полностью закончился. Тогда средний размер запаса (остатка) товара на складе будет равен половине величины заказываемой партии. Например, если размер одной заказываемой и доставляемой партии равен  $q$ , средняя величина запаса товара на складе составит  $q/2 ((q + 0) : 2)$ .

Ученым учитывались лишь *прямые (явные) издержки, связанные с приобретением товара, его доставкой и хранением*. Например, за определенный период времени объем оборота (потребления или сбыта) определенного наименования товара равен  $S$ . Тогда затраты на приобретение (закупку) товара – это произведение величины  $S$  на цену  $P$  за единицу товара. Установив транспортные и связанные с ними расходы на выполнение одного заказа на уровне  $C_o^e$ , совокупные издержки  $C_o$  по доставке товара в течение периода времени, за которое потребляется величина  $S$ , ученый предложил определять по формуле

$$C_o = C_o^e \frac{S}{q}, \quad (1.1)$$

Отношение  $S/q$  показывает, какое количество заказов будет сделано за период времени потребления величины  $S$ .

Установив стоимость хранения единицы запасов в течение периода времени, за которое потребляется величина  $S$ , равная  $C_{xp}^e$ , ученый предложил следующую зависимость по определению затрат на хранение  $C_{xp}$ :

$$C_{xp} = C_{xp}^e \frac{q}{2}. \quad (1.2)$$

Таким образом было выведено основное уравнение по определению совокупных прямых издержек  $C_c$  при формировании и управлении запасами за заданный период времени потребления величины  $S$ :

$$C_c = P \cdot S + C_o^e \frac{S}{q} + C_{xp}^e \frac{q}{2}. \quad (1.3)$$

Следовательно, **оптимальный размер заказа товара** – это такой размер заказа, при котором совокупные издержки  $C_c$  при формировании и управлении запасами принимают минимальное значение.

Оптимальный размер заказа достигается, когда совокупные издержки минимальны или когда первая производная уравнения по размеру заказа равна нулю.

$$C_c' = -C_o^e \frac{S}{q^2} + \frac{C_{xp}^e}{2}. \quad (1.4)$$

Тогда оптимальный размер заказа  $q_o$  равен:

$$q_o = \sqrt{2 \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e}}, \quad (1.5)$$

где  $q_o$  – оптимальный размер заказа по конкретному наименованию материальных запасов (товара), шт. (т, м<sup>3</sup>, рулонов);

$C_o^e$  – транспортные и связанные с ними расходы (оформление документов, погрузка, разгрузка и т. д.) на выполнение одного заказа по данному наименованию товара, руб.;

$S$  – величина спроса (потребления) данного наименования товара за установленный промежуток времени, шт/мес (шт/кв., шт/год);

$C_{xp}^e$  – издержки на хранение единицы (одной штуки, тонны и т. д.) товара в течение периода времени потребления величины  $S$ , руб/(шт/мес), (руб/(шт/кв.), руб/(шт/год) и т. д.).

Эту зависимость в теории управления запасами называют **формулой Уилсона**.

Данная формула не учитывает потери финансового капитала, вложенного в создание запасов, т. е. потери, обусловленные затормаживанием оборачиваемости вложенных в запасы денежных средств.

Так, применение формулы для различных по стоимости материалов (например, листовой стали обыкновенного качества и высоколегированной), цены на которые могут отличаться в несколько раз, при оди-

наковых исходных данных (за исключением цены) даст один и тот же результат. Это неправомерно с экономической точки зрения.

Чтобы сократить влияние отрицательного эффекта (замораживания денежного капитала, вложенного в создание запасов), совокупные издержки при формировании запасов должны включать *вмененные (неявные)* расходы, обусловленные потерями от недополучения дохода  $C_{\text{п}}$ . Величина этих потерь за период времени потребления величины  $S$  определяется по формуле

$$C_{\text{п}} = E \frac{q}{2} P, \quad (1.6)$$

где  $E$  – коэффициент эффективности финансовых вложений за период времени потребления величины ( $S$ ), 1/мес (1/кв., 1/год).

Коэффициент  $E$  показывает, какая доля суммы денежных (оборотных) средств ( $P \cdot q/2$ ), которая в среднем имеет место на складе, замораживается при создании запасов за период времени потребления величины  $S$ .

Величина  $C_{\text{п}}$  имеет двойственную экономическую природу. С одной стороны, она оценивает размер потерь, обусловленных вложением финансовых средств в создание запасов (замораживание), а с другой – устанавливает величину дополнительного дохода, который можно было бы получить в случае отказа от создания запасов. Например, финансовые средства, необходимые для создания среднего запаса  $q/2$ , в размере  $P \cdot q/2$  можно было положить в банк и получать доход по депозиту или вложить в дальнейшее развитие организации с целью увеличения доходов в перспективе. По причине двойственной природы величину  $C_{\text{п}}$  не включают в структуру прямых производственных затрат при бухгалтерском учете. Однако при проведении расчетов по сравнительной экономической эффективности или при бизнес-планировании учет данной величины должен быть обязательным.

Коэффициент  $E$ , с помощью которого оценивают эффективность финансовых вложений за период времени потребления величины  $S$ , может варьироваться в определенных пределах.

1. Минимальный размер коэффициента  $E$ , обуславливающий максимальные размеры заказов, устанавливается при наличии у предприятия достаточного количества свободных денежных (оборотных) средств и должен быть равен величине, соответствующей проценту по депозиту за время потребления величины  $S$ . Например, если анализируемый период равен одному месяцу, то процент по депозиту за месяц

при 12%-ном годовом составит 1 %, а коэффициент  $E$  будет равен 0,01 за один месяц (1 : 100 %).

2. Максимальный размер коэффициента  $E$  устанавливается в случае отсутствия в организации свободных денежных средств или ее интенсивного развития. В этом случае размеры заказов будут минимальными, что позволит высвободить максимальное количество денежных (оборотных) средств для финансирования более важных сфер хозяйственной деятельности организации (оплата труда и т. п.).

Величина коэффициента  $E$  определяется в зависимости от источника свободных денежных средств:

2.1. Если свободные денежные средства формируются за счет привлечения кредитных ресурсов банков, то размер коэффициента  $E$  должен соответствовать годовой процентной ставке по банковскому кредиту за время потребления величины  $S$  согласно следующей формуле:

$$E = \frac{1 + \frac{СК}{100}}{n}, \quad (1.7.1)$$

где  $СК$  – годовая процентная ставка по банковскому кредиту, %;

$n$  – количество повторений в течение года установленного промежутка времени (анализируемого периода), за которое потребляется величина  $S$ .

2.2. Если свободные денежные средства формируются за счет собственных резервов предприятия, то величина коэффициента  $E$  определяется по формуле

$$E = \frac{R}{n \cdot 100} N_{об}, \quad (1.7.2)$$

где  $R$  – достигнутый среднегодовой уровень рентабельности готовой продукции в производственной организации или рентабельности продаж в торговле, %;

$N_{об}$  – количество оборотов в течение года, которые совершают оборотные средства (денежные средства, необходимые для производства и реализации продукции, участвующей в одном кругообороте).

Например, достигнутый среднегодовой уровень рентабельности продукции на предприятии составляет 24 %; анализируемый период – один месяц; количество оборотов готовой продукции (оборотных

средств) в течение года – 12 оборотов. Тогда коэффициент  $E$  будет равен 0,24 за один месяц. Таким образом, в большинстве случаев для производственных предприятий минимальная величина коэффициента  $E$  отличается от максимальной на порядок (в 10 раз).

В торговых организациях минимальная величина коэффициента  $E$  может отличаться от максимальной на два порядка (в 100 раз).

Следовательно, формула по определению оптимального размера заказа с учетом потерь от недополучения дохода  $C_n$  будет иметь следующий вид:

$$q_o = \sqrt{2 \frac{C_o^e \cdot S}{C_{xp}^e + E \cdot P}}, \quad (1.8)$$

где  $P$  – цена за единицу товара, руб/шт. (руб/т и т. д.).

Такие составляющие формулы (1.8), как издержки на хранение единицы товара  $C_{xp}^e$  и коэффициент эффективности финансовых вложений  $E$ , должны быть привязаны к периоду времени, за который потребляется величина  $S$ . Например, если величина потребления или сбыта  $S$  определенного наименования товара рассматривается за квартал, то величины  $C_{xp}^e$  и  $E$  также должны рассчитываться за квартал.

Существуют **ограничения применения формулы по расчету оптимального размера заказа:**

1) оптимизация размера заказа при имеющих место оптовых скидках. Это объясняется тем, что, во-первых, при выводе формулы не учитывалась зависимость затрат на закупку (произведение величины потребления  $S$  на цену  $P$  за единицу товара) от размера заказа, во-вторых, затраты на закупку имеют в подавляющем большинстве производственных ситуаций наибольшее значение по сравнению с другими статьями прямых затрат, связанных с управлением запасами;

2) при выводе формулы предусматривалось, что транспортные и связанные с ними расходы на выполнение одного заказа  $C_o^e$  не зависят от размера заказа (т. е. являются постоянными). На самом деле показатель  $C_o^e$  зависит от размера заказа, однако эта зависимость в большинстве случаев оказывает косвенное влияние на величину и характер изменения совокупных издержек  $C_o$  по доставке товара в течение периода времени, за которое потребляется величина  $S$ ;

3) одно из условий применения формулы заключается в том, что издержки  $C_{xp}^e$  на хранение единицы товара в течение периода времени

потребления величины  $S$  не должны зависеть от размера заказа. Это достигается в случае эффективного использования площади складского помещения. Например, если на площади в  $1 \text{ м}^2$  может храниться 5 т товара, то эту возможность необходимо использовать на 80–100 %.

## **Задание 2. ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕРА ЗАКАЗА ПРИ ШТАБЕЛЬНОМ РАЗМЕЩЕНИИ ЗАПАСОВ**

Расчет оптимального размера заказа при штабельном размещении запасов рассмотрим на примере следующей производственной ситуации.

Агросервисная организация планирует производство лемехов к плугам. Для этого будет использоваться полосовая сталь с линейными размерами  $100 \times 12$  мм. Длина одной полосы – 2 м. Годовая производственная программа по выпуску лемехов – 1000 шт/год. Масса лемеха – 5,2 кг. Отходы стали в соответствии с технологией изготовления лемехов не превысят 15 %. Цена 1 т стали полосовой – 850 руб. Вес  $1 \text{ м}^3$  стали – 7,8 т. Удаленность поставщика стали – 30 км. Срок выполнения заказа – 2 дня. Допустимая нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  пола для склада по хранению металла –  $6 \text{ т/м}^2$ . Издержки по содержанию  $1 \text{ м}^2$  за месяц – 2 руб. (собственное помещение). Среднее количество рабочих дней в месяце – 22 дня. Организация нуждается в свободных денежных средствах. Оборотные средства при производстве лемехов совершают в среднем один оборот за месяц. Рентабельность продукции составляет 10 %. Доставка стали может осуществляться собственным автотранспортом.

Одна полоса стали занимает  $2000 \text{ мм} \cdot 100 \text{ мм} = 0,2 \text{ м}^2$  пола склада. На  $1 \text{ м}^2$  пола склада размещается  $1 \text{ м}^2 : 0,2 \text{ м}^2 = 5$  полос в один ряд.

Вес  $1 \text{ м}^3$  стали – 7,8 т. Тогда 1 т стали имеет объем  $0,1282 \text{ м}^3$ . Допустимая нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  пола склада – 6 т. 6 т стали имеют объем  $0,1282 \text{ м}^3 \cdot 6 = 0,7692 \text{ м}^3$ . Объем, занимаемый одной полосой стали, равен  $2 \text{ м} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 0,012 \text{ м} = 0,0024 \text{ м}^3$ . В ширину на полу помещается пять полос, занимающих объем  $5 \cdot 0,0024 = 0,012 \text{ м}^3$ . Тогда при укладке из пяти полос стали в ширину на полу высота данной укладки с учетом допустимой нагрузки составит 64 полосы ( $0,7692 \text{ м}^3 : 0,012 \text{ м}^3$ ). Следовательно, на  $1 \text{ м}^2$  пола склада можно разместить 320 полос стали.

С учетом необходимых проходов и проездов занимаемая площадь будет больше в 1,67 раза, т. е. для хранения 320 полос стали потребуется  $1,67 \text{ м}^2$  пола склада.

Годовая производственная программа составляет 1000 лемехов/год  $\times$   $\times$  5,2 кг/лемех : (100 % – 15 %)  $\cdot$  100 %  $\approx$  6,12 т, где 15 % – отходы стали в соответствии с технологией изготовления лемехов.

Так как транспортные расходы на выполнение одного заказа  $C_o^e$ , а также затраты на хранение 1 т стали  $C_{xp}^e$  зависят от размера заказа, который еще предстоит определить, необходимо интуитивно установить размер заказа.

Принимаем размер заказа равным 6,12 т стали полосовой.

Для хранения данного количества стали потребуется 6,12 т : 6 т/м<sup>2</sup>  $\times$   $\times$  1,67 м<sup>2</sup> = 1,7 м<sup>2</sup> пола склада.

Затраты на хранение 1 т стали за год составят:

$$C_{xp}^e = 1,7 \text{ м}^2 \cdot 2 \text{ руб}/(\text{мес} \cdot \text{м}^2) \cdot 12 \text{ мес} : (6,12 \text{ т} : 2) = 13,33 \text{ руб}/\text{т},$$

где 6,12 т : 2 – средний остаток (запас) стали на складе.

Транспортные затраты на выполнение одного заказа при перевозке собственным транспортным средством грузоподъемностью 10 т, стоимости 1 км, равной 0,9 руб., расстоянии перевозки 60 км (туда и обратно), использовании грузоподъемности транспортного средства на 61,2 % (перевозка от одного поставщика осуществляется совместно с другими товарами) составят:

$$C_o^e = (30 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,9 \text{ руб}/\text{км} \cdot 61,2 \% : 100 \% = 33,05 \text{ руб}.$$

Количество оборотов  $N_{об}$ , совершаемых оборотными средствами организации при производстве лемехов, за год составит:

$$N_{об} = S : (q : 2), \quad (2.1)$$

где  $S$  – потребление товара за установленный промежуток времени (т, шт.);

$q$  – размер заказа (т, шт.).

В нашем случае потребление стали за год составляет 6,12 т, размер заказа – 6,12 т. Отсюда:

$$N_{об} = 6,12 \text{ т}/\text{год} : (6,12 \text{ т} : 2) = 2 \text{ оборота}/\text{год}.$$

Рассчитаем максимальное значение коэффициента эффективности финансовых вложений  $E$  по формуле (1.7.2):

$$E = 10 \% : (1 \text{ год} \cdot 100 \%) \cdot 2 \text{ оборота/год} = 0,2.$$

Поскольку организация нуждается в свободных денежных средствах, значение коэффициента  $E$  принимается на уровне 70–100 % от его максимального значения:  $E = 70 \% : 100 \% \cdot 0,2 = 0,14$ .

Рассчитаем оптимальный размер заказа с учетом коэффициента  $E$  по формуле (1.8):

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{33,05 \text{ руб.} \cdot 6,12 \text{ т/год}}{13,33 \text{ руб/т} + 0,14 \cdot 850 \text{ руб/т}}} \approx 1,75 \text{ т.}$$

Сравним полученный результат с оптимальным размером заказа, рассчитанным без учета коэффициента  $E$  (т. е. по формуле (1.5)):

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{33,05 \text{ руб.} \cdot 6,12 \text{ т/год}}{13,33 \text{ руб/т}}} \approx 5,51 \text{ т.}$$

Принятый интуитивно размер заказа (6,12 т) отличается от оптимального размера заказа, рассчитанного без учета коэффициента  $E$  (5,51 т), на  $6,12 \text{ т} : 5,51 \text{ т} \cdot 100 \% - 100 \% = 11,1 \%$ , что допустимо для подобного рода расчетов (разница в значениях может составлять не более 20 %). При сравнении принятого интуитивно размера заказа (6,12 т) с оптимальным размером заказа, рассчитанным с учетом коэффициента  $E$  (1,75 т), разница в значениях более существенна.

Таким образом, размер заказа будет составлять 6,12 т.

Потребление стали за время выполнения заказа поставщиком составляет:

$$1000 \text{ лемехов/год} \cdot 5,2 \text{ кг} : (100 \% - 15 \%) : (12 \text{ мес/год} \times \\ \times 22 \text{ раб. дня/мес}) \cdot 2 \text{ дня} = 46,5 \text{ кг,}$$

где 1000 лемехов – годовая производственная программа;

5,2 кг – вес одного лемеха;

15 % – отходы стали при производстве лемехов;

2 дня – время выполнения заказа поставщиком.

Поскольку потребление стали за время выполнения заказа поставщиком (46,5 кг) не превышает размера заказа (6,12 т), расчеты сделаны верно.

**Задание.** Определите оптимальный размер заказа при штабельном размещении товаров для следующей производственной ситуации. Агросервисная организация планирует производство лемехов к плугам. Для этого будет использоваться полосовая сталь с линейными размерами 100×12 мм. Длина одной полосы – 2 м. Годовая производственная программа по выпуску лемехов – 3000 шт/год. Масса лемеха – 5,2 кг. Отходы стали в соответствии с технологией изготовления лемехов не превысят 15 %. Цена 1 т стали полосовой – 850 руб. Вес 1 м<sup>3</sup> стали – 7,8 т. Удаленность поставщика стали – 200 км. Срок выполнения заказа – 10 дней. Допустимая нагрузка на 1 м<sup>2</sup> пола для склада по хранению металла – 5,5 т/м<sup>2</sup>. Издержки по содержанию 1 м<sup>2</sup> за месяц – 3,5 руб. (собственное помещение). Среднее количество рабочих дней в месяце – 25. Организация нуждается в свободных денежных средствах. Оборотные средства при производстве лемехов совершают в среднем один оборот за месяц. Рентабельность продукции составляет 20 %. Доставка стали может осуществляться собственным автотранспортом.

### **Задание 3. ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕРА ЗАКАЗА ПРИ ХРАНЕНИИ ТОВАРОВ НА ПОДДОНАХ**

Расчет оптимального размера заказа при хранении товаров на поддонах рассмотрим на примере следующей производственной ситуации.

Сельскохозяйственной организации для проведения весенних полевых работ, а также подкормки полевых культур в начальный период вегетации (до конца июня) требуются минеральные удобрения (аммиачная селитра). Потребление аммиачной селитры за сезон в соответствии с нормами внесения удобрения составляет 5 т. Удаленность поставщика – 10 км. Срок выполнения заказа – 3 дня. Доставка и хранение мешков с аммиачной селитрой осуществляются на поддонах размерами 1200×1000 мм и грузоподъемностью 1500 кг. Масса одного мешка – 50 кг. Габаритные размеры мешка – длина × ширина × высота – 800×400×150 мм. Размещение мешков на поддоне представлено на рис. 3.1.

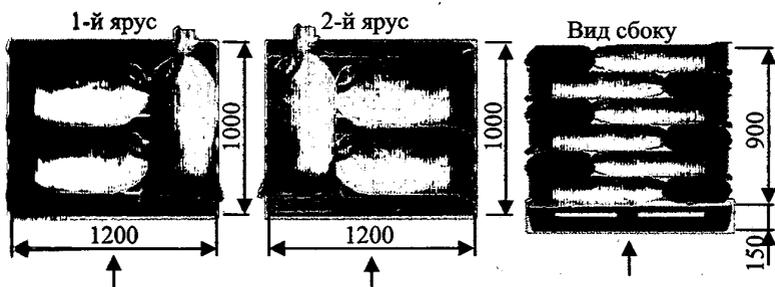


Рис. 3.1. Размещение мешков с аммиачной селитрой на поддоне

Высота укладки мешков на поддоне не должна превышать 1,8 м. Цена одного мешка аммиачной селитры в райагросервисной организации – 10 руб. Издержки по содержанию 1 м<sup>2</sup> за месяц составляют 2 руб. (собственное помещение). Среднее количество рабочих дней в месяце – 22. Организация постоянно нуждается в свободных денежных средствах. Расчетная рентабельность продукции растениеводства – 30 %. Доставка минеральных удобрений может осуществляться собственным транспортом.

Примем интуитивно размер заказа равным 1,5 т (или 30 мешков).

Доставка селитры будет осуществляться собственным автотранспортом грузоподъемностью 1,5 т. Транспортные расходы на 1 км составляют 0,8 руб.

Рассчитаем транспортные затраты на выполнение одного заказа:

$$C_{\text{т}}^{\text{с}} = (10 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,8 \text{ руб/км} = 16 \text{ руб.}$$

С учетом размера поддона (1200×1000 мм), его грузоподъемности (1500 кг), линейных размеров мешка (800×400×150 мм) на одном поддоне можно разместить десять рядов по три мешка в каждом ряду, т. е. 30 мешков.

Поддон площадью 1,2 м<sup>2</sup> (1200×1000 мм) с учетом проходов и проездов будет занимать 2 м<sup>2</sup> пола склада.

Рассчитаем затраты на хранение одного мешка в течение месяца:

$$\begin{aligned} C_{\text{хр}}^{\text{с}} &= 2 \text{ м}^2 \cdot 2 \text{ руб/}(\text{мес} \cdot \text{м}^2) \cdot 0,9 \text{ мес} : (30 \text{ мешков} : 2) = \\ &= 0,24 \text{ руб/мешок}, \end{aligned}$$

где 0,9 мес – время хранения заказанного количества товара на складе. Его можно определить с учетом того, что потребность в удобрениях за месяц составляет 33,3 мешка (100 мешков/сезон : 3 мес/сезон), т. е. 0,9 мес = 30 мешков (размер заказа) : 33,3 мешка/мес.

Количество оборотов  $N_{об}$ , совершаемых оборотными средствами организации, составит:

$$N_{об} = 100 \text{ мешков/сезон} : (30 \text{ мешков} : 2) = 6,7 \text{ оборотов/сезон.}$$

Рассчитаем максимальное значение коэффициента эффективности финансовых вложений  $E$  по формуле (1.7.2):

$$E = 30 \% \text{ (за год)} : (4 \text{ сезона/год} \cdot 100 \%) \cdot 6,7 \text{ оборотов/сезон} = 0,5.$$

Поскольку организация нуждается в свободных денежных средствах, значение коэффициента  $E$  принимается на уровне 70–100 % от его максимального значения:  $E = 70 \% : 100 \% \cdot 0,5 = 0,35$ .

Рассчитаем оптимальный размер заказа по формуле (1.8):

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{16 \text{ руб.} \cdot 100 \text{ мешков/сезон}}{0,24 \text{ руб/мешок} + 0,35 \cdot 10 \text{ руб/мешок}}} \approx 30 \text{ мешков.}$$

Поскольку принятый интуитивно размер заказа (30 мешков) отличается от оптимального, оставляем размер заказа равным 30 мешкам селитры.

Потребление удобрений за время выполнения заказа поставщиком составляет:

$$33,3 \text{ мешка/мес} : 22 \text{ раб. дня/мес} \cdot 3 \text{ дня} = 4,54 \text{ мешка,}$$

где 33,3 мешка/мес – потребность в удобрении;

3 дня – время выполнения заказа поставщиком.

Поскольку потребление удобрений за время выполнения заказа поставщиком (4,54 мешка) не превышает размера заказа (30 мешков), расчеты сделаны верно.

**Задание.** Рассчитайте оптимальный размер заказа при хранении товаров на поддонах для следующей производственной ситуации. Сельскохозяйственной организации для проведения весенних посе

бот, а также подкормки полевых культур требуется аммиачная селитра. Потребление аммиачной селитры за сезон в соответствии с нормами внесения удобрения составляет 15 т. Удаленность поставщика – 50 км. Срок выполнения заказа – 7 дней. Доставка и хранение мешков с аммиачной селитрой осуществляются на поддонах размерами 1200×1000 мм и грузоподъемностью 1500 кг. Масса одного мешка – 50 кг. Габаритные размеры мешка – длина × ширина × высота – 800×400×150 мм. Размещение мешков на поддоне представлено на рис. 3.1. Высота укладки мешков на поддоне не должна превышать 1,8 м. Цена одного мешка аммиачной селитры в райагросервисной организации – 11 руб. Издержки по содержанию 1 м<sup>2</sup> за месяц составляют 2,5 руб. (собственное помещение). Среднее количество рабочих дней в месяце – 25. Организация постоянно нуждается в свободных денежных средствах. Расчетная рентабельность продукции растениеводства – 20 %. Доставка минеральных удобрений может осуществляться собственным транспортом.

#### **Задание 4. ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕРА ЗАКАЗА ПРИ СТЕЛЛАЖНОМ РАЗМЕЩЕНИИ ЗАПАСОВ**

Расчет оптимального размера заказа при стеллажном размещении запасов рассмотрим на примере следующей производственной ситуации.

Райагросервисная организация осуществляет розничную и мелкооптовую торговлю запасными частями, в том числе фильтрами к тракторам, автомобилям и сельскохозяйственным машинам. Фильтры доставляются и хранятся в коробках, вмещающих 24 фильтра. Габаритные размеры коробки – длина × ширина × высота – 400×300×380 мм. Закупочная цена – 6 руб./фильтр. Масса брутто одной коробки – 16,0 кг. Коробки хранятся на полках стеллажей модели СТ-031 (рис. 4.1). Издержки, связанные с эксплуатацией 1 м<sup>2</sup> собственного склада в течение месяца, составляют 3 руб. Среднее потребление фильтров за год – 200 шт. Удаленность поставщика – 50 км. Время выполнения заказа – 2 дня. Доставка обеспечивается собственным транспортным средством грузоподъемностью 500 кг и емкостью грузовой платформы 2,0 м<sup>3</sup>. Тарифная ставка на внутривоздушные грузоперевозки для него составляет 0,14 руб/км. Доставка фильтров может производиться параллельно с другими видами запасных частей. Орга-

низация постоянно нуждается в свободных денежных средствах. Средняя рентабельность продаж составляет 3 %.

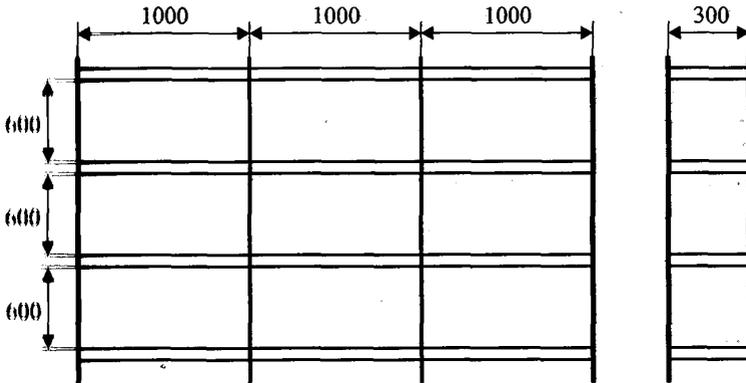


Рис. 4.1. Размеры стеллажа СТ-031

Примем интуитивно размер заказа равным восьми коробкам, или 192 фильтрам (8 коробок · 24 фильтра/коробку).

Вес заказываемой партии фильтров составит 8 коробок × × 16 кг/коробку = 128 кг.

Доставка фильтров будет осуществляться собственным автотранспортом грузоподъемностью 0,5 т. При поставке фильтров от данного поставщика доставка других видов запасных частей не производится. Транспортные расходы на 1 км составляют 0,28 руб. Рассчитаем транспортные затраты на выполнение одного заказа:

$$C_o^e = (50 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,28 \text{ руб/км} = 28 \text{ руб.}$$

Линейные размеры одной ячейки стеллажа – 1000×300×600 мм (соответственно длина × ширина × высота) – позволяют разместить на ней две коробки размерами 400×300×380 мм. Следовательно, для хранения восьми коробок нужно четыре ячейки. В стеллаже – 12 ячеек. Одна ячейка занимает 3 м · 0,3 м : 12 ячеек = 0,075 м<sup>2</sup> пола склада, а с учетом проходов и проездов – не более 0,1 м<sup>2</sup>. Тогда площадь, занимаемая четырьмя ячейками, равна 0,4 м<sup>2</sup>.

Издержки на хранение одного фильтра в течение месяца составят:

$$C_{\text{xp}}^e = 0,4 \text{ м}^2 \cdot 3 \text{ руб}/(\text{мес} \cdot \text{м}^2) \cdot 12 \text{ мес} : (192 \text{ фильтра} : 2) = \\ = 0,15 \text{ руб}/\text{фильтр}.$$

Количество оборотов  $N_{\text{об}}$ , совершаемых оборотными средствами организации, составит:

$$N_{\text{об}} = 200 \text{ фильтров}/\text{год} : (192 \text{ фильтра} : 2) = 2,08 \text{ оборотов}/\text{год}.$$

Рассчитаем максимальное значение коэффициента эффективности финансовых вложений  $E$  по формуле (1.7.2):

$$E = 3 \% : (1 \text{ год} \cdot 100 \%) \cdot 2,08 \text{ оборотов}/\text{год} = 0,0624.$$

Поскольку организация нуждается в свободных денежных средствах, значение коэффициента  $E$  принимается на уровне 70–100 % от его максимального значения:  $E = 70 : 100 \% \cdot 0,0624 = 0,044$ .

Рассчитаем оптимальный размер заказа по формуле (1.8):

$$q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{28 \text{ руб.} \cdot 200 \text{ фильтров}/\text{год}}{0,15 \text{ руб}/\text{фильтр} + 0,044 \cdot 6 \text{ руб}/\text{фильтр}}} \approx 165 \text{ фильтров}.$$

Полученный расчетный размер заказа (165 фильтров) отличается от принятого интуитивно (192 фильтра) на  $192 \text{ фильтра} : 165 \text{ фильтров} \times 100 \% - 100 \% = 16,4 \%$ , что допустимо для подобного рода расчетов, поэтому оставляем размер заказа равным 192 фильтрам.

Потребность в фильтрах за время выполнения заказа поставщиком составляет:

$$200 \text{ фильтров}/\text{год} : (12 \text{ мес}/\text{год} \cdot 22 \text{ раб. дня}/\text{мес}) \cdot 2 \text{ дня} = 2 \text{ фильтра},$$

где 2 дня – время выполнения заказа поставщиком.

Поскольку потребность в фильтрах за время выполнения заказа поставщиком (2 фильтра) не превышает размера заказа (192 фильтра), расчеты сделаны верно.

**Задание.** Рассчитайте оптимальный размер заказа при стеллажном размещении запасов для следующей производственной ситуации. Рай-агросервисная организация осуществляет розничную и мелкооптовую торговлю запасными частями, в том числе фильтрами к тракторам, ав-

томобиллям и сельскохозяйственным машинам. Фильтры доставляются и хранятся в коробках, вмещающих 24 фильтра. Габаритные размеры коробки – длина × ширина × высота – 400×300×380 мм. Закупочная цена – 7 руб./фильтр. Масса брутто одной коробки – 16,0 кг. Коробки хранятся на полках стеллажей модели СТ-031 (см. рис. 4.1). Издержки, связанные с эксплуатацией 1 м<sup>2</sup> собственного склада в течение месяца, составляют 4,5 руб. Среднее потребление фильтров за год – 800 шт. Удаленность поставщика – 200 км. Время выполнения заказа – 8 дней. Доставка обеспечивается собственным транспортным средством грузоподъемностью 500 кг и емкостью грузовой платформы 2,0 м<sup>3</sup>. Тарифная ставка на внутрихозяйственные грузоперевозки для него составляет 0,5 руб./км. Доставка фильтров может производиться параллельно с другими видами запасных частей. Организация постоянно нуждается в свободных денежных средствах. Средняя рентабельность продаж составляет 15 %.

### **Задание 5. СРАВНЕНИЕ СТРАТЕГИИ ЗАКУПКИ РЕСУРСОВ ПРИ ОПЛАТЕ К МОМЕНТУ ПОСТАВКИ И ФОРВАРДНЫХ СТРАТЕГИЙ ЗАКУПОК**

Одной из типичных задач логистики закупок является определение объемов закупаемых ресурсов и времени их оплаты. Для этого необходимо проанализировать цены на закупаемые ресурсы, транспортные расходы, затраты на содержание запасов. В связи с этим организация может использовать несколько стратегий оплаты ресурсов:

- стратегию оплаты к моменту поставки (ежемесячные закупки);
- форвардную стратегию закупок на несколько месяцев и др.

Если цены имеют ярко выраженный сезонный характер, возможно применение смешанных стратегий оплаты ресурсов. В этом случае на этапе снижения цен будет использоваться стратегия оплаты к моменту поставки, а на этапе повышения цен – форвардная оплата.

Общие затраты при различных стратегиях закупок будут меняться.

Стратегия оплаты к моменту поставки связана с внесением платежей по факту поставки ресурсов или незадолго до этого. Оплата осуществляется по ценам периода, в котором осуществляется непосредственная поставка ресурсов. Данная стратегия предполагает, что вся партия ресурсов, поставленная в начале месяца, к его концу будет полностью востребована.

Форвардная стратегия закупок предполагает закупку крупной партии сырья, необходимой для производства продукции в течение нескольких месяцев. Например, при использовании форвардной стратегии закупок на 2 месяца оплата за поставленное сырье производится за 2 месяца, форвардной стратегии закупок на 6 месяцев – за 6 месяцев. Закупая ресурсы с отсрочкой поставки, организация стремится застраховать себя от возможного повышения цен в будущем.

Рассчитаем затраты при различных стратегиях закупок. В связи с инфляцией и ростом курса доллара в течение года возможно изменение цены накупаемые ресурсы. Объем закупаемых средств защиты растений является постоянным и составляет 100 л в месяц. Затраты на хранение 1 л средств защиты растений в течение года – 0,25 руб. Необходимо выбрать оптимальную стратегию закупок ресурсов (табл. 5.1).

Выбор наилучшей стратегии оплаты и поставок ресурсов базируется на соотношении затрат на оплату и содержание ресурсов в необходимых запасах. Уменьшение затрат на закупку ресурсов при форвардных сделках связано с увеличением затрат на поддержание запасов.

Таблица 5.1. Расчет затрат на средства защиты растений при различных стратегиях закупок

Показатели	Цена, руб/л	Объем поставок, л	Затраты при стратегии оплаты к моменту поставки, руб.	Затраты при форвардных сделках, руб.		
				на 2 мес	на 3 мес	на 6 мес
Апрель	40,0	100	4000	8000	12000	24000
Май	40,8	100	4080	–	–	–
Июнь	41,6	100	4160	8320	–	–
Июль	42,4	100	4240	–	12720	–
Август	43,3	100	4330	8660	–	–
Сентябрь	44,2	100	4420	–	–	–
Затраты на закупку			25230	24980	24720	24000
Затраты на хранение			6,25	12,5	18,75	37,5
Совокупные затраты			25236,25	24992,5	24738,75	24037,5

Совокупные затраты на хранение средств защиты растений составят:

$$3X_{\text{Оп}} = 100 \text{ л} : 2 \cdot 6 \text{ мес} : 12 \text{ мес} \cdot 0,25 \text{ руб/л} = 6,25 \text{ руб.};$$

$$3X_{\text{Ф}_2} = 200 \text{ л} : 2 \cdot 6 \text{ мес} : 12 \text{ мес} \cdot 0,25 \text{ руб/л} = 12,5 \text{ руб.};$$

$$3X_{\text{Ф}_3} = 300 \text{ л} : 2 \cdot 6 \text{ мес} : 12 \text{ мес} \cdot 0,25 \text{ руб/л} = 18,75 \text{ руб.};$$

$$3X_{\text{Ф}_6} = 600 \text{ л} : 2 \cdot 6 \text{ мес} : 12 \text{ мес} \cdot 0,25 \text{ руб/л} = 37,5 \text{ руб.};$$

где  $ZX_{\text{оп}}$ ,  $ZX_{\text{ф2}}$ ,  $ZX_{\text{ф3}}$ ,  $ZX_{\text{ф6}}$  – соответственно совокупные затраты на хранение ресурсов при использовании стратегии оплаты к моменту поставки, форвардной сделке на 2, 3, 6 месяцев.

Таким образом, наилучшей стратегией сделок при закупке средств защиты растений в нашем примере будет форвардная сделка на 6 месяцев, поскольку ее реализация обеспечивает организации получение минимальных совокупных затрат (24037,5 руб.).

**Задание.** В связи с инфляцией в течение года возможно изменение цены на закупаемые ресурсы (апрель – 45,0 руб/л, май – 45,9, июнь – 46,8, июль – 47,8, август – 48,7, сентябрь – 49,7 руб/л). Объем закупаемых средств защиты растений является постоянным – 120 л в месяц. Затраты на хранение 1 л средств защиты растений в течение года – 0,3 руб. Определите оптимальную стратегию закупок ресурсов.

#### **Задание 6. СРАВНЕНИЕ СТРАТЕГИИ ЗАКУПКИ РЕСУРСОВ ПРИ ОПЛАТЕ К МОМЕНТУ ПОСТАВКИ И СТРАТЕГИИ ЗАКУПОК РЕСУРСОВ ПРИ УСРЕДНЕНИИ ЦЕНЫ**

Распространенной ценовой стратегией закупок является стратегия усреднения цены. При ее использовании закупки ресурсов осуществляются через равные интервалы времени по средней на протяжении данного периода цене. Усреднение происходит за счет установления бюджета закупок по цене первого месяца выбранного интервала.

При использовании стратегии усреднения цены фактические затраты на закупочную деятельность сравниваются с объемом средств, определенных для этой цели бюджетом.

Недостаток данной стратегии заключается в том, что, так как бюджет фиксирован, закупаемых ресурсов может не хватить для удовлетворения потребностей производства в течение данного интервала времени.

Рассмотрим применение стратегии усреднения цены на следующем примере.

Сельскохозяйственная организация планирует ежемесячно осуществлять закупку средств защиты растений в объеме 100 л в течение полугода. В связи с инфляцией и ростом курса доллара в течение года возможно изменение цены на закупаемые ресурсы. Затраты на хранение 1 л средств защиты растений в течение года – 0,25 руб. Средняя цена на закупаемые организацией средства защиты растений в прошлом году составила 38 руб/л. Ожидаемый рост цен в планируемом

году – 20 %. Сельскохозяйственная организация испытывает нехватку свободных денежных средств, что не позволяет осуществлять закупку партии средств защиты растений в объеме, превышающем двухмесячную потребность. Необходимо сравнить совокупные затраты при использовании стратегии закупки ресурсов при оплате к моменту поставки и стратегии закупок ресурсов при усреднении цены.

Предположим, что сельскохозяйственная организация ежемесячно будет закупать 100 л средств защиты растений с периодичностью оплаты один раз в 2 месяца (т. е. применять форвардную оплату).

При разработке стратегии закупки средств защиты растений при усреднении цены необходимо установить размер бюджета закупок ресурсов на 2 месяца. Он составит:

$$38 \text{ руб/л} \cdot 100 \text{ л} \cdot 2 \text{ мес} \cdot (100 \% + 20 \%) : 100 \% = 9120 \text{ руб.}$$

Далее нужно определить количество закупаемых ресурсов в течение каждых двух месяцев. Для проведения расчетов воспользуемся прогнозом цен на планируемый год, представленным в табл. 6.1.

**Таблица 6.1. Прогноз изменения цен на средства защиты растений в планируемом году**

Месяц	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Цена, руб/л	40,0	40,8	41,6	42,4	43,3	44,2

По данным табл. 6.1 можно определить, что средняя цена за 1 л средств защиты растений за полгода – 42,05 руб/л.

Объем первой закупаемой партии ресурсов составит:

$$9120 \text{ руб.} : 40 \text{ руб/л} = 228 \text{ л.}$$

Дальнейшие вычисления сведем в табл. 6.2.

**Таблица 6.2. Расчет средних цен и объемов поставок средств защиты растений**

Месяц	Объем поставки ресурсов, л	Цена за 1 л, руб.	Бюджет закупок, руб.	Средний уровень запаса, л
Апрель	228	40,0	9120	114
Июнь	219	41,6	9120	110
Август	210	43,3	9120	105
Итого (в среднем)	657		27360	110

По данным табл. 6.2 средние затраты на 1 л средств защиты растений равны:

$$27360 \text{ руб.} : 657 \text{ л} = 41,64 \text{ руб./л.}$$

Таким образом, уменьшение затрат на закупку ресурсов по сравнению со средней прогнозируемой ценой составит:

$$(42,05 - 41,64) : 42,05 \cdot 100 \% = 0,98 \%$$

Совокупные средние затраты на закупку средств защиты растений были бы равны:

$$657 \text{ л} \cdot 42,05 \text{ руб./л} = 27626,9 \text{ руб.}$$

Затраты на поддержание запасов средств защиты растений при условии оплаты к моменту поставки ресурсов составят:

$$100 \text{ л} : 2 \cdot 6 \text{ мес} : 12 \text{ мес} \cdot 0,25 \text{ руб./л} = 6,25 \text{ руб.}$$

При стратегии усреднения цены они будут равны:

$$110 \text{ л} \cdot 6 \text{ мес} : 12 \text{ мес} \cdot 0,25 \text{ руб./л} = 13,75 \text{ руб.}$$

Суммируя затраты на поддержание запасов средств защиты растений с общими затратами на их закупку, получим:

- для стратегии оплаты к моменту поставки ресурсов:

$$27626,9 + 6,25 = 27633,15 \text{ руб.};$$

- для стратегии усреднения цены:

$$27360,0 + 13,75 = 27373,75 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов показывают, что для нашего примера стратегия усреднения цены более выгодна, чем стратегия оплаты к моменту поставки ресурсов, поскольку в результате ее применения экономия денежных средств составит 259,4 руб.

Таким образом, выбор стратегии закупки ресурсов базируется на соотношении затрат на оплату ресурсов и содержание товаров в запасах. Если затраты на приобретение и доставку ресурсов растут быст-

рее, чем расходы на поддержание запасов, более выгодной будет стратегия усреднения цены. В противном случае более предпочтительной будет стратегия оплаты ресурсов к моменту поставки.

**Задание.** Сельскохозяйственная организация планирует ежемесячно осуществлять закупку средств защиты растений в объеме 120 л в течение полугода. В связи с инфляцией и ростом курса доллара в течение года возможно изменение цены на закупаемые ресурсы. Затраты на хранение 1 л средств защиты растений в течение года – 0,3 руб. Средняя цена на закупаемые организацией средства защиты растений в прошлом году составила 43 руб/л. Ожидаемый рост цен в планируемом году – 18 %. Сельскохозяйственная организация испытывает нехватку свободных денежных средств, что не позволяет осуществлять закупку партии средств защиты растений в объеме, превышающем двухмесячную потребность. Сравните совокупные затраты при использовании стратегии закупки ресурсов при оплате к моменту поставки и стратегии закупок ресурсов при усреднении цены.

### **Задание 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЩЕРБА ОТ НЕСВОЕВРЕМЕННОСТИ ПОСТАВОК**

Существуют различные методы оценки уровня равномерности поставок. Один из них – расчет удельного веса объема поставки за каждый договорный период и сравнение его с нормативным. Нормативный удельный вес объема поставки определяется как  $1/n$  часть запланированного объема поступления ресурсов, где  $n$  – число периодов (интервалов) между поступлениями партий ресурсов. Чем больше сумма отклонений, тем больше неравномерность поставок.

В практике статистического анализа поставок ресурсов также широко используются методы расчета показателей колеблемости: коэффициента вариации  $\eta$  (или показателя равномерности  $\rho$ ) поставок.

Коэффициент вариации поставок материальных ресурсов  $\eta$  рассчитывается по следующей формуле:

$$\eta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \cdot \frac{100}{\bar{x}}, \quad (7.1)$$

где  $i$  – номер интервала;

$n$  – число интервалов, на которое разбивается заданный период;  
 $x_i$  – поставка материальных ресурсов за  $i$ -й интервал времени;  
 $\bar{x}$  – средний размер поставки в течение установленного периода.

Данные для расчета коэффициентов вариации  $\eta$  и равномерности  $\rho$  приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1. Данные для расчета коэффициентов вариации  $\eta$  и равномерности  $\rho$

Дни недели	Поставка сырья за сутки, т	Поставка сырья нарастающим итогом, т	Отклонение от среднего уровня $x_i - \bar{x}$ , т	Квадрат отклонения от среднего уровня $(x_i - \bar{x})^2$
1	13,5	13,5	-0,8	0,64
2	14,0	27,5	-0,3	0,09
3	15,0	42,5	0,7	0,49
4	14,0	56,5	-0,3	0,09
5	15,0	71,5	0,7	0,49
6	14,5	86,0	0,2	0,04
Итого	86,0			1,84
В среднем	14,3			

В нашем примере коэффициент вариации  $\eta$  составляет 3,9 % ( $\sqrt{(1,84 \text{ т} : 6 \text{ дн.}) : 14,3 \text{ т} \cdot 100 \%}$ ). Коэффициент равномерности  $\rho$  равен 96,1 % ( $100 - 3,9$ ), что свидетельствует о достаточной равномерности поставок ресурсов.

Отклонения от условий поставки ресурсов могут привести к экономическому ущербу деятельности организации-покупателя данных ресурсов, в связи с чем возникает необходимость его компенсации за счет предъявления санкций организациям-поставщикам.

Рассчитаем ущерб (убытки) при уменьшении объема производства продукции у организации-потребителя ресурсов. Из-за недопоставки 4 т сырья потерпевшая сторона не изготовила 4 т продукции А и 0,5 т продукции Б. В табл. 7.2 отражены экономические параметры выпускаемой продукции и последовательность определения ущерба от несвоевременности поставок сырья.

Расчет ущерба (убытков), причиненного потерпевшей стороне, представлен в табл. 7.3. Он составил 3486 руб.

Организация-потребитель сырья также несет ущерб (убытки) при простоях и последующем форсировании производства (сверхурочная работа, работа в выходные и праздничные дни). Так, расходы по заработной плате составили 1630 руб., в том числе: за время просто-

ев – 490 руб., доплаты за сверхурочную работу – 740 руб., доплата за работу в выходные и праздничные дни – 400 руб. Отчисления в резерв на оплату отпусков составляют 8,3 % от начисленного заработка, отчисления на социальные нужды – 34 % от заработной платы. Из-за нарушения графика поставки продукции организацией-потребителем сырья уплачены штрафные санкции в сумме 80 руб. Ущерб (убытки), нанесенный потерпевшей стороне, представлен в табл. 7.4.

Таблица 7.2. Данные для определения ущерба от несвоевременности поставок

Наименование продукции	Потери в объеме выпуска продукции, т	Цена 1 т продукции, руб.	Полная плановая себестоимость 1 т продукции, руб.	Условно-постоянные расходы в себестоимости продукции, руб/т	Прибыль от реализации 1 т продукции, руб.	Полученная от поставщика сырья пеня, руб.
А	4,0	900	710	284	190	42
Б	0,5	6000	4500	1800	1500	18
Итого						60

Таблица 7.3. Расчет ущерба, причиненного организации-потребителю в связи со срывом поставки сырья

Наименование продукции	Потери в объеме выпуска продукции, т	Условно-постоянные расходы в себестоимости 1 т продукции, руб.	Ущерб (убытки) по условно-постоянным расходам, руб.	Прибыль от реализации 1 т продукции, руб.	Ущерб (недополученная прибыль), руб.	Пеня, полученная по оплаченным поставщиком сырья санкциям, руб.	Ущерб (убытки), всего, руб.
А	4,0	284	-1136	190	-760	+42	-1854
Б	0,5	1800	-900	1500	-750	+18	-1632
Итого			-2036		-1510	+60	-3486

Таблица 7.4. Расчет ущерба, причиненного организации-потребителю сырья при простоях и форсировании производства, руб.

Заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Сумма уплаченных штрафных санкций	Ущерб (убытки), всего
1765	600	80	2445

Организация-потребитель сырья может также нести ущерб (убытки) при замене сырья. Из-за недопоставок контрагентом 4 т сырья

по цене 350 руб. за 1 т потерпевшая сторона использовала 4 т другого сырья по цене на 10 % выше цены прежнего поставщика. Расчет ущерба при замене сырья приведен в табл. 7.5. Он составил 140 руб.

Таблица 7.5. Расчет ущерба, причиненного организации-потребителю при замене сырья

Показатель	Фактически использованное сырье	Замененное сырье	Ущерб (убытки)
Количество сырья, т	4	4	
Цена 1 т, руб.	385	350	
Стоимость сырья, руб.	1540	1400	140

**Задание.** Рассчитайте коэффициенты вариации и равномерности поставок материальных ресурсов, если за 1-й день недели поступило 18 т сырья, 2-й – 17,5, 3-й – 17, 4-й – 16, 5-й – 19, 6-й день – 17,5 т.

Определите ущерб (убытки) при уменьшении объема производства продукции организации-потребителя ресурсов, если ее производственные мощности по переработке данного сырья составляют 18 т в сутки. Из-за недопоставки 3 т сырья потерпевшая сторона не изготовила 3,6 т продукции А и 0,6 т продукции Б. В табл. 7.6 отражены экономические параметры выпускаемой продукции.

Таблица 7.6. Данные для определения ущерба от несвоевременности поставок

Наименование продукции	Потери в объеме выпуска продукции, т	Цена 1 т продукции, руб.	Полная плановая себестоимость 1 т продукции, руб.	Условно-постоянные расходы в себестоимости продукции, руб/т	Прибыль от реализации 1 т продукции, руб.	Полученная от поставщика сырья пеня, руб.
А	3,6	800	650	250	150	40
Б	0,6	5000	4000	1500	1000	15
Итого						55

Организацией-потребителем сырья также был понесен ущерб (убытки) при простоях и последующем форсировании производства. Расходы по заработной плате составили 1400 руб. Из-за нарушения графика поставки продукции организацией-потребителем сырья уплачены штрафные санкции в сумме 70 руб.

Организации-потребителю сырья также был нанесен ущерб (убытки) при замене сырья. Из-за недопоставок контрагентом 3 т сырья по

цене 300 руб. за 1 т потерпевшая сторона использовала 3 т другого сырья по цене на 15 % выше цены прежнего поставщика.

Рассчитайте общий ущерб организации-потребителя сырья.

### **Задание 8. ВЫБОР ПОСТАВЩИКА МЕТОДОМ ОЦЕНКИ ЗАТРАТ**

Представим алгоритм выбора поставщика методом оценки затрат для следующей ситуации. Расстояние от сельскохозяйственной организации до поставщика удобрений А – 125 км, Б – 175 км, В – 75 км. Потребность в удобрениях данного вида за квартал – 200 т. Цены реализации 1 т удобрений у поставщиков А, Б, В в зависимости от размера заказа отражены в табл. 8.1. Удобрения хранятся в мешках на поддонах на складе, затраты на содержание 1 м<sup>2</sup> площади пола которого за месяц составляют 1 руб. Доставка удобрений может осуществляться собственными автотранспортными средствами сельскохозяйственной организации грузоподъемностью 5, 10 и 20 т, тарифные ставки на внутрихозяйственные грузоперевозки для которых составляют соответственно 0,3; 0,4 и 0,65 руб/км. Сельскохозяйственная организация нуждается в свободных денежных средствах. Оборотные средства в результате производственной деятельности сельскохозяйственной организации совершают три оборота в течение года. Средняя рентабельность товарной продукции – 40,0 %. Необходимо выбрать поставщика удобрений.

Таблица 8.1. Цена удобрений в зависимости от размера заказа, руб/т

Наименование поставщика	Размер заказа, т			
	до 5	от 5 до 10	от 10 до 15	от 15
А	1145	1140	1135	1100
Б	1140	1135	1130	1095
В	1160	1155	1150	1115

Затраты на доставку удобрений для сельскохозяйственной организации ее собственным автотранспортом от поставщиков А, Б и В при размере заказа до 5 т (или 4,5 т) составят:

$$C_{oA}^e = (125 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,3 \text{ руб/км} = 75 \text{ руб.};$$

$$C_{oB}^e = (175 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,3 \text{ руб/км} = 105 \text{ руб.};$$

$$C_{oB}^e = (75 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,3 \text{ руб/км} = 45 \text{ руб.}$$

Сравним затраты на закупку и доставку удобрений для сельскохозяйственной организации от поставщиков А, Б и В:

$$C = P \cdot S + C_o^e \frac{S}{q}, \quad (8.1)$$

где  $P$  – цена 1 т удобрений у поставщика при определенном размере заказа, руб/т (в нашем примере размер заказа не превышает 5 т);

$S$  – потребление удобрений за установленный промежуток времени, т (в нашем случае – за квартал);

$C_o^e$  – затраты на доставку удобрений для сельскохозяйственной организации ее собственным автотранспортом от поставщика, руб.;

$q$  – размер заказа, т.

$$C_A = 1145 \cdot 200 + 75 \cdot 200 : 4,5 = 232333,3 \text{ руб.};$$

$$C_B = 1140 \cdot 200 + 105 \cdot 200 : 4,5 = 232666,7 \text{ руб.};$$

$$C_B = 1160 \cdot 200 + 45 \cdot 200 : 4,5 = 234000,0 \text{ руб.}$$

Следовательно, при размере заказа до 5 т (или 4,5 т) предпочтение следует отдать поставщику А, поскольку затраты на закупку и доставку удобрений для сельскохозяйственной организации от него являются наименьшими (232333,3 руб.).

Аналогично выполняются расчеты для заказа от 5 до 10 т (или 9 т):

$$C_{oA}^e = (125 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,4 \text{ руб/км} = 100 \text{ руб.};$$

$$C_{oB}^e = (175 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,4 \text{ руб/км} = 140 \text{ руб.};$$

$$C_{oB}^e = (75 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,4 \text{ руб/км} = 60 \text{ руб.}$$

$$C_A = 1140 \cdot 200 + 100 \cdot 200 : 9 = 230222,2 \text{ руб.};$$

$$C_B = 1135 \cdot 200 + 140 \cdot 200 : 9 = 230111,1 \text{ руб.};$$

$$C_B = 1155 \cdot 200 + 60 \cdot 200 : 9 = 232333,3 \text{ руб.}$$

Таким образом, при размере заказа от 5 до 10 т (или 9 т) сельскохозяйственная организация выберет поставщика Б.

При размере заказа от 10 до 15 т (или 14,4 т):

$$C_{oA}^e = (125 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,65 \text{ руб/км} = 162,5 \text{ руб.};$$

$$C_{oB}^e = (175 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,65 \text{ руб/км} = 227,5 \text{ руб.};$$

$$C_{oB}^e = (75 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,65 \text{ руб/км} = 97,5 \text{ руб.}$$

$$C_A = 1135 \cdot 200 + 162,5 \cdot 200 : 14,4 = 229256,9 \text{ руб.};$$

$$C_B = 1130 \cdot 200 + 227,5 \cdot 200 : 14,4 = 229159,7 \text{ руб.};$$

$$C_B = 1150 \cdot 200 + 97,5 \cdot 200 : 14,4 = 231354,2 \text{ руб.}$$

Следовательно, при размере заказа от 10 до 15 т (или 14,4 т) предпочтение следует отдать поставщику Б.

Для размера заказа от 15 до 20 т (или 18 т):

$$C_{oA}^e = (125 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,65 \text{ руб/км} = 162,5 \text{ руб.};$$

$$C_{oB}^e = (175 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,65 \text{ руб/км} = 227,5 \text{ руб.};$$

$$C_{oB}^e = (75 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,65 \text{ руб/км} = 97,5 \text{ руб.}$$

$$C_A = 1100 \cdot 200 + 162,5 \cdot 200 : 18 = 221805,6 \text{ руб.};$$

$$C_B = 1095 \cdot 200 + 227,5 \cdot 200 : 18 = 221527,8 \text{ руб.};$$

$$C_B = 1115 \cdot 200 + 97,5 \cdot 200 : 18 = 224083,3 \text{ руб.}$$

Таким образом, при размере заказа от 15 до 20 т (или 18 т) сельскохозяйственная организация выберет поставщика Б.

Размер заказываемой партии у соответствующего поставщика должен иметь оптимальную величину.

Рассчитаем оптимальный размер заказа удобрений у поставщика А при размере заказа до 5 т.

Найдем затраты на хранение 1 т удобрений в течение квартала ( $C_{xp}^e$ ).

Удобрения хранятся в мешках по 50 кг на поддонах. На поддоне можно разместить 18 мешков (или 0,9 т) удобрений. Площадь поддона – 1,2 м<sup>2</sup>, а с учетом проходов и проездов – 1,4 м<sup>2</sup>. Для размещения 4,5 т удобрений требуется пять поддонов, а занимаемая ими площадь пола склада составит 7 м<sup>2</sup> (5 · 1,4 м<sup>2</sup>). Отсюда

$$C_{xp}^e = 7 \text{ м}^2 \cdot 1 \text{ руб/}(\text{мес} \cdot \text{м}^2) \cdot 3 \text{ мес} : 2,25 \text{ т} = 9,3 \text{ руб/т},$$

где 2,25 т – средний остаток удобрений, который будет иметь место на складе (4,5 т : 2).

Рассчитаем коэффициент эффективности финансовых вложений  $E$  по формуле (1.7.2):

$$E = \frac{40 \%}{4 \text{ квартала/год} \cdot 100 \%} \cdot 3 \text{ оборота/год} = 0,3,$$

где 3 – число оборотов оборотных средств организации за год;  
 4 – количество повторений в течение года установленного промежутка времени (квартала), за которое потребляется величина  $S$ ;  
 40 % – средняя рентабельность товарной продукции, %.  
 Так как организация нуждается в свободных денежных средствах, оставляем  $E$  на уровне его максимального значения (0,3).  
 Оптимальный размер заказа  $q_o$  определим по формуле (1.8):

$$q_o = \sqrt{\frac{2 \cdot 75 \text{ руб.} \cdot 200 \text{ т}}{9,3 \text{ руб/т} + 0,3 \cdot 1145 \text{ руб/т}}} = 9,2 \text{ т},$$

где 75 руб. – совокупные издержки по доставке товара в течение периода, за который потребляется величина  $S$ ;  
 200 т – величина спроса (потребления) данного наименования товара за установленный промежуток времени;  
 9,3 руб/т – издержки на хранение единицы товара в течение периода потребления величины  $S$ ;  
 0,3 – коэффициент эффективности финансовых вложений;  
 1145 руб/т – цена единицы продукции. Расчетный размер заказа (9,2 т) отличается от принятого (4,5 т) на 104,4 % (9,2 т : 4,5 т · 100 % – 100 %), что недопустимо.

Найдем оптимальный размер заказа удобрений у поставщика Б при размере заказа от 5 до 10 т:

$$q_o = \sqrt{\frac{2 \cdot 140 \text{ руб.} \cdot 200 \text{ т}}{9,3 \text{ руб/т} + 0,3 \cdot 1135 \text{ руб/т}}} = 12,65 \text{ т}.$$

Расчетный размер заказа (12,65 т) отличается от принятого (9 т) на 40,6 % (12,65 т : 9 т · 100 % – 100 %), что неприемлемо.

Определим оптимальный размер заказа удобрений у поставщика Б при размере заказа от 10 до 15 т:

$$q_o = \sqrt{\frac{2 \cdot 227,5 \text{ руб.} \cdot 200 \text{ т}}{9,3 \text{ руб/т} + 0,3 \cdot 1130 \text{ руб/т}}} = 16,16 \text{ т}.$$

Расчетный размер заказа (16,16 т) отличается от принятого (14,4 т) на 12,2 %, что допустимо для подобного рода расчетов.

Рассчитаем оптимальный размер заказа удобрений у поставщика Б при размере заказа от 15 до 20 т:

$$q_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 227,5 \text{ руб.} \cdot 200 \text{ т}}{9,3 \text{ руб/т} + 0,3 \cdot 1095 \text{ руб/т}}} = 16,41 \text{ т.}$$

Расчетный размер заказа (16,41 т) отличается от принятого (18 т) на –8,8 %.

Таким образом, с экономической точки зрения наиболее целесообразно осуществлять доставку удобрений для сельскохозяйственной организации от поставщика Б, принимая размер заказа равным 18 т, при доставке транспортным средством грузоподъемностью 20 т.

**Задание.** Обоснуйте выбор поставщика методом оценки затрат для следующей ситуации. Расстояние от сельскохозяйственной организации до поставщика удобрений А – 100 км, Б – 120 км, В – 70 км. Потребность в удобрениях данного вида за квартал – 250 т. Цены реализации 1 т удобрений у поставщиков А, Б, В в зависимости от размера заказа отражены в табл. 8.2. Удобрения хранятся в мешках на поддонах на складе, затраты на содержание 1 м<sup>2</sup> площади пола которого за месяц составляют 1,5 руб. Доставка удобрений может осуществляться собственными автотранспортными средствами сельскохозяйственной организации грузоподъемностью 5, 10 и 20 т, тарифные ставки на внутрихозяйственные грузоперевозки для которых составляют соответственно 0,35; 0,5 и 0,7 руб/км. Сельскохозяйственная организация не остро нуждается в свободных денежных средствах. Оборотные средства в результате производственной деятельности сельскохозяйственной организации совершают два оборота в течение года. Средняя рентабельность товарной продукции – 25,0 %.

Таблица 8.2. Цена удобрений в зависимости от размера заказа, руб/т

Наименование поставщика	Размер заказа, т			
	до 5	от 5 до 10	от 10 до 15	от 15
А	1090	1085	1080	1045
Б	1085	1080	1075	1045
В	1105	1100	1095	1065

## **Задание 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГА РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ПРОДУКЦИИ**

В закупочной логистике к задаче типа «сделать или купить» относится принятие одного из двух альтернативных решений:

- самостоятельно формировать ассортимент, закупая товарные ресурсы непосредственно у изготовителя;

- закупать товарные ресурсы у посредника, который специализируется на разукрупнении производственных партий, формировании широкого ассортимента и поставках его потребителям в скомплектованном виде.

Рассмотрим возможные причины, по которым закупка у посредника может оказаться более выгодной, чем закупка непосредственно у изготовителя.

1. Закупая товарные ресурсы у посредника, организация, как правило, имеет возможность приобрести широкий ассортимент относительно небольшими партиями. В результате сокращается потребность в запасах, складах, уменьшается объем договорной работы с изготовителями отдельных позиций ассортимента.

2. Цена товара у посредника может оказаться ниже, чем у изготовителя. Предположим, что изготовитель реализует товар по следующим ценам:

а) для мелкооптовых покупателей – 10 у. д. е. за единицу;

б) для крупнооптовых покупателей – 8 у. д. е. за единицу.

Посредник, закупив крупную партию по 8 у. д. е., разукрупняет ее и реализует мелкооптовым покупателям с 12%-ной наценкой, т. е. по 8,96 у. д. е. за единицу. Посредник может позволить себе это, так как он специализируется на разукрупнении партий. Изготовителю разукрупнение обходится дороже, и он вынужден продавать мелкооптовые партии по цене 10 у. д. е., а не по 8,96 у. д. е. за единицу.

3. Изготовитель товара может располагаться территориально на более отдаленном расстоянии, чем посредник. Дополнительные транспортные расходы в этом случае могут превысить разницу в ценах изготовителя и посредника.

Решать задачу «сделать или купить» можно на основе метода определения порога рентабельности продукции. Для этого используется следующая формула:

$$Q = \frac{F}{C - V}, \quad (9.1)$$

где  $Q$  – количество изделий, необходимое для выпуска запланированного объема продукции;

$F$  – постоянные расходы организации;

$C$  – цена покупки одного изделия;

$V$  – переменные расходы организации в расчете на одно изделие.

Определяя издержки организации на изготовление продукции, а также затраты на закупку изделий у поставщика при различных значениях  $Q$ , можно прийти к однозначному выводу по решаемой проблеме.

Пусть необходимо определить порог рентабельности продукции **аналитическим методом**. Постоянные издержки организации  $F$  составляют 100 у. д. е. Переменные расходы на одно изделие  $V$  – 0,5 у. д. е. Цена покупки у поставщика  $C$  – 1 у. д. е.

Тогда количество изделий  $Q$ , необходимое для выпуска запланированного объема продукции, составит 200 ( $100 : (1 - 0,5)$ ).

Если объем производства продукции будет меньше 200 изделий, эти товары будет выгоднее приобретать у поставщика, если более 200 изделий, выгоднее будет производить их в данной организации.

Для определения порога рентабельности продукции также можно использовать **графический метод**.

Исходные данные представлены в табл. 9.1. Переменные расходы на одно изделие составляют 0,5 у. д. е., цена покупки у поставщика – 1 у. д. е./шт.

Таблица 9.1. Данные для определения порога рентабельности продукции графическим методом

Объем производства, шт.	Постоянные затраты, у. д. е.	Переменные затраты, всего, у. д. е.	Совокупные затраты, у. д. е.	Выручка от реализации, у. д. е.	Прибыль (убыток), у. д. е.
0	100	0	100	0	-100
100	100	50	150	100	-50
200	100	100	200	200	0
300	100	150	250	300	50
400	100	200	300	400	100
500	100	250	350	500	150

На рис. 9.1 показано определение порога рентабельности продукции графическим методом.

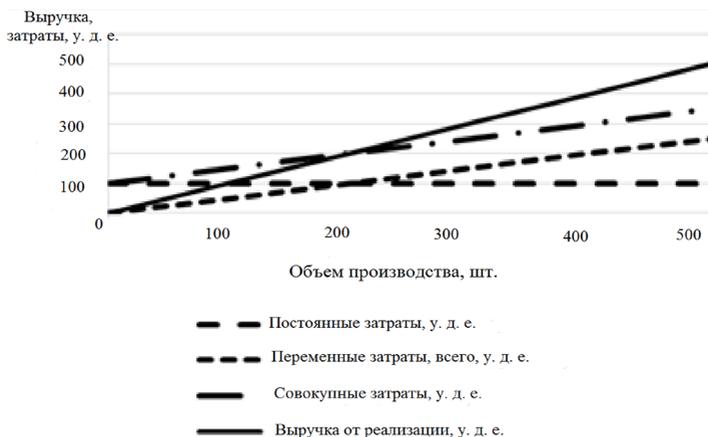


Рис. 9.1. Определение порога рентабельности продукции графическим методом

На пересечении кривых совокупных затрат и выручки от реализации находится точка безубыточности. В данном примере – это 200 ед. продукции.

Если совокупные затраты превышают выручку от реализации, организация несет убытки. Если выручка больше совокупных затрат, организация получает прибыль. Таким образом, если объем производства продукции будет меньше 200 шт., эти товары будет выгоднее приобретать у поставщика, если более 200 шт., то выгоднее будет производить их в данной организации.

**Задание.** По имеющимся данным определите показатель порога рентабельности продукции аналитическим и графическим методами.

Исходные данные представлены в табл. 9.2. Переменные расходы на единицу продукции составляют 1 у. д. е., цена покупки у поставщика – 3 у. д. е/шт.

Таблица 9.2. Исходные данные для определения порога рентабельности продукции графическим методом

Объем производства, шт.	Постоянные затраты, у. д. е.	Переменные затраты, всего, у. д. е.	Совокупные затраты, у. д. е.	Выручка от реализации, у. д. е.	Прибыль (убыток), у. д. е.
1	2	3	4	5	6
0	400				

1	2	3	4	5	6
50	400				
100	400				
150	400				
200	400				
250	400				
300	400				

### Задание 10. ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕРА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПАРТИИ

Оптимальная продолжительность работы производственного оборудования по выпуску одного наименования продукции будет достигнута при запуске в производство оптимальной с экономической точки зрения производственной партии данного наименования продукции.

Определим оптимальный размер производственной партии полнорационного комбикорма, произведенного мобильным комбикормовым заводом МКЗ-3214. Производительность оборудования – 10–15 т/ч. Балансовая стоимость оборудования – 50000 руб. Себестоимость 1 т комбикорма – 160 руб. Рентабельность продукции – 4 %. Затраты времени на проведение одной переналадки – 0,5 ч. Тариф на проведение одной переналадки – 2,5 руб/чел.-ч.

Издержки производства  $C_{\Pi}^e$  включают в себя не только прямые расходы на проведение одной переналадки, но и потери, связанные с остановкой данного оборудования в течение периода переналадки:

$$C_{\Pi}^e = T_{\text{пн}} \cdot t_{\text{н}} + \sum_{k=1}^z (P_k \cdot t_{\text{пк}} \cdot B_k) + \Pi_{\text{пр}}, \quad (10.1)$$

где  $T_{\text{пн}}$  – величина тарифа на проведение операций по переналадке оборудования, руб/чел.-ч;

$t_{\text{н}}$  – трудоемкость работ, связанных с одной переналадкой оборудования, чел.-ч;

$k$  – номер наименования (модели) оборудования;

$z$  – количество наименований (моделей) необходимого оборудования согласно технологическому процессу изготовления продукции;

$P_k$  – коэффициент, отражающий размер убытков (без учета потерь прибыли) от часа простоя  $k$ -го наименования оборудования, 1/ч;

$t_{pk}$  – продолжительность одной переналадки  $k$ -го наименования оборудования, ч;

$B_k$  – балансовая (амортизируемая) стоимость  $k$ -го наименования оборудования, руб.;

$П_{пр}$  – потери прибыли, связанные с одной переналадкой оборудования, руб.

С учетом дальности перевозок (60–70 км) примем размер производственной партии комбикорма равным 60 т (10 т/ч · 6 ч/день).

Максимальная производительность МКЗ-3214 (производственная мощность) составит: 60 т/день · 289 рабочих дней/год = 17340 т/год.

С учетом интуитивно установленного размера производственной партии (60 т) в течение года МКЗ-3214 остановится не менее 289 раз (17340 т/год : 60 т/партию), что обусловит сокращение годовой производственной программы на 1445 т (289 остановок/год · 0,5 ч/остановку × 10 т/ч), т. е. до 15895 т (17340 т – 1445 т).

Издержки производства, связанные с одной переналадкой оборудования для выпуска партии комбикорма одного вида, составят 45,75 руб. (2,5 руб/чел.-ч · 0,5 чел.-ч + 0,0005 · 0,5 ч · 50000 руб. + 32 руб., где 32 руб. – потери прибыли, связанные с одной переналадкой оборудования (0,5 ч/остановку · 10 т/ч · 160 руб/т · 4 % : 100 %)).

Определим издержки на хранение 1 т комбикорма в течение года ( $C_{хр}^{ед}$ ) с учетом затрат на содержание 1 м<sup>2</sup> площади пола склада, составляющих за месяц 1 руб., и площади пола склада, занимаемой 1 т комбикорма. Комбикорм хранится в мешках по 50 кг на поддонах, позволяющих разместить на каждом поддоне по 18 мешков (или 0,9 т). Поддон площадью 1,2 м<sup>2</sup> с учетом проходов и проездов будет занимать 1,4 м<sup>2</sup> пола склада. Отсюда

$$C_{хр}^{ед} = 1,4 \text{ м}^2 \cdot 1 \text{ руб}/(\text{мес} \cdot \text{м}^2) \cdot 12 \text{ мес} : 0,9 \text{ т} = 18,7 \text{ руб}/\text{т}.$$

Рассчитаем количество оборотов, совершаемых оборотными средствами организации в течение года ( $N_{об}$ ):

$$N_{об} = N_n : (n : 2), \quad (10.2)$$

где  $N_n$  – годовая производственная программа, т;

$n$  – средний запас (остаток) на складе комбикорма в течение года, т.

$$N_{об} = 15895 \text{ т} : (60 \text{ т} : 2) = 529,8 \text{ об}/\text{год}.$$

Для расчета коэффициента эффективности финансовых вложений  $E$  воспользуемся формулой (1.7.2):

$$E = \frac{4 \%}{1 \text{ год} \cdot 100 \%} \cdot 529,8 = 21.$$

Организация не нуждается в свободных денежных средствах, поэтому принимаем коэффициент эффективности финансовых вложений на уровне 15 % от максимального значения:

$$E = 15 \% : 100 \% \cdot 21 = 3,15.$$

Оптимальный размер производственной партии  $n_{\text{опт}}$  определяется по следующей формуле:

$$n_{\text{опт}} = \sqrt{2 \frac{C_{\text{п}}^{\text{е}} \cdot N_n}{C_{\text{хр}}^{\text{ед}} + E \cdot C_{\text{изг}}^{\text{ед}}}}, \quad (10.3)$$

где  $C_{\text{п}}^{\text{е}}$  – затраты на проведение одной переналадки оборудования, руб.;

$N_n$  – годовая производственная программа, т;

$C_{\text{хр}}^{\text{ед}}$  – издержки на хранение 1 т комбикорма в течение года, руб.;

$C_{\text{изг}}^{\text{ед}}$  – себестоимость 1 т комбикорма, руб.

$$n_{\text{опт}} = \sqrt{2 \cdot \frac{45,75 \text{ руб.} \cdot 15895 \text{ т}}{18,7 \text{ руб/т} + 3,15 \cdot 160 \text{ руб/т}}} = 52,75 \text{ т.}$$

Расчетный размер производственной партии комбикорма отличается от принятого интуитивно на –12 % (52,75 т : 60 т · 100 % – 100 %), что допустимо для подобного рода расчетов. Поэтому принимаем размер производственной партии комбикорма на уровне 60 т.

**Задание.** Определите оптимальный размер производственной партии комбикорма, произведенного мобильным комбикормовым заводом. Производительность оборудования – 10–15 т/ч. Балансовая стоимость оборудования – 48000 руб. Себестоимость 1 т комбикорма – 180 руб. Рентабельность продукции – 20 %. Затраты времени на проведение одной переналадки – 0,45 ч. Тариф на проведение од-

ной переналадки – 3 руб/чел.-ч. Комбикорм хранится в мешках по 50 кг на поддонах, позволяющих разместить на каждом поддоне по 18 мешков (или 0,9 т). Затраты на содержание 1 м<sup>2</sup> площади пола склада за месяц – 1,5 руб. Организация не нуждается в свободных денежных средствах.

### **Задание 11. УПРАВЛЕНИЕ КОММЕРЧЕСКИМИ РИСКАМИ**

Коммерческие риски возникают в процессе реализации товаров и услуг, произведенных или купленных организацией. К ним относятся риск упущенной выгоды, риск снижения доходности, риск прямых финансовых потерь и др.

Основными причинами возникновения коммерческих рисков являются: снижение объемов реализации в результате падения спроса на товар, реализуемый организацией, вытеснение его конкурирующими товарами, введение ограничений на продажу; повышение закупочной цены товара в процессе осуществления проекта; непредвиденное снижение объемов закупок по сравнению с намеченным, что уменьшает масштаб всей операции и увеличивает затраты на единицу объема реализуемого товара (за счет условно-постоянных расходов); потери товара; потери качества товара в процессе обращения, что приводит к снижению его цены; повышение издержек обращения по сравнению с намеченными в результате выплаты штрафов, непредвиденных пошлин и отчислений, что приводит к снижению прибыли, и др.

Вероятность возникновения коммерческих рисков составляет порядка 20 %. Кроме того, они могут повлечь за собой возникновение других видов рисков. В результате сумма потерь в несколько раз может превысить сумму контракта. Поэтому анализ данного вида рисков является важной задачей.

Производителям и посредникам часто приходится принимать рискованные решения, при которых результаты вложения капитала не определены. Для снижения уровня рисков необходимо наличие полной достоверной информации, позволяющей делать точные прогнозы.

Стоимость полной информации рассчитывается как разница между ожидаемой стоимостью какого-либо приобретения или вложения капитала, когда имеется полная информация, и ожидаемой стоимостью, когда информация неполная.

Например, посреднику необходимо решить, сколько закупить товара: 2000 или 4000 ед. При покупке 2000 ед. товара затраты составят 3 руб/ед., а при покупке 4000 ед. товара – 2,5 руб/ед. Посредник будет

продавать данный товар по цене 3,5 руб/ед. Однако ему неизвестна величина спроса на товар. При отсутствии спроса ему придется значительно снизить цену, в результате чего он понесет убыток. При продаже товара вероятность составляет «50 на 50 %», т. е. существует вероятность 50 % для продажи 2000 ед. товара и 50 % для продажи 4000 ед. товара.

Прибыль при продаже 2000 ед. товара составит 1000 руб. ( $2000 \times (3,5 - 3,0)$ ); при продаже 4000 ед. товара – 4000 руб. ( $4000 \cdot (3,5 - 2,5)$ ); средняя ожидаемая прибыль – 2500 руб. ( $50 \% : 100 \% \cdot 1000 + 50 \% : 100 \% \cdot 4000$ ).

Ожидаемая стоимость информации при условии определенности составляет 2500 руб., а при условии неопределенности (покупка 4000 ед. товара) – 2000 руб. ( $50 \% : 100 \% \cdot 4000$ ). Тогда стоимость полной информации равна 500 руб. ( $2500 - 2000$ ). Следовательно, для более точного прогноза необходимо получить информацию о величине спроса на товар, заплатив за нее 500 руб. Даже если прогноз окажется не совсем точным, посреднику выгодно вложить данные средства в изучение спроса и рынка сбыта, обеспечивающие лучший прогноз сбыта на перспективу.

Владея полной информацией, посредник может принимать решения, направленные на минимизацию коммерческих рисков.

Коммерческие риски посредников зависят от продолжительности периода от момента отгрузки товарной продукции от производителя до момента ее продажи потребителю, коэффициента оборачиваемости оборотных средств посредника и эластичности спроса на товар.

Для товаров с неэластичным спросом сократить величину потерь посредника позволит повышение его торговой надбавки.

Для товаров с неэластичным спросом посредник может сократить объемы торговли вплоть до исключения из товарной номенклатуры товаров, по которым он несет потери, либо снизить цены в пределах торговой надбавки и наблюдать за величиной спроса на товар в течение определенного периода (например, месяца).

Например, размер заказа посредника – 4000 ед. товара. Закупочная цена – 2,5 руб/ед. Оформление и доставка нового заказа осуществляются за один день в тот момент времени, когда товар из предыдущего заказа полностью закончился. Оборотные средства посредника в среднем совершают четыре оборота в месяц. Однако для указанного товара коэффициент оборачиваемости оказался равным трем. Средняя торговая надбавка посредника – 40 %. Для всех товаров, реализуемых посредником, характерен эластичный спрос. Модуль коэффициента эла-

стичности спроса на данный товар равен шести. Необходимо определить величину коммерческих рисков посредника.

Количество приобретаемого посредником товара за месяц составит:  $4000 \text{ ед.} \cdot 4 = 16000 \text{ ед.}$

Фактический объем продаж посредника составил  $12000 \text{ ед.}$  ( $4000 \text{ ед.} \cdot 3$ ).

Тогда величина потерь посредника равна сумме денежных средств, остающихся в его распоряжении от продажи  $4000 \text{ ед.}$  товара ( $16000 - 12000$ ), т. е.  $40 \% : 100 \% \cdot 4000 \text{ ед.} \cdot 2,5 \text{ руб/ед.} = 4000 \text{ руб.}$ , где  $40 \%$  – торговая надбавка посредника.

Предположим, что посредник решает снизить розничную цену реализации товара с  $3,5 \text{ руб/ед.}$  ( $2,5 \text{ руб/ед.} \cdot (1 + 40 \% : 100 \%)$ ) до  $3,2 \text{ руб/ед.}$  ( $2,5 \text{ руб/ед.} \cdot (1 + 28 \% : 100 \%)$ ).

Модуль коэффициента эластичности спроса на данный товар  $E_P^D$  определяется следующим образом:

$$|E_P^D| = \frac{D_1 - D_0}{D_0} : \frac{P_1 - P_0}{P_0}, \quad (11.1)$$

где  $D_0$  – величина спроса при исходной цене  $P_0$ ;

$D_1$  – величина спроса при цене  $P_1$ .

В нашем примере

$$\left| \frac{D_1 - 12000}{12000} : \frac{3,2 - 3,5}{3,5} \right| = 6.$$

Тогда  $D_1 = 18171 \text{ ед.}$

Сумма денежных средств, остающихся в распоряжении посредника от продажи  $18171 \text{ ед.}$  товара, составит:  $18171 \text{ ед.} \cdot 2,5 \text{ руб/ед.} : 100 \% \times 28 \% = 12719,7 \text{ руб.}$

Это больше, чем в исходной ситуации ( $12000 \text{ ед.} \times 2,5 \text{ руб/ед.} : 100 \% \cdot 40 \% = 12000 \text{ руб.}$ ), на  $12719,7 - 12000 = 719,7 \text{ руб.}$

Следовательно, дальнейшая работа с данным товаром при сниженной торговой надбавке (с  $40$  до  $28 \%$ ) экономически целесообразна.

**Задание.** Посреднику необходимо решить, сколько закупить товара:  $1000$  или  $2000 \text{ ед.}$  При покупке  $1000 \text{ ед.}$  товара затраты составят  $4 \text{ руб/ед.}$ , а при покупке  $2000 \text{ ед.}$  товара –  $3,5 \text{ руб/ед.}$  Посредник будет продавать данный товар по цене  $4,725 \text{ руб/ед.}$  При продаже товара су-

ществует вероятность 50 % для продажи 1000 ед. товара и 50 % для продажи 2000 ед. товара. Определите стоимость полной информации.

Окончательный размер заказа посредника – 2000 ед. товара. Оформление и доставка нового заказа осуществляются за один день в тот момент времени, когда товар из предыдущего заказа полностью закончился. Оборотные средства посредника в среднем совершают три оборота в месяц. Однако для указанного товара коэффициент оборачиваемости оказался равным 2,5. Средняя торговая надбавка посредника – 35 %. Для товаров, реализуемых посредником, характерен эластичный спрос. Модуль коэффициента эластичности спроса на данный товар равен пяти. Определите величину коммерческих рисков посредника.

### **Задание 12. УПРАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ЗАПАСАМИ С ПОМОЩЬЮ ABC-XYZ-АНАЛИЗА**

ABC-анализ основан на данных о средних величинах спроса за установленный период, поэтому использование данного метода не позволяет спрогнозировать величину спроса на товары. Этот недостаток устраняет метод ABC-XYZ-анализа. Рассмотрим применение данного метода на следующем примере (табл. 12.1).

Таблица 12.1. Результаты сбора информации по девяти видам продукции

Неделя	Продукт								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	53	284	252	27	145	1235	567	121	987
2	64	301	260	32	208	1098	664	87	777
3	82	251	189	23	177	987	548	223	743
4	41	333	221	22	195	1154	602	304	680
5	73	276	232	27	211	1559	530	76	634
6	18	259	195	30	179	1209	650	377	655
7	40	242	217	31	205	993	612	156	598
8	53	310	225	23	187	1313	608	198	603
9	52	311	186	28	156	1405	596	94	621
10	21	336	265	23	182	1009	637	355	564
11	67	258	245	25	171	985	555	187	559
12	50	277	212	28	169	1237	589	209	519
13	22	263	224	31	210	1119	601	304	485
Объем повторного заказа	302	1220	1050	160	1120	6100	2520	900	4400
Объем заказа	450	2000	1500	245	1450	7900	4500	1950	6400
Стоимость единицы, долл.	45,25	0,2	8,75	32,6	12,25	6,5	28,5	36	4,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Стандартное отклонение	19,4	29,7	24,8	3,3	20,2	168,6	38,1	97,9	125,7
Среднее значение	49	285	225	27	184	1177	597	207	648
Коэффициент вариации	39,6	10,4	11,0	12,4	11,0	14,3	6,4	47,3	19,4

Прогнозируемость величины спроса на товар определяется с помощью коэффициента вариации спроса на товар  $\eta$ :

$$\eta = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}}{\bar{x}} \cdot 100, \quad (12.1)$$

где  $i$  – номер интервала;

$n$  – число интервалов, на которое разбивается заданный период;

$x_i$  – значение величины спроса по товарной позиции за  $i$ -й интервал времени;

$\bar{x}$  – среднее значение величины спроса по товарной позиции за один интервал времени в течение установленного периода.

При осуществлении расчетов в программе Microsoft Excel для определения стандартного отклонения используются статистические функции СТАНДОТКЛОНП или СТАНДОТКЛОНПА, среднего значения – СРЗНАЧ (диапазон значений соответствует количеству каждого продукта за исследуемый период). Коэффициент вариации определяется как отношение стандартного отклонения к среднему значению показателя, выраженное в процентах. В зависимости от значений коэффициента вариации товары разбиваются на группы X, Y, Z (табл. 12.2).

Таблица 12.2. Группы товаров XYZ-анализа

Группа	Значения коэффициента вариации	Номера товаров	Прогнозируемость спроса
X	$0\% \leq \eta \leq 10\%$	7	Хорошая
Y	$10\% < \eta \leq 25\%$	2, 3, 4, 5, 6, 9	Удовлетворительная
Z	$25\% < \eta$	1, 8	Неудовлетворительная

В табл. 12.3 представлены результаты ABC-анализа.

Таблица 12.3. Группы товаров ABC-анализа

Первичный список					Упорядоченный список				Группа товаров
Продукт	Среднее количество товара	Стоимость единицы товара, долл.	Стоимость группы товаров, долл.	Доля группы товаров в общей стоимости товаров, %	Продукт	Стоимость группы товаров, долл.	Доля группы товаров в общей стоимости товаров, %	Доля группы товаров в общей стоимости товаров нарастающим итогом, %	
1	49	45,25	2214	5,2	7	17010	40,3	40,3	А
2	285	0,2	57	0,1	6	7652	18,1	58,4	
3	225	8,75	1967	4,7	8	7452	17,7	76,1	
4	27	32,6	878	2,1	9	2722	6,4	82,5	В
5	184	12,25	2257	5,3	5	2257	5,3	87,9	
6	1177	6,5	7652	18,1	1	2214	5,2	93,1	
7	597	28,5	17010	40,3	3	1967	4,7	97,8	С
8	207	36	7452	17,7	4	878	2,1	99,9	
9	648	4,2	2722	6,4	2	57	0,1	100,0	
Итого			42208	100,0		42208	100		

По итогам ABC-XYZ-анализа заполняется матрица (табл. 12.4).

Таблица 12.4. Матрица ABC-XYZ-анализа

AX		AY	AZ
7		6	8
BX		BY	BZ
–		3, 5, 9	1
CX		CY	CZ
–		2, 4	–

В соответствующую клетку матрицы вносятся наименования товаров, одновременно относящиеся к двум группам, например А и Y.

Матрица позволяет охарактеризовать спрос на товары по величине и прогнозируемости. Например, для товаров группы AX характерны высокий спрос и хорошая прогнозируемость спроса. Товары группы CZ отличаются невысоким спросом и неудовлетворительной прогнозируемостью.

Расчет размера заказа приведен в табл. 12.5.

Для определения величины максимального спроса за неделю используется статистическая функция МАКС.

Таблица 12.5. Расчет размера заказа

Продукт	Среднее количество товара (средний спрос за неделю)	Максимальный спрос за неделю на товар	Время поставки, нед	Возможная задержка поставки, нед	Потребление за неделю для расчета размера заказа	Размер заказа, рассчитанный после применения ABC-XYZ-анализа	Прежний размер заказа	Цена единицы товара, долл.	Полученная экономия, долл.
1	49	82	1	0,29	Макс.	105	302	45,25	8895
2	285	336	1	0,29	Среднее	366	1220	0,2	171
3	225	265	1	0,29	Макс.	341	1050	8,75	6206
4	27	32	1	0,29	Среднее	35	160	32,6	4088
5	184	211	1	0,29	Макс.	271	1120	12,25	10397
6	1177	1559	1	0,29	Макс.	2004	6100	6,5	26621
7	597	664	1	0,29	Среднее	767	2520	28,5	49950
8	207	377	1	0,29	Макс.	485	900	36	14950
9	648	987	1	0,29	Макс.	1269	4400	4,2	13150
Итого									134428

Размер заказа, рассчитанный после применения ABC-XYZ-анализа, определяется как произведение времени поставки и возможной задержки поставки и среднего (или максимального) спроса за неделю на товар.

Полученная экономия рассчитывается как произведение разницы между прежним размером заказа и размером заказа, рассчитанным после применения ABC-XYZ-анализа, и цены единицы товара. В нашем примере полученная экономия составит 134428 долл.

**Задание.** Выполните расчеты методом ABC-XYZ-анализа на основании данных табл. 12.6.

Таблица 12.6. Результаты сбора информации по девяти видам продукции

Неделя	Продукт								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	59	274	242	37	155	1245	557	131	977
2	60	351	220	22	218	1088	644	97	787
3	80	231	149	33	127	977	568	233	763
4	45	313	291	42	175	1134	612	314	670
5	74	286	242	37	231	1549	540	86	664
6	16	249	155	50	159	1219	630	387	685
7	47	262	227	61	235	973	682	146	578

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	58	380	295	43	167	1323	678	188	633
9	54	321	146	58	136	1425	586	74	621
10	22	346	275	24	192	1019	647	365	574
11	66	248	255	26	181	995	565	167	549
12	51	287	222	29	179	1247	579	239	529
13	23	253	234	32	220	1129	621	344	475
Объем повторного заказа	312	1210	1070	170	1160	6300	2540	910	4300
Объем заказа	440	2100	1600	255	1460	7700	4600	1960	6200
Стоимость единицы, долл.	47,3	0,3	9,75	33,6	13,3	7,5	29,5	35	5,2

**Задание 13. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО РАДИУСА  
ДЕЙСТВИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО СКЛАДА И ОПТИМАЛЬНОГО  
КОЛИЧЕСТВА АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ  
РЕГИОНАЛЬНОГО СКЛАДА**

Требуется определить рациональный радиус действия регионального склада. Исходные данные приведены в табл. 13.1.

Таблица 13.1. Исходные данные

Период <i>l</i>	Расстояние перевозок <i>l</i> , км	Объем матери- алопотока <i>q</i> , т	Постоянные издержки $C_{\text{пост.}}$ у. д. е.	Переменные издержки $C_{\text{пер.}}$ у. д. е.	Тариф на перевоз- ку 1 т, у. д. е.
1	0	0	100	0	0
2	5	50	100	115	2,00
3	10	115	100	165	1,90
4	15	190	100	225	1,80
5	20	280	100	290	1,70
6	25	375	100	364	1,60
7	30	500	100	440	1,50
8	35	584	100	531	1,44
9	40	640	100	630	1,30
10	45	685	100	735	1,20
11	50	655	100	850	1,20

Рациональный радиус действия склада определяется в точке равенства предельного дохода и предельных издержек. Расчеты представлены в табл. 13.2.

Предельные издержки рассчитываются следующим образом:

$$MC = \frac{C_{об}^n - C_{об}^{n-1}}{L_n - L_{n-1}}, \quad (13.1)$$

где  $C_{об}^n$ ,  $L_n$  – общие издержки и расстояние перевозок в рассматриваемом периоде соответственно;

$C_{об}^{n-1}$ ,  $L_{n-1}$  – общие издержки и расстояние перевозок в периоде  $n - 1$  соответственно.

Таблица 13.2. Расчет предельного дохода и предельных издержек

Период $n$	Валовой доход, у. д. е.	Предельный доход на 1 км, у. д. е.	Общие издержки $C_{об}$ , у. д. е.	Средние издержки на 1 км, у. д. е.		Предельные издержки $MC$ на 1 км, у. д. е.	Совокупная прибыль (убытки), у. д. е.
				переменные $AC_{пер}$	общие $AC_{общ}$		
1	0	0	100	–	–	–	–100
2	100,0	20,0	215	23,0	43,0	43,0	–115,0
3	218,5	23,7	265	16,5	26,5	10,0	–46,5
4	342,0	24,7	325	15,0	21,7	12,0	17,0
5	476,0	26,8	390	14,5	19,5	13,0	86,0
6	600,0	24,8	464	14,6	18,6	14,8	136,0
7	750,0	30,0	540	14,7	18,0	15,2	210,0
8	841,0	<b>18,2</b>	631	15,2	18,0	<b>18,2</b>	<b>210,0</b>
9	832,0	–1,8	730	15,8	18,3	19,8	102,0
10	822,0	–2,0	835	16,3	18,6	21,0	–13,0
11	786,0	–7,2	950	17,0	19,0	23,0	–164,0

Из данных табл. 13.2 видно, что предельный доход равен предельным издержкам (18,2 у. д. е.), когда расстояние перевозок составляет 35 км. В этом случае совокупная прибыль максимальная (210 у. д. е.). Работа склада будет эффективной также, если расстояние перевозок составит от 15 до 40 км, но полученная при этом прибыль будет меньше. Если радиус действия склада будет меньше 15 км или больше 45 км, организация понесет убытки.

Эффективная работа склада связана с определением оптимального количества автомобилей, которые ежедневно поступают на обслуживание. В табл. 13.3 приведен пример расчета оптимального количества автомобилей для обслуживания регионального склада.

Как показывают данные табл. 13.3, при увеличении числа занятых автомобилей суточный объем перевозок растет, средняя производительность автомобиля растет до тех пор, пока количество занятых автомобилей не достигнет 15 ед., затем некоторое время держится на уровне, близком к постоянному, а при дальнейшем увеличении коли-

чества автомобилей падает. Предельная производительность ведет себя так же, но быстрее достигает максимального значения. Когда средняя производительность достигает максимума, ее значение становится равным предельной производительности ( $W_{\text{ср}} = W_{\text{пр}} = 33,3$  т) при количестве автомобилей 18 ед. Следовательно, оптимальным вариантом в данном случае является использование 18 автомобилей при суточном объеме перевозок 600 т.

Таблица 13.3. Расчет оптимального количества автомобилей для обслуживания регионального склада

Количество занятых автомобилей $A$ , ед.	Суточный объем перевозок $Q$ , т	Средняя производительность автомобиля $\frac{Q_i}{A_i} = W_{\text{ср}i}$ , т	Предельная производительность автомобиля $\frac{Q_i - Q_{i-1}}{A_i - A_{i-1}} = W_{\text{пр}i}$ , т
0	0	0	0
3	50	16,7	16,7
6	130	21,7	26,7
9	230	25,6	33,3
12	380	31,7	50,0
15	500	33,3	40,0
<b>18</b>	<b>600</b>	<b>33,3</b>	<b>33,3</b>
21	680	32,4	26,7
24	750	31,3	23,3
27	810	30,0	20,0
30	860	28,7	16,7
33	900	27,3	13,3

**Задание 1.** Определите рациональный радиус действия регионального склада. Издержки склада, расстояние перевозок, объем материалопотока и тарифы приведены в табл. 13.4.

Таблица 13.4. Исходные данные

Период $n$	Расстояние перевозок $l$ , км	Объем материалопотока $q$ , т	Постоянные издержки $C_{\text{пост}}$ , у. д. е.	Переменные издержки $C_{\text{пер}}$ , у. д. е.	Тариф на перевозку $l$ т, у. д. е.
1	2	3	4	5	6
1	0	0	100	0	0
2	5	50	100	200	1,950
3	10	110	100	240	1,900
4	15	175	100	295	1,850
5	20	245	100	365	1,800

1	2	3	4	5	6
6	25	315	100	440	1,750
7	30	385	100	510	1,700
8	35	445	100	575	1,650
9	40	505	100	635	1,600
10	45	560	100	690	1,541
11	50	610	100	740	1,450

Расчеты необходимо представить в табл. 13.5.

Таблица 13.5. Расчет предельного дохода и предельных издержек

Период $n$	Валовой доход, у. д. е.	Предельный доход на 1 км, у. д. е.	Общие издержки $C_{\text{общ}}$ , у. д. е.	Средние издержки на 1 км, у. д. е.		Предельные издержки $MC$ на 1 км, у. д. е.	Совокупная прибыль (убытки), у. д. е.
				переменные $AC_{\text{пер}}$	общие $AC_{\text{общ}}$		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

**Задание 2.** По данным табл. 13.6 определите оптимальное количество автомобилей для обслуживания регионального склада.

Таблица 13.6. Расчет оптимального количества автомобилей для обслуживания регионального склада

Количество занятых ав- томобилей $A_i$ , ед.	Суточный объем перевозок $Q_i$ , т	Средняя производи- тельность автомоби- ля $\frac{Q_i}{A_i} = W_{\text{ср}i}$ , т	Предельная производи- тельность автомобиля $\frac{Q_i - Q_{i-1}}{A_i - A_{i-1}} = W_{\text{пр}i}$ , т
1	2	3	4
0	0		
2	50		
4	105		

1	2	3	4
6	165		
8	230		
10	300		
12	360		
14	415		
16	465		
18	510		

### Задание 14. РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ СКЛАДА

**Показатели работы** склада можно представить тремя укрупненными группами показателей, характеризующих:

- 1) интенсивность работы склада;
- 2) интенсивность использования складских площадей;
- 3) финансово-экономические показатели работы склада.

1. К **показателям интенсивности работы склада** относятся:

а) **складской товарооборот** – количество продукции, отпущенной со склада за определенный период, выраженное в стоимостных показателях. Данный показатель отражает не только общий объем продаж продукции со склада, но и продажу их по отдельным товарным группам;

б) **грузооборот склада** – показатель, характеризующий трудоемкость работы и исчисляемый объемом продукции различных наименований, прошедшей через склад за установленный отрезок времени (сутки, месяц, год). Возможен расчет грузооборота склада по прибытию либо по отправлению (односторонний грузооборот). Количество продукции, отпущенной со склада в течение определенного периода, выражается в натуральных показателях (килограмм, тонна);

в) **тонно-сутки хранения груза** – показатель, который характеризует суммарную работу склада за период; определяется как произведение количества тонн в каждой партии груза на число суток ее хранения; далее суммируется по всем партиям груза за период.

2. **Показатели интенсивности использования складских площадей и объема** показывают, насколько рационально используется складское пространство:

а) **удельная нагрузка склада** – характеризует массу груза, приходящегося на 1 м<sup>2</sup> складской площади;

б) **коэффициент перегрузки** – среднее количество операций, про-

изведенных с каждой физической тонной груза в процессе выполнения перегрузочных работ. Коэффициент перегрузки исчисляется путем деления суммы тонно-операций (законченное перемещение 1 т груза с транспорта на транспорт, с транспорта на склад) на количество физических тонн. Чем меньше коэффициент перегрузки, тем рациональнее организованы эти работы;

в) **коэффициент неравномерности загрузки склада** – определяет отношение грузооборота наиболее напряженного месяца к среднемесячному грузообороту склада;

г) **вместимость склада** – характеризует количество груза, которое может одновременно вместить склад (в тоннах или кубических метрах);

д) **коэффициент использования вместимости склада** – характеризует степень использования технической вместимости склада с учетом неравномерности загрузки склада во времени;

е) **грузонапряженность склада** – характеризует его загрузку в тоннах в расчете на площадь склада, предназначенную для непосредственного хранения продукции;

ж) **полезная площадь склада** – характеризует ту часть общей площади склада ( $m^2$ ), которая может использоваться под хранение грузов.

3. К **финансово-экономическим показателям работы склада** относятся:

а) **коэффициент оборачиваемости продукции на складе** – характеризует интенсивность прохождения продукции через склад определенной вместимости;

б) **производительность труда персонала склада** – вычисляется исходя из размеров грузооборота склада, а также численности всех складских работников и подсобных рабочих, закрепленных за складом;

в) **число случаев несохранности грузов и технологического брака** – характеризует качество выполнения складских работ, фиксируя все случаи брака по вине работников склада;

г) **доходы складов** – определяются исходя из действующих ставок сборов, устанавливаемых по видам грузов за тонно-сутки хранения;

д) **расходы складов** – определяются по сумме затрат на организацию хранения различных грузов и по сумме административных расходов;

е) **себестоимость хранения грузов** – определяется как отношение суммарных расходов, связанных с выполнением складских работ, к числу тонно-суток хранения.

**Задание 1.** Проанализируйте грузооборот склада, если поступило 180000 т продукции за год (320 дней).

Для определения грузооборота склада ( $\Gamma$ ) – показателя, характеризующего мощность склада, – используется формула

$$\Gamma = \frac{Q}{T}, \quad (14.1)$$

где  $Q$  – количество тонн, поступивших на склад за определенный период;

$T$  – продолжительность периода.

В нашем примере грузооборот склада составит 562,5 т/день.

**Задание 2.** Определите грузопереработку склада, если известно, что грузооборот участка погрузки – 600 т, грузооборот участка хранения – 450 т, грузооборот участка комплектования – 200 т, грузооборот участка сортировки – 100 т.

Для определения грузопереработки склада ( $\Gamma_{\text{пр}}$ ) – показателя, характеризующего трудоемкость работы склада, – используется формула

$$\Gamma_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n \Gamma_i, \quad (14.2)$$

где  $\Gamma_i$  – грузооборот отдельного  $i$ -го участка склада;

$n$  – количество участков склада.

В нашем примере грузопереработка склада равна 1350 т.

**Задание 3.** На основании данных табл. 14.1 определите коэффициент неравномерности поступления (отпуска) груза со склада.

Таблица 14.1. Исходные данные для определения коэффициента неравномерности поступления (отгрузки)

Месяц	Значение, т
Январь	350
Февраль	510
Март	470
Апрель	500
Май	380
Июнь	460

Для определения коэффициента неравномерности загрузки склада  $K_n$  используется формула

$$K_n = \frac{\Gamma_{\max}}{\Gamma_{\text{cp}}}, \quad (14.3)$$

где  $\Gamma_{\max}$  – грузооборот самого напряженного месяца;

$\Gamma_{\text{cp}}$  – среднемесячный грузооборот склада.

Грузооборот за январь составит 11,3 т/день (350 т : 31 день), февраль – 18,2, март – 15,2, апрель – 16,7, май – 12,3, июнь – 15,3 т/день. Следовательно,  $\Gamma_{\max} = 18,2$  т/день.  $\Gamma_{\text{cp}} = 14,8$  т/день  $((11,3 + 18,2 + 15,2 + 16,7 + 12,3 + 15,3) : 6)$ . Отсюда  $K_n = 1,23$  (18,2 : 14,8).

**Задание 4.** На основании данных табл. 14.1 определите удельный складской грузооборот, если известно, что площадь склада составляет 300 м<sup>2</sup>.

Для определения удельного грузооборота склада ( $\Gamma_{\text{уд}}$ ) – показателя, характеризующего мощность склада, приходящуюся на 1 м<sup>2</sup>, – используется следующая формула:

$$\Gamma_{\text{уд}} = \frac{\Gamma}{S}, \quad (14.4)$$

где  $\Gamma$  – грузооборот склада;

$S$  – площадь склада.

В нашем примере в январе  $\Gamma_{\text{уд}} = 0,038$  т/м<sup>2</sup> (11,3 т/день : 300 м<sup>2</sup>), феврале – 0,061, марте – 0,051, апреле – 0,056, мае – 0,041, июне – 0,051 т/м<sup>2</sup>.

**Задание 5.** Проанализируйте грузооборот склада, если поступило 178750 т продукции за год (325 дней). Определите грузопереработку склада, если известно, что грузооборот участка погрузки – 500 т, грузооборот участка хранения – 400 т, грузооборот участка комплектования – 200 т, грузооборот участка сортировки – 100 т.

На основании данных табл. 14.2 определите коэффициент неравномерности поступления (отпуска) груза со склада.

Таблица 14.2. Исходные данные для определения коэффициента неравномерности поступления (отгрузки)

Месяц	Значение, т	Месяц	Значение, т	Месяц	Значение, т
Январь	300	Март	400	Май	350
Февраль	350	Апрель	370	Июнь	410

На основании данных табл. 14.2 определите удельный складской грузооборот, если известно, что площадь склада составляет  $400 \text{ м}^2$ .

### **Задание 15. РАСЧЕТ ПОЛЕЗНОЙ ПЛОЩАДИ СКЛАДА**

Общая площадь склада включает: полезную площадь склада, т. е. минимально необходимую площадь пола склада, которая требуется для размещения определенного наименования товаров; площадь, занятую приемочными и отпусковыми площадками; служебную площадь склада, занятую конторскими и другими служебными помещениями; вспомогательную площадь склада, занятую проездами и проходами.

Различают два способа укладки товаров: штабельный и стеллажный.

Штабельную укладку используют при хранении различных продовольственных и непродовольственных товаров, затаренных в мешки, кипы, кули, ящики, бочки.

При стеллажном способе укладки распакованные товары и товары во внешней таре различными способами укладываются на стеллажи.

При размещении товара на поддонах возможно либо штабелирование поддонов с товаром, либо размещение поддонов на полках стеллажей.

На выбор способа укладки влияют свойства, форма и масса товара, масса каждого тарного места, форма тары, особенности упаковки и другие факторы. Предпочтение отдается такому способу укладки, при котором не допускается повреждение товара и тары, рационально используются площадь и объем складского помещения и имеющееся подъемно-транспортное оборудование.

Полезную площадь склада можно рассчитать двумя методами: методом по нагрузке на  $1 \text{ м}^2$  площади пола и с помощью коэффициента заполнения объема.

#### **Штабельный способ укладки товаров.**

Для определения полезной площади пола склада  $f_{\text{пол}}^i$ , которая требуется для размещения  $i$ -го наименования товара при штабельной укладке, обычно используется метод «По нагрузке на  $1 \text{ м}^2$  пола»:

$$f_{\text{пол}}^i = \frac{q_{\text{max зап}}^i}{p}, \quad (15.1)$$

где  $q_{\max \text{ зап}}^i$  – установленный максимальный запас  $i$ -го наименования товара на складе, т;

$p$  – допустимая нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  площади пола, т/м<sup>2</sup>.

Допустимая нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  пола зависит от назначения складского помещения. Для магазинов она составляет 0,6–1,0 т/м<sup>2</sup>, для складов по хранению металлов – 3,0–8,0, формовочных материалов – 2,0–7,0 т/м<sup>2</sup>.

Если номенклатура подлежащих хранению товаров включает  $n$  наименований, зависимость по определению полезной площади склада будет иметь следующий вид:

$$f_{\text{пол}} = \sum_{i=1}^n f_{\text{пол}}^i \quad (15.2)$$

### **Стеллажный способ укладки товаров.**

Для определения полезной площади пола склада  $f_{\text{пол}}^i$  для размещения  $i$ -го наименования товара при стеллажном способе укладки обычно используется метод «**По коэффициенту заполнения объема ячейек, стеллажей**».

При использовании данного метода в зависимости от количества товара, подлежащего хранению, вначале определяют вместимость одной ячейки стеллажа  $q_{\text{яч}}$  или вместимость одного стеллажа  $q_{\text{ст}}$ :

$$q_{\text{яч}} = V_{\text{яч}} \cdot \rho \cdot \beta; \quad (15.3)$$

$$q_{\text{ст}} = V_{\text{ст}} \cdot \rho \cdot \beta, \quad (15.4)$$

где  $V_{\text{яч}}$  – геометрический объем одной ячейки стеллажа, м<sup>3</sup>;

$V_{\text{ст}}$  – геометрический объем одного стеллажа, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность материала, подлежащего хранению, т/м<sup>3</sup>;

$\beta$  – коэффициент заполнения объема (плотность укладки).

Затем рассчитывают необходимое количество ячеек  $n_{\text{яч}}$  или стеллажей  $n_{\text{ст}}$  для размещения товара:

$$n_{\text{яч}} = \frac{q_{\max \text{ зап}}}{q_{\text{яч}}}; \quad (15.5)$$

$$n_{\text{ст}} = \frac{q_{\max \text{ зап}}}{q_{\text{ст}}}. \quad (15.6)$$

После этого находят полезную площадь для размещения товара. Если рассчитывается необходимое количество ячеек  $n_{\text{яч}}$ , ее размер определяют по формуле

$$f_{\text{пол}} = l \cdot b \frac{n_{\text{яч}}}{n_{\text{яч}}^{\text{ст}}}, \quad (15.7)$$

где  $l$  – длина стеллажа, м;

$b$  – ширина стеллажа, м;

$n_{\text{яч}}^{\text{ст}}$  – количество ячеек в стеллаже.

Если рассчитывается необходимое количество стеллажей  $n_{\text{ст}}$ , полезную площадь определяют по следующей формуле:

$$f_{\text{пол}} = l \cdot b \cdot n_{\text{ст}}. \quad (15.8)$$

Рассчитаем полезную площадь склада при стеллажном способе хранения микроудобрений. Микроудобрения поставляются и хранятся в канистрах по 1 л с габаритными размерами 120×40×220 мм (длина × ширина × высота). Для хранения микроудобрений используется стеллаж универсальный (рис. 15.1). Полки стеллажа крепятся специальными зацепами. Частый шаг перфорации (43,5 мм) позволяет выбрать наиболее удачное месторасположение полок и экономно использовать площадь, занимаемую стеллажом. Максимальная нагрузка на одну полку стеллажа – 200 кг.

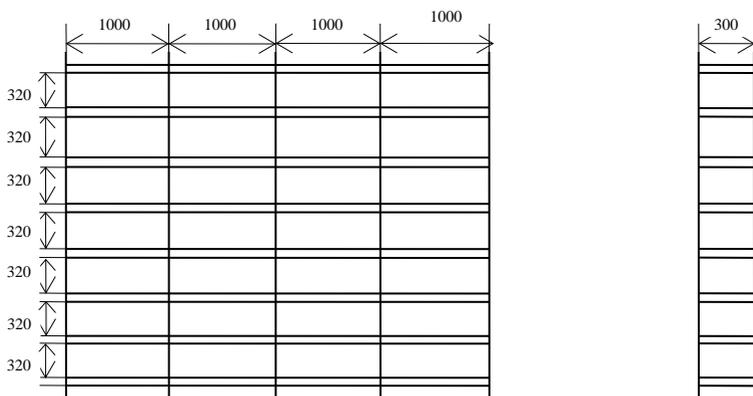


Рис. 15.1. Размеры стеллажа универсального на зацепах

Определим оптимальный размер заказа микроудобрений.

Потребность в микроудобрениях для сельскохозяйственной организации за сезон составляет 160 л. Стоимость 1 л микроудобрений – 4,5 руб. Удаленность поставщика микроудобрений – 250 км. Для доставки микроудобрений от поставщика используется собственный автотранспорт сельскохозяйственной организации грузоподъемностью 0,5 т и вместимостью грузовой платформы 2 м<sup>3</sup>, тарифная ставка на внутрихозяйственные перевозки для которого составляет 0,2 руб/км.

Затраты на доставку микроудобрений для организации ее собственным автотранспортом от поставщика ( $C_o^e$ ) составят:

$$C_o^e = (250 \text{ км} \cdot 2) \cdot 0,2 \text{ руб/км} = 100 \text{ руб.}$$

Затраты по содержанию 1 м<sup>2</sup> пола склада за месяц – 5 руб.

С учетом габаритных размеров канистры и объема ячейки стеллажа в одной ячейке можно разместить 56 канистр, т. е.  $56 \cdot 4 = 224$  канистры на одной полке. Однако с учетом максимальной нагрузки на одной полке стеллажа будет размещаться 160 канистр (200 кг : 1,25 кг, где 1,25 кг – масса брутто одной канистры), или по 40 канистр в каждой ячейке.

Стеллаж имеет восемь полок. Занимаемая одной полкой площадь пола склада составит:  $(4000 \text{ мм} \cdot 300 \text{ мм}) : 8 \text{ полок} = 0,15 \text{ м}^2$ .

Найдем затраты на хранение одной канистры микроудобрений в течение квартала ( $C_{xp}^e$ ):  $0,15 \text{ м}^2 \cdot 5 \text{ руб/}(\text{мес} \cdot \text{м}^2) \cdot 3 \text{ мес} : (160 \text{ канистр} : 2) = 0,028 \text{ руб/канистру}$ .

Рассчитаем коэффициент эффективности финансовых вложений  $E$ . Сельскохозяйственная организация нуждается в свободных денежных средствах. Оборотные средства организации совершают три оборота в течение года. Средняя рентабельность товарной продукции – 40 %.

$$E = \frac{40 \%}{4 \text{ квартала/год} \cdot 100 \%} \cdot 3 \text{ оборота/год} = 0,3.$$

Оптимальный размер заказа  $q_o$  определим по формуле (1.8):

$$q_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \text{ руб.} \cdot 160 \text{ канистр}}{0,028 \text{ руб./канистру} + 0,3 \cdot 4,5 \text{ руб./канистру}}} = 153 \text{ канистры.}$$

Расчетный размер заказа (153 канистры) отличается от принятого (160 канистр) на  $-4,4\%$  ( $153 : 160 \cdot 100\% - 100\%$ ), что допустимо для подобного рода расчетов. Поэтому оставляем размер заказа равным 160 канистрам.

Создание гарантийного запаса микроудобрений не предусмотрено.

В одном стеллаже можно разместить  $160 \text{ канистр/полку} \cdot 8 \text{ полок} = 1280 \text{ канистр}$  ( $q_{\text{ст}}$ ). Рассчитаем необходимое количество стеллажей по формуле (15.6):

$$n_{\text{ст}} = \frac{160 \text{ канистр}}{1280 \text{ канистр}} = 0,125 \text{ стеллажа.}$$

Следовательно, для хранения микроудобрений потребуется одна полка стеллажа.

Аналогичные результаты можно получить иным образом. Так, для хранения заказанной партии микроудобрений требуется четыре ячейки стеллажа, вместимость стеллажа – 32 ячейки. Тогда площадь склада для хранения заказанной партии микроудобрений  $f_{\text{пол}}$  можно определить по формуле (15.7):

$$f_{\text{пол}} = 4 \text{ м} \cdot 0,3 \text{ м} \cdot \frac{4 \text{ ячейки}}{32 \text{ ячейки}} = 0,15 \text{ м}^2,$$

где 4 м – длина стеллажа;

0,3 м – ширина стеллажа.

**Задание.** Рассчитайте полезную площадь склада при стеллажном способе хранения микроудобрений. Для хранения микроудобрений используется стеллаж универсальный (см. рис. 15.1). Микроудобрения поставляются и хранятся в канистрах по 1 л с габаритными размерами  $120 \times 40 \times 240 \text{ мм}$  (длина  $\times$  ширина  $\times$  высота). Потребность в микроудобрениях для сельскохозяйственной организации за сезон составляет 200 л. Стоимость 1 л микроудобрений – 4 руб. Удаленность поставщика микроудобрений – 200 км. Для доставки микроудобрений от поставщика используется собственный автотранспорт сельскохозяйственной организации грузоподъемностью 0,5 т и вместимостью

грузовой платформы  $2 \text{ м}^3$ , тарифная ставка на внутривозвратные перевозки для которого составляет 0,25 руб/км. Затраты по содержанию  $1 \text{ м}^2$  пола склада за месяц – 6 руб. Сельскохозяйственная организация нуждается в свободных денежных средствах. Оборотные средства организации совершают два оборота в течение года. Средняя рентабельность товарной продукции – 35 %. Создание гарантийного запаса микроудобрений не предусмотрено.

### **Задание 16. РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ НОМОГРАММ НАГРУЗОК МАШИН И МЕХАНИЗМОВ НА СКЛАДАХ**

Крупные склады и торговые организации принимают огромное количество грузов, значительная часть которых поступает в мешках, ящиках, бочках и т. п. Большая часть грузов перерабатывается вручную. Именно погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы являются наиболее трудоемкими. Применение простейших видов подъемно-транспортного оборудования способствует облегчению трудоемких и тяжелых работ по перемещению грузов, повышению производительности труда, созданию единой технологической системы товароснабжения, которая позволяет ликвидировать многочисленные (до 10–15 раз) перекладки, перегрузки товаров, повысить коэффициент использования автомобильного транспорта. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ также дает возможность ускорить торгово-технологический процесс, сократить товарные потери и численность работников, рациональнее использовать площадь и объем торгово-складских помещений и транспортные средства.

Для определения необходимого количества машин и механизмов в зависимости от условий их функционирования (загрузки в течение суток и рабочего периода) и установления оптимального режима работы складского оборудования используются номограммы.

Расчет и построение номограмм нагрузок машин и механизмов на складах основаны на предположении о детерминированных грузопотоках и технологии их переработки. Детерминированный режим работы грузового пункта характеризуется регулярным входящим потоком транспортных средств (автомобилей, вагонов) или поступлением их на грузовой фронт по расписанию, примерно через одинаковые интервалы, при этом количество автомобилей (вагонов) в подаче и время выполнения грузовых операций практически не отклоняются от своих средних значений. При детерминированном режиме работы автомобилей и вагоны обслуживаются без задержки, исключаются время ожида-

ния грузовых операций и вероятность образования очереди у грузового фронта. Для расчетов берется эксплуатационная производительность – это количество груза, перерабатываемого погрузочно-разгрузочными машинами за 1 ч с учетом внутрисменных технологических перерывов (прием-сдача смены, обед, техническое обслуживание механизма и др.). Эксплуатационная производительность обычно составляет 70–80 % от технической производительности погрузочно-разгрузочной машины. Под **технической производительностью** понимают количество груза (т, м<sup>3</sup>, шт.), которое может переработать погрузочно-разгрузочная машина за 1 ч непрерывной работы в условиях максимальной загрузки.

Построение номограмм нагрузок возможно, если количество моделей машин минимально, а число машин каждой модели оптимально.

Каждая номограмма нагрузок машин и механизмов на складах строится для определенной величины материального потока  $Q$ , проходящего через склад за заданный промежуток времени (месяц, год):

$$Q = \text{Ч}_p \cdot \text{Н}_н \cdot \text{Д}_р \cdot N, \quad (16.1)$$

где  $Q$  – материальный поток, проходящий через склад за определенный период (постоянная величина) (т/мес, т/год);

$\text{Ч}_p$  – часовая эксплуатационная производительность единицы подъемно-транспортного оборудования, т/(ч · ед.);

$\text{Н}_н$  – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.;

$\text{Д}_р$  – количество рабочих дней в течение данного периода (дн/мес, дн/год);

$N$  – загрузка подъемно-транспортного оборудования в течение рабочего дня, ч/день.

Например, требуется построить номограмму нагрузок электрокаров производительностью 5, 10, 15 и 20 т/ч, которые в течение месяца могут эксплуатироваться 5, 10, 15 или 20 дней. Загрузка электрокаров в течение рабочего дня может различаться. Величина материального потока склада за месяц – 1000 т.

Графики функции  $\text{Ч}_p \cdot \text{Н}_н$ , где  $\text{Н}_н$  – переменная величина, для данных электрокаров показаны на номограмме с левой стороны (рис. 16.1).

Например, при использовании 10 электрокаров производительностью 10 т/ч получим объем работ, равный 100 т/ч, при применении 0 электрокаров производительностью 10 т/ч объем работ составит

0 т/ч. Соединив точки с координатами [0; 0], [10; 100] на левой части графика, получим номограмму для электрокаров производительностью 10 т/ч.

Графики гиперболических зависимостей на правой части номограммы соответствуют количеству рабочих дней машин за месяц.

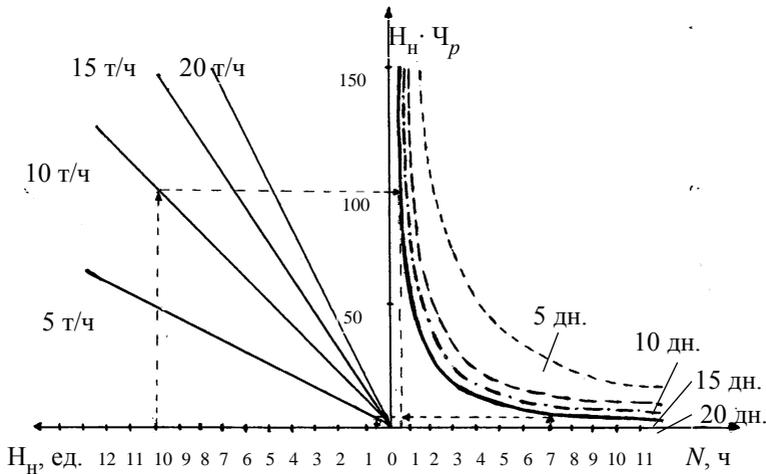


Рис. 16.1. Номограмма нагрузок

Для каждой гиперболы количество рабочих дней ( $D_p$ ) – величина неизменная (см. рис. 16.1). Так, для переработки материального потока величиной 100 т/день при производительности электрокаров 10 т/ч потребуется 10 электрокаров, работающих 1 ч/день ( $100 \text{ т/ч} = 10 \text{ т/ч} \times 10 \text{ ед.} = 1000 \text{ т/мес} : (10 \text{ раб. дн/мес} \cdot 1 \text{ ч/день})$ ). Аналогично,  $50 \text{ т/ч} = 10 \text{ т/ч} \cdot 5 \text{ ед.} = 1000 \text{ т/мес} : (10 \text{ раб. дн/мес} \cdot 2 \text{ ч/день})$ ;  $20 \text{ т/ч} = 10 \text{ т/ч} \times 2 \text{ ед.} = 1000 \text{ т/мес} : (10 \text{ раб. дн/мес} \cdot 5 \text{ ч/день})$  и т. д.

Соединив последовательно точки с координатами [1; 100], [2; 50], [5; 20], получим правую часть номограммы, соответствующую работе электрокаров в течение 10 дней в месяц. Аналогично строятся номограммы для машин, работающих 5, 15, 20 дней в месяц.

С помощью построенной номограммы нагрузок, например, можно определить, что необходимое количество электрокаров производительностью 15 т/ч, которые будут эксплуатироваться 7 ч в течение рабочего дня 20 дней в месяц, составит 0,5, а загрузка в течение рабочего дня

работающих на складе 10 электрокаров производительностью 10 т/ч, используемых 20 дн/мес, будет равна 0,5 ч/день.

Результаты, полученные на основе применения графического метода, можно проверить аналитическим методом:  $1000 \text{ т} : (7 \text{ ч} \times 20 \text{ дн/мес} \cdot 15 \text{ т/ч}) = 0,5 \text{ электрокаров}$ ;  $1000 \text{ т} : (10 \text{ ед.} \cdot 10 \text{ т/ч} \times 20 \text{ дн/мес}) = 0,5 \text{ ч/день}$ .

**Задание.** Постройте номограмму нагрузок электрокаров производительностью 5, 10, 15 и 20 т/ч, которые в течение месяца могут эксплуатироваться 5, 10, 15 или 20 дней. Загрузка электрокаров в течение рабочего дня может различаться. Величина материального потока склада за месяц – 5000 т.

С помощью построенной номограммы нагрузок определите необходимое количество электрокаров производительностью 10 т/ч, которые будут эксплуатироваться 5 ч в течение рабочего дня 10 дней в месяц, и загрузку в течение рабочего дня работающих на складе 5 электрокаров производительностью 20 т/ч, используемых 15 дн/мес.

### Задание 17. ВЫБОР ВИДА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Сельскохозяйственной организации для осуществления перевозок необходимо выбрать автомобильное транспортное средство.

Найдем равноценное расстояние, при котором производительность автомобиля и тягача со сменным прицепом или полуприцепом будет одинаковой.

Величина равноценного расстояния определяется следующим образом:

- для автомобиля ( $P_{\text{ча}}$ ):

$$P_{\text{ча}} = \frac{q_a \cdot \gamma_c \cdot \beta \cdot V_{\text{та}}}{L_{\text{са}} + \beta \cdot V_{\text{та}} \cdot t_{\text{пр}}}; \quad (17.1)$$

- для тягача с прицепом или полуприцепом ( $P_{\text{чтр}}$ ):

$$P_{\text{чтр}} = \frac{q_{\text{тр}} \cdot \gamma_c \cdot \beta \cdot V_{\text{тр}}}{L_{\text{етт}} + \beta \cdot V_{\text{тр}} \cdot t_{\text{пр}}}, \quad (17.2)$$

где  $q_a, q_{тг}$  – соответственно грузоподъемность автомобиля или прицепа (полуприцепа), буксируемого тягачом, т;

$V_{та}, V_{тг}$  – соответственно техническая скорость автомобиля или тягача с груженым прицепом (полуприцепом), км/ч;

$\gamma_c$  – статический коэффициент использования грузоподъемности;

$\beta$  – коэффициент использования пробега;

$L_{ea}, L_{етг}$  – расстояние перевозки груза автомобилем или тягачом, км;

$t_{пр}$  – время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой, ч;

$t_{пп}$  – время перецепки прицепов (полуприцепов), ч.

Для обоих вариантов перевозки груза считаем равными производительности подвижного состава за время в наряде  $P_{ча} = P_{чтг}$ , среднее расстояние одной груженой ездки  $L_p = L_{ea} = L_{етг}$ , коэффициенты статического использования грузоподъемности и пробега.

Приравнивая выражения (17.1) и (17.2) и решая полученное уравнение относительно  $L_p$ , получаем:

$$L_p = \frac{\beta \cdot V_{та} \cdot V_{тг} (q_{тг} \cdot t_{пр} - q_a \cdot t_{пп})}{q_a \cdot V_{та} - q_{тг} \cdot V_{тг}}. \quad (17.3)$$

Сравнивая полученное расчетным путем равноценное расстояние с расстоянием перевозки, выбирают то или иное транспортное средство. Если расстояние перевозки меньше равноценного, следует применять тягач; если расстояние перевозки больше равноценного, следует использовать автомобиль, т. е. для тягача  $L_{пер} < L_p$ , для автомобиля  $L_{пер} > L_p$ .

Определим целесообразность использования бортового автомобиля или тягача, если грузоподъемность каждого из них – 7,5 т, техническая скорость: автомобиля  $V_{та} = 25$  км/ч, тягача  $V_{тг} = 20$  км/ч, коэффициент использования пробега  $\beta = 0,5$ , время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой  $t_{пр} = 0,7$  ч, время на перецепку прицепа (полуприцепа)  $t_{пп} = 0,2$  ч. Расстояние перевозки – 30 км.

Равноценное расстояние  $L_p$  составит:

$$L_p = \frac{0,5 \cdot 25 \text{ км/ч} \cdot 20 \text{ км/ч} \cdot (7,5 \text{ т} \cdot 0,7 \text{ ч} - 7,5 \text{ т} \cdot 0,2 \text{ ч})}{7,5 \text{ т} \cdot 25 \text{ км/ч} - 7,5 \text{ т} \cdot 20 \text{ км/ч}} = 25 \text{ км}.$$

Поскольку  $L_{пер} = 30$  км больше  $L_p = 25$  км, следует выбрать бортовой автомобиль.

Сравним выгодность применения бортового автомобиля и самосвала.

Выбор транспортного средства в данном случае рекомендуется производить по следующей формуле:

$$L_p = \beta \cdot V_{\tau} \left( \frac{q_{аб} \cdot \Delta t}{\Delta q} - t_{пр} \right), \quad (17.4)$$

где  $q_{аб}$  – грузоподъемность бортового автомобиля, т;

$\Delta t$  – выигрыш по времени на разгрузку самосвала, ч;

$\Delta q$  – разность между грузоподъемностями бортового автомобиля и самосвала, т.

Сравнивая производительность бортового автомобиля и самосвала, определяют равноценное расстояние  $L_p$  (см. формулу (17.4)). Если расстояние перевозки меньше равноценного, следует применять самосвал, если больше – бортовой автомобиль, т. е. для самосвала  $L_{пер} < L_p$ , для бортового автомобиля  $L_{пер} > L_p$ .

Определим выгодность применения бортового автомобиля на перевозках груза, если расстояние грузовой ездки  $L_{пер} = 30$  км, грузоподъемность бортового автомобиля – 10 т, самосвала – 9 т, время погрузки и разгрузки бортового автомобиля  $t_{пр} = 0,7$  ч, самосвала – 0,25 ч, коэффициент использования пробега  $\beta = 0,5$ , техническая скорость транспортных средств  $V_{\tau} = 25$  км/ч.

Величина снижения грузоподъемности самосвала по сравнению с бортовым автомобилем

$$\Delta q = 10 - 9 = 1 \text{ т.}$$

Выигрыш во времени разгрузки самосвала составляет:

$$\Delta t = 0,7 - 0,25 = 0,45 \text{ ч.}$$

Равноценное расстояние равно:

$$L_p = 0,5 \cdot 25 \text{ км/ч} \cdot (10 \text{ т} \cdot 0,45 \text{ ч} : 1 \text{ т} - 0,7 \text{ ч}) = 47,5 \text{ км.}$$

Поскольку заданное расстояние перевозки  $L_{пер}$  меньше равноценного  $L_p$  (т. е.  $30 \text{ км} < 47,5 \text{ км}$ ), следует выбрать самосвал.

**Задание.** Обоснуйте целесообразность использования бортового автомобиля или тягача, если грузоподъемность каждого из них составляет 9 т, техническая скорость: автомобиля  $V_{та} = 20$  км/ч, тягача

$V_{\text{тр}} = 15$  км/ч, коэффициент использования пробега  $\beta = 0,5$ , время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой  $t_{\text{пр}} = 0,6$  ч, время на сцепку прицепа (полуприцепа)  $t_{\text{пп}} = 0,15$  ч. Расстояние перевозки – 25 км.

Определите выгодность применения бортового автомобиля на перевозках груза, если расстояние грузовой ездки  $L_{\text{пер}} = 25$  км, грузоподъемность бортового автомобиля – 7,5 т, самосвала – 7 т, время погрузки и разгрузки бортового автомобиля  $t_{\text{пр}} = 0,6$  ч, самосвала – 0,2 ч, коэффициент использования пробега  $\beta = 0,5$ , техническая скорость транспортных средств  $V_{\text{т}} = 20$  км/ч.

### Задание 18. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЗОН ПОТЕНЦИАЛЬНОГО СБЫТА ПРОДУКЦИИ

Для определения размеров зон потенциального сбыта продукции торговой или перерабатывающей организации рассмотрим следующий пример.

Организация расположена в точке  $N$ , ее конкуренты – в точках  $M$  и  $L$ , потребитель – в точке  $P$ . Расстояние от организации до конкурента  $M$  составляет  $T_M$ , до конкурента  $L$  –  $T_L$ , до потребителя –  $T_N$ . Удаленность потребителя от конкурента  $M$  определяется отрезком  $t_M$ , от конкурента  $L$  –  $t_L$ . Расстояние  $ML$  обозначим  $T_K$  (рис. 18.1).

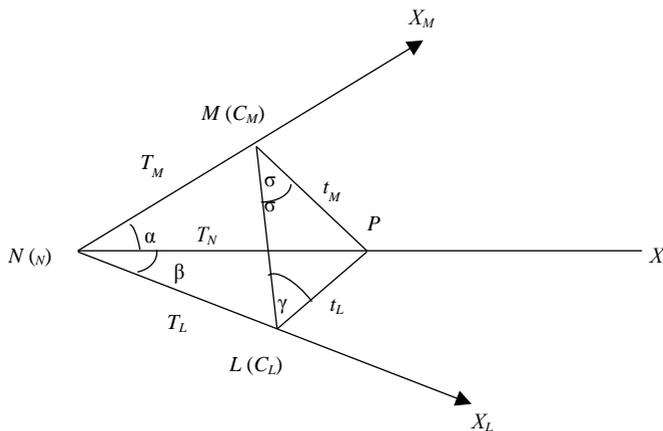


Рис. 18.1. Схема расположения организации  $N$ , ее конкурентов  $M$  и  $L$ , потребителя продукции  $P$

В условиях выбора пункта приобретения товара у покупателя есть три варианта совершения сделки: в точках  $N$ ,  $M$ ,  $L$ . Для каждого из этих вариантов затраты с учетом транспортных расходов составляют соответственно:

$$C_1 = C_N + p \cdot T_N; \quad (18.1)$$

$$C_2 = C_M + p \cdot T_M; \quad (18.2)$$

$$C_3 = C_L + p \cdot T_L, \quad (18.3)$$

где  $C_N$ ,  $C_M$ ,  $C_L$  – цена за единицу продукции у производителя и у конкурентов  $M$  и  $L$ , руб.;

$p$  – транспортный тариф, руб/км.

Если у покупателя есть дополнительные (кроме ценовых) приоритеты при приобретении продукции, возникает необходимость в использовании величины  $X$ :

$$X = C_j - C_i, \quad (18.4)$$

где  $X$  – денежная сумма, которую готов доплатить потребитель к цене продукции, назначенной одной из организаций-поставщиков  $C_i$ , по сравнению с ценой продукции другой организации  $C_j$ . Предполагается, что потребитель обладает полной информацией о ценовой ситуации на рынке, в том числе сведениями о том, что у конкурентов, возможно, цены на продукцию будут ниже.

Значения  $C_j$  и  $C_i$  соответствуют величинам  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  в зависимости от сравниваемых вариантов, например:

$$C_3 - C_1 = (C_L + p \cdot T_L) - (C_N + p \cdot T_N). \quad (18.5)$$

Используя формулу (18.5), потребителю  $P$  несложно определить наиболее экономичный для него вариант приобретения продукции. Поставщиков интересуют места расположения потребителей, которые могут иметь выгоду от приобретения продукции именно у данных организаций. Эти места входят в состав зоны потенциального сбыта продукции. Для определения этих зон воспользуемся полярной системой координат.

Полярные координаты – это точки на плоскости, характеризуемые полярным радиусом  $\rho$  и полярным углом  $\gamma$ . Например, на рис. 18.1 ось  $NX$  является полярной осью, координаты точки  $M$  описываются полярным радиусом  $TM$  и полярным углом  $\alpha$ .

Уравнение (18.5) содержит две неизвестные величины –  $t_L$  и  $T_N$ . По теореме косинусов

$$t_L = \sqrt{T_N^2 + T_L^2 - 2 \cdot T_N \cdot T_L \cdot \cos \beta}. \quad (18.6)$$

Вспользуемся линейным показателем  $F$ , который в случае конкуренции между организациями  $N$  и  $L$  имеет следующий вид:

$$F = \frac{C_L - C_M \pm X}{\rho}. \quad (18.7)$$

Подставляя выражения (18.4) и (18.5) в формулу (18.3), получим следующее соотношение:

$$T_N = \frac{T_L^2 - F^2}{2(F + T_L \cdot \cos \beta)}. \quad (18.8)$$

В зависимости от конкретной ситуации линейный показатель  $F$  может быть представлен следующим образом:

- при разграничении рынка между организацией и ее региональным дистрибьютором:

$$F = T_L + \frac{\delta_L \pm X}{\rho}; \quad (18.9)$$

- при разграничении рынка между двумя региональными дистрибьюторами, реализующими продукцию одной организации:

$$F = T_L - T_M + \frac{\delta_L - \delta_M \pm X}{\rho}, \quad (18.10)$$

где  $\delta_L, \delta_M$  – надбавка к цене производителя, учитывающая прибыль и накладные расходы дистрибьюторов организаций  $L, M$ ;  
 - при разграничении рынка между дистрибьюторами, реализующими продукцию разных производителей:

$$F = T_L - T_M + \frac{C_L - C_M + \delta_L - \delta_M \pm X}{p}; \quad (18.11)$$

- при разграничении рынка между производителем  $N$  и дистрибьютором  $M^*$ , реализующим продукцию производителя-конкурента  $M$ :

$$F = \frac{C_N - C_M - \delta_M \pm X}{p} - T_M. \quad (18.12)$$

Последовательность расчетов и построения линий разграничения зон потенциального сбыта продукции следующая:

1) исходя из условий конкуренции по известным исходным данным рассчитывается линейный показатель  $F$  (формулы (18.7), (18.9)–(18.12));

2) при известных значениях расстояния между организациями-конкурентами  $T_L, F$  и совокупности переменных значений  $\beta$  от 0 до 360° (при необходимости) с определенным шагом, например 10°, определяется совокупность радиусов-векторов  $T_N$  в полярной системе координат. Далее, принимая  $\beta = 10^\circ$ , находим значение  $T_{N10}$ , которое следует отложить на осях, повернутых относительно нулевой оси на данные 10°, и т. д.;

3) соединяются полученные точки окончаний радиусов-векторов  $T_N$  единой линией гиперболической формы в полярной системе координат, которая позволяет разграничить зоны потенциального сбыта каждой организации-конкурента. При этом следует точно определиться, какой населенный пункт берется за нулевую точку отсчета.

Анализируя формулу (18.8), нужно отметить наличие на прямой, соединяющей места расположения конкурирующих организаций, точки разграничения – значения функций  $T_N = f(\beta)$  при  $\beta = 0$ . При этом формула (18.8) сводится к следующему выражению:

$$T_N = (T_L - F) : 2. \quad (18.13)$$

Рассчитаем параметры линии разграничения зон потенциального сбыта продукции. Цена за 1 т продукции организации  $M$  – 450 руб., организации  $N$  – 490 руб. Расстояние между организациями – 300 км. Транспортный тариф – 0,5 руб/км.  $X = 0$ .

Определяем значение линейного показателя  $F$  (см. формулу (18.7)):

$$F = (490 - 450) : 0,5 = 80 \text{ км.}$$

Используя формулу (18.8), вычисляем радиусы-векторы зоны потенциального сбыта продукции организации  $L$ :

$$\begin{aligned} t_{L0} &= (300^2 - 80^2) : (2 \cdot (80 + 300 \cdot 1)) = 110 \text{ км;} \\ t_{L10} &= (300^2 - 80^2) : (2 \cdot (80 + 300 \cdot 0,9848)) = 111,3 \text{ км;} \\ t_{L20} &= (300^2 - 80^2) : (2 \cdot (80 + 300 \cdot 0,9397)) = 115,5 \text{ км и т. д.} \end{aligned}$$

Результаты расчетов заносим в табл. 18.1.

Таблица 18.1. Результаты расчета размеров зоны потенциального сбыта продукции организации  $L$

$\beta, ^\circ$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$t_L, \text{ км}$	110,0	111,3	115,5	123,0	134,9	153,2	181,7	228,9	316,4	522,5

**Задание.** Рассчитайте параметры линии разграничения зон потенциального сбыта продукции. Цена за 1 т продукции организации А составляет 520 руб., организации Б – 550 руб. Расстояние между организациями – 250 км. Транспортный тариф – 0,45 руб/км.  $X = 0$ .

## Задание 19. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

### *Основные системы управления запасами.*

Логистическая система управления запасами проектируется с целью непрерывного обеспечения потребителя каким-либо видом материального ресурса. Реализация этой цели достигается решением следующих задач:

- учет текущего уровня запаса на складах различных уровней;
- определение размера гарантийного (страхового) запаса;
- расчет размера заказа;
- определение интервала времени между заказами.

Для ситуации, когда отсутствуют отклонения от запланированных показателей и запасы потребляются равномерно, в теории управления запасами разработаны две основные системы управления, которые решают поставленные задачи, соответствуя цели непрерывного обеспечения потребителя материальными ресурсами. Такими системами являются следующие.

*1. Система управления запасами с фиксированным размером заказа.*

Само название говорит об основополагающем параметре системы. Это размер заказа. Он строго зафиксирован и не меняется ни при каких условиях работы системы. Определение размера заказа является поэтому первой задачей, которая решается при работе с данной системой управления запасами.

В отечественной практике нередко возникает ситуация, когда размер заказа определяется по каким-либо частным организационным соображениям. Например, удобство транспортировки или возможность загрузки складских помещений.

Между тем в системе с фиксированным размером заказа объем закупки должен быть не только рациональным, но и оптимальным, т. е. самым лучшим. Поскольку мы рассматриваем проблему управления запасами в логистической системе отдельной организации или экономики в целом, то критерием оптимизации должен быть минимум совокупных затрат на хранение запасов и повторение заказа. Данный критерий учитывает три фактора, действующих на величину названных совокупных затрат:

- используемая площадь складских помещений;
- издержки на хранение запасов;
- стоимость оформления заказа.

Эти факторы тесно взаимосвязаны между собой, причем само направление их взаимодействия неодинаково в разных случаях. Желание максимально сэкономить затраты на хранение запасов вызывает рост затрат на оформление заказов. Экономия затрат на повторение заказа приводит к потерям, связанным с содержанием излишних складских помещений, и, кроме того, снижает уровень обслуживания потребителя. При максимальной загрузке складских помещений значительно увеличиваются затраты на хранение запасов, более вероятен риск появления неликвидных запасов.

Использование критерия минимизации совокупных затрат на хранение запасов и повторный заказ не имеют смысла, если время испол-

нения заказа слишком продолжительно, спрос испытывает существенные колебания, а цены на заказываемые сырье, материалы, полуфабрикаты и пр. сильно колеблются. В таком случае нецелесообразно экономить на содержании запасов. Это вероятнее всего приведет к невозможности непрерывного обслуживания потребителя, что не соответствует цели функционирования логистической системы управления запасами. Во всех других ситуациях определение оптимального размера заказа обеспечивает уменьшение издержек на хранение запасов без потери качества обслуживания.

Оптимальный размер заказа по критерию минимизации совокупных затрат на хранение запаса и повторение заказа рассчитывается по формуле Вильсона:

$$OPЗ = \sqrt{\frac{2AS}{i}}, \quad (19.1)$$

где ОПЗ – оптимальный размер заказа, шт.;

$A$  – затраты на поставку единицы заказываемого продукта, руб.;

$S$  – потребность в заказываемом продукте, шт.;

$i$  – затраты на хранение единицы заказываемого продукта, руб/шт.

Затраты на поставку единицы заказываемого продукта  $A$  включают следующие элементы:

стоимость транспортировки заказа;

затраты на разработку условий поставки;

стоимость контроля исполнения заказа;

затраты на выпуск каталогов;

стоимость форм документов.

Формула (19.1) представляет собой первый вариант формулы Вильсона. Он ориентирован на мгновенное пополнение запаса на складе. В случае если пополнение запаса на складе производится за некоторый промежуток времени, то приведенная ниже формула корректируется на коэффициент, учитывающий скорость этого пополнения:

$$OPЗ = \sqrt{\frac{2AS}{i_k}}, \quad (19.2)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий скорость пополнения запаса на складе.

Порядок расчета всех параметров системы управления запасами с фиксированным размером заказа приведен в табл. 19.1.

Исходные данные для расчета параметров системы следующие:

потребность в заказываемом продукте, шт.;

оптимальный размер заказа, шт.;

время поставки, дн.;

возможная задержка поставки, дн.

Во избежание дефицита запаса ОРЗ следует округлить в большую сторону. Ожидаемое дневное потребление округляется также в большую сторону. Срок расходования запасов округляется по общим правилам. Эти требования действуют и для остальных систем управления запасами.

*Гарантийный (страховой) запас* позволяет обеспечивать потребность на время предполагаемой задержки поставки. При этом под возможной задержкой поставки подразумевается максимально возможная задержка. Восполнение гарантийного запаса производится в ходе последующих поставок через использование второго расчетного параметра данной системы – порогового уровня запаса.

Таблица 19.1. Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным размером заказа

Показатель	Порядок расчета
1. Потребность, шт.	–
2. Оптимальный размер заказа, шт.	См. формулы (19.1) и (19.2)
3. Время поставки, дн.	–
4. Возможная задержка поставки, дн.	–
5. Ожидаемое дневное потребление, шт/день	$1 : \text{кол-во рабочих дней}$
6. Срок расходования заказа, дн.	$2 : 5$
7. Ожидаемое потребление за время поставки, шт.	$3 \cdot 5$
8. Максимальное потребление за время поставки, шт.	$(3 + 4) \cdot 5$
9. Гарантийный запас, шт.	$8 - 7$
10. Пороговый уровень запаса, шт.	$9 + 7$
11. Максимальный желательный запас, шт.	$9 + 2$
12. Срок расходования запаса до порогового уровня, дн.	$(11 - 10) : 5$

*Пороговый уровень запаса* определяет уровень запаса, при достижении которого производится очередной заказ. Величина порогового уровня рассчитывается таким образом, что поступление заказа на

склад происходит в момент снижения текущего запаса до гарантийного уровня. При расчете порогового уровня задержка поставки не учитывается.

Третий основной параметр системы управления запасами с фиксированным размером заказа – *максимальный желательный запас*. В отличие от предыдущих двух параметров он не оказывает непосредственного воздействия на функционирование системы в целом. Этот уровень запаса определяется для отслеживания целесообразной загрузки площадей с точки зрения критерия минимизации совокупных затрат.

**Пример.**

**Условие.** Годовая потребность в материалах – 1550 шт., число рабочих дней в году – 226 дней, оптимальный размер заказа – 75 шт., время поставки – 4 дня, время задержки поставки – 2 дня. Определить параметры системы управления запасами с фиксированным размером заказа и нарисовать график функционирования системы.

Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным размером заказа представлен в табл. 19.2.

Таблица 19.2. Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным размером заказа

Показатель	Расчет
1. Потребность, шт.	1550
2. Оптимальный размер заказа, шт.	75
3. Время поставки, дн.	4
4. Возможная задержка поставки, дн.	2
5. Ожидаемое дневное потребление, шт/день	7
6. Срок расходования заказа, дн.	11
7. Ожидаемое потребление за время поставки, шт.	28
8. Максимальное потребление за время поставки, шт.	42
9. Гарантийный запас, шт.	14
10. Пороговый уровень запаса, шт.	42
11. Максимальный желательный запас, шт.	89
12. Срок расходования запаса до порогового уровня, дн.	6,7

**Задание.** Рассчитайте параметры системы управления запасами с фиксированным размером заказа и нарисуйте график функционирования системы (на основании исходных данных табл. 19.3).

Таблица 19.3. Исходные данные для выполнения индивидуального задания по теме «Система управления запасами»

Номер варианта	Потребность в заказываемом продукте, шт.	Затраты на поставку единицы заказываемого продукта, у. д. е.	Затраты на хранение единицы заказываемого продукта, у. д. е./шт.	Время поставки, дн.	Возможная задержка поставки, дн.	Количество рабочих дней
1	2	3	4	5	6	7
1	1550	35	15	5	2	226
2	1549	34,5	14,85	6	3	225
3	1548	34	14,7	7	4	224
4	1547	33,5	14,55	8	5	223
5	1546	33	14,4	7	4	222
6	1545	32,5	14,25	6	3	221
7	1544	32	14,1	5	2	220
8	1543	31,5	13,95	6	3	219
9	1542	31	13,8	7	4	218
10	1541	30,5	13,65	8	5	217
11	1540	30	13,5	7	4	216
12	1539	29,5	13,35	6	3	215
13	1538	29	13,2	5	2	214
14	1537	28,5	13,05	6	3	213
15	1536	28	12,9	7	4	212
16	1535	27,5	12,75	8	5	211
17	1534	27	12,6	7	4	210
18	1533	26,5	12,45	6	3	209
19	1532	26	12,3	5	2	208
20	1531	25,5	12,15	6	3	207
21	1530	25	12	7	4	206
22	1529	24,5	11,85	8	5	205
23	1528	24	11,7	7	4	204
24	1527	23,5	11,55	6	3	203
25	1526	23	11,4	5	2	202
26	1525	22,5	11,25	6	3	201
27	1524	22	11,1	7	4	200
28	1523	21,5	10,95	8	5	199
29	1522	21	10,8	7	4	198
30	1521	20,5	10,65	6	3	197

*2. Система управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами.*

Система с фиксированным интервалом времени между заказами – вторая и последняя система управления запасами, которая относится к основным. Классификация систем на основные и прочие вызвана тем,

что две рассматриваемые системы лежат в основе всевозможных иных систем управления запасами.

В системе с фиксированным интервалом времени между заказами, как видно из названия, заказы делаются в строго определенные моменты времени, которые отстоят друг от друга на равные интервалы, например, 1 раз в месяц, 1 раз в неделю, 1 раз в 14 дней и т. п.

Определить интервал времени между заказами можно с учетом оптимального размера заказа, рассчитываемого по формуле (19.1). Оптимальный размер заказа позволяет минимизировать совокупные затраты на хранение запаса и повторение заказа, а также достичь наилучшего сочетания взаимодействующих факторов, таких, как используемая площадь складских помещений, издержки на хранение запасов и стоимость заказа.

Расчет интервала времени между заказами  $I$  можно производить следующим образом:

$$I = N : \frac{S}{ОРЗ}, \quad (19.3)$$

где  $N$  – количество рабочих дней в году;

$S$  – потребность в заказываемом продукте, шт.;

ОРЗ – оптимальный размер заказа, шт.

Полученный с помощью формулы (19.3) интервал времени между заказами не может рассматриваться как обязательный к применению. Он может быть скорректирован на основе экспертных оценок. Например, при полученном расчетном результате (4 дня) возможно использовать интервал в 5 дней, чтобы производить заказы один раз в неделю. Интервал времени должен быть целочисленным.

Порядок расчета всех параметров системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами представлен в табл. 19.4.

Исходные данные для расчета параметров системы следующие:

- потребность в заказываемом продукте, шт.;
- интервал времени между заказами, дн.;
- время поставки, дн.;
- возможная задержка поставки, дн.

**Таблица 19.4. Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами**

Показатель	Порядок расчета
1. Потребность, шт.	–
2. Интервал времени между заказами, дн.	См. формулу (19.3)
3. Время поставки, дн.	–
4. Возможная задержка поставки, дн.	–
5. Ожидаемое дневное потребление, шт/день	1 : кол-во рабочих дней
6. Ожидаемое потребление за время поставки, шт.	3 · 5
7. Максимальное потребление за время поставки, шт.	(3 + 4) · 5
8. Гарантийный запас, шт.	7 – 6
9. Максимальный желательный запас, шт.	8 + (2 · 5)
10. Размер заказа, шт.	См. формулу (19.4)

Гарантийный (страховой) запас, как и для случая, о котором говорилось выше, позволяет обеспечивать потребность на время предполагаемой задержки поставки (под возможной задержкой поставки также подразумевается максимально возможная задержка). Восполнение гарантийного запаса производится в ходе последующих поставок путем пересчета размера заказа таким образом, чтобы его поставка увеличила запас до максимального желательного уровня.

Так как в рассматриваемой системе момент заказа заранее определен и не меняется ни при каких обстоятельствах, постоянно пересчитываемым параметром является именно размер заказа. Его вычисление основывается на прогнозируемом уровне потребления до момента поступления заказа на склад организации.

Расчет размера заказа в системе с фиксированным интервалом времени между заказами производится по формуле

$$PЗ = МЖЗ - ТЗ + ОП, \quad (19.4)$$

где PЗ – размер заказа, шт.;

МЖЗ – максимальный желательный запас, шт.;

ТЗ – текущий запас, шт.;

ОП – ожидаемое потребление за время поставки, шт.

Как видно из формулы (19.4), размер заказа рассчитывается таким образом, что при условии точного соответствия фактического потребления за время поставки ожидаемому поставка пополняет запас на складе до максимального желательного уровня. Действительно, разница между максимальным желательным и текущим запасом определяет величину заказа, необходимую для восполнения запаса до максималь-

ного желательного уровня на момент расчета, а ожидаемое потребление за время поставки обеспечивает это восполнение в момент осуществления поставки.

**Задание.** Рассчитайте параметры системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами и нарисуйте график функционирования системы (на основании исходных данных табл. 19.3).

### *Прочие системы управления запасами.*

Рассмотренные выше основные системы управления запасами базируются на фиксации одного из двух возможных параметров размера заказа или интервала времени между заказами. В условиях отсутствия отклонений от запланированных показателей и равномерного потребления запасов, для которых разработаны основные системы, такой подход является вполне достаточным.

Однако на практике чаще встречаются иные, более сложные ситуации. В частности, при значительных колебаниях спроса основные системы управления запасами не в состоянии обеспечить бесперебойное снабжение потребителя без значительного завышения объема запасов. При наличии систематических сбоев в постановке и потреблении основные системы управления запасами становятся неэффективными. Для таких случаев проектируются иные системы управления запасами. Их составляют элементы основных систем управления запасами.

Каждая из основных систем имеет определенный порядок действий. Так, в системе с фиксированным размером заказа заказ производится в момент достижения порогового уровня запаса, величина которого определяется с учетом времени и возможной задержки поставки. В системе с фиксированным интервалом времени между заказами размер заказа определяется исходя из наличных объемов запаса и ожидаемого потребления за время поставки.

Различное сочетание звеньев основных систем управления запасами, а также добавление принципиально новых идей в алгоритм работы системы приводит к возможности формирования, по сути, огромного числа систем управления запасами, отвечающих самым разнообразным требованиям. Методические основы проектирования эффективных систем управления запасами будут рассмотрены в дальнейшем. Здесь же мы подробнее остановимся на двух наиболее распространенных прочих системах управления запасами.

*1. Система управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня.*

В данной системе, как и в системе с фиксированным интервалом времени между заказами, входным параметром является период времени между заказами. В отличие от основной системы, она ориентирована на работу при значительных колебаниях потребления. Чтобы предотвратить завышение объемов запасов, содержащихся на складе, или их дефицит, заказы производятся не только в установленные моменты времени, но и при достижении запасом порогового уровня. Таким образом, рассматриваемая система включает в себя элемент системы с фиксированным интервалом времени между заказами (установленную периодичность оформления заказа) и элемент системы с фиксированным размером заказа (отслеживание порогового уровня запасов).

Порядок расчета всех параметров системы представлен в табл. 19.5.

Исходные данные для расчета параметров системы таковы:

- потребность в заказываемом продукте, шт.;
- интервал времени между заказами, дн.;
- время поставки, дн.;
- возможная задержка поставки, дн.

Для определения интервала времени между заказами (или периодичности пополнения запасов) можно воспользоваться рекомендациями для его расчета.

**Таблица 19.5. Расчет параметров системы управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня**

Показатель	Порядок расчета
1. Потребность, шт.	–
2. Интервал времени между заказами, дн.	См. формулу (19.3)
3. Время поставки, дн.	–
4. Возможная задержка поставки, дн.	–
5. Ожидаемое дневное потребление, шт/дн.	1 : кол-во рабочих дней
6. Ожидаемое потребление за время поставки, шт.	$3 \cdot 5$
7. Максимальное потребление за время поставки, шт.	$(3 + 4) \cdot 5$
8. Гарантийный запас, шт.	$7 - 6$
9. Пороговый уровень запаса, шт.	$8 + 6$
10. Максимальный желательный запас, шт.	$(2 \cdot 5) + 9$
11. Размер заказа, шт.	См. формулы (19.5) и (19.6) (рассчитывается каждый раз при оформлении заказа)

Гарантийный (страховой) запас позволяет обеспечивать потребителя в случае предполагаемой задержки поставки. Под возможной задержкой поставки подразумевается максимально возможная задержка. Восполнение гарантийного запаса производится во время последующих поставок путем пересчета размера заказа таким образом, чтобы его поставка увеличила запас до максимального желательного уровня. Гарантийный запас не оказывает непосредственного воздействия на функционирование системы в целом.

Из системы управления запасами с фиксированным размером заказа рассматриваемая система заимствовала параметр порогового уровня запаса. Пороговый уровень запаса определяет уровень запаса, при достижении которого производится очередной заказ. Величина порогового уровня рассчитывается исходя из значения ожидаемого дневного потребления таким образом, что поступление заказа происходит в момент снижения текущего запаса до гарантийного уровня. Таким образом, отличительной особенностью системы является то, что заказы делятся на две категории. Плановые заказы производятся через заданные интервалы времени. Возможны дополнительные заказы, если наличие запасов на складе доходит до порогового уровня. Очевидно, что необходимость дополнительных заказов может появиться только при отклонении темпов потребления от запланированных.

Максимальный желательный запас представляет собой тот постоянный уровень, пополнение до которого считается целесообразным. Этот уровень запаса косвенно (через интервал времени между заказами) связан с наиболее рациональной загрузкой площадей склада при учете возможных сбоев поставки и необходимости бесперебойного снабжения потребления.

Постоянно рассчитываемым параметром системы управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до постоянного уровня является размер заказа. Как и в системе с фиксированным интервалом времени между заказами, его вычисление основывается на прогнозируемом уровне потребления до момента поступления заказа на склад организации.

Расчет размера заказа в рассматриваемой системе производится либо по формуле (19.5) (в зафиксированные моменты заказов), либо по формуле (19.6) (в момент достижения порогового уровня):

$$PЗ = МЖЗ - ТЗ + ОП, \quad (19.5)$$

где РЗ – размер заказа, шт.;

МЖЗ – максимальный желательный запас, шт.;

ТЗ – текущий запас, шт.;

ОП – ожидаемое потребление до момента поставки, шт.;

$$РЗ = МЖЗ - ПУ + ОП, \quad (19.6)$$

ПУ – пороговый уровень запаса, шт.

Как видно из формулы (19.5), размер заказа рассчитывается таким образом, что при условии точного соответствия фактического потребления (до момента поставки) прогнозируемому поставка пополняет запас на складе до максимального желательного уровня.

**Задание.** Рассчитайте параметры системы управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня и нарисуйте график функционирования системы (на основании исходных данных табл. 19.3).

## 2. Система «Минимум – максимум».

Эта система, как и система с установленной периодичностью пополнения запасов до постоянного уровня, содержит в себе элементы основных систем управления запасами. Как и в системе с фиксированным интервалом времени между заказами, здесь используется постоянный интервал времени между заказами. Система «Минимум – максимум» ориентирована на ситуацию, когда затраты на учет запасов и издержки на оформление заказа настолько значительны, что становятся соизмеримы с потерями от дефицита запасов. Поэтому в рассматриваемой системе заказы производятся не через каждый заданный интервал времени, а только при условии, что запасы на складе в этот момент оказались равными или меньше установленного минимального уровня. В случае выдачи заказа его размер рассчитывается так, чтобы поставка пополнила запасы до максимального желательного уровня. Таким образом, данная система работает лишь с двумя уровнями запасов – минимальным и максимальным, чему она и обязана своим названием. Порядок расчета параметров системы «Минимум – максимум» представлен в табл. 19.6.

Исходные данные для расчета параметров системы таковы:

- потребность в заказываемом продукте, шт.;
- интервал времени между заказами, дн.;
- время поставки, дн.;
- возможная задержка поставки, дн.

Гарантийный (страховой) запас позволяет обеспечивать потребителя в случае предполагаемой задержки поставки. Как и система с установленной периодичностью пополнения запасов до постоянного уровня, гарантийный запас используется для расчета порогового уровня запаса.

Пороговый уровень запаса в системе «Минимум – максимум» выполняет роль «минимального» уровня. Если в установленный момент времени этот уровень пройден, т. е. наличный запас равен пороговому уровню, или не достигает его, то заказ оформляется. В противном случае заказ не выдается и отслеживание порогового уровня, а также выдача заказа будут произведены только через заданный интервал времени.

Таблица 19.6. Расчет параметров системы управления запасами «Минимум – максимум»

Показатель	Порядок расчета
1. Потребность, шт.	–
2. Интервал времени между заказами, дн.	См. формулу (19.3)
3. Время поставки, дн.	–
4. Возможная задержка поставки, дн.	–
5. Ожидаемое дневное потребление, шт/день	1 : кол-во рабочих дней
6. Ожидаемое потребление за время поставки, шт.	$3 \cdot 5$
7. Максимальное потребление за время поставки, шт.	$(3 + 4) \cdot 5$
8. Гарантийный запас, шт.	$7 - 6$
9. Пороговый уровень запаса, шт.	$8 + 6$
10. Максимальный желательный запас, шт.	$(2 \cdot 5) + 9$
11. Размер заказа, шт.	См. формулу (19.5) (рассчитывается каждый раз при оформлении заказа)

Максимальный желательный запас в системе «Минимум – максимум» выполняет роль «максимального» уровня. Его размер учитывается при определении размера заказа. Он косвенно (через интервал времени между заказами) связан с наиболее рациональной загрузкой площадей склада при учете возможных сбоев поставки и необходимости бесперебойного снабжения потребления.

Постоянно рассчитываемым параметром системы «Минимум – максимум» является размер заказа. Как и в предыдущих системах управления запасами, его вычисление основывается на прогнозируемом уровне потребления до момента поступления заказа на склад организации. Расчет размера заказа производится по формуле (19.5).

**Задание.** Рассчитайте параметры системы управления запасами «Минимум – максимум» и нарисуйте график функционирования системы (на основании исходных данных табл. 19.3).

***Сравнение основных систем управления запасами.***

Предположим идеальную, сугубо теоретическую ситуацию, в которой исполнение заказа происходит мгновенно (другими словами, время поставки равно нулю). Тогда заказ можно производить в момент, когда запасы материальных ресурсов на складе равны нулю. При постоянной скорости потребления обе рассмотренные системы управления запасами (с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами) становятся одинаковыми, так как заказы будут производиться через равные интервалы времени, а размеры заказов всегда будут равны друг другу. Гарантийные запасы каждой из двух систем сведутся к нулю.

Сравнение рассмотренных систем управления запасами приводит к выводу о наличии у них взаимных недостатков и преимуществ.

Преимущества и недостатки рассмотренных систем управления запасами сведены в табл. 19.7.

Таблица 19.7. Сравнение основных систем управления запасами

Система	Преимущество	Недостаток
С фиксированным размером заказа	Меньший уровень максимального желательного запаса. Экономия затрат на содержание запасов на складе за счет сокращения площадей под запасы	Ведение постоянного контроля наличия запасов на складе
С фиксированным интервалом времени между заказами	Отсутствие постоянного контроля наличия запасов на складе	Высокий уровень максимального желательного запаса. Повышение затрат на содержание запасов на складе за счет увеличения площадей под запасы

Система с фиксированным размером заказа требует непрерывного учета текущего запаса на складе. Напротив, система с фиксированным интервалом времени между заказами требует лишь периодического контроля количества запаса. Необходимость постоянного учета запаса в системе с фиксированным размером заказа можно рассматривать как

основной ее недостаток. Напротив, отсутствие постоянного контроля за текущим запасом в системе с фиксированным интервалом времени между заказами является ее основным преимуществом перед первой системой.

Следствием преимущества системы с фиксированным интервалом времени между заказами является то, что в системе с фиксированным размером заказа максимальный желательный запас всегда имеет меньший размер, чем в первой системе. Это приводит к экономии на затратах по содержанию запасов на складе за счет сокращения площадей, занимаемых запасами, что, в свою очередь, составляет преимущество системы с фиксированным размером заказа перед системой с фиксированным интервалом времени между заказами.

### ***Учет сбоев поставки и потребления в логистической системе организации.***

Основные системы управления запасами – с фиксированным размером заказов и с фиксированным интервалом времени между заказами, а также прочие системы управления запасами – с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня и система «Минимум – максимум» разработаны для условий, когда отсутствуют отклонения от запланированных параметров поставки и потребления.

Этими параметрами являются:

- размер заказа;
- интервал времени между заказами;
- время поставки;
- возможная задержка поставки;
- ожидаемое дневное потребление;
- прогнозируемое потребление до момента поставки.

Непрерывное обеспечение потребности в каком-либо виде материального ресурса связано с определенными трудностями. Прежде всего это возможность появления различных отклонений в значениях перечисленных выше показателей как со стороны потребителя запаса, так и со стороны исполнителя заказа. Кроме того, вполне вероятны ошибки исполнителей, которые приводят к нарушению нормального функционирования системы управления запасами.

Практически возможны следующие отклонения запланированных и фактических показателей:

- изменение интенсивности потребления в ту или другую сторону;

- задержка или ускорение поставки;
- поставка незапланированного объема заказа;
- ошибки учета фактического запаса, ведущие к неправильному определению размера заказа.

Довольно часто имеют место многообразные сочетания возмущающих воздействий, отклоняющих систему управления запасами от нормального функционирования. На рис. 19.1 в левом столбце приведены возмущающие воздействия, приводящие систему в состояние дефицита материальных запасов. В правом столбце – возмущающие воздействия, приводящие к возможному дефициту складских площадей (если такой возможен). Правый и левый столбцы отражают гипотетическую ситуацию крайне неблагоприятного суммарного воздействия на систему. Более вероятно разнообразное сочетание воздействий, указанных в правом и левом столбцах. Эта вероятность зависит от конкретных условий функционирования системы управления запасами.

Увеличение потребления	Сокращение потребления
Задержка поставки	Ускоренная поставка
Неполная поставка	Поставка завышенного объема
Занижение размера заказа	Завышение размера заказа

Рис. 19.1. Возможные возмущения в системе управления запасами

В рассмотренных ранее системах управления запасами, несмотря на ориентацию их на стабильные условия функционирования, предусмотрена возможность сглаживания сбоев поставки и потребления.

Так, система с фиксированным размером заказа учитывает одно из восьми возмущенных воздействий, а именно задержку поставки. Это воздействие снимается введением в систему параметра гарантийного (страхового) запаса. Он позволяет обеспечивать потребность на время предполагаемой задержки поставки. Если возможная задержка поставки будет представлять собой максимально возможную задержку, то механизм системы предохранит потребителя от дефицита в случае единичного сбоя поставки. Второй расчетный параметр системы –

пороговый уровень – обеспечивает поддержку системы в бездефицитном состоянии. Период же времени, через который происходит пополнение гарантийного запаса расчетного объема, зависит от конкретных значений исходных и фактических параметров системы.

Система с фиксированным интервалом времени между заказами также учитывает возмущающее воздействие задержки поставки. Как и в системе с фиксированным размером заказа, это воздействие снимается параметром гарантийного (страхового) запаса. Восполнение гарантийного запаса расчетного объема производится во время последующих поставок путем пересчета размера заказа таким образом, чтобы его поставка увеличила запас до максимального желательного уровня. Если прогноз потребления до момента будущей поставки был точным, механизм системы с фиксированным интервалом времени между заказами предохранит потребителя от дефицита материальных ресурсов при сбоях поставки.

Система с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня, в отличие от основных систем управления запасами, учитывает возможность как задержки поставки, так и изменения темпов потребления от запланированных. Расширение способности системы противостоять незапланированным возмущающим воздействиям связано с объединением идей использования порогового уровня и фиксированного интервала между заказами. Отслеживание порогового уровня повышает чувствительность системы к возможным колебаниям интенсивности потребления.

Система «Минимум – максимум» ориентирована на ситуацию, когда затраты на учет запасов на складе и издержки на оформление заказа настолько значительны, что становятся соизмеримы с потерями от дефицита запасов. Это единственная из рассмотренных ранее система, допускающая дефицит запасов по экономическим соображениям. Тем не менее и система «Минимум – максимум» учитывает возможность задержки поставки через параметр гарантийного запаса.

**Задание.** Обсудите на занятии преимущества и недостатки рассмотренных систем управления запасами для предприятий АПК.

**Методические основы проектирования эффективной логистической системы управления запасами.**

Рассмотренные основные и прочие системы управления запасами применимы лишь к очень ограниченному спектру условий функционирования и взаимодействия поставщиков и потребителей. Повышение эффективности использования систем управления запасами в логистической системе организации приводит к необходимости разработки оригинальных систем управления запасами. В теории управления запасами имеется достаточное количество специальных способов ведения такой работы. Для проектирования логистической системы управления запасами рекомендуется методика, основанная на имитационном графическом моделировании поведения системы. Она проста в применении, не трудоемка и, как показал опыт ее применения, дает хорошие результаты.

Методика предполагает последовательное решение следующих задач:

1. Подготовка исходных данных для проектирования логистической системы управления запасами на основе экспертного опроса специалистов организаций-поставщиков и организаций-потребителей по форме, представленной в табл. 19.8.

Таблица 19.8. **Исходные данные для проектирования логистической системы управления запасами на примере запасов комплектующих по межзаводской кооперации**

ИЗДЕЛИЕ \_\_\_\_\_ Программа выпуска \_\_\_\_\_  
(наименование)

Наименование комплектующего	Кол-во, шт/изд.	Габариты	Цена, руб/шт.	Интервал времени между заказами, дн.	
				принятый	желательный
1	2	3	4	5	6

Окончание табл. 19.8

Наименование комплектующего	Время поставки, дн.	Возможная задержка поставки, дн.	Размер заказа			Поставщик
			принятый	желательный	максимальный	
1	7	8	9	10	11	12

2. Расчет оптимального размера заказа для всех комплектующих по формуле (19.1).

3. Сопоставление по всем комплектующим оптимального размера заказа с принятой и желательной партиями поставки (см. табл. 19.8). Необходимо обосновать выбор размера заказа для дальнейших расчетов. В случае значительного (более чем в 1,5–2 раза) расхождения оптимальной, принятой и желательной партий поставки дальнейшие расчеты по комплектующему следует вести отдельно для каждого размера партии поставки. Возможно использование средних величин принятой и желательной партий или оптимальной и желательной партий поставки.

4. Моделирование поведения системы управления запасами с фиксированным размером заказа предполагает:

4.1. Проведение необходимых расчетов по всем комплектующим и всем вариантам размера заказа с использованием табл. 19.8.

4.2. Построение графиков движения запасов по всем комплектующим и по всем вариантам размера заказа для случаев:

4.2.1 отсутствия задержек поставок;

4.2.2 наличия единичного сбоя поставки;

4.2.3 наличия неоднократных сбоев поставок.

4.3. Для случаев 4.2.2 и 4.2.3 – оценку срока возврата системы в нормальное состояние (с наличием полного объема гарантийного запаса).

4.4. Для случая 4.2.3 – определение максимального количества сбоев поставки, которое может выдержать система без выхода в дефицитное состояние.

4.5. Для случая 4.2.3 – определение максимального срока неоднократной задержки поставки, который может выдержать система без выхода в дефицитное состояние.

4.6. Для каждого комплектующего – сравнение систем с различным размером заказа.

Сделайте выбор наиболее рационального размера заказа, обосновав свое решение результатами работы по пп. 4.3–4.5, а затем сведите результаты в табл. 19.9.

Таблица 19.9. Рекомендуемые размеры заказа

Наименование комплектующего	Размер заказа

5. Моделирование поведения системы с фиксированным интервалом времени между заказами предполагает:

5.1. Проведение необходимых расчетов по всем комплектующим с использованием табл. 19.8.

5.2. Построение графиков движения запасов по всем комплектующим для случаев:

5.2.1 отсутствия задержек поставок;

5.2.2 наличия единичного сбоя поставки;

5.2.3 наличия неоднократных сбоев поставки.

5.3. Для случаев 5.2.2 и 5.2.3 – оценку срока возвращения системы в нормальное состояние (при наличии полного объема гарантийного запаса).

5.4. Для случая 5.2.3 – определение максимального количества сбоев поставки, которое может выдержать система без выхода в дефицитное состояние.

5.5. Для случая 5.2.3 – определение максимального срока неоднократной задержки поставки, который может выдержать система без выхода в дефицитное состояние.

6. Разработка логистической системы управления запасами комплектующих узлов и деталей.

6.1. Используя результаты пп. 4 и 5, выделите для каждого комплектующего предпочтительную систему управления запасами, а затем сведите результаты в табл. 19.10.

Таблица 19.10. **Предпочтительные основные системы управления запасами**

Наименование комплектующего	Система управления запасами

6.2. Для систем управления запасами, выбранных в п. 6.1, следует рассмотреть возможность появления сбоев в потреблении запасов. Постройте графики движения запасов, иллюстрирующие все возможные ситуации, и разработайте рекомендации по поддержанию системы в нормальном состоянии (при наличии полного объема гарантийного запаса).

6.3. Предложите оригинальные системы управления запасами комплектующих, более эффективные, чем система управления запасами с фиксированным размером заказа и система с фиксированным интервалом времени между заказами.

7. Разработка инструкции по контролю за состоянием логистической системы управления запасами для каждого комплектующего (или, при возможности, для групп комплектующих). Инструкция предназначена для работников, ведущих учет, контроль и управление запасами. Она должна содержать конкретные указания по определению моментов заказа и размеров заказа для каждого возможного случая функционирования системы запасов.

**Задание.** Спроектируйте логистическую систему управления запасами на основании исходных данных, представленных в табл. 19.3.

## Задание 20. ОПТИМИЗАЦИЯ МАЯТНИКОВЫХ МАРШРУТОВ С ОБРАТНЫМ ХОЛОСТЫМ ПРОБЕГОМ

Маятниковый маршрут – такой маршрут, при котором путь следования транспортного средства (автомобиля, тракторно-транспортного агрегата) между двумя грузопунктами неоднократно повторяется.

Маятниковые маршруты бывают:

- с обратным холостым пробегом;
- обратным неполностью груженым пробегом;
- обратным груженым пробегом.

На рис. 20.1 графически представлен маятниковый маршрут с обратным холостым пробегом.

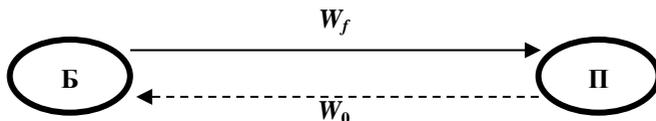


Рис. 20.1. Графическое представление маятникового маршрута с обратным холостым пробегом: Б – база (место загрузки транспорта); П – потребитель товара;  $W_f$  – груженная ездка;  $W_0$  – холостой (порожний) пробег

Прежде чем рассмотреть оптимизацию маятниковых маршрутов с обратным холостым пробегом, представим определения необходимых базовых понятий:

1. Груз – это товар или материальный ресурс, принятый к перевозке. При этом если груз упакован в определенную тару и защищен от внешних механических и атмосферных воздействий, то такой груз называется транспортабельным.

2. Ездка – законченная транспортная работа, включающая погрузку товара, движение автомобиля с грузом, выгрузку товара и подачу транспортного средства под следующую погрузку.

3. Грузеная ездка – это путь движения автомобиля с грузом.

4. Порожний (холостой) пробег – это путь движения автомобиля без груза.

5. Оборот – выполнение автомобилем одной или нескольких транспортных работ (ездок) с обязательным возвращением его в исходную точку.

6. Время на маршруте – это период времени с момента подачи автомобиля под первую погрузку до момента окончания последней выгрузки.

7. Время в наряде – это период времени с момента выезда автомобиля из автопарка до момента его возвращения в автопарк.

8. Первый нулевой пробег – путь движения автомобиля из автопарка к месту первой погрузки.

9. Второй нулевой пробег – путь движения автомобиля из места последней разгрузки в автопарк.

10. Техническая скорость – это отношение общего пробега автомобиля за рабочий день ( $W_{\text{общ}}$ , км) ко времени движения этого автомобиля ( $t_{\text{дв}}$ , ч).

Следует подчеркнуть, что в случае если база имеет собственный подвижной состав автомобильного транспорта, то в данной ситуации время в наряде равно времени на маршруте.

Реализацию задачи оптимизации маятниковых маршрутов с обратным холостым пробегом рассмотрим на примере следующей производственной ситуации.

В соответствии с заключенными договорами на оказание транспортных услуг автотранспортное предприятие (АТП) должно обеспечить доставку груза трем потребителям  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$ , потребности ( $D$ ) которых составляют соответственно 30, 40 и 50 м<sup>3</sup>. При этом оговорено, что доставка должна быть обеспечена независимо от времени рабочего дня. Расстояния в километрах пути между АТП и потребителями, а также между потребителями и базой Б, откуда будет осуществляться доставка груза, представлены на схеме (рис. 20.2).

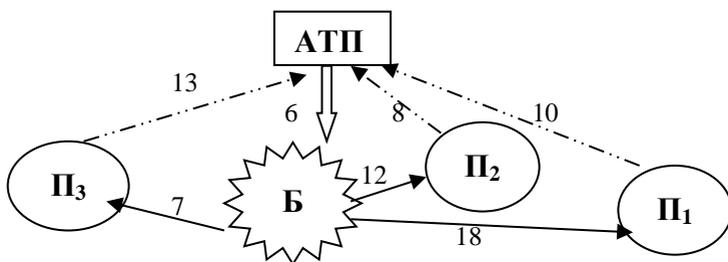


Рис. 20.2. Схема размещения автотранспортного предприятия (АТП), базы (Б) и потребителей (П):   
 —————> – первый нулевой пробег ( $W_{01}$ );   
 —————> – груженная ездка от базы до потребителя ( $W_j$ );   
 - - - - -> – второй нулевой пробег ( $W_{02}$ )

Следует отметить, что при составлении данной схемы наряду с обеспечением минимального расстояния между соответствующими пунктами необходимо учитывать следующие факторы: фактическое состояние дорожного покрытия, количество возможных кратковременных остановок, регламентированных правилами дорожного движения, и т. п. Это позволит, с одной стороны, сократить физический износ техники в результате ее производственной эксплуатации, а с другой – увеличить производительность автотранспорта. Так, в нашем примере (см. рис. 20.2) длина груженной ездки от пункта Б до пункта П<sub>1</sub> составляет 18 км, что больше суммы первого и второго нулевого пробогов ( $6 + 10 = 16$  км) и обусловлено учетом вышеуказанных факторов.

Транспортировка груза в соответствии с договорами будет осуществляться автомобилями МАЗ с емкостью грузовой платформы  $5 \text{ м}^3$  (С). В этой связи в пункт П<sub>1</sub> потребуются сделать 6 ездки ( $30 \text{ м}^3 : 5 \text{ м}^3$ ), в пункты П<sub>2</sub> и П<sub>3</sub> – 8 и 10 ездки соответственно. Наряду с этим принималось, что время работы автомобилей в наряде – 8 ч ( $T_{см}$ ), техническая скорость – 40 км/ч (V), а суммарное время под погрузкой-разгрузкой – 20 мин ( $T_{п}$ ).

Так как договоры заключаются с каждым потребителем отдельно, в этой связи для каждого потребителя требуется определить необходимое количество автомобилей для его обслуживания, а также путь, который проходит это количество автомобилей.

Для обслуживания потребителя, например, за время наряда может потребоваться один автомобиль и более. Поэтому, во-первых, необходимо определить то количество автомобилей ( $K_a$ ), которое нужно для обслуживания потребителя за время работы в наряде (8 ч), по формуле

$$K_a = \frac{\left[ W_{01} + \left( W_f \left( 2 \frac{D}{C} - 1 \right) \right) + W_{02} \right] + \frac{D}{C} \cdot T_n}{\frac{V}{T_{cm}}}$$

Полученное количество автомобилей округляется в большую сторону до целого числа.

Так, необходимое количество автомобилей для первого потребителя (П<sub>1</sub>) составит:

$$K_{a1} = \frac{\left[ 6 \text{ км} + \left( 18 \text{ км} \cdot \left( 2 \cdot \frac{30 \text{ М}^3}{5 \text{ М}^3} - 1 \right) \right) + 10 \text{ км} \right] + \frac{30 \text{ М}^3}{5 \text{ М}^3} \cdot 0,33 \text{ ч}}{\frac{40 \text{ км/ч}}{8 \text{ ч}}} = 0,92.$$

Рассчитанное дробное число (0,92) округляется в большую сторону до целого числа – один автомобиль.

Необходимое количество автомобилей для второго потребителя (П<sub>2</sub>):

$$K_{a2} = \frac{\left[ 6 \text{ км} + \left( 12 \text{ км} \cdot \left( 2 \cdot \frac{40 \text{ М}^3}{5 \text{ М}^3} - 1 \right) \right) + 8 \text{ км} \right] + \frac{40 \text{ М}^3}{5 \text{ М}^3} \cdot 0,33 \text{ ч}}{\frac{40 \text{ км/ч}}{8 \text{ ч}}} = 0,94.$$

Рассчитанное дробное число (0,94) округляется в большую сторону до целого числа – один автомобиль.

Необходимое количество автомобилей для третьего потребителя (П<sub>3</sub>):

$$K_{a3} = \frac{\left[ 6 \text{ км} + \left( 7 \text{ км} \cdot \left( 2 \cdot \frac{50 \text{ М}^3}{5 \text{ М}^3} - 1 \right) \right) + 13 \text{ км} \right] + \frac{50 \text{ М}^3}{5 \text{ М}^3} \cdot 0,33 \text{ ч}}{\frac{40 \text{ км/ч}}{8 \text{ ч}}} = 0,89.$$

Рассчитанное дробное число (0,89) округляется в большую сторону до целого числа – один автомобиль.

Путь, который проходят автомобили (полученное количество автомобилей) при обслуживании соответствующего потребителя определяется по следующей формуле:

$$W_{\text{общ}} = W_{01} \cdot K_a + \left( W_f \left( 2 \frac{D}{C} - 1 \cdot K_a \right) \right) + W_{02} \cdot K_a.$$

Так, путь, который проходит полученное количество автомобилей (один автомобиль) для обслуживания первого потребителя, составит:

$$W_{\text{общ1}} = 6 \text{ км} \cdot 1 + \left( 18 \text{ км} \cdot \left( 2 \cdot \frac{30 \text{ м}^3}{5 \text{ м}^3} - 1 \cdot 1 \right) \right) + 10 \text{ км} \cdot 1 = 214 \text{ км}.$$

Путь, который проходит полученное количество автомобилей (один автомобиль) для обслуживания второго потребителя, составит:

$$W_{\text{общ2}} = 6 \text{ км} \cdot 1 + \left( 12 \text{ км} \cdot \left( 2 \cdot \frac{40 \text{ м}^3}{5 \text{ м}^3} - 1 \cdot 1 \right) \right) + 8 \text{ км} \cdot 1 = 194 \text{ км}.$$

Путь, который проходит необходимое количество автомобилей (один автомобиль) для обслуживания третьего потребителя, составит:

$$W_{\text{общ3}} = 6 \text{ км} \cdot 1 + \left( 7 \text{ км} \cdot \left( 2 \cdot \frac{50 \text{ м}^3}{5 \text{ м}^3} - 1 \cdot 1 \right) \right) + 13 \text{ км} \cdot 1 = 152 \text{ км}.$$

Результаты представленных выше расчетов отмечаются в соответствующих договорах на обслуживание потребителей и являются исходной базой для расчета стоимости транспортных услуг для каждого из потребителей. Таким образом, совокупный дневной пробег автомобилей по обслуживанию трех потребителей согласно договорам составит 560 км (214 + 194 + 152).

Задача оптимизации транспортных маршрутов состоит в том, чтобы обеспечить минимально необходимый пробег автомобилей при обслуживании потребителей. Анализ исходной информации и рис. 20.2 показывает, что совокупный груженный пробег автомобилей оптимизировать невозможно, так как количество ездов, которое необходимо сделать потребителям, а также расстояния от базы до пунктов назначения строго зафиксированы договорными обязательствами. Следовательно, оптимизация маятниковых маршрутов возможна только за счет минимизации совокупного порожнего пробега. Это достигается с учетом второго нулевого и холостого пробега автотранспорта для соответствующих потребителей. Так, например, в нашем примере потребитель  $\Pi_2$  отличается минимальным вторым нулевым пробегом (8 км).

Однако максимальный холостой пробег имеет место при обслуживании потребителя  $\Pi_3$  (холостой пробег = груженой езде = 18 км). В этой связи, чтобы учесть влияние этих двух показателей, необходимо определить их разность для всех потребителей.

Таким образом, минимизация совокупного порожнего пробега возможна в случае выполнения следующих двух условий:

1. Построение маршрутов по обслуживанию потребителей (пунктов назначения) необходимо осуществлять таким образом, чтобы на пункте назначения, который имеет минимальную разность расстояния от него до автотранспортного предприятия и расстояния от товарной базы до этого пункта назначения (разность второго нулевого пробега и груженой ездки), заканчивало свою дневную работу, возвращаясь на автотранспортное предприятие, максимально возможное число автомобилей. При этом данное максимальное число определяется количеством ездок, которое необходимо сделать в этот пункт назначения. Так, если общее число автомобилей по обслуживанию всех потребителей равно или меньше количества ездок, которое необходимо сделать в указанный пункт назначения, то все эти автомобили проедут через данный пункт назначения, сделав последнюю груженую ездку в конце рабочего дня при возвращении на АТП. В противном случае если общее число автомобилей по обслуживанию всех потребителей больше количества ездок, которое необходимо сделать в указанный пункт назначения, то автомобили, входящие в превышающее число, должны оканчивать свою дневную работу на пункте назначения, имеющем следующее по величине минимальное значение разности второго нулевого пробега и груженой ездки и т. д.

2. Общее число автомобилей, работающих на всех маршрутах при обслуживании потребителей, должно быть минимально необходимым. Это достигается обеспечением максимально полной загрузки автомобилей по времени в течение рабочего дня (например, 8-часовой рабочей смены).

С учетом представленных выше условий запишем структурную математическую модель оптимизации маятниковых маршрутов:

$$W_0 = \sum_{j=1}^n (W_{02j} - W_{fj}) \cdot K_j \rightarrow \min$$

при условии

$$0 \leq K_j \leq Q_j,$$

$$\sum_{j=1}^n K_j = K_{\text{общ}} \rightarrow \min,$$

где  $W_0$  – совокупный порожний пробег, км;

$j$  – номер потребителя;

$n$  – количество потребителей;

$W_{02j}$  – расстояние от пункта назначения ( $\Pi_j$ ) до автотранспортного предприятия (второй нулевой пробег), км;

$W_{jj}$  – расстояние от товарной базы до пункта назначения ( $\Pi_j$ ) (груженная ездка), км;

$K_j$  – количество автомобилей, работающих на маршрутах с последним пунктом разгрузки ( $\Pi_j$ );

$Q_j$  – необходимое количество ездов в пункт назначения ( $\Pi_j$ );

$K_{\text{общ}}$  – общее число автомобилей, работающих на всех маршрутах.

Применяется следующий алгоритм решения подобных задач.

1. Составляется рабочая матрица № 1 (табл. 20.1).

Таблица 20.1. Исходная рабочая матрица № 1

Пункт назначения	Исходные данные		Оценка (разность расстояний)
	$W_{02j}$	$W_{jj}$	
$\Pi_j$	$Q_j$		$W_{02j} - W_{jj}$
$\Pi_1$	10	18	-8
	6		
$\Pi_2$	8	12	-4
	8		
$\Pi_3$	13	7	6
	10		

Выбирается пункт, имеющий минимальную оценку (разность расстояний). В нашем примере это пункт назначения  $\Pi_1$ .

2. Учитывая исходную информацию (двухсторонние договоры), предварительно принимается общее число автомобилей ( $K_{\text{общ}}$ ), работающих на всех маршрутах по обслуживанию потребителей  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$  (в нашем примере равно трем). Следует подчеркнуть, что в результате оптимизационных расчетов число ( $K_{\text{общ}}$ ) может остаться на прежнем уровне или сократиться.

3. В соответствии с первым условием обеспечения минимизации совокупного порожнего пробега устанавливается количество автомобилей, которое проедет через выбранный пункт назначения (см. п. 1 алгоритма), осуществляя последнюю груженую ездку в конце рабочего дня при возвращении на АТП. В нашем примере этот пункт

назначения  $\Pi_1$ . При этом так как общее число автомобилей по обслуживанию потребителей  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$  равно трем (меньше необходимого количества ездки, которое необходимо сделать в пункт назначения  $\Pi_1$ , в два раза), следовательно, на данном пункте будут заканчивать свою дневную работу все три автомобиля, осуществляя в пункт  $\Pi_1$  по две груженные ездки.

Так как в пункты назначения  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$  необходимо сделать четное число ездки 8 и 10 соответственно (не делится поровну на каждый из трех автомобилей), очевидно, что каждый из автомобилей будет двигаться по собственному маршруту или один из них – по одному маршруту, а два других – по-другому.

4. Определяется маршрут движения для первого автомобиля. Для этого выбирают два пункта, имеющих минимальную и наибольшую оценку (разность расстояний). В нашем случае это соответственно  $-8$  ( $\Pi_1$ ) и  $6$  ( $\Pi_3$ ). Исходя из первого условия, автомобиль, обслуживающий эти пункты назначения, начинает рабочую смену с пункта  $\Pi_3$  и заканчивает пунктом  $\Pi_1$ .

5. Определяется, какое количество груженных ездки сможет сделать автомобиль в пункты назначения первого маршрута за 8-часовой рабочий день.

Из представленных выше рассуждений (см. п. 3 алгоритма) в пункт назначения  $\Pi_1$  будет сделано две груженные ездки. В этой связи остается определить, сколько ездки осуществит автомобиль в пункт  $\Pi_3$ .

Для этого рассчитывают поминутное время работы первого автомобиля на маршруте.

Время в пути от АТП до Б:  $60 \text{ мин} = (6 : 40) \cdot 60 = 9 \text{ мин}$ .

Время в пути от  $\Pi_1$  до АТП =  $(10 : 40) \cdot 60 = 15 \text{ мин}$ .

Время оборота Б $\Pi_3$ Б =  $((7 + 7) : 40) \cdot 60 + 20 = 41 \text{ мин}$ .

Время в пути Б $\Pi_1$ Б $\Pi_1$  =  $(18 \cdot 3 : 40) \cdot 60 + 20 \cdot 2 = 121 \text{ мин}$ , где 20 мин – это суммарное время под погрузкой-разгрузкой.

Определяем, сколько ездки сделает автомобиль в пункт  $\Pi_3$ , учитывая, что время его работы в наряде составляет 480 мин.

$$(480 - 9 - 121 - 15) : 41 = 8 \text{ ездки.}$$

6. Цикл повторяется. Составляется вторая рабочая матрица с учетом выполненной работы на первом маршруте. В нашем примере в пункт назначения  $\Pi_1$  сделано 2 ездки, а в пункт  $\Pi_3$  – 8 ездки (табл. 20.2).

Таблица 20.2. Исходная рабочая матрица № 2

Пункт назначения	Исходные данные		Оценка (разность расстояний)
	$W_{02j}$	$W_{jj}$	
$P_j$	$Q_j$		$W_{02j} - W_{jj}$
$P_1$	10	18	-8
	4 = 6 - 2		
$P_2$	8	12	-4
	8		
$P_3$	13	7	6
	2 = 10 - 8		

7. Определяется маршрут движения для второго автомобиля. В нашем примере (принимая во внимание пп. 3 и 4 алгоритма), очевидно, что маршрут движения второго автомобиля будет проходить через все три пункта назначения: в начале рабочего дня второй автомобиль сделает две ездки в пункт  $P_3$  (таким образом дообслужив его), начнет обслуживание пункта  $P_2$  и также, как первый автомобиль, сделает в конце рабочего дня две груженные ездки в пункт  $P_1$  и возвратится на АТП. Из этого следует, что необходимо определить, сколько ездок осуществит (успеет осуществить) второй автомобиль в пункт  $P_2$ .

Рассчитаем поминутное время работы на маршруте движения второго автомобиля.

Время в пути от АТП до Б =  $(6 : 40) \cdot 60 = 9$  мин.

Время в пути от  $P_1$  до АТП =  $(10 : 40) \cdot 60 = 15$  мин.

Время двух оборотов Б $P_3$ Б =  $2 \cdot [(7 + 7) : 40] \cdot 60 + 20 = 82$  мин.

Время оборота Б $P_2$ Б =  $((12 + 12) : 40) \cdot 60 + 20 = 56$  мин.

Время в пути Б $P_1$ Б $P_1$  =  $(18 \cdot 3 : 40) \cdot 60 + 20 \cdot 2 = 121$  мин.

Определяем, сколько ездок делает второй автомобиль в пункт  $P_2$ , учитывая, что время его работы в наряде составляет 480 мин.

$$(480 - 9 - 82 - 121 - 15) : 56 = 4 \text{ ездки.}$$

8. Цикл повторяется. Составляется третья рабочая матрица с учетом выполненной работы на первом и втором маршрутах. В нашем примере в пункт назначения  $P_1$  сделано 4 ездки, в пункт  $P_3$  – 10 ездки (дневные потребности удовлетворены), а в пункт  $P_2$  – 4 ездки (табл. 20.3).

Таблица 20.3. Исходная рабочая матрица № 3

Пункт назначения	Исходные данные		Оценка (разность расстояний)
	$W_{02j}$	$W_{ji}$	
$P_j$	$Q_j$		$W_{02j} - W_{ji}$
$P_1$	10	18	-8
	$2 = 6 - 4$		
$P_2$	8	12	-4
	$4 = 8 - 4$		

9. Определяется маршрут движения для третьего автомобиля. Анализ табл. 20.3 показывает, что его маршрут движения будет проходить через пункты назначения  $P_1$  и  $P_2$ : в начале рабочего дня третий автомобиль сделает четыре ездки в пункт  $P_2$  и, так же как первый и второй автомобили, сделает в конце рабочего дня две груженные ездки в пункт  $P_1$  и возвратится на АТП.

Сравнивая маршрут движения третьего автомобиля с маршрутом движения второго, можно с уверенностью сказать, что третий автомобиль будет иметь определенную недогрузку по времени рабочей смены. Определим ее величину, для чего рассчитаем минутное время работы на маршруте движения третьего автомобиля.

Время в пути от АТП до Б =  $(6 : 40) \cdot 60 = 9$  мин.

Время в пути от  $P_1$  до АТП =  $(10 : 40) \cdot 60 = 15$  мин.

Время четырех оборотов  $БP_2Б = 4 \cdot [(12 + 12) : 40] \cdot 60 + 20 = 224$  мин.

Время в пути  $БP_1БP_1 = (18 \cdot 3 : 40) \cdot 60 + 20 \cdot 2 = 121$  мин.

Величина недогрузки по времени рабочей смены третьего автомобиля составит:

$$480 - 9 - 224 - 121 - 15 = 111 \text{ мин, или } 2 \text{ ч.}$$

Величина недогрузки по времени рабочей смены третьего автомобиля позволяет при необходимости направить последнего на выполнение другой транспортной работы.

10. Составляется сводная маршрутная ведомость (табл. 20.4).

Таблица 20.4. Сводная маршрутная ведомость

Номер маршрута	Последовательность выполнения маршрута	Количество автомобилей на маршруте	Протяженность пути движения на маршруте, км
1	АТП → (К → $P_3$ → К) · 8 → $P_1$ → → К → $P_1$ → АТП	1	182
2	АТП → (К → $P_3$ → К) · 2 → $P_2$ → → К → $P_2$ → К → $P_2$ → К → $P_2$ → → К → $P_2$ → К → $P_1$ → АТП	1	194
3	АТП → (К → $P_2$ → К) · 4 → $P_1$ → → К → $P_1$ → АТП	1	166

Анализ табл. 20.4 показывает, что совокупный дневной пробег трех автомобилей в соответствии с проведенными оптимизационными расчетами составляет 542 км, что на 18 км (560 – 542) меньше по сравнению с традиционным порядком обслуживания (до оптимизации).

### Задание для практической работы

Составьте сводную маршрутную ведомость обслуживания потребителей (Б<sub>1</sub> Б<sub>2</sub> и Б<sub>3</sub>) в соответствии со следующей исходной информацией:

- схема размещения автотранспортного предприятия (АТП), товарной базы (А) и потребителей (Б<sub>1</sub> Б<sub>2</sub> и Б<sub>3</sub>) представлена на рис. 20.3;
- потребности пунктов назначения (Б<sub>1</sub> Б<sub>2</sub> и Б<sub>3</sub>) приведены в табл. 20.5;
- обслуживание будет осуществляться автотранспортными средствами грузоподъемностью 10 т;
- средняя техническая скорость используемых транспортных средств составит 40 км/ч, а суммарный простой под погрузкой-разгрузкой – 20 мин.

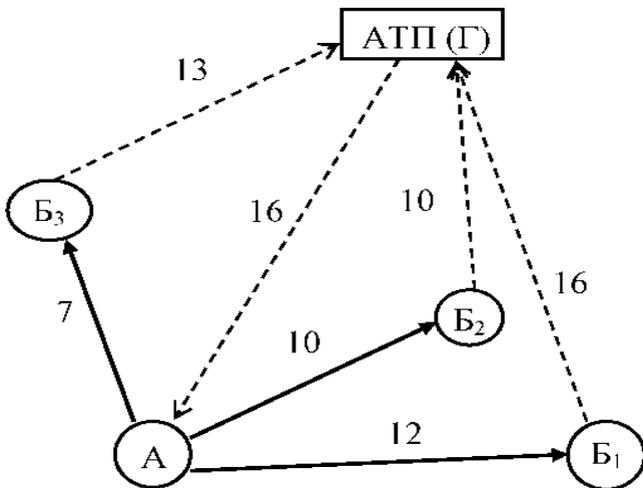


Рис. 20.3. Схема размещения автотранспортного предприятия, товарной базы и потребителей

Таблица 20.5. Исходные данные

Номер варианта	Потребности потребителей, т		
	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	Б <sub>3</sub>
1	20	50	70
2	30	40	60
3	40	70	50
4	30	50	60
5	20	70	70
6	40	50	50
7	20	80	60
8	50	50	50
9	40	80	90
10	50	40	20
11	60	80	120
12	20	50	90
13	30	60	80
14	20	50	40
15	40	80	150
16	30	80	150
17	20	60	120
18	30	70	90
19	40	80	100
20	20	90	120
21	30	100	150
22	20	80	130
23	30	80	100
24	40	120	150
25	30	80	100
26	40	90	120
27	50	100	150
28	30	90	130
29	20	80	100
30	50	140	150

## Задание 21. ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛЬЦЕВЫХ РАЗВОЗОЧНЫХ МАРШРУТОВ

*Кольцевой маршрут* – маршрут движения автомобиля по замкнутому контуру, соединяющему несколько потребителей (поставщиков).

Различают развозочные, сборные и сборно-развозочные кольцевые маршруты.

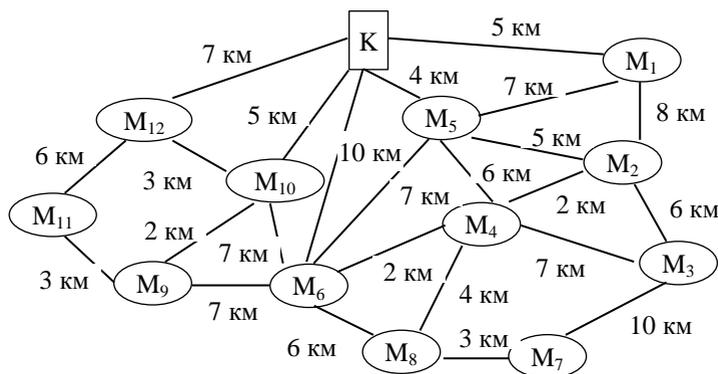
*Развозочным маршрутом* называется такой маршрут, при котором продукция загружается у одного поставщика и развозится нескольким потребителям.

*Сборный маршрут* – это маршрут движения, когда продукция получается у нескольких поставщиков и доставляется одному потребителю.

*Сборно-развозочный маршрут* представляет собой сочетание первых двух.

### Методы оптимизации кольцевых маршрутов

Решение подобных задач рассмотрим на следующем примере развозки товаров. В соответствии с заказами потребителей городская овощная база обязуется обеспечить доставку овощей и фруктов согласно схеме, представленной на рис. 21.1.



При этом известно, что удовлетворение потребностей соответствующих потребителей, которые отражены в табл. 21.1, будут осуществляться посредством автотранспорта грузоподъемностью 4 т. Требуется найти  $m$  замкнутых путей  $l_1, l_2, \dots, l_k, \dots, l_m$  из единственной общей точки К, чтобы выполнялось следующее условие:

$$\sum_{K=1}^m l_k \rightarrow \min.$$

Таблица 21.1. Потребности заказчиков в овощах и фруктах

Пункты назначения	Потребность, т	Пункты назначения	Потребность, т
M <sub>1</sub>	1	M <sub>7</sub>	1
M <sub>2</sub>	2	M <sub>8</sub>	2
M <sub>3</sub>	2	M <sub>9</sub>	1
M <sub>4</sub>	3	M <sub>10</sub>	2
M <sub>5</sub>	2	M <sub>11</sub>	1
M <sub>6</sub>	1	M <sub>12</sub>	2

Существует несколько методов решения подобных задач: математического моделирования, графический и комбинированный.

### 1. Алгоритм реализации метода математического моделирования.

1.1. Строится кратчайшая сеть, связывающая товарную базу и все пункты назначения без замкнутых контуров, начиная с пункта, который отстоит на минимальном расстоянии от товарной базы (в нашем случае это пункт M<sub>5</sub>) (рис. 21.2).

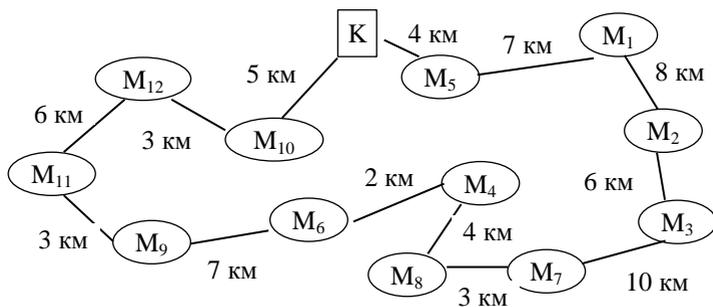


Рис. 21.2. Кратчайшая сеть, связывающая овощную базу и пункты назначения

Далее сеть строится таким образом, чтобы совокупный путь, соединяющий все пункты назначения и товарную базу (овощную базу К), был минимальный.

1.2. Затем по каждой ветви сети, начиная с пункта, наиболее удаленного от товарной базы К (считая по кратчайшей связующей сети, – это пункт  $M_{10}$ ), группируются пункты на маршруты с учетом количества ввозимого груза и грузоподъемности (вместимости) развозочного автотранспорта. При этом сумма грузов по группируемым пунктам маршрута должна быть равной или немного меньше грузоподъемности автомобиля, а общее число автомобилей – минимально необходимым (табл. 21.2).

Таблица 21.2. Предварительные маршруты объезда пунктов назначения

Номер предварительного маршрута	Пункты назначения	Потребность в продукции, т
1	$M_{10}$	2
	$M_{12}$	2
		Итого: 4
2	$M_{11}$	1
	$M_9$	1
	$M_6$	1
	$M_4$	1
		Итого: 4
3	$M_4$	2
	$M_8$	2
		Итого: 4
4	$M_7$	1
	$M_3$	2
	$M_2$	1
		Итого: 4
5	$M_2$	1
	$M_1$	1
	$M_5$	2
		Итого: 4

1.3. Определяется рациональный порядок объезда пунктов каждого маршрута (на примере предварительного маршрута № 2). Для этого строится таблица-матрица, в которой по диагонали размещаются пункты, включаемые в маршрут, и начальный пункт К, а в соответствующую

щих клетках – кратчайшее расстояние между ними согласно рис. 21.1 (табл. 21.3).

Таблица 21.3. Таблица-матрица предварительного маршрута № 2

Номер строки	К	10	7	10	10
1	10	$M_{11}$	3	10	12
2	7	3	$M_9$	7	9
3	10	10	7	$M_6$	2
4	10	12	9	2	$M_4$
Сумма	37	35	26	29	33

Начальный маршрут строим для трех пунктов матрицы, имеющих наибольшие размеры сумм, показанных в строке (37; 35; 33), т. е. пункты К,  $M_{11}$  и  $M_4$ . Для включения последующих пунктов выбираем из оставшихся пункт, имеющий наибольшую сумму, – это пункт  $M_6$  (сумма 29), и определяем, между какими парами пунктов его следует включить – К и  $M_{11}$ ,  $M_{11}$  и  $M_4$ ,  $M_4$  и К. Чтобы это решить, для каждой пары пунктов необходимо найти размер приращения маршрута по следующей формуле:

$$\Delta = C_{ki} + C_{ip} - C_{kp},$$

где  $C$  – расстояние, км;

$i$  – индекс включаемого пункта;

$k$  – индекс первого пункта из пары;

$p$  – индекс второго пункта из пары.

При включении пункта  $M_6$  между первой парой пунктов К и  $M_{11}$  определяем размер приращения  $\Delta_{KM_{11}}$  при условии, что  $i$  –  $M_6$ ,  $k$  – К,  $p$  –  $M_{11}$ .

Получаем:

$$\Delta_{KM_{11}} = C_{M_6K} + C_{M_6M_{11}} - C_{KM_{11}} = 10 + 10 - 10 = 10 \text{ км.}$$

Таким же образом определяем приращения  $\Delta_{M_{11}M_4} = 0$ ;  $\Delta_{M_4K} = 2$ . Так как  $\Delta_{M_{11}M_4} = \min$ , следовательно, пункт  $M_6$  должен располагаться между пунктами  $M_{11}$  и  $M_4$  (К –  $M_{11}$  –  $M_6$  –  $M_4$  – К). Используя этот метод, определяем, между какими пунктами должен располагаться пункт  $M_9$ . После произведенных расчетов получаем следующий поряд-

док объезда пунктов-потребителей предварительного маршрута № 2:  $K - M_9 - M_{11} - M_6 - M_4 - K$ .

Важно подчеркнуть, что движение по полученному кольцевому маршруту можно осуществлять в двух направлениях: начиная обслуживание с пункта  $M_9$  или с пункта  $M_4$ . Пути движения в обоих направлениях будут равны между собой (32 км), однако различными будут транспортные работы. Так, транспортная работа для направления движения с начального пункта  $M_9$  будет равна  $59 \text{ т} \cdot \text{км}$  ( $7 \text{ км} \cdot 4 \text{ т} + 3 \text{ км} \times 3 \text{ т} + 10 \text{ км} \cdot 2 \text{ т} + 2 \text{ км} \cdot 1 \text{ т}$ ), тогда как для направления движения с начального пункта  $M_4$  – соответственно  $63 \text{ т} \cdot \text{км}$  ( $10 \cdot 4 + 2 \cdot 3 + 7 \times 2 + 3 \cdot 1$ ). Следовательно, более рациональным будет направление движения по маршруту с начального пункта  $M_9$ , так как при этом будет проделана меньшая транспортная работа.

Аналогичные расчеты производятся для оставшихся предварительных маршрутов № 1, 3, 4 и 5.

1.4. Составляется сводная маршрутная ведомость (табл. 21.4).

Таблица 21.4. Сводная маршрутная ведомость

Номер маршрута	Последовательность выполнения маршрута	Протяженность пути движения на маршруте, км
1	$K \rightarrow M_{10} \rightarrow M_{12} \rightarrow K$	15
2	$K \rightarrow M_9 \rightarrow M_{11} \rightarrow M_6 \rightarrow M_4 \rightarrow K$	32
3	$K \rightarrow M_4 \rightarrow M_8 \rightarrow K$	28
4	$K \rightarrow M_2 \rightarrow M_3 \rightarrow M_7 \rightarrow K$	42
5	$K \rightarrow M_5 \rightarrow M_2 \rightarrow M_1 \rightarrow K$	22

Анализ табл. 21.4 показывает, что совокупный пробег на пяти маршрутах в соответствии с произведенными оптимизационными расчетами согласно методу математического моделирования составляет 139 км.

## **2. Алгоритм применения метода математического моделирования с использованием GPS-навигатора.**

2.1. С помощью GPS-навигатора строится кратчайшая сеть, связывающая товарную базу и все пункты назначения без замкнутых контуров. Для этого на электронную карту местности навигатора наносятся путевые точки (пункты назначения, начиная с товарной базы). С помощью функциональных возможностей GPS-навигатора определяется кратчайший путь, связывающий все точки, начиная с товарной базы.

2.2. Формируются предварительные маршруты. При этом во внимание принимается кратчайшая сеть, полученная с помощью GPS-навигатора. Для этого по каждой ветви сети, начиная с пункта, наиболее удаленного от товарной базы, группируются пункты на маршруты с учетом количества ввозимого груза и грузоподъемности (вместимости) развозочного автотранспорта. При этом сумма грузов по группированным пунктам маршрута должна быть равной или немного меньше грузоподъемности автомобиля, а общее число автомобилей – минимально необходимым.

2.3. Определяются оптимальные кольцевые маршруты по обслуживанию точек потребления каждого предварительного маршрута. Для этого на электронную карту местности навигатора наносятся путевые точки предварительного маршрута (пункты назначения предварительного маршрута, начиная с товарной базы). С помощью функциональных возможностей GPS-навигатора определяется кратчайший путь, связывающий все точки соответствующего предварительного маршрута, начиная с товарной базы.

2.4. По критерию минимума транспортной работы определяются рациональные направления движения по полученным кольцевым маршрутам согласно п. 3 алгоритма.

### ***3. Сущность графического метода оптимизации кольцевых маршрутов.***

3.1. На тетрадном листе в клетку, на котором отмечены координатные оси, строится карта-схема реальной зоны обслуживания с нанесением в масштабе точек-потребителей и товарной базы (масштаб карты: 1 клетка = 1 км<sup>2</sup>). 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 (исключается движение по диагоналям клеточек).

3.2. Осуществляется группировка пунктов-потребителей на маршруты с учетом их потребностей и грузоподъемности автомобильного транспорта, участвующего в грузоперевозке. При этом используется алгоритм Свира, или эффект дворника-стеклоочистителя. Воображаемым лучом, исходящим из товарной базы (в нашем примере точка К) и постепенно вращающимся по или (и) против часовой стрелке, начинаем «стирать» с координатного поля изображенных на нем потреби-

лей. Как только сумма потребностей «стертых» потребителей достигает грузоподъемности (вместимости) автомобиля, фиксируется сектор, обслуживаемый одним кольцевым маршрутом, и намечается путь объезда потребителей. Аналогичным образом формируются маршруты для оставшихся потребителей.

Следует отметить, что данный метод дает точные результаты лишь в том случае, когда зона обслуживания имеет разветвленную сеть дорог, а также когда расстояние между узлами транспортной сети по существующим дорогам прямо пропорционально расстоянию по прямой.

#### 4. Комбинированный метод.

Реализацию комбинированного метода рассмотрим на примере развозки товара согласно условию представленной выше задачи. Заметим, что применение комбинированного метода, так же как и графического, предполагает наличие карты-схемы реальной зоны обслуживания с соблюдением масштаба.

4.1. Используя эффект дворника-стеклоочистителя (графический метод), осуществляется группировка пунктов-потребителей на маршруты с учетом их потребностей и грузоподъемности (вместимости) автомобильного транспорта, участвующего в грузоперевозке (рис. 21.3). При этом воображаемый луч вращается как по часовой, так и против часовой стрелки.

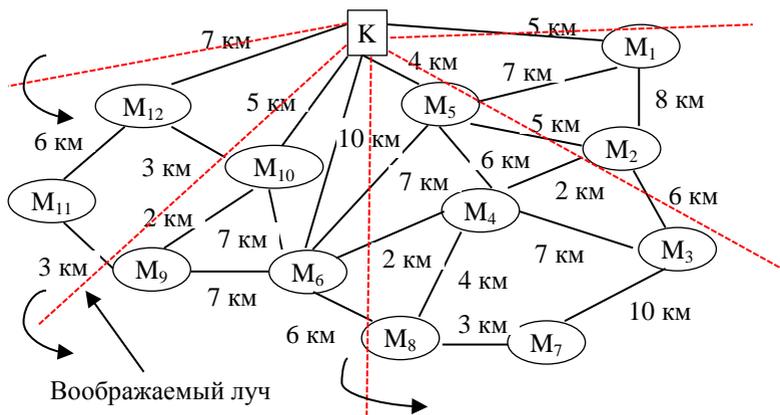


Рис. 21.3. Группировка потребителей на маршруты согласно эффекту дворника-стеклоочистителя: К – овощная база; M<sub>1</sub> – M<sub>12</sub> – потребители

В результате составляется таблица предварительных маршрутов объезда пунктов назначения (табл. 21.5).

Таблица 21.5. **Предварительные маршруты объезда пунктов назначения**

Номер предварительного маршрута	Пункты назначения	Потребность в продукции, т
<b>Вращение луча по часовой стрелке</b>		
1	$M_1$	1
	$M_2$	2
	$M_5$	1
		Итого: 4
<b>Вращение луча против часовой стрелки</b>		
2	$M_{12}$	2
	$M_{11}$	1
	$M_9$	1
		Итого: 4
3	$M_{10}$	2
	$M_6$	1
	$M_5$	1
		Итого: 4
4	$M_8$	2
	$M_7$	1
	$M_4$	1
		Итого: 4
5	$M_4$	2
	$M_3$	2
		Итого: 4

4.2. Определяется рациональный порядок объезда пунктов каждого маршрута в соответствии с третьим и четвертым пунктами алгоритма метода математического моделирования.

4.3. Составляется сводная маршрутная ведомость (табл. 21.6).

Таким образом, совокупный пробег пяти автомобилей на пяти маршрутах в соответствии с произведенными оптимизационными расчетами согласно комбинированному методу составляет 135 км, что на 4 км, или 3 %, меньше по сравнению с методом математического моделирования.

Таблица 21.6. Сводная маршрутная ведомость

Номер маршрута	Последовательность выполнения маршрута	Протяженность пути движения на маршруте, км
1	$K \rightarrow M_5 \rightarrow M_2 \rightarrow M_1 \rightarrow K$	22
2	$K \rightarrow M_{12} \rightarrow M_{11} \rightarrow M_9 \rightarrow K$	23
3	$K \rightarrow M_{10} \rightarrow M_6 \rightarrow M_5 \rightarrow K$	23
4	$K \rightarrow M_4 \rightarrow M_8 \rightarrow M_7 \rightarrow K$	34
5	$K \rightarrow M_4 \rightarrow M_3 \rightarrow K$	33

### **5. Алгоритм применения комбинированного метода с использованием GPS-навигатора.**

5.1. Формируются предварительные маршруты. При этом придерживаются п. 1 алгоритма комбинированного метода.

5.2. Определяются оптимальные кольцевые маршруты по обслуживанию точек потребления каждого предварительного маршрута. Для этого на электронную карту местности навигатора наносятся путевые точки предварительного маршрута (пункты назначения предварительного маршрута, начиная с товарной базы). С помощью функциональных возможностей GPS-навигатора определяется кратчайший путь, связывающий все точки соответствующего предварительного маршрута, начиная с товарной базы.

5.3. По критерию минимума транспортной работы определяются рациональные направления движения по полученным кольцевым маршрутам согласно п. 3 алгоритма.

Анализ представленных выше методов оптимизации кольцевых маршрутов позволяет сделать следующие выводы и предложения:

1. Ни один из методов не дает гарантированно правильного (оптимального) решения производственных задач, характеризующихся одновременно большим числом (более 10–15) пунктов назначения, хорошо развитой дорожной инфраструктурой и когда потребности отдельных пунктов назначения таковы, что для полного их обслуживания необходимо, чтобы через них проходило несколько транспортных средств.

2. Метод математического моделирования в большинстве случаев позволяет получить оптимальный результат, если число пунктов назначения не превышает десяти. При этом его необходимо применять, если грузоподъемность (вместимость) автомобиля позволяет удовлетворить потребности всех пунктов назначения (независимо от их числа) за один оборот.

3. При решении задач оптимизации кольцевых маршрутов с большим числом пунктов назначения (более 15) и хорошо развитой дорожной инфраструктурой предпочтение следует отдавать комбинированному методу, так как он лишен недостатков графического метода.

4. С целью снижения трудоемкости проведения оптимизации кольцевых маршрутов необходимо активно внедрять в практику хозяйственной деятельности GPS-навигаторы.

### **Задание для практической работы**

Выполните оптимизацию кольцевого маршрута (в соответствии с вариантом задания), используя метод математического моделирования и комбинированный метод.

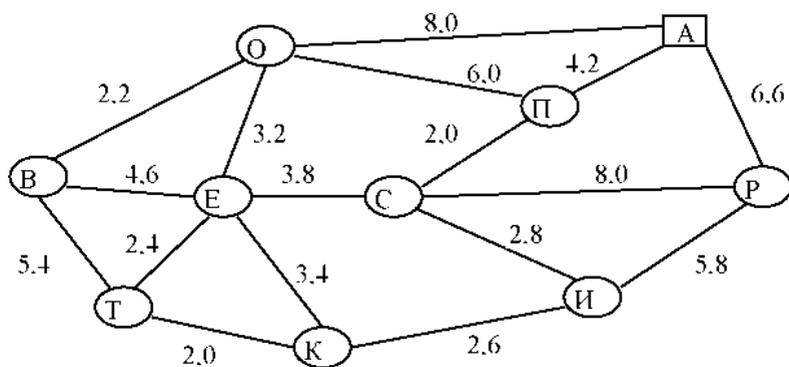
Значения потребностей соответствующих пунктов назначения представлены в табл. 21.7.

Таблица 21.7. Потребности потребителей

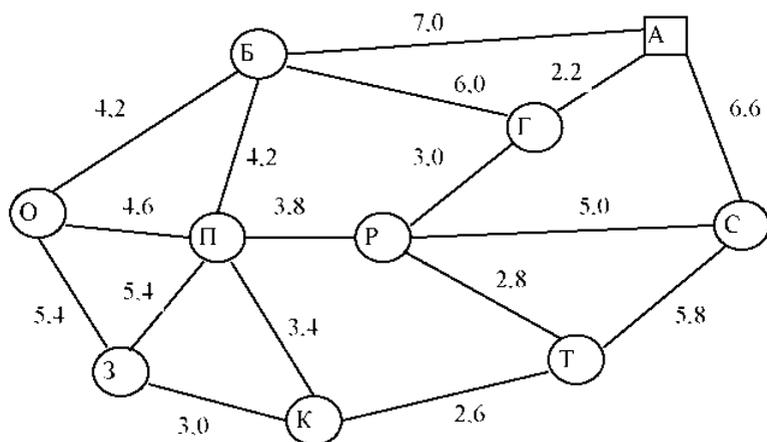
Пункты назначения	Потребность в продукции, кг	Пункты назначения	Потребность в продукции, кг
Б	375	Г	500
В	500	Д	300
Е	425	Ж	525
З	575	И	675
К	125	О	375
П	425	Т	480
Р	615	С	235
Х	940	Ю	170
Я	350	Н	340
Л	240	М	280

Автопарк товарной базы включает транспортные средства грузоподъемностью 1; 1,5 и 2,0 т.

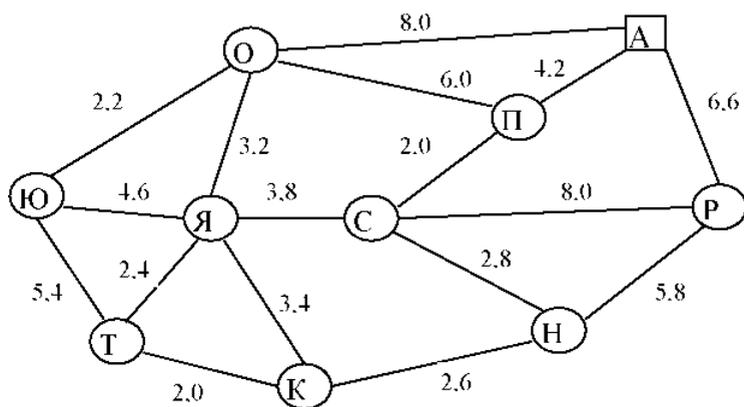
### Вариант № 1



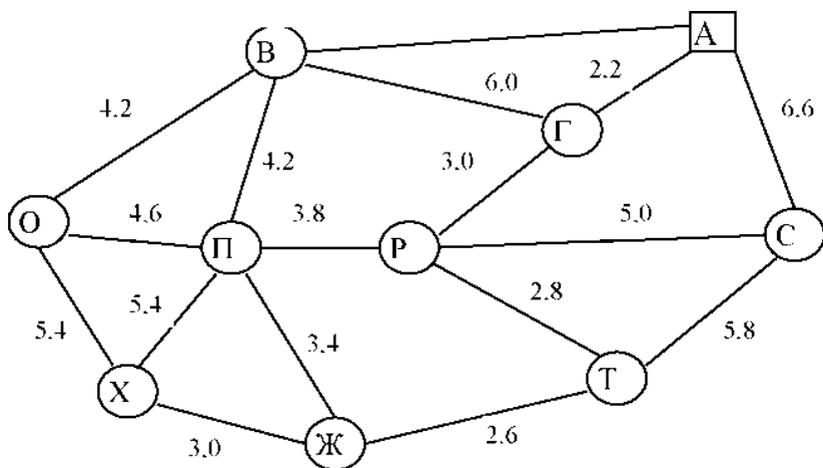
### Вариант № 2



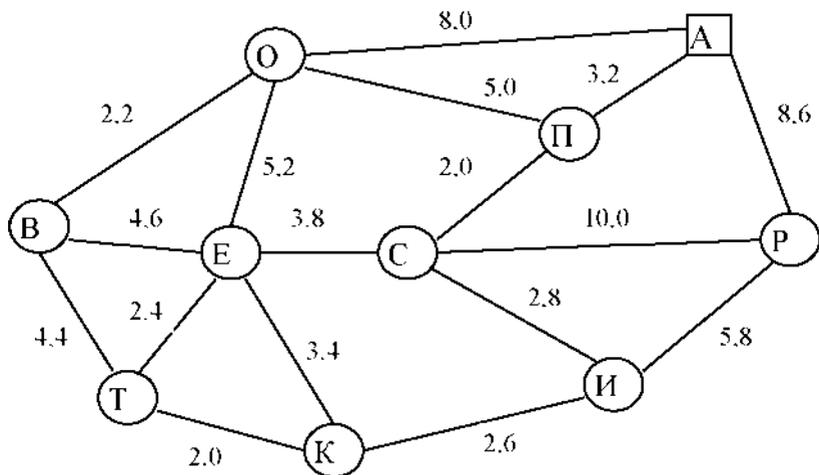
### Вариант № 3



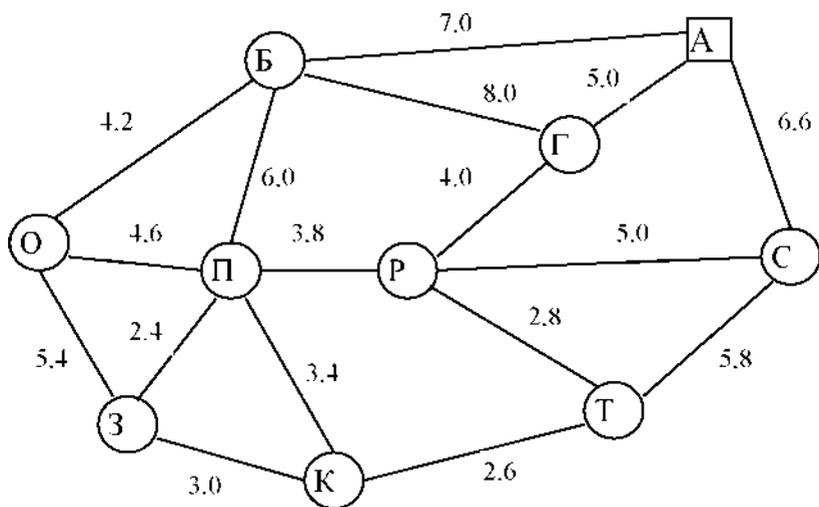
### Вариант № 4



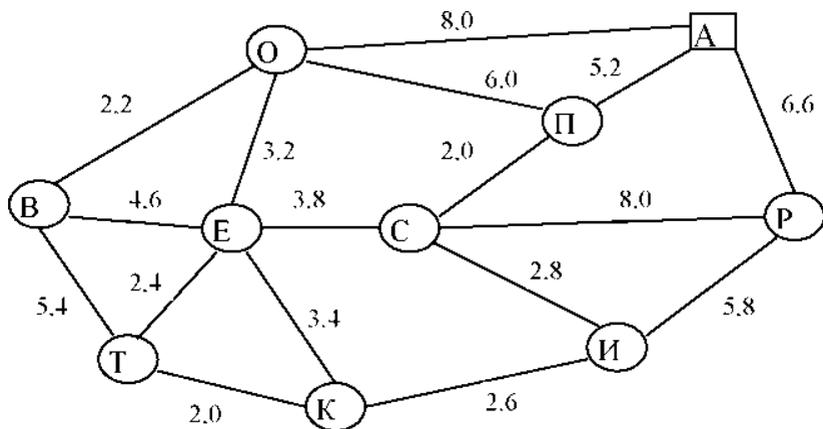
Вариант № 5



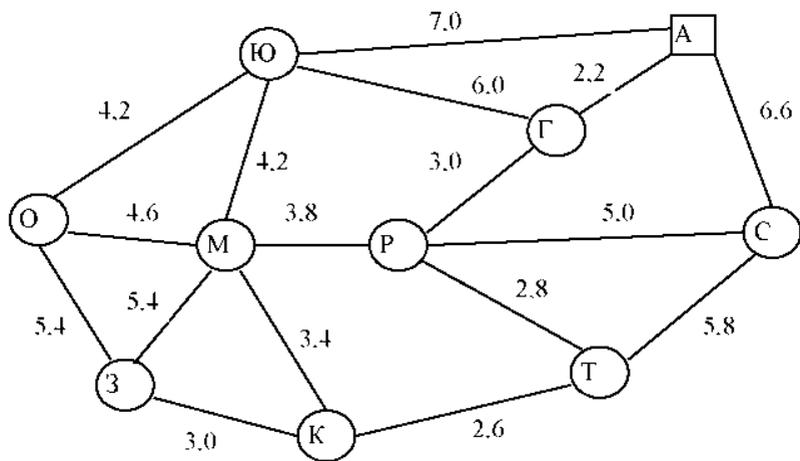
Вариант № 6



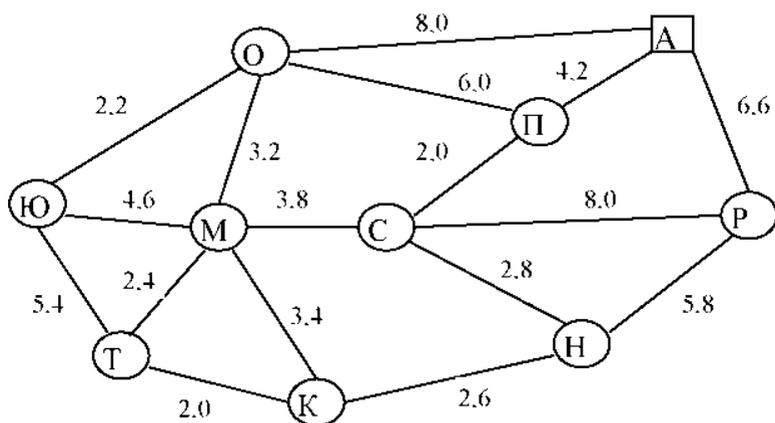
Вариант № 7



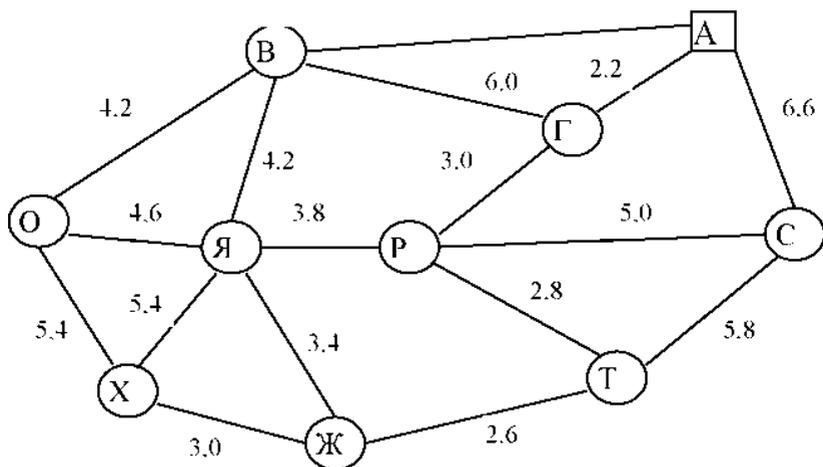
Вариант 8



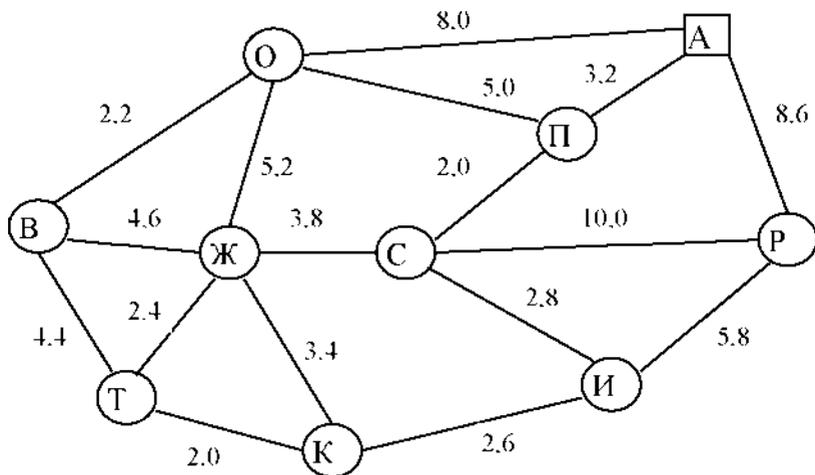
### Вариант № 9



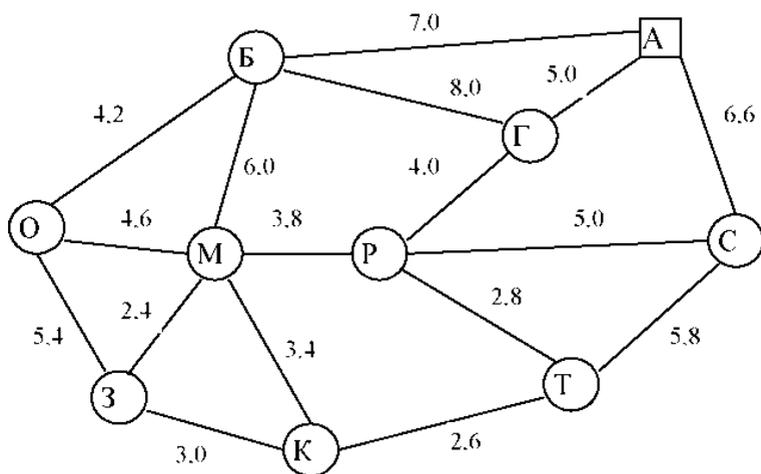
### Вариант № 10



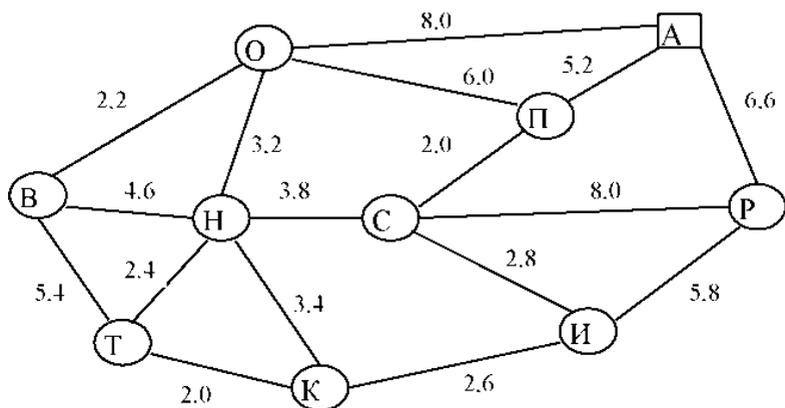
Вариант № 11



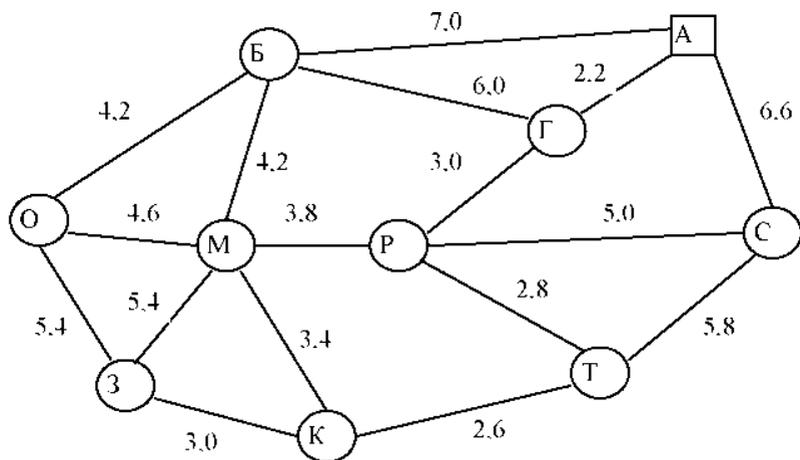
Вариант № 12



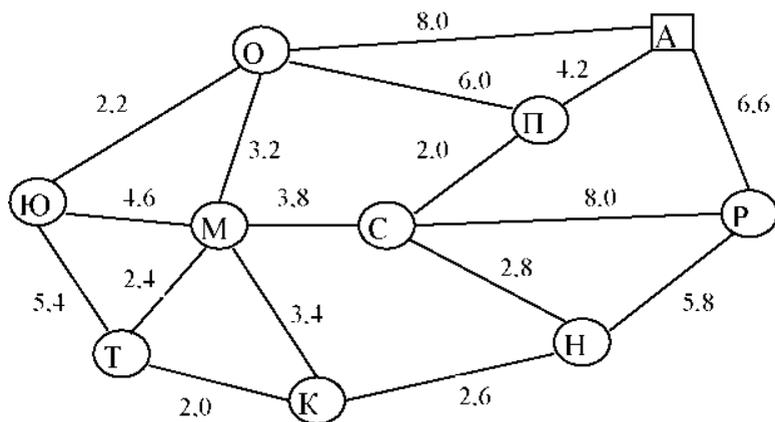
Вариант № 13



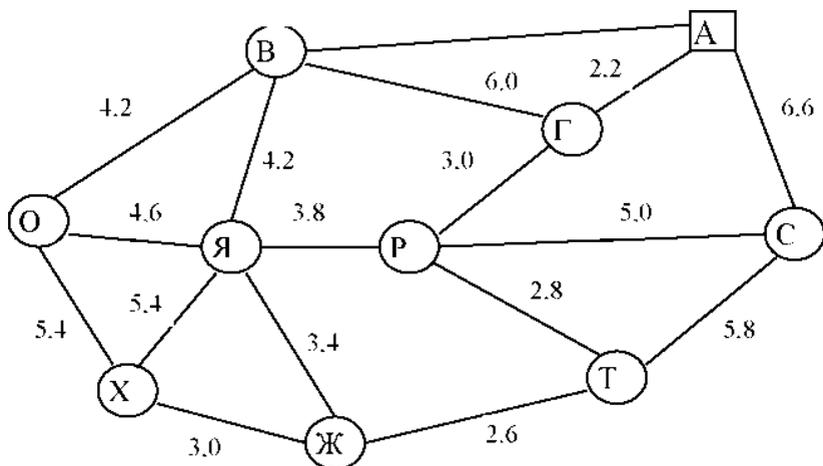
Вариант № 14



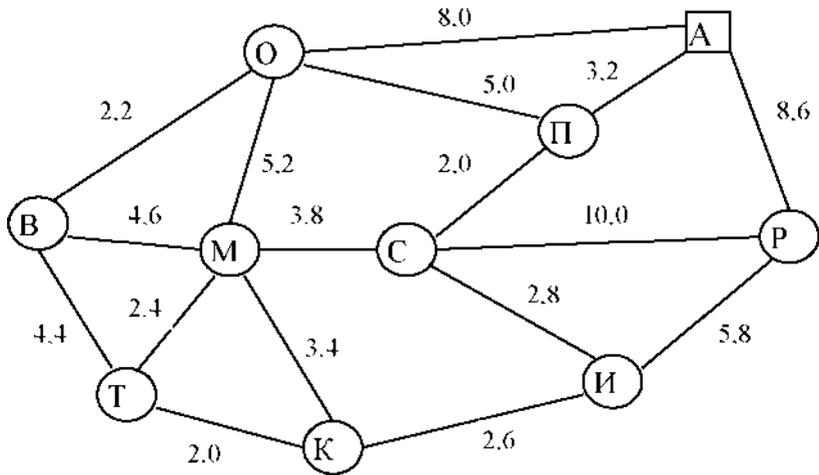
Вариант № 15



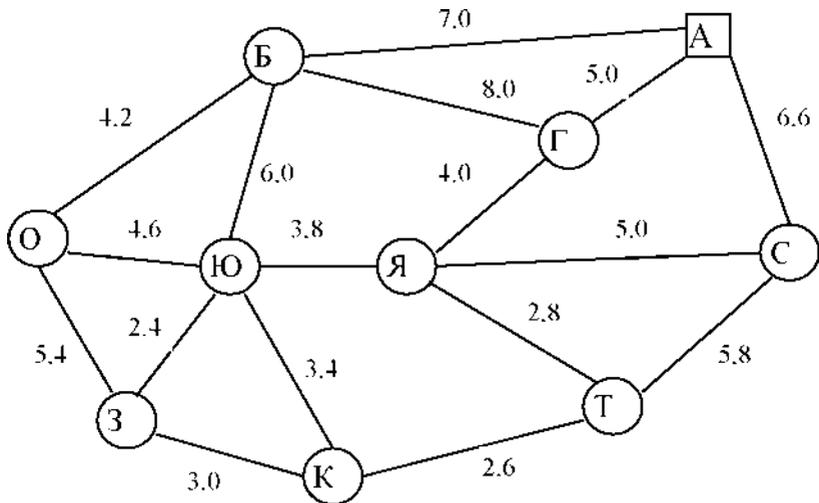
Вариант № 16



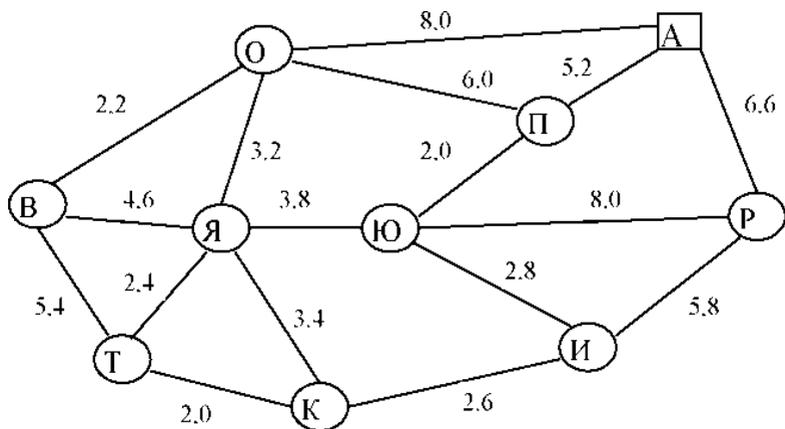
Вариант № 17



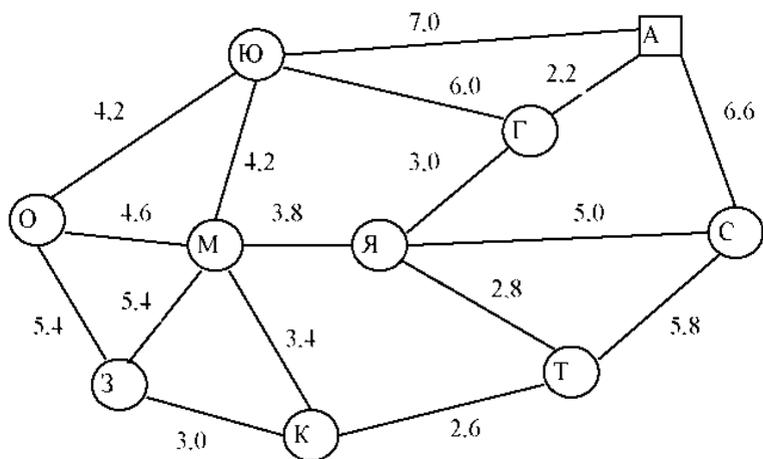
Вариант № 18



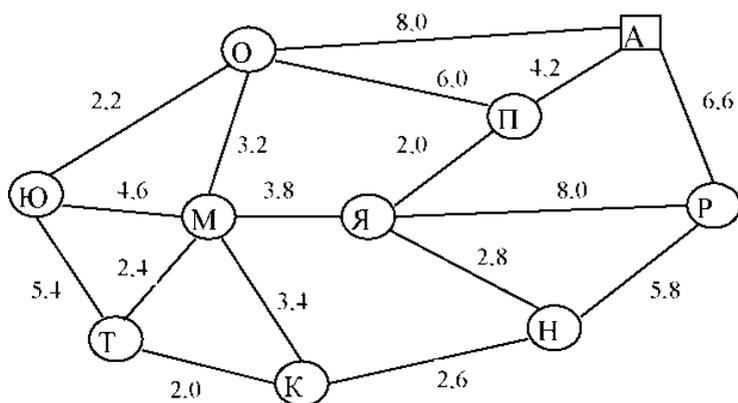
Вариант № 19



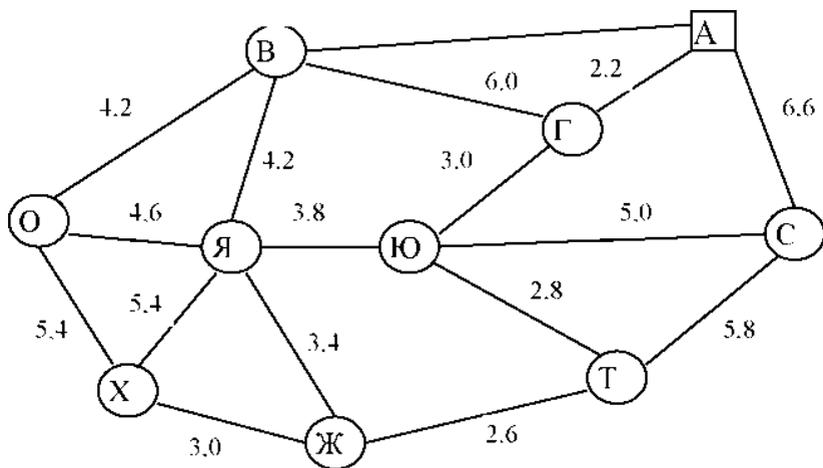
Вариант № 20



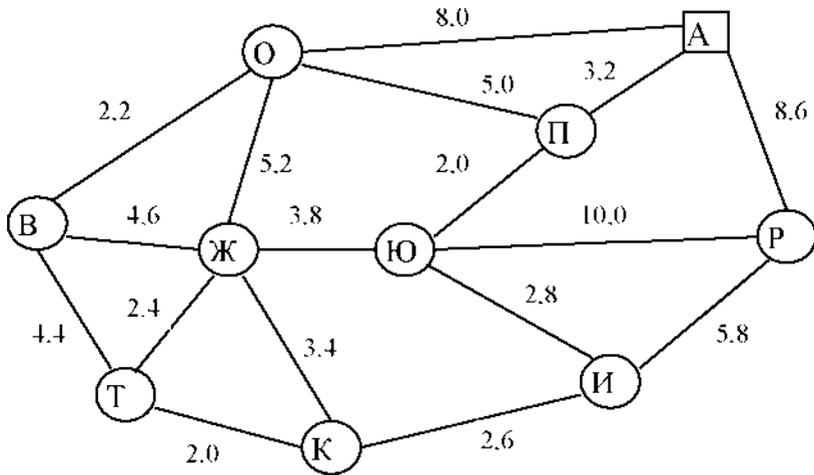
Вариант № 21



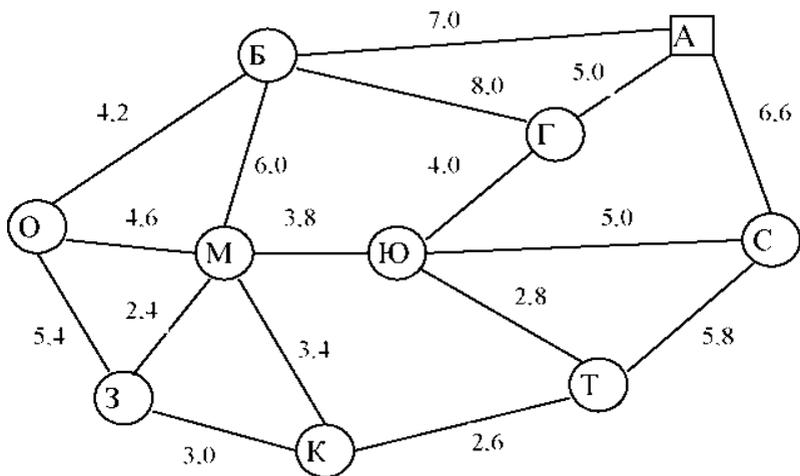
Вариант № 22



Вариант № 23



Вариант № 24



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
Список рекомендуемой литературы .....	4
Задание 1. Основное уравнение издержек при формировании запасов. Оптимизация размера заказа .....	6
Задание 2. Оптимизация размера заказа при штабельном размещении запасов .	11
Задание 3. Оптимизация размера заказа при хранении товаров на поддонах .....	14
Задание 4. Оптимизация размера заказа при стеллажном размещении запасов ..	17
Задание 5. Сравнение стратегии закупки ресурсов при оплате к моменту поставки и форвардных стратегий закупок .....	20
Задание 6. Сравнение стратегии закупки ресурсов при оплате к моменту поставки и стратегии закупок ресурсов при усреднении цены .....	22
Задание 7. Определение ущерба от несвоевременности поставок .....	25
Задание 8. Выбор поставщика методом оценки затрат .....	29
Задание 9. Определение порога рентабельности продукции .....	34
Задание 10. Оптимизация размера производственной партии .....	37
Задание 11. Управление коммерческими рисками .....	40
Задание 12. Управление материальными запасами с помощью ABC-XYZ-анализа .....	43
Задание 13. Определение рационального радиуса действия регионального склада и оптимального количества автомобилей для обслуживания регионального склада .....	47
Задание 14. Расчет показателей работы склада .....	51
Задание 15. Расчет полезной площади склада .....	55
Задание 16. Расчет и построение номограмм нагрузок машин и механизмов на складах .....	60
Задание 17. Выбор вида транспортного средства .....	63
Задание 18. Определение размеров зон потенциального сбыта продукции .....	66
Задание 19. Системы управления запасами .....	70
Задание 20. Оптимизация маятниковых маршрутов с обратным холостым пробегом .....	90
Задание 21. Оптимизация кольцевых развозочных маршрутов .....	102