

Министерство просвещения Республики Башкортостан  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Октябрьский многопрофильный профессиональный колледж

Утверждено  
На заседании МС  
протокол №1 от «29» 08 2025г.

Рассмотрено  
на заседании ПЦК профессионального цикла  
протокол № 1 от « 29 » 08 .2025 г.  
Председатель ПЦК Ильяев Г.Ф. Г.Ф.Ямаева

Методические рекомендации  
по обеспечению практических работ по профессиональному  
модулю

ПМ.02 Планирование и организация логистических процессов в  
производстве и распределении

ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО  
ЗВЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
38.02.03 ОПЕРАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЛОГИСТИКЕ

Разработал преподаватель Ильина М.Е.

## **Пояснительная записка**

Методические указания представляют собой комплекс практических занятий для аудиторной работы. Разработанные практические занятия позволяют закрепить у обучающихся теоретические знания в области планирования и организации логистических процессов в производстве и распределении и сформировать практические навыки проектирования внутрипроизводственных логистических систем.

Настоящие методические указания по выполнению практических занятий по профессиональному модулю ПМ.01 Планирование и организация логистических процессов в производстве и распределении составлены на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

### ***Основные задачи практических заданий направлены на:***

- закрепление теоретических знаний в области управления запасами в логистике;
- закрепление теоретических знаний в области управления логистическими процессами на производстве;
- обучение практическим навыкам проектирования внутрипроизводственных логистических систем.

### ***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

#### ***уметь:***

- определять потребности в материальных запасах для производства продукции;
- применять методологические основы базисных систем управления запасами в конкретных ситуациях;
- оценивать рациональность структуры запасов;
- определять сроки и объемы закупок материальных ценностей;
- проводить выборочное регулирование запасов;
- рассчитывать показатели оборачиваемости групп запасов, сравнивать их с показателями предыдущих периодов (нормативами);
- рассчитывать потребности в материальных ресурсах для производственного процесса;

#### ***знать:***

- понятие, сущность и необходимость в материальных запасах;
- виды запасов, в том числе буферный запас, производственные запасы, запасы готовой продукции, запасы для компенсации задержек, запасы для удовлетворения ожидаемого спроса;
- последствия избыточного накопления запасов;
- механизмы и инструменты оптимизации запасов и затрат на хранение;
- базисные системы управления запасами:
- систему с фиксированным размером заказа и систему с фиксированным интервалом времени между заказами;
- методы регулирования запасов;
- классификацию производственных процессов;
- принципы функционирования внутрипроизводственных логистических систем;
- значение и преимущества логистической концепции организации производства;
- принципы управления потоками во внутрипроизводственных логистических системах.

**В процесс освоения профессионального модуля у студентов должны формироваться общие компетенции (ОК):**

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения;

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности;

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

**В процесс освоения дисциплины у студентов должны формироваться профессиональные компетенции (ПК):**

| Код     | Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций                     |
|---------|--|
| ВД 2    | Планирование и организация логистических процессов в производстве и распределении  |
| ПК 2.1. | Сопровождать логистические процессы в производстве, сбыте и распределении          |
| ПК 2.2. | Рассчитывать и анализировать логистические издержки в производстве и распределении |

**Требования к формированию личностных результатов**

| Личностные результаты реализации программы воспитания (дескрипторы) | Код личностных результатов реализации программы воспитания |
|---|--|
|   |  |

|   |       |
|---|-------|
| Проявляющий и демонстрирующий уважение к труду человека, осознавший ценность собственного труда и труда других людей. Экономически активный, ориентированный на осознанный выбор сферы профессиональной деятельности с учетом личных жизненных планов, потребностей своей семьи, российского общества. Выражающий осознанную готовность к получению профессионального образования, к непрерывному образованию течение жизни Демонстрирующий позитивное отношение к регулированию трудовых отношений. Ориентированный на самообразование и профессиональную переподготовку в условиях смены технологического уклада и сопутствующих социальных перемен. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностно и профессионального конструктивного «цифрового следа» | ЛР 4  |
| <b>Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные отраслевыми требованиями к деловым качествам личности</b>  |       |
| Соблюдающий в своей профессиональной деятельности этические принципы: честности, независимости, профессионального скептицизма, противодействия коррупции и экстремизму, обладающий системным мышлением и умением принимать решение в условиях риска и неопределенности  | ЛР 13 |
| Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: проектно-мыслящий, эффективно взаимодействующий с членами команды и сотрудничающий с другими людьми, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, нацеленный на достижение поставленных целей; демонстрирующий профессиональную жизнестойкость   | ЛР 14 |
| Открытый к текущим и перспективным изменениям в мире труда и профессий  | ЛР 15 |

## Раздел 1

### Практическая работа №1

Тема: Определение размера запаса (4ч)

**Задание 1.** По исходным данным, представленным в табл. 3, определить оптимальный размер заказа и другие необходимые параметры данной системы управления запасами, если возможная задержка поставки материалов составляет 1 день, а число рабочих дней в году - 250.

Таблица 3

| Показатели                        | Варианты |      |      |      |      |
|-----------------------------------|----------|------|------|------|------|
|                                   | A        | B    | C    | D    | E    |
| Годовая потребность, шт.          | 5000     | 5200 | 5500 | 5700 | 6000 |
| Стоимость выполнения заказа, руб. | 100      | 140  | 160  | 170  | 200  |
| Цена изделия, руб.                | 1000     | 1200 | 1500 | 1800 | 2000 |
| Затраты на хранение, %            | 10       | 12   | 11   | 10   | 12   |
| Время поставки, дни               | 3        | 2    | 4    | 3    | 4    |

**Задание 2.** По данным задания 1 построить графики движения запасов для случаев:

- а) отсутствия задержек в поставках; б) наличия единичного сбоя в поставках.

**Задание 3.** На основе данных месячного спроса ( $D_i$ ) на комплектующие изделия, представленных в табл. 4, определить суммарный годовой спрос ( $D_g$ ) и суточный спрос ( $D_c$ ) за каждый месяц, предполагая, что он не изменяется в течение месяца. Количество рабочих дней в месяце ( $n$ ) - 20, а в году ( $N$ ) - 240.

Таблица 4

| № периода | Месяц   | Месячный спрос, ед. | Суточный спрос, ед. | № периода | Месяц    | Месячный спрос, ед. | Суточный спрос, ед. |
|-----------|---------|---------------------|---------------------|-----------|----------|---------------------|---------------------|
| 1         | Январь  | 60                  |                     | 7         | Июль     | 200                 |                     |
| 2         | Февраль | 80                  |                     | 8         | Август   | 220                 |                     |
| 3         | Март    | 100                 |                     | 9         | Сентябрь | 240                 |                     |
| 4         | Апрель  | 120                 |                     | 10        | Октябрь  | 260                 |                     |
| 5         | Май     | 140                 |                     | 11        | Ноябрь   | 280                 |                     |
| 6         | Июнь    | 180                 |                     | 12        | Декабрь  | 300                 |                     |

**Задание 4.** На основе исходных данных ( $C_{xp}$  и  $C_p$ ), представленных в табл. 5 рассчитать оптимальный размер заказа изделий и интервал времени между заказами.

Таблица 5

| Показатели                            | A    | B    | C    | D    | E    |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Затраты на хранение ед. запасов, руб. | 2,0  | 2,1  | 2,2  | 2,3  | 2,4  |
| Постоянные затраты на поставку, руб.  | 15,0 | 15,2 | 15,3 | 15,4 | 15,5 |

**Задание 5.** Установить точки заказа, объемы заказа и уровни запасов в течение года с учетом роста спроса при условии, что максимальный запас деталей на начало года ( $Q_{\max 1}$ ) - 300 ед. Время исполнения заказа ( $t_3$ ) – 5 дней. Результаты расчетов представить в табл. 6.

Таблица 6

Уровни запасов изделий при фиксированном интервале между заказами

| Точки заказа, рабочий день | Точки пополнения заказа, рабочие дни | Объем заказа, ед. | Объем запаса в точке заказа, ед. | Минимальный уровень запаса, ед. | Максимальный уровень запаса, ед. |
|----------------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 15                         | -                                    |                   |                                  |                                 |                                  |
| 35                         | 21                                   |                   |                                  |                                 |                                  |
| ...                        | 41                                   |                   |                                  |                                 |                                  |
| 235                        | ...                                  |                   |                                  |                                 |                                  |
|                            | 241                                  |                   |                                  |                                 |                                  |

### Методика выполнения работы

1. Оптимальный размер заказа рассчитывается по формуле Уилсона:

$$Q_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2DC}{iP}},$$

где  $D$  - годовая потребность в комплектующем изделии, физ.ед.;  $C$  - стоимость выполнения одного заказа, ден. ед.;  $i$  - затраты на хранение единицы изделия волях единицы;  $P$  - цена изделия, ден. ед.

2. Интервал времени между заказами, дни:

$$t_{\text{n}} = \frac{NQ_{\text{опт}}}{D},$$

где  $N$  - количество рабочих дней в году.

3. Ожидаемое дневное потребление, физ.ед.:

$$Q_{\text{дн}} = D / N.$$

4. Ожидаемое потребление за время поставки, физ.ед.:

$$Q_{\text{оп}} = Q_{\text{дн}} t_{\text{n}},$$

где  $t_{\text{n}}$  - время поставки, дни.

5. Максимальное потребление за время поставки, физ.ед.:

$$Q_{\text{мп}} = Q_{\text{тек}} = (t_{\text{n}} + t_3) Q_{\text{дн}},$$

где  $t_3$  - возможная задержка поставки, дни.

6. Гарантийный запас, физ.ед.:

$$Q_{\text{гар}} = Q_{\text{мп}} - Q_{\text{оп}}.$$

7. Максимальный желательный запас, физ.ед.:

$$Q_{\text{max}} = Q_{\text{ гар}} + (Q_{\text{дн}} t_{\text{n}}).$$

8. Фактический размер заказа, физ.ед.:

$$Q_{\text{факт}} = Q_{\text{max}} + Q_{\text{оп}} - Q_{\text{тек}}.$$

9. Годовой спрос, ед.:

$$D_{\text{г}} = \sum D_i,$$

где  $i$  изменяется от 1 до 12.

10. Суточный спрос, ед.:

где  $n$  число рабочих дней  $i$ -того месяца.  $D_c = D_i / n$ ,

11. Ожидаемое суточное потребление, ед.:

$$Q_{\text{сут}} = D_r / N.$$

12. Оптимальный объем заказа изделий, ед.:

$$Q_{\text{опт}} = \sqrt{2 D_r C_p / C_{xp}}.$$

13. Интервал времени между заказами, дни:

$$t_i = N Q_{\text{опт}} / D_r.$$

14. Минимальный уровень запаса, ед.:

$$Q_{\text{мин1}} = Q_{\text{макс1}} - D_1 \text{ (январь)},$$

$$Q_{\text{мин}i} = Q_{\text{макс}i} - D_i,$$

где  $i$  изменяется от 2 до 12.

15. Уровень запаса в точке заказа, ед.:

$$Q_{\text{зап}} = Q_{\text{мин}i} + D_{\text{сут}i} t_3.$$

16. Объем заказа, ед.:

$$Q_{\text{зак1}} = Q_{\text{макс1}} - (Q_{\text{зап}} - Q_{\text{сут}} t_3) \text{ (январь)},$$

$$Q_{\text{зак}i} = Q_{\text{макс}i} - (Q_{\text{зап}} - Q_{\text{сут}} t_3) \text{ (последующие месяцы)}.$$

17. Максимальный уровень запаса с февраля по декабрь, ед.:

$$Q_{\text{макс}i+1} = Q_{\text{зак}i} + Q_{\text{мин}i}.$$

Для определения рационального объема запаса традиционно используют модели оптимального размера заказа (*Economic order quantity models – EOQ*), впервые предложенные еще в 1913 г. Критерием оптимизации во всех этих моделях служит минимум совокупных расходов, связанных с размером заказа.

Наиболее известны и широко применяются модели, имеющие общее название – модели Уилсона (*Wilson*). Известно несколько моделей Уилсона: основная – определения оптимального размера заказа; с постепенным пополнением; с учетом потерь от дефицита; оптимального размера заказа при наличии оптовых скидок.

Все эти модели ориентированы на постоянный характер потребления. При интенсивном изменении потребления модели Уилсона не дают достаточной точности оценки размера заказа.

Основная модель (ее еще называют *классической*, или *идеальной EOQ моделью*) имеет несколько основных условий и предпосылок. Прежде всего, необходимо отметить, что она разработана для теоретического цикла управления запасом.

Характеристиками теоретического цикла управления запасами являются следующие допущения:

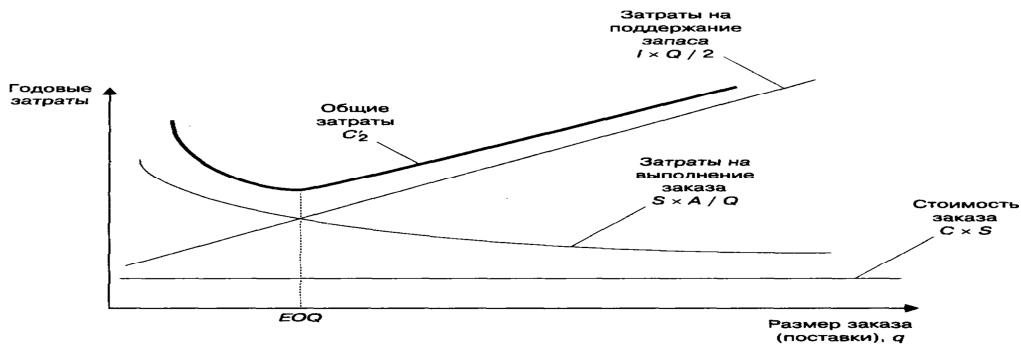
- 1) все расчеты относятся к одному виду товара;

- 2) постоянный темп потребления (отгрузки);
- 3) постоянное время исполнения заказа;
- 4) постоянная продолжительность цикла возобновления заказа;
- 5) каждый заказ поступает единой поставкой;
- 6) вследствие постоянного темпа потребления и отгрузки приемка осуществляется в момент времени, когда уровень запаса равен нулю;
- 7) параметры цикла таковы, что запасов всегда достаточно для обеспечения потребления.

Очевидно, что характеристики теоретического цикла управления запасами неприемлемы для управления запасами на практике. Тем не менее именно теоретические, т.е. идеальные, условия применения основной модели Уилсона позволяют рассматривать ее в качестве инструмента первоначальной обработки информации, необходимого для всестороннего рассмотрения практической ситуации и принятия обоснованного управленческого решения.

Основная модель оптимального объема запаса, кроме характеристики теоретического цикла, предполагает также отсутствие оптовых скидок. Для выведения формулы расчета оптимального размера заказа

необходимо построить функцию общих издержек, связанных с размером заказа (рисунок 5.4).



*Рисунок 5.4 – Зависимость общих издержек от размера заказа*

В общие издержки, связанные с объемом заказа, входят три слагаемых:

- 1) стоимость заказа (включает цену закупки);
- 2) издержки на содержание запаса;

- альтернативные издержки или процент на вложенный капитал;
- стоимость обработки запасов;
- издержки хранения;
- издержки обслуживания запаса;
- потери от порчи, потери, морального старения и кражи;
- стоимость эксплуатации обслуживающих систем.

3) стоимость выдачи заказа:

- издержки на поиск поставщика;
- стоимость размещения заказа;
- стоимость мониторинга поставки;
- стоимость мониторинга транспортировки.

Стоимость выдачи заказа является величиной постоянной и в пересчете на единицу продукции падает с увеличением заказываемой партии.

результате дифференцирования функции общих издержек по переменной размера заказа получаем формулу, получившую название основной модели оптимизации размера заказа:

$$q_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot S}{I}} \quad (5.1)$$

где  $A$  – стоимость выдачи одного заказа, руб.;

$I$  – затраты на содержание единицы запасов, руб./шт.;

$Q$  – оптимальный размер заказа, шт.;

$S$  – потребность в товарно-материальных запасах за определенный период, шт.

### Пример 5.2

План годового выпуска продукции производственного предприятия составляет 800 шт., при этом на каждую шт. готовой продукции требуется 2 шт. комплектующего изделия. Известно, что стоимость выдачи одного заказа составляет 200 руб., цена одной шт. комплектующего изделия – 480 руб., а стоимость содержания комплектующего изделия на складе составляет 15% от его цены.

Требуется определить оптимальный размер заказа на комплектующее изделие.

#### Решение

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

$$q_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot S}{I}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 200 \cdot 1600}{0,15 \times 480}} = 94,28 \text{ шт.}$$

Округление оптимального размера заказа в большую сторону помогает избежать дефицита комплектующего изделия.

Таким образом, оптимальный размер заказа составляет 95 шт.

Затраты на содержание единицы запасов, стоимость выдачи одного заказа, потребность в товарно-материальных запасах зачастую нельзя оценить точно. Как правило, эти сведения нельзя определить из данных бухгалтерского или оперативного учета. Их величины обычно устанавливаются на основании мнения экспертов. Допустимо округление расчетываемой по формуле величины размера заказа, так как в области оптимального значения кривая годовых расходов пологая (особенно в правой части), поэтому получившуюся величину оптимального заказа можно считать довольно устойчивой.

Со временем формула расчета оптимального размера заказа стала реже применяться для планирования работы с запасами. Причины этого заключаются в том, что формула имеет некоторые допущения, типичные только для теоретического цикла управления запасами. Все эти ограничения позволяют значительно упростить сложную задачу. Поэтому классическая формула оптимального размера заказа, как правило, не устраивает большинство компаний.

Тем не менее, формула расчета оптимального размера заказа – достаточно надежный инструмент для предприятий, которые только начинают работать с запасами.

#### Практическая работа №2 (6ч)

##### Система контроля состояния запасов

Запасы различных видов продукции создаются для достижения разнообразных целей, определяемых руководством промышленной компании. Возможные цели представлены на рисунке 5.1.

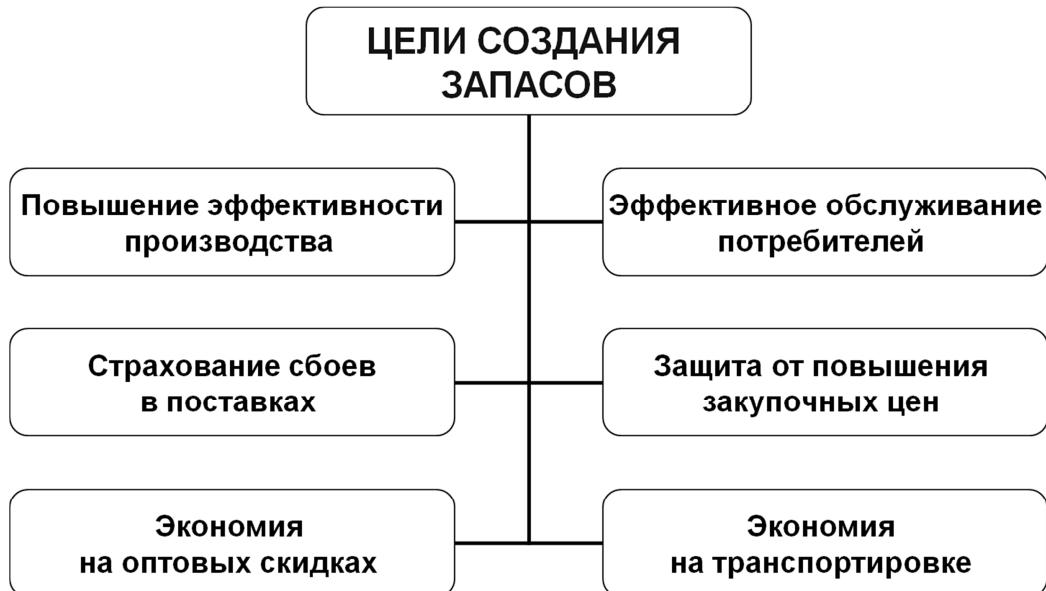


Рисунок 5.1 – Типичные цели создания запасов

*Повышение эффективности производства за счет содержания запасов определяется следующими факторами:*

- запасы материальных ресурсов позволяют максимально полно использовать ресурс времени работы оборудования;
- запасы незавершенного производства и готовой продукции (на производстве) обеспечивают выполнение графика производства при возникновении сбоев;
- запасы готовой продукции позволяют не снижать качество обслуживания потребителей при изменении темпа производства и др.

*Обеспечение обслуживания потребителей* связано с содержанием запасов по нескольким причинам:

- запасы готовой продукции позволяют создать резерв для компенсации сезонных колебаний спроса;
- запасы материальных ресурсов позволяют создать резерв для сглаживания сезонных колебаний поставок;
- запасы незавершенного производства и готовой продукции позволяют поддерживать рост продаж, вызванный снижением цен производителя и другими рыночными факторами.

*Страхование сбоев поставок* обеспечивают запасы, создаваемые на случай срыва сроков, изменения объемов поставок и неудовлетворительного качества продукции.

*Защита от повышения закупочных цен* с помощью дополнительных спекулятивных запасов возможна при обоснованных расчетах, подтверждающих эффективность подобной операции при учете возможности будущего повышения цен у основных поставщиков.

*Экономия на оптовых скидках* за счет создания запаса окажется эффективной только в том случае, когда возросшая стоимость запаса будет меньше, чем экономия на оптовых скидках, несмотря на то, что компания не сразу будет использовать запас.

*Экономия на транспортировке* за счет повышения уровня запасов часто совмещается с идеей экономии на оптовых скидках. Транспортные расходы зачастую составляют значительную часть цены продажи. Перевозка большими партиями приводит не только к снижению транспортных расходов, но и к увеличению уровня запасов.

Логистика принесла в управление запасами новый взгляд на сам запас – запас стал объектом управления. Логистика – сначала как практическая деятельность, а затем и как наука – выявила новый объект управления – поток товарно-материальных ценностей. Запас стали рассматривать как форму существования материального потока, часть материального потока, который имеет свои границы в пространстве и во времени.

К настоящему времени рассматриваются три концепции управления запасами в логистике:

1. *Концепция максимизации запасов*, разрабатывается уже длительное время и, можно сказать, почти отошла в прошлое. На протяжении длительной истории человечества большие запасы рассматривались как знак благополучия и процветания. Высокий уровень запасов оправ-

дан, если неизвестен уровень потребления. В XIX в., однако, поставки и распределение продукции стали более организованными. Развитие экономики постепенно привело к тому, что товары стали приобретаться тогда, когда они нужны, а не когда имеется возможность их купить.

*2. Концепция оптимизации запасов.* Уже в конце XIX в. развитие экономики привело к росту промышленного производства, что неизбежно повлекло за собой большие объемы многономенклатурных запасов. Именно в то время начал развиваться *научный подход* к управлению запасами, который позволил находить оптимальный уровень

запасов при минимальных затратах на его содержание. Сложность состояла лишь в том, что считать оптимальным. В начале XX в. была признана целесообразность содержания запаса, но в оптимальном (чаще всего по критерию минимума совокупных затрат на создание и содержание запасов) размере. До сих пор эта концепция является широко признанной и наиболее часто применяемой.

*3. Концепция минимизации запасов.* Относительно недавно предприятия и организации пришли к выводу, что запасы – проявление расточительства. В противовес представителям концепции максимизации запасов они абсолютизировали негативные последствия высокого уровня запасов. В связи с таким подходом к оценке запасов появилась новая тенденция – сводить запасы к минимуму. Стали развиваться логистические системы/технологии, позволяющие значительно снизить уровень запасов. Система *MRP*, например, связывает запасы непосредственно с плановым объемом производства. Технология *LIT* позволяет работать почти без запасов. Все эти системы (технологии) минимизируют запасы, обеспечивая при этом требуемый уровень качества логистического обслуживания потребителей.

Таким образом, концепции управления запасами, сложившиеся на практике, основываются на двух противоположных точках зрения: первая абсолютизирует положительную роль запасов, вторая абсолютизирует отрицательную роль запасов. Концепция оптимизации пытается найти золотую середину между ними.

### ***Методы ABC и XYZ-анализа в управлении запасами***

Классификация ABC, или *метод ABC-анализа*, известный также как метод Парето (закон 80:20), является хорошо развитым инструментом детализации номенклатуры запаса в целях выявления степени воздействия состояния запасов на результаты деятельности компании.

Согласно правилу «80:20» в подавляющем большинстве случаев ограниченное число элементов (20%), составляющих явление, на 80% обуславливает его возникновение. В сфере управления запасами закон «80:20» говорит о том, что 20% номенклатурных позиций товарно-материальных ценностей в запасах требуют 80% выделенных для закупки средств, а 20% закупаемых позиций берут на себя 80% издержек на доставку, приходящихся на весь план закупки и т.д.

Таким образом, закон «80:20» может помочь из совокупности объектов, находящихся

в запасах, выделить те 20%, которые наиболее эффективно будут реагировать на управленческие решения в отношении той или иной выбранной качественной характеристики – например, объема затрат.

Суть метода *ABC* состоит в том, что сначала вся номенклатура материальных ресурсов (готовой продукции) располагается в порядке убывания суммарной стоимости всех позиций номенклатуры одного наименования на складе. При этом цену единицы материального ресурса (готовой продукции) умножают на число единиц на складе, и список составляется в порядке убывания этих величин (произведений).

*В группу A* относят все наименования продукции, начиная с первого, сумма стоимостей которых составляет 75-80% суммарной стоимости всего запаса.

*В группу B* входят позиции номенклатуры материальных ресурсов (готовой продукции), сумма стоимости которых составляет примерно 15-10% общей стоимости.

Остальные позиции номенклатуры, суммарная стоимость которых составляет около 5-10%, относятся к группе *C*.

Рассмотрим использование метода *ABC* на примере (таблица 5.1).

Таблица 5.1  
*Применение метода ABC для разделения номенклатуры материальных ресурсов по группам*

| № п/п | Наименование                | Стоимость, долл. | Удельный вес, % | Нарастающий итог, % | Группа |
|-------|-----------------------------|------------------|-----------------|---------------------|--------|
| 1     | Трубы                       | 10 050           | 31,18           | 31,18               | A      |
| 2     | Электродвигатели            | 4 213            | 13,07           | 44,25               | A      |
| 3     | Автомашины                  | 3 130            | 9,71            | 53,96               | A      |
| 4     | Спец. одежда                | 3 000            | 9,31            | 63,27               | A      |
| 5     | Кабель                      | 2 618            | 8,12            | 71,39               | A      |
| 6     | Манометры высокого давления | 1 730            | 5,52            | 76,91               | A      |
| 7     | Автозапчасти                | 1 120            | 3,47            | 80,38               | B      |
| 8     | Запорная арматура           | 1 040            | 3,23            | 83,61               | B      |
| 9     | Масла дизельные             | 805              | 2,5             | 86,11               | B      |
| 10    | Инструмент для ЦКПРС        | 700              | 2,17            | 88,28               | B      |
| 11    | Хлоркальций жидкий          | 555              | 1,72            | 90,0                | C      |
| 12    | Запчасти к ЭЦН              | 500              | 1,55            | 91,55               | C      |
| 13    | Плавиковая кислота          | 461              | 1,43            | 92,98               | C      |
| 14    | Автошины                    | 371              | 1,15            | 94,13               | C      |
| 15    | Арматура АНК65*210          | 354              | 1,1             | 95,23               | C      |
| 16    | Светотехническая аппаратура | 300              | 0,93            | 96,16               | C      |
| 17    | C-22 фирмы Cliff-Mors       | 230              | 0,71            | 96,87               | C      |

Окончание таблицы 5.1

| №<br>п/п     | Наименование              | Стоимость,<br>долл. | Удельный<br>вес, % | Наращающий<br>итог, % | Группа |
|--------------|---------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|--------|
| 18           | Канат талевый             | 225                 | 0,7                | 97,57                 | C      |
| 19           | Газосепаратор МНГ-5       | 223                 | 0,69               | 98,26                 | C      |
| 20           | Утяжелитель               | 114                 | 0,35               | 98,61                 | C      |
| 21           | Задвижка ЗМС-65*210       | 97                  | 0,3                | 98,91                 | C      |
| 22           | Электроды                 | 87                  | 0,27               | 99,18                 | C      |
| 23           | Цемент ПЦТДО-50           | 56                  | 0,17               | 99,35                 | C      |
| 24           | Цемент ПЦТДО-100          | 50                  | 0,16               | 99,51                 | C      |
| 25           | Соляная кислота           | 42                  | 0,13               | 99,64                 | C      |
| 26           | Бентонит ЦБМБ             | 34                  | 0,11               | 99,75                 | C      |
| 27           | Смазка кислая             | 27                  | 0,08               | 99,83                 | C      |
| 28           | Долото 214.3ИСМТ          | 25                  | 0,08               | 99,91                 | C      |
| 29           | Проволока для<br>УДСД=1,8 | 21                  | 0,07               | 99,98                 | C      |
| 30           | Клей КМЦ                  | 3                   | 0,02               | 100,00                | C      |
| <b>Итого</b> |                           | <b>32 231</b>       | <b>100,00</b>      | -                     | -      |

В первом столбце таблицы приведены укрупненные номенклатурные позиции запасов материальных ресурсов. Во втором столбце – общая стоимость закупки данной укрупненной позиции номенклатуры. В третьем – значение удельного веса стоимости каждой укрупненной позиции в общем объеме плана. Например, по позиции «Трубы» удельный вес рассчитан следующим образом:  $10050 / 32231 \times 100\% = 31,18\%$ . Укрупненные номенклатурные позиции сортированы по убыванию стоимости, следовательно, ряд удельных весов также расположен по убыванию. Общая сумма удельных весов в строке «Итого» должна составить 100%.

Четвертый столбец в таблице представляет собой нарастающий итог удельных весов стоимости. Эти результаты получены последовательным суммированием строк третьего столбца таблицы. Например, нарастающий итог для позиции «Трубы» равен 31,18%. Сложив 31,18% позиции «Трубы» с удельным весом следующей позиции «Электродвигатели», получим  $31,18 + 13,07 = 44,25\%$ . Для последней номенклатурной позиции нарастающий итог должен составить 100%.

Значения четвертого столбца в таблице позволяют провести анализ Парето укрупненных позиций плана закупок: 77% стоимости плана закупок приходится на шесть первых позиций таблицы. Это 20% укрупненных позиций плана. Эти позиции отнесены к группе A, что отмечено в последнем столбце таблицы.

В группу *B* отнесены последующие четыре позиции (13% в ассортименте), на которые приходится еще 11% плана закупок. Группа *B* занимает промежуточное положение между группами *A* и *C*. В группу *C* отнесены все оставшиеся позиции. На них приходится 12% плана закупок в стоимостном выражении. Эта группа – самая многочисленная (67% в ассортименте), что и следовало ожидать, зная динамику закона «80:20».

В результате проведенного расчета методом *ABC* из 30 позиций укрупненного плана закупок было выделено 6 позиций группы *A*. Именно для этой группы резервы совершенствования системы управления запасами будут максимальными. В группу *A* в рассматриваемом примере вошли позиции «Трубы» и «Кабель» и др., что позволило сделать вывод не только о целесообразности рассмотрения вариантов снижения цен закупки, но и о необходимости проработки вопросов организации их доставки. А, например, анализ детализированного номенклатурного списка группы «Спецодежда» показал, что основную долю стоимости в плане закупок берет на себя только позиция «Теплая одежда». В результате закупка этой позиции была обособлена и стала проводиться централизованно, что привело к снижению цен и существенной экономии.

Рекомендации по управлению запасами номенклатуры при классификации *ABC* имеют универсальный характер. Именно этим и объясняется популярность этого инструмента: *ABC*-классификация позволяет максимально регламентировать принятие управленческих решений по состоянию запаса.

В зависимости от того, с запасом какого вида мы имеем дело, рекомендации имеют различный характер. Основное внимание при контроле, нормировании и управлении запасами должно быть уделено группе *A*, которая при своей малочисленности составляет подавляющую долю стоимости хранимых запасов, тем самым вызывая наибольшие расходы по их хранению и содержанию в запасе. Для группы *A* целесообразно применять те модели управления, в которых требуется постоянный (ежедневный) контроль над уровнем запаса. Часто в эту группу включают и наиболее дефицитные материальные ресурсы. Группа *B* имеет более низкий уровень обслуживания. Для группы *C*, имеющей наименьший приоритет, достаточен периодический контроль.

Существуют разнообразные модификации метода *ABC*, но классический подход – первый шаг для предприятий, начавших совершенствовать свои системы управления запасами.

**Метод XYZ** может быть использован в дополнении к классификации номенклатуры запасов методом *ABC*. Единственной качественной характеристикой номенклатурных позиций, согласно методу *XYZ*, является темп (скорость) отгрузки (потребления).

Основой для количественной оценки скорости потребления запаса может служить статистика отгрузок данной позиции запаса за определенный период. Скорость потребления оценивается через коэффициент вариации статистического ряда. Значение коэффициента вариации позволяет однозначно отнести номенклатурные позиции к одной из трех групп *X*, *Y*, или *Z*.

К группе *X* относятся номенклатурные позиции запаса со значением коэффициента вариации статистического ряда отгрузок до 25%.

К группе *Y* относятся номенклатурные позиции запаса со значением коэффициента вариации статистического ряда отгрузок от 25 до 50%. При значении коэффициента вариации отгрузок в запасе более 50% номенклатурные позиции относятся к группе *Z*.

В результате такой классификации к группе *X* относятся позиции запаса, имеющие относительно стабильные характеристики отгрузки. Следовательно, в отношении этой

группы можно применить *концепцию минимизации уровня запаса* за счет достижения соответствующих характеристик поставки и формирования запаса на уровне, близком к страховому.

К группе *Y* относятся позиции запаса, имеющие явно выраженные тенденции изменения характеристик потребления (отгрузки). В отношении позиции этой группы можно применить *концепцию оптимизации уровня запаса*.

Номенклатурные позиции запасов группы *Z* характеризуются отсутствием выраженного характера потребления и каких-либо тенденций его изменения. Потребность в запасах этой группы не может быть спрогнозирована с достаточной точностью. Уровень запасов позиций этой группы не может быть оптимизирован. Здесь можно применить *стратегию минимизации или максимизации уровня запаса*.

Объединение результатов классификации ABC и XYZ в *матрице ABC-XYZ* – популярный и очень информативный инструмент управления запасами. В таблице 5.2 приведена иллюстрация общепризнанного варианта составления такой матрицы.

Таблица 5.2

### *Составление матрицы ABC-XYZ*

|   | X  | Y  | Z  |
|---|----|----|----|
| A | AX | AY | AZ |
| B | BX | BY | BZ |
| C | CX | CY | CZ |

В каждую ячейку матрицы ABC-XYZ попадают те позиции номенклатуры запаса, которые были отнесены к каждой из двух указанных в ячейке групп номенклатуры. Например, в ячейку AX должны быть записаны позиции, отнесенные к группе A при классификации по методу ABC и к группе X при классификации по методу XYZ.

Общие рекомендации по работе с запасами групп ABC-классификации и выбор подходов к управлению запасами групп X, Y и Z могут быть объединены для выбора конкретных решений в работе с запасами номенклатуры классификации ABC-XYZ, учитывая новую информацию.

Например, общая рекомендация по ориентации группы X на работу «точно в срок» по подгруппе AX может привести как к блестящим результатам (в силу значимости группы A) в случае успешной реализации технологии «точно в срок», так и к грандиозному провалу в случае срыва поставок и в силу высокой значимости группы A.

Максимизация работы по группе Z в случае подгруппы AZ может привести к крайне высокому уровню капитала в запасах. С другой стороны, при отрицательной позиции к группе Z и минимизации запаса подгруппы AZ возможны серьезные потери, если в качестве критерия классификации ABC были приняты показатели, отслеживающие значимость реализации продукции группы A. Дефицит в таком случае будет крайне нежелателен. Поэтому для группы Z при наличии совмещения с классификацией ABC возможна комбинация подходов минимизации и максимизации в зависимости от групп A, B и C.

В общем случае наличие группы AZ в номенклатуре запаса, особенно готовой продукции, должно быть подвергнуто серьезному анализу. Возможно, что единичный и крайне выгодный заказ должен быть исключен из номенклатуры классификации как нетипичный. Наличие такого заказа в общем списке номенклатуры может привести к нежелательному искажению информации.

Группа CX в силу привлекательного для традиционного бизнеса постоянного характера потребления не может быть исключена из сферы внимания, что типично для отношения к группе C в целом. Именно эта группа может стать полигоном отработки навыков поставки «точно в срок», так как вероятные срыва и высокие риски, свойственные такой работе, не будут фатальными для организации.

Матрица ABC-XYZ дает хорошую информацию для стратегического изменения позиций номенклатуры.

Например, появление позиций группы CZ может быть вызвано отсутствием внимания отдела маркетинга к продвижению продукции группы C, что в целом понятно. Возможно, изучение рынка реализации

группы CZ и проведение маркетинговых мероприятий позволит сместить эти позиции в группу CY, имеющую выраженные тенденции спроса, что в дальнейшем может привести к перемещению их в группу BY.

При анализе матрицы ABC-XYZ также важен учет фазы жизненного цикла товарно-материальных ценностей запаса.

На начальных фазах жизненного цикла товар может объективно попадать в группу Z или Y. Фаза насыщения рынка (или зрелости товара), как правило, связана с группой X. Факторы, обуславливающие изменение жизненного цикла товара, могут быть не связаны с критериями классификации ABC, и их необходимо учитывать отдельно при анализе матрицы ABC-XYZ руководством.

Группа В может рассматриваться как переходная от A к C или от C к A, поэтому зачастую требует особого анализа. Номенклатурные позиции группы В матрицы ABC-XYZ поэтому также могут требовать индивидуального подхода для принятия решения, к какой группе, A или C, они могут быть отнесены, что часто целесообразно делать для сокращения совокупности используемых на предприятии методов, моделей и подходов.

Таким образом, матрица ABC-XYZ может быть использована не только как инструмент управления запасами, но и как объект стратегического анализа, результаты которого могут во многом помочь в принятии решений по стратегическому развитию бизнеса.

В целом инструмент классификации ABC и XYZ еще раз подчеркивает первостепенное значение качества управления запасами для обеспечения эффективной деятельности предприятия в целом.

### **Пример 5.1**

Руководство компании, занимающейся оптовой торговлей товарами народного потребления, приняло решение расширить торговый ассортимент, что должно привести к повышению конкурентоспособности фирмы и, как следствие, укреплению позиций на рынке. Однако свободных финансовых средств и складских помещений недостаточно.

Перед отделом логистики поставлена задача пересмотра методов контроля товарных запасов с целью возможного высвобождения складских помещений, а также денежных средств, «замороженных» в излишних запасах (методы ABC и XYZ).

Ассортимент товаров компании, а также среднегодовые запасы и ежеквартальные объемы продаж по каждой товарной позиции представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

*Среднегодовые запасы и ежеквартальные объемы продаж  
по ассортименту товаров*

| № позиции | Среднегодовой запас по позиции, тыс. руб. | Реализация |            |             |            |
|-----------|---|------------|------------|-------------|------------|
|           |   | I квартал  | II квартал | III квартал | IV квартал |
| 1.        | 2280                                      | 590        | 610        | 690         | 670        |
| 2.        | 720                                       | 200        | 130        | 180         | 120        |
| 3.        | 3550                                      | 500        | 1300       | 400         | 690        |
| 4.        | 850                                       | 170        | 190        | 200         | 190        |
| 5.        | 90  | 20         | 0          | 50          | 40         |
| 6.        | 1580                                      | 520        | 540        | 410         | 430        |
| 7.        | 220                                       | 40         | 50         | 50          | 70         |
| 8.        | 16750                                     | 4400       | 4500       | 4300        | 4200       |
| 9.        | 310                                       | 50         | 60         | 110         | 40         |
| 10.       | 5280                                      | 1010       | 1030       | 1060        | 960        |
| 11.       | 8750                                      | 2210       | 2180       | 2280        | 2240       |
| 12.       | 1950                                      | 520        | 550        | 530         | 560        |
| 13.       | 930                                       | 240        | 270        | 280         | 250        |
| 14.       | 480                                       | 70         | 110        | 80          | 60         |
| 15.       | 400                                       | 100        | 80         | 60          | 80         |
| 16.       | 290                                       | 90         | 60         | 80          | 50         |
| 17.       | 190                                       | 60         | 30         | 60          | 50         |
| 18.       | 130                                       | 60         | 20         | 40          | 10         |
| 19.       | 770                                       | 190        | 100        | 130         | 50         |
| 20.       | 80  | 30         | 50         | 0           | 30         |
| 21.       | 250                                       | 60         | 50         | 50          | 70         |
| 22.       | 800                                       | 190        | 200        | 200         | 180        |
| 23.       | 30  | 0          | 40         | 5           | 10         |
| 24.       | 170                                       | 40         | 60         | 40          | 70         |
| 25.       | 3000                                      | 590        | 700        | 660         | 800        |
| 26.       | 110                                       | 40         | 40         | 50          | 30         |
| 27.       | 23470                                     | 5180       | 5500       | 5490        | 5850       |
| 28.       | 40  | 10         | 0          | 20          | 10         |
| 29.       | 280                                       | 50         | 30         | 70          | 50         |
| 30.       | 960                                       | 240        | 320        | 420         | 240        |
| 31.       | 20  | 5          | 10         | 15          | 10         |
| 32.       | 70  | 10         | 70         | 20          | 10         |
| 33.       | 370                                       | 80         | 40         | 50          | 70         |
| 34.       | 13590                                     | 2900       | 3140       | 3300        | 3200       |
| 35.       | 630                                       | 90         | 130        | 170         | 140        |
| 36.       | 50  | 15         | 30         | 30          | 15         |
| 37.       | 520                                       | 90         | 80         | 100         | 90         |
| 38.       | 6050                                      | 1770       | 850        | 560         | 2280       |
| 39.       | 140                                       | 20         | 30         | 80          | 40         |
| 40.       | 9870                                      | 2600       | 2500       | 2700        | 2350       |
| 41.       | 450                                       | 90         | 80         | 60          | 90         |

Окончание таблицы 5.2

| № позиции | Среднегодовой запас по позиции, тыс. руб. | Реализация |            |             |            |
|-----------|---|------------|------------|-------------|------------|
|           |   | I квартал  | II квартал | III квартал | IV квартал |
| 42.       | 990                                       | 310        | 330        | 300         | 320        |
| 43.       | 1310                                      | 300        | 550        | 390         | 570        |
| 44.       | 580                                       | 100        | 110        | 90          | 100        |
| 45.       | 690                                       | 130        | 180        | 150         | 190        |
| 46.       | 890                                       | 150        | 240        | 240         | 210        |
| 47.       | 1700                                      | 530        | 580        | 420         | 470        |
| 48.       | 60  | 25         | 25         | 40          | 20         |
| 49.       | 7270                                      | 1500       | 2200       | 1600        | 1800       |
| 50.       | 1170                                      | 290        | 340        | 350         | 390        |

### *Решение*

Решение поставленной перед отделом логистики задачи предполагает установление разных методов контроля и разной политики закупок для различных групп товаров. Группировка товарных позиций и последующий анализ выделенных групп позволяют выбрать оптимальные технологии планирования и управления запасами для всего ассортимента товаров, предлагаемых компанией. Разделение товаров на группы должно учитывать долю запасов по каждой позиции в общем объеме товарных запасов, а также степень неравномерности спроса (с учетом точности прогнозирования) по каждой ассортиментной позиции (методы ABC и XYZ).

Порядок проведения ABC-анализа будет следующим:

1. Формулирование цели анализа.
2. Определение множества анализируемых объектов.
3. Выделение признака, на основе которого будет классифицировано анализируемое множество объектов.
4. Оценка анализируемых объектов по выделенному классификационному признаку.
5. Группировка объектов в порядке убывания значения признака.
6. Построение кривой ABC.
7. Разделение множества анализируемых объектов на три группы: группа А, группа В и группа С.

В результате анализа выявляются три подмножества анализируемого множества объектов, требующие разного подхода к управлению.

В решаемой задаче цель ABC-анализа – распределение позиций ассортимента по группам в зависимости от объема денежных средств, иммобилизованных в запасах по этим позициям.

То есть необходимо определить:

- незначительное количество позиций ассортимента, запасы по которым занимают значительную долю в общей стоимости запасов (группа А);
- несколько большее количество позиций, запасы по которым занимают гораздо меньшую, но тоже значимую долю в общей стоимости запасов (группа В);
- оставшиеся позиции (около половины от общего количества), запасы по которым занимают незначительную долю в общей стоимости запасов (группа С).

Исходя из этого, объект анализа – объем товарных запасов (в де- нежном выражении) по ассортиментным позициям, а признак анализа – доля запасов (в %) отдельных позиций ассортимента в общем объеме запаса..

Следовательно, для проведения анализа рассчитывается доля от-дельных позиций в общем объеме запаса. Доля запаса по конкретной позиции рассчитывается как отношение запаса по данной позиции к общей сумме запасов. Затем ассортиментные позиции ранжируются в порядке убывания их доли в общей стоимости запасов. Пользуясь предложенным алгоритмом выделения групп и учитывая замечание о спе-цифике конкретного множества, ассортиментные позиции разделяются на соответствующие группы.

Результаты этих процедур представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3

*Расчет и результат анализа ABC*

| Исходные данные |   | Упорядоченный список |   |  |                            |          |
|-----------------|---|----------------------|---|--|----------------------------|----------|
| № по-зиций      | Среднегодовой запас по позиции, тыс. руб. | № по-зиций           | Среднегодовой запас по позиции, тыс. руб. | Доля запаса по позиции в общем запасе, % | Доля нарастающим итогом, % | Группа   |
| 1.              | 2280                                      | 27.                  | 23470                                     | 19,38                                    | 19,38                      | Группа А |
| 2.              | 720                                       | 8.                   | 16750                                     | 13,83                                    | 33,20                      |          |
| 3.              | 3550                                      | 34.                  | 13590                                     | 11,22                                    | 44,42                      |          |
| 4.              | 850                                       | 40.                  | 9870                                      | 8,15                                     | 52,57                      |          |
| 5.              | 90  | 11.                  | 8750                                      | 7,22                                     | 59,80                      |          |
| 6.              | 1580                                      | 49.                  | 7270                                      | 6,00                                     | 65,80                      |          |
| 7.              | 220                                       | 38.                  | 6050                                      | 4,99                                     | 70,79                      |          |
| 8.              | 16750                                     | 10.                  | 5280                                      | 4,36                                     | 75,15                      |          |
| 9.              | 310                                       | 3.                   | 3550                                      | 2,93                                     | 78,08                      |          |
| 10.             | 5280                                      | 25.                  | 3000                                      | 2,48                                     | 80,56                      |          |

Окончание таблицы 5.3

| Исходные данные |   | Упорядоченный список |   |  |                            |          |
|-----------------|---|----------------------|---|--|----------------------------|----------|
| № по-зиции      | Среднегодовой запас по позиции, тыс. руб. | № по-зиции           | Среднегодовой запас по позиции, тыс. руб. | Доля запаса по позиции в общем запасе, % | Доля нарастающим итогом, % | Группа   |
| 11.             | 8750                                      | 1.                   | 2280                                      | 1,88                                     | 82,44                      | Группа В |
| 12.             | 1950                                      | 12.                  | 1950                                      | 1,61                                     | 84,05                      |          |
| 13.             | 930                                       | 47.                  | 1700                                      | 1,40                                     | 85,45                      |          |
| 14.             | 480                                       | 6.                   | 1580                                      | 1,30                                     | 86,76                      |          |
| 15.             | 400                                       | 43.                  | 1310                                      | 1,08                                     | 87,84                      |          |
| 16.             | 290                                       | 50.                  | 1170                                      | 0,97                                     | 88,81                      |          |
| 17.             | 190                                       | 42.                  | 990                                       | 0,82                                     | 89,62                      |          |
| 18.             | 130                                       | 30.                  | 960                                       | 0,79                                     | 90,42                      |          |
| 19.             | 770                                       | 13.                  | 930                                       | 0,77                                     | 91,18                      |          |
| 20.             | 80  | 46.                  | 890                                       | 0,73                                     | 91,92                      |          |
| 21.             | 250                                       | 4.                   | 850                                       | 0,70                                     | 92,62                      |          |
| 22.             | 800                                       | 22.                  | 800                                       | 0,66                                     | 93,28                      |          |
| 23.             | 30  | 19.                  | 770                                       | 0,64                                     | 93,92                      |          |
| 24.             | 170                                       | 2.                   | 720                                       | 0,59                                     | 94,51                      |          |
| 25.             | 3000                                      | 45.                  | 690                                       | 0,57                                     | 95,08                      |          |
| 26.             | 110                                       | 35.                  | 630                                       | 0,52                                     | 95,60                      |          |
| 27.             | 23470                                     | 44.                  | 580                                       | 0,48                                     | 96,08                      |          |
| 28.             | 40  | 37.                  | 520                                       | 0,43                                     | 96,51                      |          |
| 29.             | 280                                       | 14.                  | 480                                       | 0,40                                     | 96,90                      |          |
| 30.             | 960                                       | 41.                  | 450                                       | 0,37                                     | 97,28                      |          |
| 31.             | 20  | 15.                  | 400                                       | 0,33                                     | 97,61                      |          |
| 32.             | 70  | 33.                  | 370                                       | 0,31                                     | 97,91                      |          |
| 33.             | 370                                       | 9.                   | 310                                       | 0,26                                     | 98,17                      |          |
| 34.             | 13590                                     | 16.                  | 290                                       | 0,24                                     | 98,41                      |          |
| 35.             | 630                                       | 29.                  | 280                                       | 0,23                                     | 98,64                      |          |
| 36.             | 50  | 21.                  | 250                                       | 0,21                                     | 98,84                      |          |
| 37.             | 520                                       | 7.                   | 220                                       | 0,18                                     | 99,03                      | Группа С |
| 38.             | 6050                                      | 17.                  | 190                                       | 0,16                                     | 99,18                      |          |
| 39.             | 140                                       | 24.                  | 170                                       | 0,14                                     | 99,32                      |          |
| 40.             | 9870                                      | 39.                  | 140                                       | 0,12                                     | 99,44                      |          |
| 41.             | 450                                       | 18.                  | 130                                       | 0,11                                     | 99,55                      |          |
| 42.             | 990                                       | 26.                  | 110                                       | 0,09                                     | 99,64                      |          |
| 43.             | 1310                                      | 5.                   | 90  | 0,07                                     | 99,71                      |          |
| 44.             | 580                                       | 20.                  | 80  | 0,07                                     | 99,78                      |          |
| 45.             | 690                                       | 32.                  | 70  | 0,06                                     | 99,83                      |          |
| 46.             | 890                                       | 48.                  | 60  | 0,05                                     | 99,88                      |          |
| 47.             | 1700                                      | 36.                  | 50  | 0,04                                     | 99,93                      |          |
| 48.             | 60  | 28.                  | 40  | 0,03                                     | 99,96                      |          |
| 49.             | 7270                                      | 23.                  | 30  | 0,02                                     | 99,98                      |          |
| 50.             | 1170                                      | 31.                  | 20  | 0,02                                     | 100,00                     |          |
| <b>Итого</b>    | <b>121130</b>                             |                      |   |  |                            |          |

Далее строится кривая АВС, характеризующая полученное распределение (рисунок 5.2).

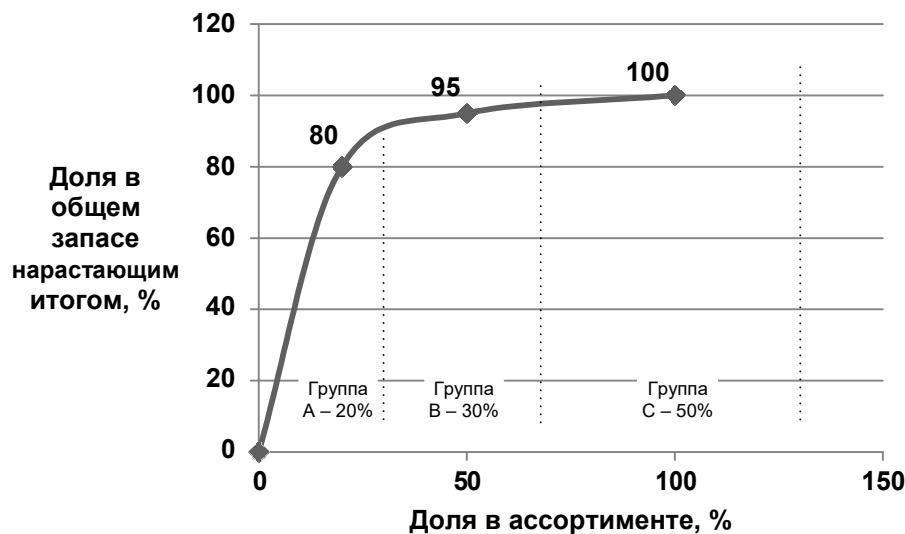


Рисунок 5.2 – Кривая ABC-анализа

Анализ АВС позволяет дифференцировать номенклатуру ресурсов или ассортимент товаров по степени влияния на интересующий признак (в данном случае, по степени влияния на общий объем товарных запасов).

Для разделения товаров на группы с учетом степени неравномерности спроса по каждой ассортиментной позиции используется другой тип анализа – XYZ-анализ.

Анализ XYZ подразумевает разделение всего ассортимента товаров (номенклатуры ресурсов) на три группы в зависимости от степени равномерности спроса и точности прогнозирования. Равномерность спроса может быть определена показателями относительной колеблемости (вариации) спроса, среди которых наиболее часто применяемым и достаточно легко рассчитываемым является коэффициент вариации, определяемый по формуле:

$$v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \times 100\%,$$

где  $x_i$  – значение спроса в  $t$ -м периоде (месяц, квартал, год) по оцениваемой позиции;

$x_{cp}$  – среднее (среднемесячное, среднеквартальное, среднегодовое) значение спроса по оцениваемой позиции;

$n$  – количество периодов (месяцев, кварталов, лет), за которые проведена оценка.

Порядок проведения XYZ-анализа следующий.

1. Формулирование цели анализа.
2. Определение коэффициентов вариации по отдельным позициям анализируемого множества.

3. Группировка объектов множества в порядке возрастания коэффициента вариации.

4. Построение кривой XYZ.

5. Разделение множества анализируемых объектов на три группы: группа X, группа Y и группа Z.

Ассортимент товаров разделяется на группы в соответствии с тем, в какой интервал попадает коэффициент вариации по данной позиции. Для данной задачи предлагаются следующие диапазоны групп (таблица 5.4).

Таблица 5.4

*Границы интервалов для разделения ассортимента по группам*

| Группа | Интервал (коэффициент вариации) |
|--------|---------------------------------|
| X      | $0 \leq v < 10$                 |
| Y      | $10 \leq v < 25$                |
| Z      | $25 \leq v < \infty$            |

В решаемой задаче цель XYZ-анализа – распределение позиций ассортимента по группам в зависимости от степени неравномерности спроса по каждой ассортиментной позиции. То есть необходимо определять:

- позиции ассортимента, объемы реализации по которым практически неизменны во времени (группа X);
- позиции ассортимента, объемы реализации по которым меняются во времени, но не очень значительно и/или достаточно предсказуемо (группа Y);
- позиции ассортимента, объемы реализации по которым меняются во времени значительно и практически непредсказуемо (группа Z).

Исходя из этого, объект анализа – данные по реализации товарных запасов (в денежном выражении) по ассортиментным позициям, а признак анализа – степень неравномерности реализации ассортиментных позиций с течением времени.

Следовательно, для проведения анализа рассчитывается коэффициент вариации для каждой позиции ассортимента по вышеприведенной формуле. Затем позиции ранжируются в порядке возрастания значения коэффициента вариации. Согласно предложенному алгоритму ассортиментные позиции распределяются по соответствующим группам (таблица 5.5).

Таблица 5.5

*Расчет и результат анализа XYZ*

| № позиции | Реализация |            |             |            | Коэффициент вариации, % | Упорядоченный список    |           | Группа   |
|-----------|------------|------------|-------------|------------|-------------------------|-------------------------|-----------|----------|
|           | I квартал  | II квартал | III квартал | IV квартал |                         | Коэффициент вариации, % | № позиции |          |
| 1.        | 590        | 610        | 690         | 670        | 6,4                     | 1,7                     | 11        | Группа X |
| 2.        | 200        | 130        | 180         | 120        | 21,2                    | 2,6                     | 8         |          |
| 3.        | 500        | 1300       | 400         | 690        | 48,3                    | 2,9                     | 12        |          |
| 4.        | 170        | 190        | 200         | 190        | 5,8                     | 3,5                     | 42        |          |
| 5.        | 20         | 0          | 50          | 40         | 69,8                    | 3,6                     | 10        |          |
| 6.        | 520        | 540        | 410         | 430        | 11,8                    | 4,3                     | 22        |          |
| 7.        | 40         | 50         | 50          | 70         | 20,8                    | 4,3                     | 27        |          |
| 8.        | 4400       | 4500       | 4300        | 4200       | 2,6                     | 4,7                     | 34        |          |
| 9.        | 50         | 60         | 110         | 40         | 41,4                    | 5,1                     | 40        |          |
| 10.       | 1010       | 1030       | 1060        | 960        | 3,6                     | 5,8                     | 4         |          |
| 11.       | 2210       | 2180       | 2280        | 2240       | 1,7                     | 6,1                     | 13        |          |
| 12.       | 520        | 550        | 530         | 560        | 2,9                     | 6,4                     | 1         |          |
| 13.       | 240        | 270        | 280         | 250        | 6,1                     | 7,1                     | 44        |          |
| 14.       | 70         | 110        | 80          | 60         | 23,4                    | 7,9                     | 37        |          |
| 15.       | 100        | 80         | 60          | 80         | 17,7                    | 10,4                    | 50        | Группа Y |
| 16.       | 90         | 60         | 80          | 50         | 22,6                    | 11,0                    | 25        |          |
| 17.       | 60         | 30         | 60          | 50         | 24,5                    | 11,8                    | 6         |          |
| 18.       | 60         | 20         | 40          | 10         | 59,1                    | 12,1                    | 47        |          |
| 19.       | 190        | 100        | 130         | 50         | 43,1                    | 14,4                    | 21        |          |
| 20.       | 30         | 50         | 0           | 30         | 64,9                    | 14,7                    | 45        |          |
| 21.       | 60         | 50         | 50          | 70         | 14,4                    | 15,1                    | 49        |          |
| 22.       | 190        | 200        | 200         | 180        | 4,3                     | 15,3                    | 41        |          |
| 23.       | 0          | 40         | 5           | 10         | 113,2                   | 17,5                    | 46        |          |
| 24.       | 40         | 60         | 40          | 70         | 24,7                    | 17,7                    | 15        |          |
| 25.       | 590        | 700        | 660         | 800        | 11,0                    | 17,7                    | 26        |          |
| 26.       | 40         | 40         | 50          | 30         | 17,7                    | 20,8                    | 7         |          |
| 27.       | 5180       | 5500       | 5490        | 5850       | 4,3                     | 21,2                    | 2         |          |
| 28.       | 10         | 0          | 20          | 10         | 70,7                    | 22,6                    | 16        |          |
| 29.       | 50         | 30         | 70          | 50         | 28,3                    | 23,4                    | 14        |          |
| 30.       | 240        | 320        | 420         | 240        | 24,3                    | 24,3                    | 30        |          |
| 31.       | 5          | 10         | 15          | 10         | 35,4                    | 24,5                    | 17        |          |
| 32.       | 10         | 70         | 20          | 10         | 90,5                    | 24,7                    | 24        |          |
| 33.       | 80         | 40         | 50          | 70         | 26,4                    | 24,8                    | 43        |          |

Окончание таблицы 5.5

| № по-зиции | Реализация |            |             |            | Коэффициент вариации, % | Упорядоченный спи-сок   |            | Груп-па   |
|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------------------|-------------------------|------------|-----------|
|            | I квартал  | II квартал | III квартал | IV квартал |                         | Коэффициент вариации, % | № по-зиции |           |
| 34.        | 2900       | 3140       | 3300        | 3200       | 4,7                     | 26,4                    | 33         | Груп-па Z |
| 35.        | 90         | 130        | 170         | 140        | 21,6                    | 27,3                    | 48         |           |
| 36.        | 15         | 30         | 30          | 15         | 33,3                    | 28,3                    | 29         |           |
| 37.        | 90         | 80         | 100         | 90         | 7,9                     | 33,3                    | 36         |           |
| 38.        | 1770       | 850        | 560         | 2280       | 50,7                    | 35,4                    | 31         |           |
| 39.        | 20         | 30         | 80          | 40         | 53,6                    | 41,4                    | 9          |           |
| 40.        | 2600       | 2500       | 2700        | 2350       | 5,1                     | 43,1                    | 19         |           |
| 41.        | 90         | 80         | 60          | 90         | 15,3                    | 48,3                    | 3          |           |
| 42.        | 310        | 330        | 300         | 320        | 3,5                     | 50,7                    | 35         |           |
| 43.        | 300        | 550        | 390         | 570        | 24,8                    | 50,7                    | 38         |           |
| 44.        | 100        | 110        | 90          | 100        | 7,1                     | 53,6                    | 39         |           |
| 45.        | 130        | 180        | 150         | 190        | 14,7                    | 59,1                    | 18         |           |
| 46.        | 150        | 240        | 240         | 210        | 17,5                    | 64,9                    | 20         |           |
| 47.        | 530        | 580        | 420         | 470        | 12,1                    | 69,8                    | 5          |           |
| 48.        | 25         | 25         | 40          | 20         | 27,3                    | 70,7                    | 28         |           |
| 49.        | 1500       | 2200       | 1600        | 1800       | 15,1                    | 90,5                    | 32         |           |
| 50.        | 290        | 340        | 350         | 390        | 10,4                    | 113,2                   | 23         |           |

График, отображающий группы XYZ-анализа, изображен на рисунке 5.3.

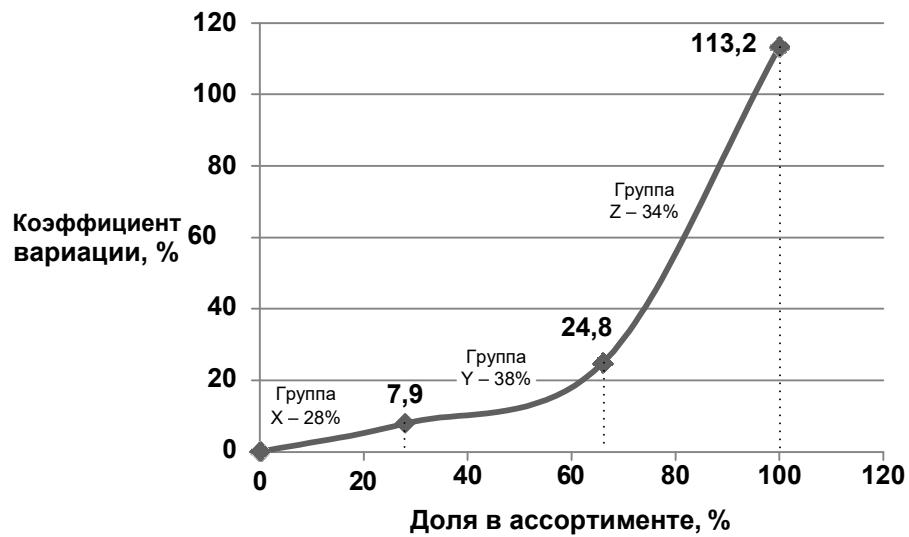


Рисунок 5.3 – Кривая XYZ-анализа

По итогам анализа ABC и анализа XYZ строится матрица ABC–XYZ (таблица 5.6), после чего выделяются товарные позиции, требующие наиболее тщательного контроля.

Таблица 5.6

*Матрица ABC–XYZ*

|   | X                     | Y  | Z   |
|---|-----------------------|--|---|
| A | 27, 8, 34, 40, 11, 10 | 49, 25                                   | 38, 3   |
| B | 1, 12, 42, 13, 4, 22  | 47, 6, 43, 50, 30, 46, 2,<br>45          | 19  |
| C | 44, 37                | 35, 14, 41, 15, 16, 21,<br>7, 17, 24, 26 | 33, 9, 29, 39, 18, 5, 20,<br>32, 48, 36, 28, 23, 31 |

Для товарных позиций, входящих в группы AX, AY, AZ, следует выработать и применять индивидуальные технологии управления запасами, поскольку, согласно классификации ABC, небольшая по численности группа А связывает в запасах значительную часть (80%) финансовых средств. Например, для позиций, входящих в группу AX, необходимо рассчитать оптимальный размер заказа и рассмотреть возможность применения технологии «точно в срок», объем реализации по этим позициям относительно стабилен во времени. Позиции же, входящие в группу AZ, необходимо контролировать ежедневно. В связи с большими колебаниями спроса необходимо предусмотреть достаточный для их сглаживания страховой запас.

Планирование запасов по позициям, входящим в группы CX, CY, CZ, может осуществляться на более длительный период (например, на квартал) с еженедельной или ежемесячной проверкой наличия запаса на складе. Это обусловлено тем, что данные запасы «замораживают» сравнительно небольшую часть денежных средств, а колебания спроса на эти позиции значительны.

Достаточно сложным вопросом является управление запасами по позициям, входящим в группы BX, BY, BZ. Запасы по этим позициям составляют небольшую, но значимую группу. Относительно колебаний спроса также сложно сделать какие-либо определенные выводы. Вообще, управление запасами по этим позициям может осуществляться как по одинаковым, так и по индивидуальным технологиям.

### Практическая работа № 3 (6ч)

Тема: Организация и управление снабжением

В теории управления запасами разработаны две основные системы управления:

- система управления запасами с фиксированным размером заказа;
- система управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами.

#### *Система управления запасами с фиксированным размером заказа*

Основной параметр системы – размер заказа. Он строго фиксирован и не меняется ни при каких условиях работы системы. Определение размера заказа является первой задачей, которая решается при работе с данной системой управления запасами.

В отечественной практике сложилась ситуация, когда размер заказа зачастую определяется на основе частных организационных соображений, например, исходя из затрат на транспортировку или возможности загрузки складских помещений. Между тем в

системе с фиксированным размером заказа объем закупки должен быть не только организационно, но и экономически обоснованным.

Поскольку проблема управления запасами рассматривается в логистической системе, то критерием оптимизации должен быть минимум совокупных затрат на хранение запасов и возобновление заказа. Данный критерий учитывает три фактора, действующих на величину совокупных затрат:

- 1) используемая площадь складских помещений,
- 2) издержки на хранение запасов,
- 3) стоимость оформления заказа и оплата заказанной продукции.

Эти факторы тесно взаимосвязаны между собой, причем направление их взаимодействия не одинаково. Желание максимально сократить затраты на хранение запасов вызывает рост затрат на оформление

заказов и оплату заказанной продукции. Экономия затрат на возобновление заказа компенсирует потери, связанные с содержанием излишних складских помещений и, кроме того, снижает уровень обслуживания потребителей. При максимальной загрузке складских помещений значительно увеличиваются затраты на хранение запасов, растет риск появления неликвидных запасов. Задача оптимизации совокупных затрат позволяет найти компромисс между этими факторами и обеспечить наиболее выгодное их сочетание (рисунок 5.4).

Для определения размера заказа в системе управления запасами с фиксированным размером заказа можно воспользоваться расчетами по формулам Уилсона (5.1) и учесть организационные и другие факторы. Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным размером заказа целесообразно представить в виде таблицы 5.7.

Таблица 5.7

*Параметры системы управления запасами с фиксированным размером заказа*

| № п/п | Показатель   | Порядок расчета            |
|-------|--|----------------------------|
| 1     | Потребность, шт.                                   | -                          |
| 2     | Оптимальный размер заказа, шт.                     | -                          |
| 3     | Время поставки, дни                                | -                          |
| 4     | Возможная задержка поставки, дни                   | -                          |
| 5     | Ожидаемое дневное потребление, шт./день            | [1] : [число рабочих дней] |
| 6     | Срок расходования заказа, дни                      | [2] : [5]                  |
| 7     | Ожидаемое потребление за время поставки, шт.       | [3] x [5]                  |
| 8     | Максимальное потребление за время поставки, шт.    | ([3] + [4]) x [5]          |
| 9     | Гарантийный запас, шт.                             | [8] – [7]                  |
| 10    | Пороговый уровень запаса, шт.                      | [9] + [7]                  |
| 11    | Максимально желательный запас, шт.                 | [9] + [2]                  |
| 12    | Срок расходования запаса до порогового уровня, дни | ([11] – [10]) : [5]        |

*Исходными данными для расчета параметров системы являются:*

- 1) объем потребности в заказываемом продукте, шт.;
- 2) оптимальный размер заказа, шт.;
- 3) время поставки, дни;
- 4) возможная отсрочка поставки, дни.

*Расчетными параметрами системы являются:*

- 1) гарантийный запас, шт.;
- 2) пороговый уровень запаса, шт.;
- 3) максимальный желательный запас, шт.

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

*Пороговый уровень запаса (точка возобновления заказа – ROP)* 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 – *максимально желательный запас*. В отличие от предыдущих двух параметров он не имеет непосредственного воздействия на функционирование системы в целом. Этот уровень запаса определяется для контроля и поддержания целесообразной загрузки площадей с точки зрения критерия минимизации совокупных затрат.

Рассмотрим пример работы системы с фиксированным размером заказа.

### **Пример 5.3**

Рассчитать параметры системы управления с фиксированным размером заказа, если известно, что годовая потребность в заказываемом продукте составляет 200 000 кг, а оптимальный размер заказа – 40 000 кг. Время поставки, указанное в договоре поставки, составляет 15 дней, возможная задержка поставки – 3 дня, число рабочих дней в году – 250 дней.

*Решение.*

Расчеты параметров системы представлены в таблице 5.8.

Таблица 5.8

*Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным размером заказа*

| № строки | Показатели      | Порядок расчета  | Результат расчета |
|----------|-----------------|--|-------------------|
| 1        | Потребность, кг | Исходные данные (определяются на основе плана производства или реализации) | 200 000           |

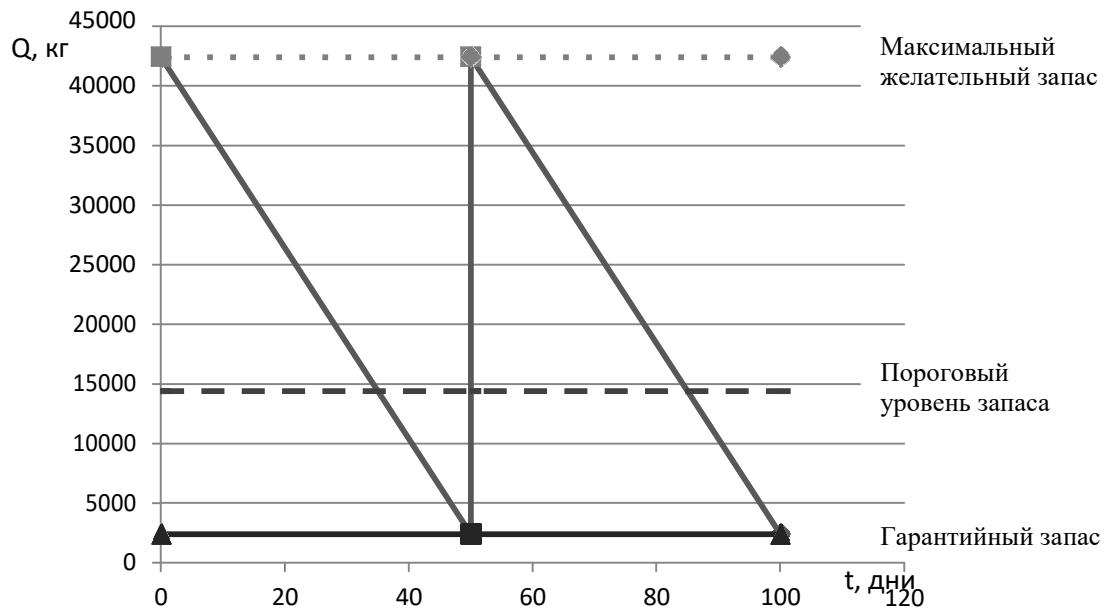
Окончание таблицы 5.8

| № строки | Показатели   | Порядок расчета   | Результат расчета |
|----------|--|---|-------------------|
| 2        | Оптимальный размер заказа, кг                      | по формуле Уилсона  | 40 000            |
| 3        | Время поставки, дни                                | Исходные данные ( <i>обычно указываются в договоре на поставку</i> )  | 15                |
| 4        | Возможная задержка поставки, дни                   | Исходные данные ( <i>рекомендуется брать разумное наибольшее время, на которое может быть задержка поставки</i> ) | 3                 |
| 5        | Ожидаемое дневное потребление, кг/день             | [1] : [количество рабочих дней]   | 800               |
| 6        | Срок расходования заказа, дни                      | [2] : [5]   | 50                |
| 7        | Ожидаемое потребление за время поставки, кг        | [3] x [5]   | 12 000            |
| 8        | Максимальное потребление за время поставки, кг     | ([3] + [4]) x [5]   | 14 400            |
| 9        | Гарантийный запас, кг                              | [8] – [7]   | 2 400             |
| 10       | Пороговый уровень запаса, кг                       | [9] + [7]   | 14 400            |
| 11       | Максимальный желательный запас, кг                 | [9] + [2]   | 42 400            |
| 12       | Срок расходования запаса до порогового уровня, дни | ([11] – [10]) : [5]   | 35                |

Все параметры модели управления запасами с фиксированным размером заказа рассчитаны в этой таблице таким образом, что при соблюдении заданных границ исходных данных за время выполнения заказа запас снижается с порогового (14 400 кг) до страхового (2 400 кг) уровня запаса.

При получении поставки в срок фиксированный размер заказа (40 000 кг) восполняет запас до желательного максимального уровня (42 400 кг). При наличии сбоев поставок бездефицитность обслуживания потребления обеспечивает страховой запас.

Графическая работа системы с фиксированным размером заказа представлена на рисунке 5.5.



*Рисунок 5.5 – Идеальная модель пополнения и расходования запаса в системе с фиксированным размером заказа*

Классическая модель управления запасами с фиксированным размером заказа работает автоматически, т.е. без привлечения специалистов для принятия решений о восполнении запаса, с гарантией отсутствия дефицита запаса только в случае постоянного потребления запаса. В условиях колебания потребности, так же как и при колебании времени выполнения заказа и времени задержки поставки, для обеспечения отсутствия дефицита запаса необходима доработка классического алгоритма фиксированного размера заказа.

#### *Система управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами*

В системе с фиксированным интервалом времени между заказами заказы делаются в строго определенные равные моменты времени.

Определить интервал времени между заказами можно на основе учета размера заказа, принятого в качестве оптимального (см. формулу 5.1).

Расчет интервала времени между заказами можно производить следующим образом:

$$I = N : \frac{S}{q_{\text{опт}}},$$

где  $N$  – число рабочих дней в году, дни;

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

$q_{opt}$  – оптимальный размер заказа, шт.

Полученный с помощью формулы интервал времени между заказами не является обязательным. Он может быть скорректирован на основе экспертных оценок. Например, при получении расчетном результате в 4 дня можно установить интервал в 5 дней, чтобы делать заказы один раз в неделю. Порядок расчета всех параметров системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами представлен в таблице 5.9.

Таблица 5.9

*Параметры системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами*

| №<br>п/п | Показатель                                      | Порядок расчета                 |
|----------|---|---------------------------------|
| 1        | Потребность, шт.                                |                                 |
| 2        | Интервал времени между заказами, дни            |                                 |
| 3        | Время поставки, дни                             |                                 |
| 4        | Возможная задержка поставки, дни                |                                 |
| 5        | Ожидаемое дневное потребление, шт./день         | [1] : [количество рабочих дней] |
| 6        | Ожидаемое потребление за время поставки, шт.    | [3] x [5]                       |
| 7        | Максимальное потребление за время поставки, шт. | ([3] + [4]) x [5]               |
| 8        | Гарантийный запас, шт.                          | [7] – [6]                       |
| 9        | Максимально желательный запас, шт.              | [8] + [2] x [5]                 |
| 10       | Размер заказа, шт.                              | [9] – текущий запас + [6]       |

*Исходными данными для расчета параметров системы являются:*

- 1) потребность в заказываемом продукте, шт.,
- 2) интервал времени между заказами, дни,
- 3) время поставки, дни,
- 4) возможная задержка поставки, дни.

*Расчетными параметрами системы являются:*

- 1) гарантийный запас, шт.;
- 2) максимальный желательный запас, шт.;
- 3) размер заказа, шт.

Обычно системы с фиксированным интервалом времени между заказами используются в трех случаях.

Первый – когда в компании не существует автоматической корректировки (пополнения) уровней запасов, а обычно имеется персонал, который вручную проверяет уровни запасов всех выделенных единиц хранения и определяет, какие из этих запасов близки к истощению. Такая работа выполняется регулярно.

Второй случай – когда поставщики предлагают компании значительные скидки при размещении своих заказов через определенные фиксированные интервалы времени. Поскольку выгоды от скидок превышают выгоды использования модели  $EOQ$ , компания предпочитает последней систему управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами.

Наконец, в третьем случае компания осуществляет закупки на условиях *FOB* (англ. *Free On Board* – франко борт, буквально – бесплатно на борт судна) – и пытается всегда, когда возможно, использовать для доставки собственный парк грузовых автомобилей. Например, если один из грузовиков фирмы регулярно возвращается порожним из пункта, расположенного недалеко от поставщика материальных ресурсов, на завод компании, то она может решить закупать материальные ресурсы на условиях поставки *FOB* и перевозить их на собственном грузовике.

Сравнение систем управления запасами с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами приводит к выводу о наличии у них недостатков и преимуществ (таблица 5.10).

Таблица 5.10

#### *Сравнение эффективности основных систем управления запасами*

| <i>Система</i>                                    | <i>Результат</i>   | <i>Затраты</i>   |
|---|--|--|
| С фиксированным размером заказа                   | Более низкий уровень максимального желательного запаса                                   | Ведение постоянного контроля уровня запасов на складе  |
|   | Экономия затрат на содержание запасов на складе за счет сокращения площадей под запасами |  |
| С фиксированным интервалом времени между заказами | Отсутствие постоянного контроля уровня запасов на складе                                 | Высокий уровень максимального желательного запаса<br>Повышение затрат на содержание запасов на складе за счет увеличения площадей под запасами |

*Система с фиксированным размером заказа* требует непрерывного учета текущего запаса на складе. Это приводит к повышению затрат. Однако максимальный желательный запас в этой системе всегда будет меньше, чем в системе с фиксированным интервалом времени между заказами. Это приводит к экономии затрат на содержание запасов на складе за счет сокращения площадей, занимаемых запасами.

*Система с фиксированным интервалом времени* между заказами требует лишь периодического контроля уровня запаса. Это приводит к завышению уровня максимального желательного запаса по сравнению с системой с фиксированным размером заказа, но сокращает затраты в связи с использованием системы.

## **Контрольные вопросы и задания**

### *Контрольные вопросы*

1. В каких целях создаются запасы?
2. Назовите факторы повышения уровня запасов.
3. Какие существуют концепции управления запасами?
4. Как можно классифицировать запасы?
5. В чем смысл метода ABC-анализа запасов? Что является критерием разделения запасов на группы в соответствие с этим методом?
6. В чем заключается метод XYZ-анализа запасов? Что является критерием разделения запасов на группы в соответствие с этим методом?
7. Назовите состав затрат, связанных с управлением запасами.
8. Как можно определить оптимальный размер запаса?
9. Какие существуют модели управления запасами? Как рассчитываются параметры этих систем?
10. Назовите достоинства и недостатки систем с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами?

### *Контрольные задания*

#### **Задание 5.1**

По данным таблицы 5.11 определить оптимальный размер заказа, рассчитать параметры системы с фиксированным размером заказа и фиксированным интервалом времени между заказами.

Таблица 5.11

*Исходные данные для расчета параметров системы управления запасами*

| Вариант | План выпуска изделий, шт./год | Количество комплектующих на одно изделие, шт. | Стоимость подачи заказа, руб. | Цена единицы комплектующего изделия, руб. | Стоимость содержания на складе, % от цены |
|---------|-------------------------------|---|-------------------------------|---|---|
| 1       | 750                           | 2   | 250                           | 600                                       | 10  |
| 2       | 600                           | 3   | 300                           | 350                                       | 15  |
| 3       | 360                           | 5   | 400                           | 400                                       | 20  |
| 4       | 400                           | 4   | 200                           | 380                                       | 12  |
| 5       | 520                           | 3   | 500                           | 450                                       | 15  |
| 6       | 240                           | 6   | 200                           | 200                                       | 10  |
| 7       | 340                           | 4   | 350                           | 160                                       | 14  |
| 8       | 280                           | 5   | 250                           | 650                                       | 20  |
| 9       | 220                           | 7   | 300                           | 300                                       | 25  |
| 10      | 540                           | 3   | 450                           | 280                                       | 30  |
| 11      | 780                           | 2   | 400                           | 430                                       | 18  |
| 12      | 330                           | 5   | 200                           | 300                                       | 20  |
| 13      | 360                           | 4   | 350                           | 400                                       | 30  |
| 14      | 420                           | 3   | 250                           | 500                                       | 10  |
| 15      | 500                           | 4   | 450                           | 600                                       | 20  |

### Задание 5.2

По данным таблицы 5.12 реализовать методы ABC и XYZ- анализа запасов.

Таблица 5.12

*Среднегодовые запасы и ежеквартальные объемы продаж*

| № позиции | Среднегодовой запас по позиции, тыс. руб. | Реализация за: |            |             |            |
|-----------|---|----------------|------------|-------------|------------|
|           |   | I квартал      | II квартал | III квартал | IV квартал |
| 1         | 40  | 20             | 0          | 5           | 30         |
| 2         | 590                                       | 150            | 160        | 180         | 150        |
| 3         | 200                                       | 40             | 70         | 50          | 60         |
| 4         | 1820                                      | 500            | 520        | 380         | 420        |
| 5         | 110                                       | 50             | 0          | 10          | 60         |
| 6         | 760                                       | 220            | 180        | 240         | 160        |
| 7         | 60  | 30             | 0          | 20          | 40         |
| 8         | 12450                                     | 2850           | 3200       | 3100        | 2900       |
| 9         | 180                                       | 50             | 40         | 70          | 40         |
| 10        | 1080                                      | 280            | 380        | 190         | 200        |
| 11        | 90  | 10             | 30         | 30          | 80         |
| 12        | 340                                       | 70             | 80         | 90          | 60         |
| 13        | 4230                                      | 700            | 1600       | 600         | 800        |

Окончание таблицы 5.12

| № позиции | Среднегодовой запас по позиции, тыс. руб. | Реализация за: |            |             |            |
|-----------|---|----------------|------------|-------------|------------|
|           |   | I квартал      | II квартал | III квартал | IV квартал |
| 14        | 30  | 5              | 10         | 10          | 40         |
| 15        | 280                                       | 50             | 100        | 40          | 60         |
| 16        | 1260                                      | 350            | 450        | 230         | 240        |
| 17        | 50  | 20             | 30         | 20          | 5          |
| 18        | 130                                       | 40             | 40         | 50          | 30         |
| 19        | 240                                       | 60             | 80         | 90          | 50         |
| 20        | 80  | 20             | 40         | 40          | 20         |
| 21        | 5640                                      | 1420           | 1450       | 1500        | 1370       |
| 22        | 160                                       | 30             | 50         | 30          | 70         |
| 23        | 460                                       | 110            | 150        | 180         | 150        |
| 24        | 20  | 5              | 30         | 0           | 5          |
| 25        | 990                                       | 270            | 260        | 230         | 160        |

Практическая работа №4 (6ч)

Тема: Управление материальными потоками в производстве

**Цель занятия:** формирование у обучающихся навыков решения задач производственной логистики.

**Задание 1.** Компания производит и распространяет по каталогу механические часы. Две модели часов K36 и M21 используют один и тот же часовой механизм R1. Так как эти механизмы при длительной работе выходят из строя, существует их независимый размещенный спрос на 100 шт. в неделю.

Обе модели часов собираются в минимальных для запуска производства количествах, а часовые механизмы получают от внешнего поставщика в размерах минимальной поставки.

Данные о потребности в часах на плановый период приведены в табл. 7, а необходимая дополнительная информация для решения - в табл. 8.

Требуется определить, когда оформлять заказы на поставку часов и часовых механизмов. Результаты по модели часов K36 представить в табл. 9. (данные по модели часов M21 также свести в таблицу).

Таблица 7

Потребность в модели часов

| Модель часов | Потребность в модели часов по неделям планового периода, шт. |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
|              | 1-ая   | 2-ая | 3-ая | 4-ая | 5-ая | 6-ая | 7-ая | 8-ая |
| K36          | 100  | 150  | 120  | 150  | 100  | 90   | 110  | 120  |
| M21          | 200  | 200  | 200  | 200  | 200  | 200  | 200  | 200  |

Таблица 8  
Дополнительная информация

| Модель часов      | Минимальное количество для запуска в производство, шт. | Длительность цикла производства, число недель | Имеющийся запас, шт.     | Плановая поставка, шт.                   |
|-------------------|--|---|--------------------------|--|
| K36               | 350  | 2   | 400                      | —  |
| M21               | 600  | 1   | 500                      | 600 во 2-ю неделю                        |
| Механизм часов RI | 1000   | Цикл поставки - 2 недели                      | 900, страховой запас 200 | Потребность в запчастях 100 шт. в неделю |

Таблица 9  
Ведомость для часов модели K36

| Модель часов K36                         | Плановый период, недели |     |     |     |     |     |     |     |
|--|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|  | 1-я                     | 2-я | 3-я | 4-я | 5-я | 6-я | 7-я | 8-я |
| Запланированная общая потребность, шт.   | 100                     | 150 | 120 | 100 | 90  | 110 | 120 | -   |
| Запланированные поставки, шт.            |                         |     |     |     |     |     |     |     |
| Имеющееся количество, 400 шт.            | 300                     |     |     |     |     |     |     |     |
| Планируемые производственные заказы, шт. |                         |     |     |     |     |     |     |     |

**Задание 2.** ООО «Грол» занимается комплектацией и сборкой корпусной мебели. Для комплектации столов она закупает ножки (4 шт. на стол) и столешницы. Время выполнения заказов на ножки и столешницы составляет соответственно 2 и 3 недели, а сборка - одну неделю. Фирма получила заказ на 20 столов, которые должны быть доставлены в 5-ю неделю периода планирования и 40 столов - в 7-ю неделю периода планирования. В настоящее время у неё в запасе имеется 2 готовых стола, 40 ножек и 22 столешницы. Когда компания должна отправлять заказы на поставку ей комплектующих? Решение по каждому компоненту представить в виде таблиц.

Таблица 10

#### Планирование кухонных столов

| Неделя              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Валовая потребность |   |   |   |   |   |   |   |
| Исходный запас      |   |   |   |   |   |   |   |
| Чистая потребность  |   |   |   |   |   |   |   |
| Начало сборки       |   |   |   |   |   |   |   |
| Плановое завершение |   |   |   |   |   |   |   |

Таблица 11

#### Уровень планирования «Ножки»

| Неделя              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Валовая потребность |   |   |   |   |   |   |   |
| Исходный запас      |   |   |   |   |   |   |   |
| Чистая потребность  |   |   |   |   |   |   |   |
| Заказ               |   |   |   |   |   |   |   |
| Плановое завершение |   |   |   |   |   |   |   |

Таблица 12. Уровень планирования  
«Столешницы»

| Неделя              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Валовая потребность |   |   |   |   |   |   |   |
| Исходный запас      |   |   |   |   |   |   |   |
| Чистая потребность  |   |   |   |   |   |   |   |
| Заказ               |   |   |   |   |   |   |   |
| Плановое завершение |   |   |   |   |   |   |   |

**Задание 3.** Ответить на вопросы.

1. Каково содержание, цели и задачи производственной логистики?
2. Перечислите требования к организации и управлению материальными потоками.
3. «Толкающая» и «тянущая» системы организации производства: их различие и применение.
4. Что собой представляет информационная система «KANBAN», ее роль при организации системы «точно в срок».
5. Что понимается под критическим объемом производства, как его определить?
6. Как определить минимальный объем производства, при котором вложенные средства окупятся за жизненный цикл проекта?
7. Каковы основные виды взаимодействия между закупочной логистикой и производством?

Практическая работа №5 (6ч)  
Тема:Логистика распределения

Следует заметить, что логистика складирования занимается не управлением складом, а управлением товарными потоками, проходящими через склад.

Главная стратегическая проблема в логистике складирования – формирование складской сети. На данном этапе планирования предприятие практически создает оптимальную логистическую систему, которая, с одной стороны, должна обеспечить минимальные затраты, связанные с продвижением грузопотока до конечного потребителя, а с другой – гарантированное обслуживание каждого клиента на необходимом для него уровне. Этот этап также можно назвать этапом макропроектирования.

*Стратегия формирования складской сети* требует решения сле-

дующих основных задач:

- *выбор стратегии складирования запасов* связан с выбором формы собственности складов;
- *определение числа складов*, обеспечивающих обслуживание всего региона при бесперебойном снабжении клиентов;
- *размещение складской сети* как региона, так и конкретного места расположения каждого склада;
- *выбор форм снабжения складов в складской сети* (централизованное или децентрализованное).

Вторая проблема логистики складирования связана с формированием складского хозяйства и инфраструктуры. На этом этапе решается вопрос микропроектирования, включающего разработку генплана, структуры складских зон и их объемно-планировочных решений.

*Залогом эффективного функционирования складского хозяйства является:*

- *разработка схемы генплана складов,*
- *правильный выбор вида склада* (здания или сооружения);
- *расчет мощности склада* с учетом перспективы развития фирмы;
- *оптимальный выбор системы складирования*, обеспечивающей максимальное использование складских мощностей при условии минимизации общих затрат на ее создание.

*Управление логистическим процессом на складе* является особой задачей в рамках логистики складирования, решение которой связано с:

- *обеспечением управления логистическим процессом на складе;*
- *координацией со смежными службами*, обеспечивающими продвижение продукции через склад (службы закупки, маркетинга, продаж и т.д.);
- *организацией грузопереработки на складе.*

Материальный поток в логистической системе компании- производителя товара от источника сырья до конечного потребителя проходит три функциональные области логистики, каждая из которых характеризуется наличием складов определенного вида.

Во-первых, *область снабжения* производства материальными ресурсами: склады материальных ресурсов (сырья, материалов, комплектующих, вспомогательных материалов и т.п.).

Во-вторых, *область поддержки производства*, функцией которой является обеспечение непрерывного функционирования производственно-технологического цикла внутри предприятия: склады материальных ресурсов, инструментов, незавершенного производства (промежуточной продукции), остатков и отходов, склады готовой продукции.

В-третьих, *область распределения* готовой продукции: склады готовой продукции (распределительно-производственные, оптовых компаний и т.п.).

В большинстве случаев функциональные области логистики начинаются и заканчиваются складами. Склад одновременно является границей этих областей и соединительным элементом движения материальных потоков между звенями логистической системы.

Среди задач, связанных с формированием складской сети, в соответствии с последовательностью их решения можно выделить:

- определение формы собственности склада;
- определение числа складов и размещение складской сети;
- выбор места расположения склада;
- определение вида и размеров склада;
- разработка системы складирования;
- разработка логистического процесса на складе.

Основными причинами использования складов в логистической системе можно считать следующие:

- координация и выравнивание спроса и предложения в снабжении и распределении (за счет создания страховых и сезонных запасов продукции);
- снижение логистических издержек при транспортировке (за счет формирования оптимальных партий доставки);

- максимальное удовлетворение потребительского спроса;
- создание условий для активной стратегии продаж;
- расширение географии рынка;
- бесперебойное снабжение конечных потребителей и организация у них товарных запасов;
- гибкая политика обслуживания, в частности, в системах с независимым спросом.

Поясним эти преимущества на *примере*, характеризующем преимущества складирования при консолидации отправок.

Предположим, имеются четыре фирмы – производители продукции, соответственно: A, B, C, D. Проанализируем изменения затрат при распределении их продуктов потребителям в двух вариантах:

- без складирования;
- со складированием (консолидацией) продуктов в одном дистрибутивном центре.

Исходные данные и результаты сравнительных расчетов логистических издержек в распределении приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1

*Пример потенциального снижения затрат при складировании*

| <i>I вариант: без складирования</i> |                   |   |   |  |  |  |  |
|-------------------------------------|-------------------|---|---|--|--|--|--|
| Фирмы-производители                 | Вес отправки (кг) |   | Транспортный тариф за доставку (долл./100 кг) |  | Суммарные транспортные расходы (долл.) |  |  |
| 1                                   | 2                 | 3 |   |  | 4 = 2 x 3                              |  |  |
| A                                   | 10000             |   | 2,00  |  | 200                                    |  |  |
| B                                   | 8000              |   | 1,80  |  | 133                                    |  |  |
| C                                   | 15000             |   | 3,40  |  | 510                                    |  |  |
| D                                   | 7000              |   | 1,60  |  | 112                                    |  |  |
| <b>Итого</b>                        | <b>40000</b>      |   | -   |  | <b>966</b>                             |  |  |

| <i>II вариант: со складированием</i> |                   |   |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------|-------------------|---|--|--|--|--|--|
| Фирмы-производители                  | Вес отправки (кг) | Тариф за доставку до дистрибуторского центра (долл./100 кг) | Общие затраты до дистрибуторского центра (долл.) | Затраты на складирование (консолидацию), долл. | Тариф от дистрибуторского центра до потребителя (долл./100 кг) | Общие затраты от дистрибуторского центра (долл.) | Тотальные логистические издержки (долл.) |
| 1                                    | 2                 | 3   | 4 = 2 x 3  | 5  | 6  | 7 = 2 x 6  | 8 = 4 + 5 + 7                            |
| A                                    | 10000             | 0,75  | 75   | 10   | 1,00   | 100  | 185                                      |
| B                                    | 8000              | 0,60  | 48   | 8  | 1,00   | 80   | 136                                      |
| C                                    | 15000             | 1,20  | 180  | 15   | 1,00   | 150  | 345                                      |
| D                                    | 7000              | 0,50  | 35   | 7  | 1,00   | 70   | 112                                      |
| <b>Итого</b>                         | <b>40000</b>      |   |  |  |  |  | <b>778</b>                               |

Из рассмотренного примера видно, что при складировании (в дис- трибуторском центре) для консолидации продукции производителей общие логистические издержки ниже.

Склады в рамках логистической системы выполняют следующие основные функции (рисунок 6.1).



Рисунок 6.1 – Функции складов

*Выравнивание интенсивности материальных потоков* (т.е. изменение объема перерабатываемого груза в единицу времени) предполагает, что склад должен играть не просто роль буфера между поставщиком и потребителем, но и гибко реагировать на изменения спроса путем манипулирования размерами соответствующей партии поставки.

*Преобразование складом ассортимента материального потока в соответствии со спросом* означает создание необходимого ассортимента для выполнения заказов клиентов. Особое значение данная функция приобретает в распределительной логистике, где торговый ассортимент включает огромный перечень товаров различных производителей, отличающихся по функциям, размеру, форме, цвету и т.д. Создание нужного ассортимента на складе позволяет эффективно выполнять заказы потребителей и осуществлять более частые поставки в объеме, необходимом клиенту.

*Концентрация и хранение запасов* позволяет выравнивать разницу между производством (выпуском) продукции и ее потреблением и осуществлять непрерывное производство и снабжение на базе создаваемых товарных запасов. В распределительной системе хранение товаров

необходимо для выравнивания сезонных колебаний в потреблении и гибкого реагирования на любые изменения потребительского спроса. Стремление к максимальному повышению уровня обслуживания клиентов требует значительного увеличения запасов на складе поставщика.

*Сглаживание асинхронности производственного процесса* – функция производственных складов, а именно складов незавершенного производства (промежуточной продукции). Речь идет о выравнивании асинхронных моментов между технологическими и организационными процессами, а также между отдельными рабочими операциями производственного процесса.

*Унитизация партии отгрузки* связана с тем, что многие потребители заказывают со складов партии «меньше, чем вагон» или «меньше, чем трейлер», что значительно увеличивает издержки, связанные с доставкой таких грузов, так как тариф перевозчика на такую отправку обычно существенно выше, чем на отправку транзитной нормы, т.е. при полном использовании грузоподъемности (грузовместимости) транспортного средства. Для сокращения транспортных расходов склад может осуществлять функцию консолидации (унитизацию) небольших партий грузов для нескольких клиентов до полной загрузки транспортного средства.

*Среди основных услуг склада можно выделить четыре группы:*

1) *материальные* – связаны с выполнением операций по повышению технологической готовности продукции к производственному потреблению согласно заказам потребителей в системе снабжения. Например, нарезка, раскрой, расфасовка в мелкую тару, подбор комплектов, составление колеров красок и другие услуги. В системе распределения эта группа услуг связана с подготовкой товара к продаже и приданием ему товарного вида;

2) *организационно-коммерческие* – направлены на повышение эффективности процессов товарно-денежного обмена, включают реализацию излишних материальных ценностей путем перераспределения, в том числе на комиссионных началах, реализацию промышленных отходов предприятий, сдачу на прокат (в аренду) оборудования, техники, аппаратуры и т.д.;

3) *складские* – связаны с выполнением операций собственно складирования за плату, приемом материальных ценностей на временное хранение, сдачей в аренду складских площадей;

4) *транспортно-экспедиторские* – связаны с доставкой грузов клиентам своим или арендованным транспортом.

Одно из важных решений, которое должна принять компания в сфере складского хозяйства – это выбор организационной формы управления складом. Компания должна выбрать: иметь собственный склад или воспользоваться услугами склада общего пользования, арендовать в нем требуемые площади (объемы).

Выбор между организацией собственного склада и использованием для размещения запаса склада общего пользования относится к классу решений «сделать или купить».

Процесс принятия такого решения включает в себя следующие этапы.

*Этап 1.* В системе координат строится график функции  $F(Q)$ , характеризующий зависимость затрат по хранению товаров на наемном складе от объема грузооборота:

$$F(Q) = C_1 \cdot D_{sym} \cdot \frac{3 \cdot Q}{D_p \cdot q}$$

где  $C_{сут}$  – суточная стоимость использования 1 м<sup>2</sup> грузовой пло- щади наемного склада, руб.;

$З$  – размер запаса, дней оборота;

$Q$  – годовой грузооборот, т/год;

$Д_k$  – число дней хранения запасов на наемном складе за год (ка- лендарных);

$Д_p$  – число рабочих дней в году;

$q$  – удельная нагрузка на 1 м<sup>2</sup> площади при хранении на наемном складе, т/м<sup>2</sup>.

График функции  $F_1(Q)$  строится из предположения, что она носит линейных характер.

*Этап 2.* Строится график функции  $F_2(Q)$ , показывающий зависи- мость суммарных затрат на хранение товаров на собственном складе:

$$F_2(Q) = F_{nep}(Q) + F_{nocm}(Q)$$

где  $F_{nep}(Q)$  – зависимость затрат на грузопереработку на собствен- ном складе от объема грузооборота;

$F_{пост}(Q)$  – зависимость условно-постоянных затрат собственного склада от объема грузооборота.

Функция  $F_{nep}(Q)$  – принимается линейной и определяется с учетом расценок за выполнение логистических операций:

$$F_{nep}(Q) = Q \cdot d \cdot D_p$$

где  $d$  – суточная стоимость обработки 1 т грузопотока на складе, руб./т.

График функции  $F_{пост}(Q)$  параллелен оси абсцисс, так как посто- янные затраты  $C_{пост}$  не зависят от грузооборота.

Сюда относятся: амортизация техники  $C_{аморт}$ , оплата электроэнер- гии  $C_{эл}$ , заработка платы управленческого персонала и специалистов  $C_{зп}$ .

*Этап 3.* На пересечении графиков функций  $F_1(Q)$  и  $F_2(Q)$  находят абсциссу точки  $Q_{без}$ , в которой затраты на хранение запаса на собствен- ном складе равны расходам за пользование услугами наемного склада. Эта точка называется «грузооборотом безразличия».

Также точку «грузооборота безразличия» натуральном измерении можно найти по формуле:

$$Q_{без} = \frac{Q \cdot F_{nocm}(Q)}{F_1(Q) - F_{nep}(Q)}$$

*Этап 4.* При грузообороте большем, чем  $Q_{без}$  рассчитывается срок окупаемости капитальных вложений в организацию собственного скла- да:

$$t_{окуп} = \frac{KB}{F(Q) - F(Q_{без})}$$

где КВ – капитальные вложения, необходимые для организации собственного склада, руб.

### **Пример 6.1**

Торговая компания считается крупным посредником на рынке оптовой торговли. С целью завоевания новых рынков сбыта руководство решило открыть филиал в соседнем регионе.

Необходимо определить целесообразность строительства собственного склада, если прогнозируемый годовой грузооборот будущего склада составит 10000 т, длительность нахождения товарных запасов на складе – 29 дней. На строительство склада предполагается выделить 1500 тыс. руб., постоянные затраты, связанные с функционированием склада, составляют 750 тыс. руб., стоимость обработки 1 т грузопотока – 0,7 руб. в сутки.

Анализ рынка складских услуг данного региона показал, что средняя стоимость использования 1 кв. м грузовой площади наемного

склада составляет 3,9 руб. в сутки. Количество рабочих дней склада – 254, год не высокосный. Нормативный срок окупаемости капитальных вложений составляет 6-7 лет.

#### *Решение*

1. Построим график функции  $F_1(Q)$ , показывающий зависимость затрат, связанных с хранением товарной продукции на наемных складах, от грузооборота (рисунок 6.2):

$$F_1(0) = 0 \text{ тыс. у. д. е.}$$

$$F_1(10\ 000) = 3,9 * 365 * \frac{29 * 10\ 000}{245 * 0,5} = 3251 \text{ тыс. руб.}$$

2. График функции переменных затрат строится по следующим данным:

$$F_{\text{перем}}(10\ 000) = 10\ 000 * 0,7 * 254 = 1778 \text{ тыс. руб.}$$

3. Постоянные затраты не зависят от объема грузооборота и, следовательно:

$$F_{\text{пост}}(0) = 750 \text{ тыс. руб.}$$

$$F_{\text{пост}}(10\ 000) = 750 \text{ тыс. руб.}$$

4. График общих затрат на функционирование собственного склада строится исходя из следующих данных:

$$F_2(0) = 750 \text{ тыс. руб.}$$

$$F_2(10\ 000) = 2528 \text{ тыс. руб.}$$

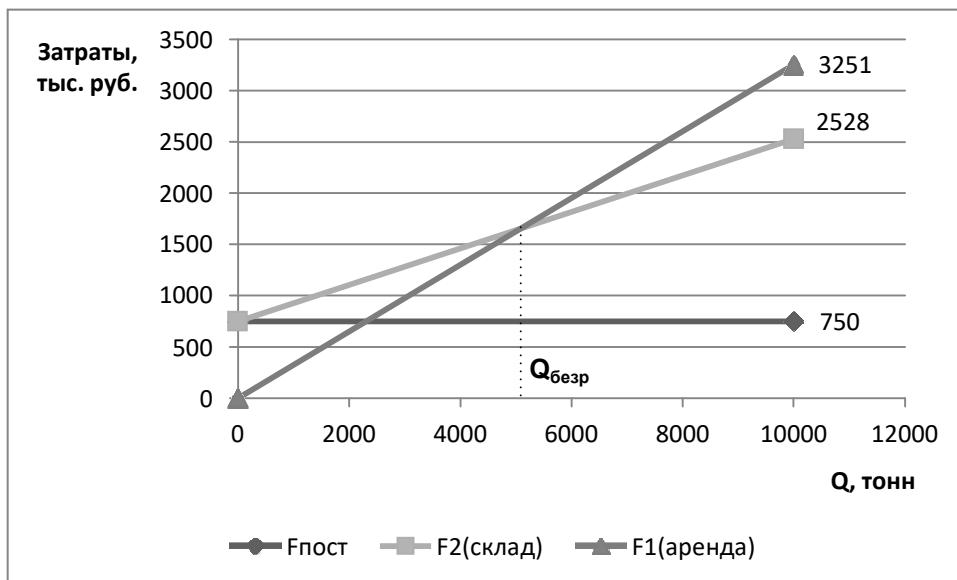


Рисунок 6.2 – Выбор формы собственности склада

На пересечении графиков функций  $F_1(Q)$  и  $F_2(Q)$  находим точку «грузооборота безразличия», примерное значение которой составляет 5000 т.

Более точно данное значение можно получить по формуле:

$$Q_{\text{безр}} = \frac{10\ 000 * 750}{3251 - 1778} = 5092 \text{ т.}$$

Так как прогнозируемый грузооборот почти в 2 раза больше «гру- зооборота безразличия», можно сделать вывод о целесообразности строительства собственного склада.

Данный вывод подтверждает расчет срока окупаемости данного склада:

$$t_{\text{окуп}} = \frac{1500}{3251 - 2528} = 2,1 \text{ года}$$

Таким образом, реальный срок окупаемости капитальных вложений в строительство нового склада составляет немногим более двух лет.

## Контрольные вопросы и задания

### *Контрольные вопросы*

1. Каковы основные задачи логистики складирования?
2. Какие виды складов проходит материальный поток?
3. Каковы основные задачи формирования складской сети предприятия?
4. В чем заключается алгоритм формирования складской сети?
5. Какие существуют типы складских сооружений? Что такое грузовой терминал?
6. Как можно классифицировать склады?
7. Какие преимущества дает складирование?
8. Каковы основные функции склада в логистической системе?
9. Каковы логистические издержки, связанные с функционированием складских систем?
10. Как можно оценить эффективность логистического процесса на складе?

### *Контрольные задания*

#### **Задание 6.1**

Руководство торговой компании рассматривает организацию собственного склада. Результаты анализа рынка складских услуг и прогнозируемый грузооборот склада, а также капитальные вложения в организацию собственного склада представлены в таблице 6.2. При расчете числа рабочих дней взять 254, год не високосный.

Таблица 6.2

#### *Данные анализа рынка складских услуг*

| Номер варианта | Ссут, руб. | Q, тыс. т | З, дн. | q, т/кв.м | d, руб./т | Спост, тыс. руб. | КВ, тыс. руб. |
|----------------|------------|-----------|--------|-----------|-----------|------------------|---------------|
| 1              | 5,3        | 10        | 27     | 0,5       | 1,2       | 850              | 450           |
| 2              | 5,8        | 11        | 25     | 0,45      | 1,3       | 935              | 495           |
| 3              | 6,4        | 12        | 30     | 0,68      | 1,5       | 1029             | 545           |
| 4              | 7,1        | 13        | 31     | 0,57      | 1,6       | 1131             | 599           |
| 5              | 7,8        | 15        | 32     | 0,63      | 1,8       | 1244             | 659           |
| 6              | 8,5        | 16        | 21     | 0,4       | 1,9       | 1369             | 725           |
| 7              | 9,4        | 18        | 28     | 0,5       | 2,1       | 1506             | 797           |
| 8              | 8,9        | 17        | 29     | 0,6       | 2,0       | 1431             | 757           |
| 9              | 8,5        | 16        | 27     | 0,56      | 1,9       | 1359             | 719           |
| 10             | 8,1        | 15        | 26     | 0,55      | 1,8       | 1291             | 684           |
| 11             | 9,4        | 18        | 23     | 0,44      | 2,1       | 1520             | 805           |
| 12             | 10,5       | 20        | 31     | 0,56      | 2,4       | 1687             | 893           |
| 13             | 10,1       | 19        | 33     | 0,68      | 2,3       | 1617             | 855           |
| 14             | 9,7        | 18        | 31     | 0,64      | 2,2       | 1549             | 820           |
| 15             | 9,3        | 17        | 30     | 0,63      | 2,1       | 1485             | 787           |

## Раздел 2

# Практическая работа №1

Тема: Основные понятия и сущность производственной логистики

**Цель занятия:** изучить модель оптимизации месторасположения распределительного склада оптовой фирмы путем наложения сетки координат на географическую карту мест расположения фирмы, поставщиков и клиентов.

**Задание 1.** По исходным данным, представленным в табл. 1 и 2, определить общие затраты на транспортировку грузов от поставщиков П1, П2, П3, П4 и П5 на склад оптовой фирмы. Оценить общие затраты на доставку грузов со склада фирмы клиентам К1, К2 и К3. Рассчитать координаты оптимального месторасположения склада и принять решение о строительстве нового склада или аренде действующего склада на обслуживаемой территории.

Таблица 1

| Показатели                                     | A  | B  | C  | D  | E  |
|--|----|----|----|----|----|
| Объем груза, закупаемого у поставщика П1, тонн | 80 | 82 | 83 | 84 | 85 |

|  |     |     |     |     |     |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| Объем груза, закупаемого у поставщика П2, тонн | 100 | 103 | 104 | 105 | 106 |
| Объем груза, закупаемого у поставщика П3, тонн | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 |
| Объем груза, закупаемого у поставщика П4, тонн | 100 | 102 | 103 | 104 | 105 |
| Объем груза, закупаемого у поставщика П5, тонн | 150 | 153 | 154 | 155 | 156 |
| Объем груза, реализуемого клиенту К1, тонн     | 200 | 201 | 202 | 203 | 204 |
| Объем груза, реализуемого клиенту К2, тонн     | 230 | 232 | 233 | 234 | 235 |
| Объем груза, реализуемого клиенту К3, тонн     | 300 | 301 | 302 | 303 | 304 |

Таблица 2

| Показатели                                   | П1 | П2 | П3 | П4 | П5 | К1  | К2 | К3  |
|--|----|----|----|----|----|-----|----|-----|
| Транспортный тариф для поставщиков, руб./ткм | 6  | 5  | 4  | 5  | 6  |     |    |     |
| Транспортный тариф для клиентов, руб./ткм    |    |    |    |    |    | 8   | 6  | 7   |
| Расстояние от 0,0 до поставщика по оси X     | 70 | 60 | 50 | 40 | 90 |     |    |     |
| Расстояние от 0,0 до поставщика по оси Y     | 50 | 90 | 70 | 60 | 80 |     |    |     |
| Расстояние от 0,0 до клиента по оси X, км    |    |    |    |    |    | 100 | 80 | 120 |
| Расстояние от 0,0 до клиента по оси Y, км    |    |    |    |    |    | 110 | 70 | 90  |

**Методические указания:**

1. Общие затраты на транспортировку грузов от поставщиков на склад фирмы с учетом расстояния по оси X, руб.:

$$TCn_x = \sum Tn_i Lni Qni \quad (i \text{ изменяется от } 1 \text{ до } 5),$$

где  $Tn_i$  - транспортный тариф для  $i$ -го поставщика;  $Lni$  - расстояние от начала координат до точки, обозначающей месторасположение  $i$ -го поставщика по оси X (Y);  $Qni$  - вес груза, закупаемого у  $i$ -го поставщика.

2. Общие затраты на транспортировку грузов от поставщиков на склад фирмы с учетом расстояния по оси Y, руб.:

$$TCn_y = \sum Tn_i Lni Qni.$$

3. Общие затраты на транспортировку грузов от поставщиков на склад фирмы без учета расстояния по оси X и Y, руб.:

$$TCn = \sum Tn_i Qni.$$

4. Общие затраты на транспортировку грузов со склада фирмы клиентам с учетом расстояния по оси X, руб.:

$$TC_{Kx} = \sum T_{Ki} L_{Ki} Q_{Ki} (i \text{ изменяется от } 1 \text{ до } 3),$$

где  $T_{Ki}$  - транспортный тариф для  $i$ -го клиента;  $L_{Ki}$  - расстояние от начала координат до точки, обозначающей месторасположение  $i$ -го клиента по оси  $X$  ( $Y$ );  $Q_{Ki}$  - вес груза, реализуемого  $i$ -му клиенту.

5. Общие затраты на транспортировку грузов со склада фирмы клиентам с учетом расстояния по оси  $Y$ , руб.:

$$TC_{Ky} = \sum T_{Ki} L_{Ki} Q_{Ki}.$$

6. Общие затраты на транспортировку грузов со склада фирмы клиентам без учета расстояния по оси  $X$  и  $Y$ , руб.:

$$TC_K = \sum T_{Ki} Q_{Ki}.$$

7. Координаты оптимального месторасположения распределительного центра, км:

$$\begin{aligned} Mx &= (TC_{n_x} + TC_{Kx}) / \\ &(TC_n + TC_K), My = (TC_{n_y} \\ &+ TC_{Ky}) / (TC_n + TC_K). \end{aligned}$$

**Задание 2.** Определите место расположения распределительного склада путем расчета координат центра тяжести грузопотоков и сделайте чертеж к заданию.

Таблица 3.

| № магазина | X, км | Y, км | Грузооборот, т/мес. |
|------------|-------|-------|---------------------|
| 1          | 120   | 19    | 10                  |
| 2          | 45    | 73    | 20                  |
| 3          | 65    | 27    | 20                  |
| 4          | 28    | 23    | 35                  |

**Задание 3.** Фирма, занимаясь реализацией продукции на рынках сбыта К1, К2, К3, имеет постоянных поставщиков П1, П2, П3, П4, П5 в различных регионах. Увеличение объема продаж заставляет фирму поднять вопрос о строительстве нового распределительного склада, обеспечивающего продвижение товара на новые рынки и бесперебойное снабжение своих клиентов. Тариф для поставщиков на перевозку продукции на склад составляет 50 руб./км, а тарифы для клиентов на перевозку продукции со склада равны: для К1 - 45 руб./км, для К2 - 40 руб./км, для К3 - 42 руб./км. Поставщики осуществляют среднюю партию поставки в размере: П1 - 150 т, П2 - 75 т, П3 - 125 т, П4 - 100 т, П5 - 150 т. Партия поставки при реализации клиентам равна: К1 - 300 т, К2 - 250 т, К3 - 150. С учетом географической карты сбыта расположения поставщиков и регионов сбыта, были обнаружены координаты, представленные в таблице 4.

Таблица 4.

| Координаты | Клиенты |     |     | Поставщики |     |     |     |     |
|------------|---------|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----|
|            | K1      | K2  | K3  | П1         | П2  | П3  | П4  | П5  |
| X          | 0       | 300 | 550 | 150        | 275 | 400 | 500 | 600 |
| Y          | 575     | 500 | 600 | 125        | 300 | 275 | 100 | 550 |

Определите оптимальное расположение склада. Решение показать графически.

Система измерителей материалопотока состоит из трех параметров: транспортной массы  $M$ , транспортного пути  $L$  и транспортного времени  $T$ . Транспортная масса может выражаться скаляром и вектором. При скаляре масса находится в состоянии покоя, а при векторе известно направление передвижения массы. Вариантом обозначения транспортной массы может быть объем перевозок ( $Q$ ).

Из трех основных параметров ( $M$ ,  $L$ ,  $T$ ) для отдельных потоков образуются производные измерители, такие как транспортная работа  $M \cdot L$  или отнесенная ко времени величина транспортной массы  $M/T$ . Последний показатель может выражаться в двух значениях, таких как мощность потока и мощность источника.

*Мощность потока* – это количество транспортной массы, проходящее в единицу времени в определенном пункте или через определенное сечение транспортного пути в определенном направлении.

*Мощность источника* – это отдача источником транспортной массы в единицу времени, или, другими словами, разгрузка источника.

Взаимосвязи и различия между мощностью потока и мощностью источника становятся понятными, если перевозки нескольких районов представить шахматной таблицей или таблицей «вход-выход» (таблица 1.5).

Таблица 1.5

*Таблица материалопотоков*

|                    | A    | B    | C    | D    | Отправление (вывоз), Т |
|--------------------|------|------|------|------|------------------------|
| A                  | 200  | 400  | 600  | 1000 | 2200                   |
| B                  | 600  | 400  | 800  | 200  | 2000                   |
| C                  | 1000 | 200  | 1200 | 400  | 2800                   |
| D                  | 1400 | 1000 | 200  | 200  | 2800                   |
| Получено (ввоз), Т | 3200 | 2000 | 2800 | 1800 | 9800                   |

Из таблицы видно, что существуют материалопотоки местного сообщения (из A в A, из B в B и т. д.), т. е. источники и пункты назначения (стоки) находятся внутри района отправления (источника).

В остальных клетках таблицы (из A в B, из A в C и т. д.) приведены данные о межрайонных материалопотоках, которые определены во

всех случаях не только их величиной, но и начальными и конечными пунктами, т. е. направлением. Эти данные имеют признаки векторов. Как видно, материалопоток в направлении А–В (400 т) не равен потоку в направлении В–А (600 т). Следовательно, можно определить коэффициент неравномерности материалопотока ( $K_n$ ):

$$K_n = Q_{\max}/Q_{\min},$$

где  $Q_{\max}$  – максимальный материалопоток в определенном направлении;

$Q_{\min}$  – минимальный материалопоток в этом же направлении. Расчеты

коэффициента показывают, что в направлении В–А перевозят в 1,5 раза больше груза, чем в направлении А–В.

Если рассматривать материальные потоки в месте их возникновения, то они будут называться отправлением, а доставка продукции в район назначения (столбец) – ввозом (получение). Первые определяют мощность источника, а вторые – мощность стока (ввоз продукции).

Эпюра представляет собой графическое изображение материалопотока на данном участке трассы. При помощи эпюры создается наглядная схема перемещения грузов между пунктами отправления и назначения, определяется транспортная работа, устанавливается наиболее выгодное расположение стоянок транспорта.

Особое значение эпюра материалопотока имеет для разработки маршрутов работы транспорта, обеспечивая наибольшую производительность транспортных средств и снижение стоимости доставки продукции.

Показатели, которые рассчитываются при построении эпюры материалаопотока:

$$\begin{aligned} P &= Q \cdot l_{cp}; \\ l_{cp} &= TP / Q; \\ K_n &= Q_{\max} / Q_{\min}, \end{aligned}$$

где  $Q$  – объем перевозки в разных направлениях, т;

$l_{cp}$  – среднее расстояние перевозки, км;

$l_{zp}$  – груженый пробег, км;

TP – транспортная работа (грузооборот), ткм.

#### **Пример 1.4**

Данные объема перевозок между пунктом отправления и назначения приведены в таблице 1.6. Построить эпюру материалопотока, если расстояние между пунктами, км:

A–Б (Б–А) – 15 км; Б–В (В–Б) – 20 км; В–Г (Г–В) – 30 км.

Таблица 1.6

*Исходные данные для построения эпюры материалопотока*

| Пункты отправления, T | Объем перевозок, T |     |     |     | Отправлено (вывоз), T |  |
|-----------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----------------------|--|
|                       | Пункты назначения  |     |     |     |                       |  |
|                       | А                  | Б   | В   | Г   |                       |  |
| А                     | =                  | 200 | 300 | 400 | 900                   |  |
| Б                     | 100                | =   | 200 | 300 | 600                   |  |
| В                     | 200                | 300 | =   | 100 | 600                   |  |
| Г                     | 300                | 100 | 200 | =   | 600                   |  |
| Получено (ввоз), Г    | 600                | 600 | 700 | 800 | 2700                  |  |

*Решение*

При построении эпюры мы имеем два направления продвижения материалопотока (АГ и ГА). Условимся, что вверх от нулевой отметки мы будем откладывать то направление, которое имеет наибольший объем перевозок по сравнению с другим.

1. Определяем объем перевозок в направлениях:

Направление АГ:  $Q_{AG} = Q_{AB} + Q_{AB} + Q_{AG} + Q_{BB} + Q_{BG} + Q_{VG} = 200 + 300 + 400 + 200 + 300 + 100 = 1500$  т.

Направление ГА:  $Q_{GA} = Q_{GA} + Q_{GB} + Q_{GV} + Q_{VA} + Q_{VB} + Q_{BA} = 300 + 100 + 200 + 200 + 300 + 100 = 1200$  т.

Так как  $A_G > G_A$ , т. е.  $1500 > 1200$ , то направление АГ откладывается вверху.

Общий объем перевозок:  $Q_{o6} = Q_{AG} + Q_{GA} = 1500 + 1200 = 2700$  т.

2. Определяем транспортную работу в направлениях:

Направление АГ:

$P_{AG} = 200 \cdot 15 + 300 \cdot 35 + 400 \cdot 65 + 200 \cdot 20 + 300 \cdot 50 + 100 \cdot 30 = 61\,500$  ткм.

Направление ГА:

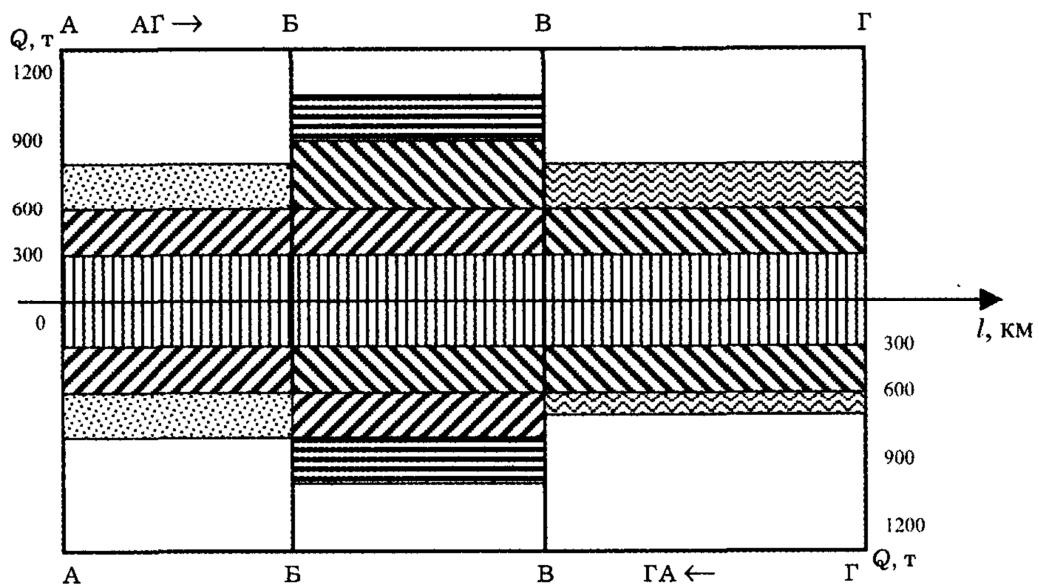
$P_{GA} = 300 \cdot 65 + 100 \cdot 50 + 200 \cdot 30 + 200 \cdot 35 + 300 \cdot 20 + 100 \cdot 15 = 44\,000$  ткм.

Общая транспортная работа:

$P_{o6} = P_{AG} + P_{GA} = 61\,500 + 44\,000 = 105\,500$  ткм.

Среднее расстояние перевозки:  $I_{cp} = P_{o6} / Q_{o6} = 105\,500 / 2700 = 39,0$  км.

После расчета показателей, построим эпюры материалопотока (рисунок 1.5).



*Рисунок 1.5 – Эпюра материалопотока*

Эпюра строится в координатах «объем перевозки – расстояние». «Объем перевозки»  $Q$ , т, откладывается по оси ординат, а «расстояние перевозки»  $l$ , км, – по оси абсцисс. Эпюра строится в соответствии с выбранным масштабом.

Для удобства построения начинают с объема перевозок, идущего от пункта А к пункту Г, т. е. с самого дальнего. Полученное пространство между осевой и проведенной линией заштриховывается. Затем откладывается объем перевозок из А в пункт Б, т. е. 300 т. Откладываем не от 0, а от объема, который имеется на данном участке. Полученное пространство также заштриховывается. Аналогично откладываются и следующие объемы перевозок. Нижняя часть эпюры строится таким же способом, что и верхняя.

Грузопотоки могут быть также изображены в виде схемы. Схемы грузопотоков строятся с использованием карты района перевозок, на которой нанесены пункты или микрорайоны отправления и назначения груза, т.е. грузообразующие и грузопоглощающие точки.

Грузопотоки могут также иметь вид картограммы. *Картограмма* – это графическое изображение грузопотоков на карте по действительным путям перемещения грузов.

При помощи схем и эпюр создается наглядная схема перемещения грузов, определяется транспортная работа в тонно-километрах (которая равна площади грузопотоков в масштабе), устанавливается, наиболее выгодное расположение стоянки автотранспорта или автохозяйства,

чтобы непроизводительные пробеги из гаража к месту работы или обратно были минимальными.

Особое значение имеют схемы, эпюры, картограммы грузопотоков для разработки маршрутов работы транспорта, обеспечивающих наибольшую производительность транспортных средств и снижение стоимости доставки.

## **Контрольные вопросы и задания**

### *Контрольные вопросы*

1. Как возник термин «логистика»? Существует ли общее (стандартное) определение логистики? Какова современная трактовка понятия «логистика» с позиций бизнеса?
2. Что является объектом исследования и управления в логистике? Что является предметом исследования в логистике?
3. Что такое материальный поток и каковы его основные характеристики?
4. Что такое сопутствующие потоки с позиций логистики и каковы их основные характеристики?
5. Что такое логистическая операция? От чего зависит степень детализации операций в логистике?
6. Что такое логистические функции и как они классифицируются? Почему логистические функции разделяются на ключевые и поддерживающие? Как можно их охарактеризовать?
7. Что такое функциональные области логистики?
8. Что такое логистические системы и как можно их классифицировать?
9. Что такое подсистема? звено? элемент логистической системы? Какова роль «третьей стороны» в логистике?
10. Что такое логистическая цепь? логистический канал? логистическая сеть? логистический процесс? логистический цикл?

### *Контрольные задания*

#### **Задание 1.1**

На нефтегазодобывающем предприятии одну из статей себестоимости продукции составляют затраты на воду. При этом часть этих затрат представляет собой постоянную величину и включает в себя затраты на обслуживание территории и вспомогательных помещений, а другая часть – переменная, включает затраты на ППД.

Практическая работа №2 (29ч)

Тема: Складская логистика

**Цель занятия:** изучить методику расчета общей площади помещений для хранения товаров.

**Задание 1.** Рассчитать необходимую площадь склада. Укрупненные показатели расчетных нагрузок на 1м на участках приемки и комплектации представлены в таблице 5. Показатели для расчета площади склада представлены в таблице 6. На складе работают 4 сотрудника и 1 заведующий складом.

Таблица 5

| № варианта | Наименование товарной группы                         | Средняя нагрузка в т/м <sup>2</sup> при высоте укладки 1 м<br>(вес одного м <sup>3</sup> товара в упаковке, т) |
|------------|--|--|
| 1.         | Консервы мясные                                      | 0,85   |
| 2.         | Консервы рыбные                                      | 0,71   |
| 3.         | Сахар  | 0,75   |
| 4.         | Кондитерские изделия                                 | 0,50   |
| 5.         | Чай натуральный                                      | 0,32   |
| 6.         | Мука   | 0,70   |
| 7.         | Крупа и бобовые                                      | 0,55   |
| 8.         | Макаронные изделия                                   | 0,20   |
| 9.         | Водка  | 0,50   |
| 10.        | Коньяк   | 0,50   |
| 11.        | Шампанское   | 0,30   |
| 12.        | Пиво в стеклянных бутылках по 0,5 л                  | 0,50   |
| 13.        | Б/алкагольные напитки в стеклянных бутылках по 0,5 л | 0,50   |

Таблица 6

| Показатель  | Обозначение | Единица измерения | Значение показателя |
|---|-------------|-------------------|---------------------|
| Прогноз годового товарооборота  | Q           | уд.е/год          | 5 000 000           |
| Прогноз товарных запасов  | З           | дней оборота      | 30                  |
| Коэффициент неравномерности загрузки склада   | Кн          | -                 | 1,2                 |
| Коэффициент использования грузового объема склада   | Киго        | -                 | 0,64                |
| Примерная стоимость 1 м хранимого на складе товара  | Cv          | уд.е/м куб.       | 250                 |
| Примерная стоимость 1 т хранимого на складе товара  | Ср          | уд.е/т            | 500                 |
| Высота укладки грузов на хранение (стеллаж)   | H           | м                 | 3                   |
| Доля товаров, проходящих через участок приемки  | A2          | %                 | 60                  |
| Доля товаров, подлежащих комплектации на складе   | A3          | %                 | 70                  |
| Доля товаров, проходящих через отпр. экспедицию   | A4          | %                 | 70                  |
| Укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м кв. на участках приемки и комплектования | q           | т/м кв.           | Данные из табл. 5.  |

|   |      |         |                    |
|---|------|---------|--------------------|
| Укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м кв. экспедиций | qЭ   | т/м кв. | Данные из табл. 5. |
| Время нахождения товара на участке приемки                      | tпр  | дней    | 0,5                |
| Время нахождения товара на участке комплектования               | tком | дней    | 0,5                |
| Время нахождения товара в приемочной экспедиции                 | tпэ  | дней    | 1                  |
| Время нахождения товара в отправочной экспедиции                | tоэ  | дней    | 1                  |

**Задание 2.** Величина одновременно хранимого сырья равна 1830 т, штат сотрудников - 6 человек, ширина погрузчика - 1,5 м, длина каждого из двух проездов составит 30 м, между проездами установлены стеллажи. Ширина зазора между стеллажами и транспортными средствами - 1 м, между каждым стеллажом, стенами склада и проездами имеются проходы шириной 1,5 м и длиной 30 м. определите полезную, служебную и вспомогательную площадь склада готовой продукции, если нагрузка на 1 м<sup>2</sup> площади пола равна 2,2.

### ***Методические указания:***

#### **Общая площадь помещения для хранения товаров:**

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{гр}} + S_{\text{всп}} + S_{\text{пр}} + S_{\text{км}} + S_{\text{рм}} + S_{\text{пэ}} + S_{\text{оэ}},$$

где  $S_{\text{гр}}$  - грузовая (полезная) площадь, т.е. площадь, занятая непосредственно под хранимыми товарами (стеллажами, штабелями и другими приспособлениями для хранения товаров);

$S_{\text{всп}}$  - вспомогательная площадь, т.е. площадь, занятая проездами и проходами, зазоры между поддонами, отступы грузов от стен, приборов отопления;

$S_{\text{пр}}$  - площадь участка приемки;

$S_{\text{км}}$  - площадь участка комплектования;

$S_{\text{рм}}$  - площадь рабочих мест, т.е. площадь в помещениях складов, отведенная для оборудования рабочих мест складских работников;

$S_{\text{пэ}}$  - площадь приемочной экспедиции;

$S_{\text{оэ}}$  - площадь отправочной экспедиции.

#### **Определение грузовой площади.**

Формула для расчета грузовой площади склада имеет вид:

$$S_{\text{гр}} = \frac{Q \cdot Z \cdot K_v}{254 \cdot C_v \cdot K_{\text{иго}} \cdot H},$$

где  $Q$  - прогноз годового товарооборота, руб./год;

$Z$  - прогноз величины товарных запасов (средний запас), дней оборота;

$K_h$  - коэффициент неравномерности поступления товара на склад (от 1, 2 до 1, 5);

$K_{\text{иго}}$  - коэффициент использования грузового объема склада;

$C_v$  - средняя стоимость одного кубического метра хранимого на складе товара, руб./м<sup>3</sup>;

$H$  - высота укладки грузов на хранение, м;

254 - количество рабочих дней в году.

Величины  $Q$  и  $Z$  определяются на основе прогнозных расчетов.

**Площадь проходов и проездов ( $S_{\text{всп}}$ )** определяется после принятия варианта механизации и зависит от типа использованных в технологическом процессе подъемно-транспортных машин. Если ширина рабочего коридора работающих между стеллажами машин равна ширине стеллажного оборудования, то площадь проходов и проездов будет равна грузовой площади.

Площади участков приемки и комплектования (S<sub>пр</sub> и S<sub>км</sub>) рассчитываются на основании укрупненных показателей расчетных нагрузок на 1 м<sup>2</sup> площади на участках приемки и комплектования.

Площади участков приемки и комплектования рассчитываются по следующим формулам:

$$S_{\text{пр}} = \frac{Q * K_{\text{н}} * A_2 * t_{\text{пр}}}{C_p * 254 * q * 100}, \quad S_{\text{км}} = \frac{Q * K_{\text{н}} * A_3 * t_{\text{км}}}{C_p * 254 * q * 100},$$

где Q - прогноз годового товарооборота, руб./год;

A<sub>2</sub> - доля товаров, проходящих через участок приемки склада, % (среднегодовой, или в зависимости от шкалы измерения);

A<sub>3</sub> - доля товаров, подлежащих комплектованию на складе, % (в зависимости от шкалы измерения);

q - вес 1 м укрупненные показатели расчетных нагрузок на 1 м на участках приемки и комплектования, т/м (средняя);

t<sub>пр</sub> - число дней нахождения товара на участке приемки;

t<sub>км</sub> - число дней нахождения товара на участке комплектования;

C<sub>p</sub> - примерная стоимость 1 т хранимого на складе товара, руб./т.

Площадь рабочих мест (S<sub>рм</sub>). Рабочее место заведующего складом составляет 12 м<sup>2</sup>. При штате работников склада до 3-х человек площадь служебных помещений принимается 5 м<sup>2</sup>, при штате 3-5 человек - по 4 м<sup>2</sup>, при штате более 5 человек - по 3,25 м<sup>2</sup>.

Площадь приемочной экспедиции (S<sub>пэ</sub>). Размер площади приемочной экспедиции определяют по формуле:

$$S_{\text{пэ}} = \frac{Q * t_{\text{пэ}} * K_{\text{н}}}{C_p * 365 * q_2},$$

где K<sub>н</sub> - коэффициент неравномерности поступления товара на склад (от 1,2 до 1,5);

C<sub>p</sub> - примерная стоимость 1 т хранимого на складе товара, руб./т (этую величину можно исключить из формулы).

Q - прогноз годового товарооборота, руб./год (годовое поступление товаров на склад);

t<sub>пэ</sub> - число дней, в течение которых товар будет находиться в приемочной экспедиции;

q<sub>2</sub> - вес 1 м, т/м или нагрузка на 1 м площади (принимается 0,25 от средней нагрузки на 1 м<sup>2</sup> полезной площади q по складу).

Площадь отправочной экспедиции (S<sub>оэ</sub>) используется для комплектования отгрузочных партий. Размер площади определяется по формуле:

$$S_{\text{оэ}} = \frac{Q * t_{\text{оэ}} * A_4 * K_{\text{н}}}{C_p * 254 * q_3 * 100},$$

где t<sub>оэ</sub> - число дней, в течение которых товар будет находиться в отправочной экспедиции.

## Зонирование складского комплекса

**Цель занятия:** изучить методику выделения обособленных зон хранения с целью повышения эффективности работы склада.

### Задание 1.

1. На основе исходных данных, представленных в табл. 7, рассчитать среднее ежедневное количество заказов и необходимый объем (пространство) для хранения семи видов товаров, если число рабочих дней в году равно 250.

2. Определить показатель  $COI$  для каждого вида товара и распределить товары по восьми зонам хранения, если объем каждой зоны составляет 40 тыс. м<sup>3</sup>.

3. Начертить схему склада, включающую зоны приемки, хранения и отгрузки.

Таблица 7

| Товар | Показатели  | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>D</i> | <i>E</i> |
|-------|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| А     | Объем минимальной партии, м <sup>3</sup> ( <i>Q</i> ) | 6        | 5        | 4        | 3        | 2        |
| А     | Количество заказов в год ( <i>N</i> )                 | 6500     | 6400     | 6300     | 6200     | 6100     |
| А     | Средний запас ед./год ( <i>Z</i> )                    | 800      | 780      | 760      | 750      | 740      |
| Б     | Объем минимальной партии, м <sup>3</sup> ( <i>Q</i> ) | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        |
| Б     | Количество заказов в год ( <i>N</i> )                 | 15500    | 15600    | 15700    | 15800    | 16000    |
| Б     | Средний запас ед./год ( <i>Z</i> )                    | 16000    | 16100    | 16200    | 16300    | 16500    |
| В     | Объем минимальной партии, м <sup>3</sup> ( <i>Q</i> ) | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        |
| В     | Количество заказов в год ( <i>N</i> )                 | 11250    | 11500    | 11750    | 12000    | 12200    |
| В     | Средний запас ед./год ( <i>Z</i> )                    | 25000    | 25200    | 25300    | 25400    | 25500    |
| Г     | Объем минимальной партии, м <sup>3</sup> ( <i>Q</i> ) | 8        | 7        | 6        | 5        | 4        |
| Г     | Количество заказов в год ( <i>N</i> )                 | 25500    | 25400    | 25300    | 25200    | 25100    |
| Г     | Средний запас ед./год ( <i>Z</i> )                    | 18500    | 18400    | 18300    | 18200    | 18100    |
| Д     | Объем минимальной партии, м <sup>3</sup> ( <i>Q</i> ) | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        |
| Д     | Количество заказов в год ( <i>N</i> )                 | 17500    | 17400    | 17300    | 17200    | 17100    |
| Д     | Средний запас ед./год ( <i>Z</i> )                    | 12500    | 12400    | 12300    | 12200    | 12100    |
| Е     | Объем минимальной партии, м <sup>3</sup> ( <i>Q</i> ) | 5        | 4        | 3        | 2        | 1        |
| Е     | Количество заказов в год ( <i>N</i> )                 | 3500     | 3600     | 3700     | 3800     | 3900     |
| Е     | Средний запас ед./год ( <i>Z</i> )                    | 4000     | 4100     | 4200     | 4300     | 4400     |
| Ж     | Объем минимальной партии, м <sup>3</sup> ( <i>Q</i> ) | 15       | 14       | 13       | 12       | 10       |
| Ж     | Количество заказов в год ( <i>N</i> )                 | 6250     | 6400     | 6500     | 6700     | 7000     |
| Ж     | Средний запас ед./год ( <i>Z</i> )                    | 1000     | 1200     | 1300     | 1400     | 1500     |

#### Методика выполнения задания

1. Среднее ежедневное количество заказов:

$$N_{cp} = N / 250.$$

2. Необходимый объем для хранения товаров, м<sup>3</sup>:

$$V = Q Z.$$

3. Индекс экономически обоснованного объема (пространства) для хранения товаров на складе:  $COI = V / N_{cp}$ .

Проранжировать товары в порядке возрастания  $COI$ .

4. Выполнить расчеты по размещению товаров в зонах  $1X, 1Y$  (ближайших к зоне отгрузки);  $2X, 2Y; 3X, 3Y; 4X, 4Y$  (ближайших к зоне приемки), исходя из заданного объема зоны хранения. Чем меньше значение  $COI$ , тем ближе к зоне отгрузки должен размещаться данный товар.
5. Результаты расчетов оформить в виде следующей таблицы:

Таблица 8

| № зоны | Товар / объем запаса в данной зоне | Степень использования объема, % |
|--------|------------------------------------|---------------------------------|
|        |                                    | 100                             |
| ....   |                                    | ...                             |

**Задание 2.** На основе исходных данных, представленных в табл. 9, выделить наиболее значимые позиции ассортимента продукции с позиции внутристорожних перемещений и размещения его в «горячей» зоне. Груз поступает и отпускается целыми грузовыми пакетами, хранится на стеллажах в поддонах, и все операции с ним полностью механизированы. За месяц получено 945 пакетов, столько же и отпущено.

Определить возможное сокращение количества перемещений на складе.

Таблица 9

| №<br>товара | Показатели            | Варианты |     |     |     |     |
|-------------|-----------------------|----------|-----|-----|-----|-----|
|             |                       | A        | B   | C   | D   | E   |
| 1           | Отпущено пакетов, ед. | 10       | 11  | 12  | 13  | 15  |
| 2           | Отпущено пакетов, ед. | 0        | 2   | 0   | 1   | 2   |
| 3           | Отпущено пакетов, ед. | 15       | 12  | 13  | 11  | 8   |
| 4           | Отпущено пакетов, ед. | 145      | 142 | 143 | 144 | 146 |
| 5           | Отпущено пакетов, ед. | 160      | 163 | 162 | 161 | 159 |
| 6           | Отпущено пакетов, ед. | 25       | 24  | 23  | 22  | 20  |
| 7           | Отпущено пакетов, ед. | 0        | 1   | 2   | 3   | 5   |
| 8           | Отпущено пакетов, ед. | 15       | 14  | 13  | 12  | 10  |
| 9           | Отпущено пакетов, ед. | 20       | 21  | 22  | 23  | 25  |
| 10          | Отпущено пакетов, ед. | 80       | 78  | 77  | 76  | 75  |
| 11          | Отпущено пакетов, ед. | 5        | 7   | 8   | 9   | 10  |
| 12          | Отпущено пакетов, ед. | 15       | 14  | 13  | 12  | 11  |
| 13          | Отпущено пакетов, ед. | 210      | 211 | 212 | 213 | 214 |
| 14          | Отпущено пакетов, ед. | 10       | 11  | 12  | 13  | 14  |
| 15          | Отпущено пакетов, ед. | 5        | 4   | 3   | 2   | 1   |
| 16          | Отпущено пакетов, ед. | 10       | 8   | 6   | 5   | 4   |
| 17          | Отпущено пакетов, ед. | 15       | 17  | 19  | 20  | 21  |
| 18          | Отпущено пакетов, ед. | 0        | 2   | 1   | 3   | 2   |
| 19          | Отпущено пакетов, ед. | 75       | 73  | 74  | 72  | 73  |
| 20          | Отпущено пакетов, ед. | 5        | 4   | 3   | 2   | 1   |
| 21          | Отпущено пакетов, ед. | 0        | 1   | 2   | 3   | 4   |
| 22          | Отпущено пакетов, ед. | 10       | 8   | 7   | 6   | 5   |
| 23          | Отпущено пакетов, ед. | 5        | 7   | 8   | 9   | 10  |
| 24          | Отпущено пакетов, ед. | 0        | 1   | 2   | 3   | 2   |
| 25          | Отпущено пакетов, ед. | 15       | 14  | 13  | 12  | 13  |
| 26          | Отпущено пакетов, ед. | 85       | 84  | 83  | 82  | 80  |
| 27          | Отпущено пакетов, ед. | 10       | 11  | 12  | 13  | 15  |

### **Методика выполнения задания**

1. Проранжировать товары в порядке убывания отпущенных за месяц грузовых пакетов. В соответствии с принципом Парето 20/80 примерно 20% ассортимента составят значимую группу товаров, к которым обращаются часто. Их нужно разместить в «горячую» зону, приближенную к отпускной площадке. К оставшимся товарам обращаются сравнительно редко. Их можно разместить в «холодной» зоне, удаленной от отпускной площадки.

2. Упрощенная схема склада представлена в табл. 10. 27 мест хранения располагается в 3 ряда, длина 1 места хранения равна 1м. Тогда длина всей зоны хранения будет равна 9 м.

Таблица 10

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Участок приемки и  
отпуска груза

3. Для определения возможного сокращения количества перемещений на складе нужно число отпущеных грузопакетов умножить на удвоенное расстояние от места хранения до участка приемки и отпуска грузов. Принимаем допущение, что самые близкие места хранения находятся на расстоянии 1 м, следующие – на расстоянии 2 м и т.д.

4. Сравнить число перемещений при размещении пакетов в соответствии с табл. 9 и с табл.

10. Сделать выводы.

### **Основные задачи и функции логистики складирования**

Следует заметить, что логистика складирования занимается не управлением складом, а управлением товарными потоками, проходящими через склад.

Главная стратегическая проблема в логистике складирования – формирование складской сети. На данном этапе планирования предприятие практически создает оптимальную логистическую систему, которая, с одной стороны, должна обеспечить минимальные затраты, связанные с продвижением грузопотока до конечного потребителя, а с другой – гарантированное обслуживание каждого клиента на необходимом для него уровне. Этот этап также можно назвать этапом макропроектирования.

*Стратегия формирования складской сети требует решения сле-*

дующих основных задач:

- *выбор стратегии складирования запасов* связан с выбором формы собственности складов;
- *определение числа складов*, обеспечивающих обслуживание всего региона при бесперебойном снабжении клиентов;
- *размещение складской сети* как региона, так и конкретного места расположения каждого склада;
- *выбор форм снабжения складов в складской сети* (централизованное или децентрализованное).

Вторая проблема логистики складирования связана с формированием складского хозяйства и инфраструктуры. На этом этапе решается вопрос микропроектирования, включающего разработку генплана, структуры складских зон и их объемно-планировочных решений.

*Залогом эффективного функционирования складского хозяйства является:*

- *разработка схемы генплана складов,*
- *правильный выбор вида склада* (здания или сооружения);
- *расчет мощности склада* с учетом перспективы развития фирмы;
- *оптимальный выбор системы складирования*, обеспечивающей максимальное использование складских мощностей при условии минимизации общих затрат на ее создание.

*Управление логистическим процессом на складе* является особой задачей в рамках логистики складирования, решение которой связано с:

- *обеспечением управления логистическим процессом на складе;*
- *координацией со смежными службами*, обеспечивающими продвижение продукции через склад (службы закупки, маркетинга, продаж и т.д.);
- *организацией грузопереработки на складе.*

Материальный поток в логистической системе компании- производителя товара от источника сырья до конечного потребителя проходит три функциональные области логистики, каждая из которых характеризуется наличием складов определенного вида.

Во-первых, *область снабжения* производства материальными ресурсами: склады материальных ресурсов (сырья, материалов, комплектующих, вспомогательных материалов и т.п.).

Во-вторых, *область поддержки производства*, функцией которой является обеспечение непрерывного функционирования производственно-технологического цикла внутри предприятия: склады материальных ресурсов, инструментов, незавершенного производства (промежуточной продукции), остатков и отходов, склады готовой продукции.

В-третьих, *область распределения* готовой продукции: склады готовой продукции (распределительно-производственные, оптовых компаний и т.п.).

В большинстве случаев функциональные области логистики начинаются и заканчиваются складами. Склад одновременно является границей этих областей и соединительным элементом движения материальных потоков между звенями логистической системы.

*Среди задач, связанных с формированием складской сети, в соответствии с последовательностью их решения можно выделить:*

- определение формы собственности склада;
- определение числа складов и размещение складской сети;
- выбор места расположения склада;
- определение вида и размеров склада;
- разработка системы складирования;
- разработка логистического процесса на складе.

*Основными причинами использования складов в логистической системе можно считать следующие:*

- координация и выравнивание спроса и предложения в снабжении и распределении (за счет создания страховых и сезонных запасов продукции);
- снижение логистических издержек при транспортировке (за счет формирования оптимальных партий доставки);

- максимальное удовлетворение потребительского спроса;
- создание условий для активной стратегии продаж;
- расширение географии рынка;
- бесперебойное снабжение конечных потребителей и организация у них товарных запасов;
- гибкая политика обслуживания, в частности, в системах с независимым спросом.

Поясним эти преимущества на *примере*, характеризующем преимущества складирования при консолидации отправок.

Предположим, имеются четыре фирмы – производители продукции, соответственно: A, B, C, D. Проанализируем изменения затрат при распределении их продуктов потребителям в двух вариантах:

- без складирования;
- со складированием (консолидацией) продуктов в одном дистрибутивном центре.

Исходные данные и результаты сравнительных расчетов логистических издержек в распределении приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1

*Пример потенциального снижения затрат при складировании*

| <i>I вариант: без складирования</i> |                   |   |   |  |  |  |  |
|-------------------------------------|-------------------|---|---|--|--|--|--|
| Фирмы-производители                 | Вес отправки (кг) |   | Транспортный тариф за доставку (долл./100 кг) |  | Суммарные транспортные расходы (долл.) |  |  |
| 1                                   | 2                 | 3 |   |  | 4 = 2 x 3                              |  |  |
| A                                   | 10000             |   | 2,00  |  | 200                                    |  |  |
| B                                   | 8000              |   | 1,80  |  | 133                                    |  |  |
| C                                   | 15000             |   | 3,40  |  | 510                                    |  |  |
| D                                   | 7000              |   | 1,60  |  | 112                                    |  |  |
| <b>Итого</b>                        | <b>40000</b>      |   | -   |  | <b>966</b>                             |  |  |

| <i>II вариант: со складированием</i> |                   |   |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------|-------------------|---|--|--|--|--|--|
| Фирмы-производители                  | Вес отправки (кг) | Тариф за доставку до дистрибуторского центра (долл./100 кг) | Общие затраты до дистрибуторского центра (долл.) | Затраты на складирование (консолидацию), долл. | Тариф от дистрибуторского центра до потребителя (долл./100 кг) | Общие затраты от дистрибуторского центра (долл.) | Тотальные логистические издержки (долл.) |
| 1                                    | 2                 | 3   | 4 = 2 x 3  | 5  | 6  | 7 = 2 x 6  | 8 = 4 + 5 + 7                            |
| A                                    | 10000             | 0,75  | 75   | 10   | 1,00   | 100  | 185                                      |
| B                                    | 8000              | 0,60  | 48   | 8  | 1,00   | 80   | 136                                      |
| C                                    | 15000             | 1,20  | 180  | 15   | 1,00   | 150  | 345                                      |
| D                                    | 7000              | 0,50  | 35   | 7  | 1,00   | 70   | 112                                      |
| <b>Итого</b>                         | <b>40000</b>      |   |  |  |  |  | <b>778</b>                               |

Из рассмотренного примера видно, что при складировании (в дис- трибуторском центре) для консолидации продукции производителей общие логистические издержки ниже.

Склады в рамках логистической системы выполняют следующие основные функции (рисунок 6.1).



Рисунок 6.1 – Функции складов

*Выравнивание интенсивности материальных потоков* (т.е. изменение объема перерабатываемого груза в единицу времени) предполагает, что склад должен играть не просто роль буфера между поставщиком и потребителем, но и гибко реагировать на изменения спроса путем манипулирования размерами соответствующей партии поставки.

*Преобразование складом ассортимента материального потока в соответствии со спросом* означает создание необходимого ассортимента для выполнения заказов клиентов. Особое значение данная функция приобретает в распределительной логистике, где торговый ассортимент включает огромный перечень товаров различных производителей, отличающихся по функциям, размеру, форме, цвету и т.д. Создание нужного ассортимента на складе позволяет эффективно выполнять заказы потребителей и осуществлять более частые поставки в объеме, необходимом клиенту.

*Концентрация и хранение запасов* позволяет выравнивать разницу между производством (выпуском) продукции и ее потреблением и осуществлять непрерывное производство и снабжение на базе создаваемых товарных запасов. В распределительной системе хранение товаров

необходимо для выравнивания сезонных колебаний в потреблении и гибкого реагирования на любые изменения потребительского спроса. Стремление к максимальному повышению уровня обслуживания клиентов требует значительного увеличения запасов на складе поставщика.

*Сглаживание асинхронности производственного процесса* – функция производственных складов, а именно складов незавершенного производства (промежуточной продукции). Речь идет о выравнивании асинхронных моментов между технологическими и организационными процессами, а также между отдельными рабочими операциями производственного процесса.

*Унитизация партии отгрузки* связана с тем, что многие потребители заказывают со складов партии «меньше, чем вагон» или «меньше, чем трейлер», что значительно увеличивает издержки, связанные с доставкой таких грузов, так как тариф перевозчика на такую отправку обычно существенно выше, чем на отправку транзитной нормы, т.е. при полном использовании грузоподъемности (грузовместимости) транспортного средства. Для сокращения транспортных расходов склад может осуществлять функцию консолидации (унитизацию) небольших партий грузов для нескольких клиентов до полной загрузки транспортного средства.

*Среди основных услуг склада можно выделить четыре группы:*

5) *материальные* – связаны с выполнением операций по повышению технологической готовности продукции к производственному потреблению согласно заказам потребителей в системе снабжения. Например, нарезка, раскрой, расфасовка в мелкую тару, подбор комплектов, составление колеров красок и другие услуги. В системе распределения эта группа услуг связана с подготовкой товара к продаже и приданием ему товарного вида;

6) *организационно-коммерческие* – направлены на повышение эффективности процессов товарно-денежного обмена, включают реализацию излишних материальных ценностей путем перераспределения, в том числе на комиссионных началах, реализацию промышленных отходов предприятий, сдачу на прокат (в аренду) оборудования, техники, аппаратуры и т.д.;

7) *складские* – связаны с выполнением операций собственно складирования за плату, приемом материальных ценностей на временное хранение, сдачей в аренду складских площадей;

8) *транспортно-экспедиторские* – связаны с доставкой грузов клиентам своим или арендованным транспортом.

## **Выбор формы собственности склада**

Одно из важных решений, которое должна принять компания в сфере складского хозяйства» - это выбор организационной формы управления складом. Компания должна выбрать: иметь собственный склад или воспользоваться услугами склада общего пользования, арендовать в нем требуемые площади (объемы).

Выбор между организацией собственного склада и использованием для размещения запаса склада общего пользования относится к классу решений «сделать или купить».

Процесс принятия такого решения включает в себя следующие этапы.

*Этап 1.* В системе координат строится график функции  $F(Q)$ , характеризующий зависимость затрат по хранению товаров на наемном складе от объема грузооборота:

$$F(Q) = C_{\text{сут}} \cdot D_k \cdot \frac{3 \cdot Q}{D_p \cdot q}$$

где  $C_{\text{сут}}$  – суточная стоимость использования 1 м<sup>2</sup> грузовой площади наемного склада, руб.;

$3$  – размер запаса, дней оборота;

$Q$  – годовой грузооборот, т/год;

$D_k$  – число дней хранения запасов на наемном складе за год (календарных);

$D_p$  – число рабочих дней в году;

$q$  – удельная нагрузка на 1 м<sup>2</sup> площади при хранении на наемном складе, т/м<sup>2</sup>.

График функции  $F_1(Q)$  строится из предположения, что она носит линейный характер.

*Этап 2.* Строится график функции  $F_2(Q)$ , показывающий зависимость суммарных затрат на хранение товаров на собственном складе:

$$F_2(Q) = F_{\text{nep}}(Q) + F_{\text{пост}}(Q)$$

где  $F_{\text{nep}}(Q)$  – зависимость затрат на грузопереработку на собственном складе от объема грузооборота;

$F_{\text{пост}}(Q)$  – зависимость условно-постоянных затрат собственного склада от объема грузооборота.

Функция  $F_{\text{nep}}(Q)$  – принимается линейной и определяется с учетом расценок за выполнение логистических операций:

$$F_{\text{nep}}(Q) = Q \cdot d \cdot D_p$$

где  $d$  – суточная стоимость обработки 1 т грузопотока на складе, руб./т.

График функции  $F_{\text{пост}}(Q)$  параллелен оси абсцисс, так как постоянные затраты  $C_{\text{пост}}$  не зависят от грузооборота.

Сюда относятся: амортизация техники  $C_{\text{аморт}}$ , оплата электроэнергии  $C_{\text{эл}}$ , заработка платы управленческого персонала и специалистов  $C_{\text{зп}}$ .

*Этап 3.* На пересечении графиков функций  $F_1(Q)$  и  $F_2(Q)$  находят абсциссу точки  $Q_{\text{без}}$ , в которой затраты на хранение запаса на собственном складе равны расходам за пользование услугами наемного склада. Эта точка называется «грузооборотом безразличия».

Также точку «грузооборота безразличия» натуральном измерении можно найти по формуле:

$$Q_{\text{без}} = \frac{Q \cdot F_{\text{ногр}}(Q)}{F_1(Q) - F_2(Q)}$$

*Этап 4.* При грузообороте большем, чем  $Q_{\text{без}}$  рассчитывается срок окупаемости капитальных вложений в организацию собственного склада:

$$t_{\text{окуп}} = \frac{KB}{F_1(Q) - F_2(Q)}$$

где КВ – капитальные вложения, необходимые для организации собственного склада, руб.

### **Пример 6.1**

Торговая компания считается крупным посредником на рынке оптовой торговли. С целью завоевания новых рынков сбыта руководство решило открыть филиал в соседнем регионе.

Необходимо определить целесообразность строительства собственного склада, если прогнозируемый годовой грузооборот будущего склада составит 10000 т, длительность нахождения товарных запасов на складе – 29 дней. На строительство склада предполагается выделить 1500 тыс. руб., постоянные затраты, связанные с функционированием склада, составляют 750 тыс. руб., стоимость обработки 1 т грузопотока – 0,7 руб. в сутки.

Анализ рынка складских услуг данного региона показал, что средняя стоимость использования 1 кв. м грузовой площади наемного

склада составляет 3,9 руб. в сутки. Количество рабочих дней склада – 254, год не высокосный. Нормативный срок окупаемости капитальных вложений составляет 6-7 лет.

### *Решение*

5. Построим график функции  $F_1(Q)$ , показывающий зависимость затрат, связанных с хранением товарной продукции на наемных складах, от грузооборота (рисунок 6.2):

$$F_1(0) = 0 \text{ тыс. у. д. е.}$$

$$F_1(10\ 000) = 3,9 * 365 * \frac{29 * 10\ 000}{245 * 0,5} = 3251 \text{ тыс. руб.}$$

6. График функции переменных затрат строится по следующим данным:

$$F_{\text{перем}}(10\ 000) = 10\ 000 * 0,7 * 254 = 1778 \text{ тыс. руб.}$$

7. Постоянные затраты не зависят от объема грузооборота и, следовательно:

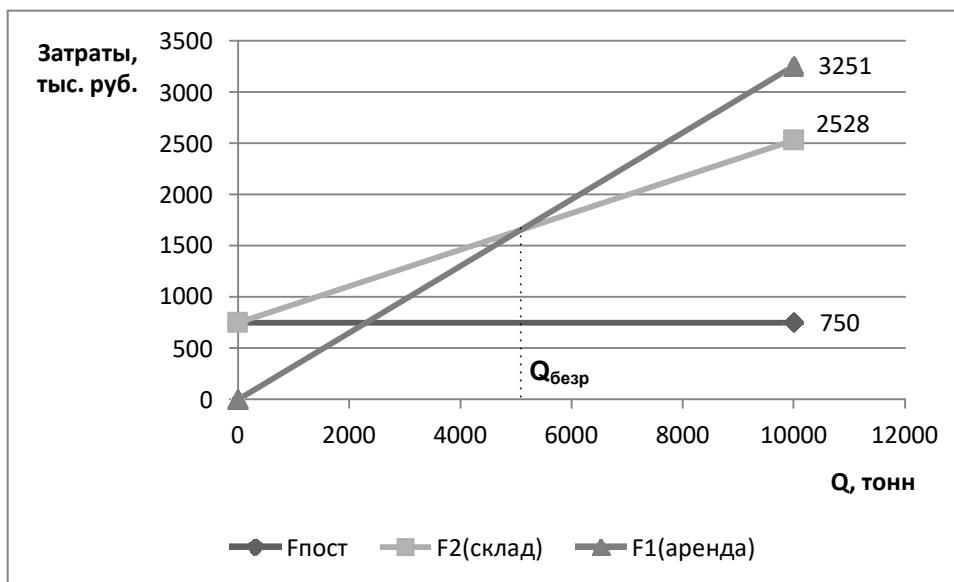
$$F_{\text{пост}}(0) = 750 \text{ тыс. руб.}$$

$$F_{\text{пост}}(10\ 000) = 750 \text{ тыс. руб.}$$

8. График общих затрат на функционирование собственного склада строится исходя из следующих данных:

$$F_2(0) = 750 \text{ тыс. руб.}$$

$$F_2(10\ 000) = 2528 \text{ тыс. руб.}$$



*Рисунок 6.2 – Выбор формы собственности склада*

На пересечении графиков функций  $F_1(Q)$  и  $F_2(Q)$  находим точку «гурооборота безразличия», примерное значение которой составляет 5000 т.

Более точно данное значение можно получить по формуле:

$$Q_{\text{без}} = \frac{10\ 000 * 750}{3251 - 1778} = 5092 \text{ т.}$$

Так как прогнозируемый гурооборот почти в 2 раза больше «гурооборота безразличия», можно сделать вывод о целесообразности строительства собственного склада.

Данный вывод подтверждает расчет срока окупаемости данного склада:

$$t_{\text{окуп}} = \frac{1500}{3251 - 2528} = 2,1 \text{ года}$$

Таким образом, реальный срок окупаемости капитальных вложений в строительство нового склада составляет немногим более двух лет.

### **Контрольные вопросы и задания**

#### *Контрольные вопросы*

11. Каковы основные задачи логистики складирования?
12. Какие виды складов проходит материальный поток?
13. Каковы основные задачи формирования складской сети предприятия?
14. В чем заключается алгоритм формирования складской сети?
15. Какие существуют типы складских сооружений? Что такое грузовой терминал?
16. Как можно классифицировать склады?
17. Какие преимущества дает складирование?
18. Каковы основные функции склада в логистической системе?
19. Каковы логистические издержки, связанные с функционированием складских систем?
20. Как можно оценить эффективность логистического процесса на складе?

#### *Контрольные задания*

##### **Задание 6.1**

Руководство торговой компании рассматривает организацию собственного склада. Результаты анализа рынка складских услуг и прогнозируемый гурооборот склада, а также капитальные вложения в организацию собственного склада представлены в таблице 6.2. При расчете числа рабочих дней взять 254, год не високосный.

Таблица 6.2

*Данные анализа рынка складских услуг*

| Номер варианта | Ссут, руб. | Q, тыс. т | З, дн. | q, т/кв.м | d, руб./т | Спост, тыс. руб. | КВ, тыс. руб. |
|----------------|------------|-----------|--------|-----------|-----------|------------------|---------------|
| 1              | 5,3        | 10        | 27     | 0,5       | 1,2       | 850              | 450           |
| 2              | 5,8        | 11        | 25     | 0,45      | 1,3       | 935              | 495           |
| 3              | 6,4        | 12        | 30     | 0,68      | 1,5       | 1029             | 545           |
| 4              | 7,1        | 13        | 31     | 0,57      | 1,6       | 1131             | 599           |
| 5              | 7,8        | 15        | 32     | 0,63      | 1,8       | 1244             | 659           |
| 6              | 8,5        | 16        | 21     | 0,4       | 1,9       | 1369             | 725           |
| 7              | 9,4        | 18        | 28     | 0,5       | 2,1       | 1506             | 797           |
| 8              | 8,9        | 17        | 29     | 0,6       | 2,0       | 1431             | 757           |
| 9              | 8,5        | 16        | 27     | 0,56      | 1,9       | 1359             | 719           |
| 10             | 8,1        | 15        | 26     | 0,55      | 1,8       | 1291             | 684           |
| 11             | 9,4        | 18        | 23     | 0,44      | 2,1       | 1520             | 805           |
| 12             | 10,5       | 20        | 31     | 0,56      | 2,4       | 1687             | 893           |
| 13             | 10,1       | 19        | 33     | 0,68      | 2,3       | 1617             | 855           |
| 14             | 9,7        | 18        | 31     | 0,64      | 2,2       | 1549             | 820           |
| 15             | 9,3        | 17        | 30     | 0,63      | 2,1       | 1485             | 787           |

**Раздел 3**

Практическая работа №1

Тема: Управление запасами и оценка стоимости товарных запасов

В теории управления запасами разработаны две основные системы управления:

- система управления запасами с фиксированным размером заказа;
- система управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами.

*Система управления запасами с фиксированным размером заказа*

Основной параметр системы – размер заказа. Он строго фиксирован и не меняется ни при каких условиях работы системы. Определение размера заказа является первой задачей, которая решается при работе с данной системой управления запасами.

В отечественной практике сложилась ситуация, когда размер заказа зачастую определяется на основе частных организационных соображений, например, исходя из затрат на транспортировку или возможности загрузки складских помещений. Между тем в системе с фиксированным размером заказа объем закупки должен быть не только организационно, но и экономически обоснованным.

Поскольку проблема управления запасами рассматривается в логистической системе, то критерием оптимизации должен быть минимум совокупных затрат на хранение запасов и возобновление заказа. Данный критерий учитывает три фактора, действующих на величину совокупных затрат:

- 4) используемая площадь складских помещений,
- 5) издержки на хранение запасов,
- 6) стоимость оформления заказа и оплата заказанной продукции.

Эти факторы тесно взаимосвязаны между собой, причем направление их взаимодействия не одинаково. Желание максимально сократить затраты на хранение запасов вызывает рост затрат на оформление

заказов и оплату заказанной продукции. Экономия затрат на возобновление заказа компенсирует потери, связанные с содержанием излишних складских помещений и, кроме того, снижает уровень обслуживания потребителей. При максимальной загрузке складских помещений значительно увеличиваются затраты на хранение запасов, растет риск появления неликвидных запасов. Задача оптимизации совокупных затрат позволяет найти компромисс между этими факторами и обеспечить наиболее выгодное их сочетание (рисунок 5.4).

Для определения размера заказа в системе управления запасами с фиксированным размером заказа можно воспользоваться расчетами по формулам Уилсона (5.1) и учесть организационные и другие факторы. Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным размером заказа целесообразно представить в виде таблицы 5.7.

Таблица 5.7

*Параметры системы управления запасами с фиксированным размером заказа*

| № п/п | Показатель   | Порядок расчета            |
|-------|--|----------------------------|
| 1     | Потребность, шт.                                   | -                          |
| 2     | Оптимальный размер заказа, шт.                     | -                          |
| 3     | Время поставки, дни                                | -                          |
| 4     | Возможная задержка поставки, дни                   | -                          |
| 5     | Ожидаемое дневное потребление, шт./день            | [1] : [число рабочих дней] |
| 6     | Срок расходования заказа, дни                      | [2] : [5]                  |
| 7     | Ожидаемое потребление за время поставки, шт.       | [3] x [5]                  |
| 8     | Максимальное потребление за время поставки, шт.    | ([3] + [4]) x [5]          |
| 9     | Гарантийный запас, шт.                             | [8] – [7]                  |
| 10    | Пороговый уровень запаса, шт.                      | [9] + [7]                  |
| 11    | Максимально желательный запас, шт.                 | [9] + [2]                  |
| 12    | Срок расходования запаса до порогового уровня, дни | ([11] – [10]) : [5]        |

*Исходными данными для расчета параметров системы являются:*

- 5) объем потребности в заказываемом продукте, шт.;
- 6) оптимальный размер заказа, шт.;
- 7) время поставки, дни;
- 8) возможная отсрочка поставки, дни.

*Расчетными параметрами системы являются:*

- 4) гарантийный запас, шт.;
- 5) пороговый уровень запаса, шт.;
- 6) максимальный желательный запас, шт.

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

*Пороговый уровень запаса (точка возобновления заказа – ROP)* 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 – *максимально желательный запас*. В отличие от предыдущих двух параметров он не имеет непосредственного воздействия на функционирование системы в целом. Этот уровень запаса определяется для контроля и поддержания целесообразной загрузки площадей с точки зрения критерия минимизации совокупных затрат.

Рассмотрим пример работы системы с фиксированным размером заказа.

### **Пример 5.3**

Рассчитать параметры системы управления с фиксированным размером заказа, если известно, что годовая потребность в заказываемом продукте составляет 200 000 кг, а оптимальный размер заказа – 40 000 кг. Время поставки, указанное в договоре поставки, составляет 15 дней, возможная задержка поставки – 3 дня, число рабочих дней в году – 250 дней.

*Решение.*

Расчеты параметров системы представлены в таблице 5.8.

Таблица 5.8

#### *Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным размером заказа*

| № строки | Показатели      | Порядок расчета  | Результат расчета |
|----------|-----------------|--|-------------------|
| 1        | Потребность, кг | Исходные данные (определяются на основе плана производства или реализации) | 200 000           |

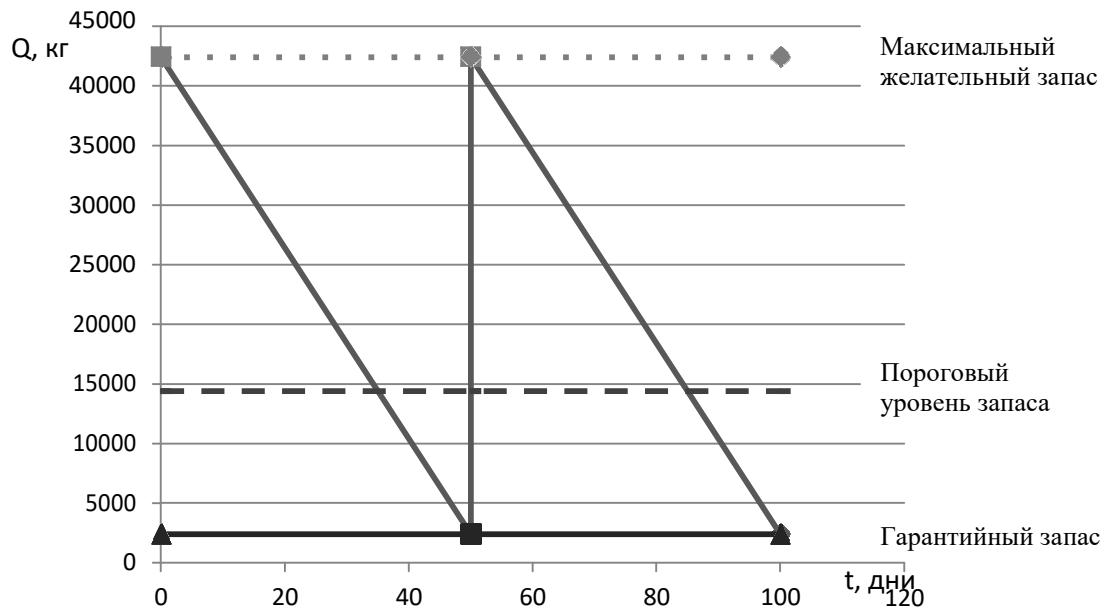
Окончание таблицы 5.8

| № строки | Показатели   | Порядок расчета   | Результат расчета |
|----------|--|---|-------------------|
| 2        | Оптимальный размер заказа, кг                      | по формуле Уилсона  | 40 000            |
| 3        | Время поставки, дни                                | Исходные данные ( <i>обычно указываются в договоре на поставку</i> )  | 15                |
| 4        | Возможная задержка поставки, дни                   | Исходные данные ( <i>рекомендуется брать разумное наибольшее время, на которое может быть задержка поставки</i> ) | 3                 |
| 5        | Ожидаемое дневное потребление, кг/день             | [1] : [количество рабочих дней]   | 800               |
| 6        | Срок расходования заказа, дни                      | [2] : [5]   | 50                |
| 7        | Ожидаемое потребление за время поставки, кг        | [3] x [5]   | 12 000            |
| 8        | Максимальное потребление за время поставки, кг     | ([3] + [4]) x [5]   | 14 400            |
| 9        | Гарантийный запас, кг                              | [8] – [7]   | 2 400             |
| 10       | Пороговый уровень запаса, кг                       | [9] + [7]   | 14 400            |
| 11       | Максимальный желательный запас, кг                 | [9] + [2]   | 42 400            |
| 12       | Срок расходования запаса до порогового уровня, дни | ([11] – [10]) : [5]   | 35                |

Все параметры модели управления запасами с фиксированным размером заказа рассчитаны в этой таблице таким образом, что при соблюдении заданных границ исходных данных за время выполнения заказа запас снижается с порогового (14 400 кг) до страхового (2 400 кг) уровня запаса.

При получении поставки в срок фиксированный размер заказа (40 000 кг) восполняет запас до желательного максимального уровня (42 400 кг). При наличии сбоев поставок бездефицитность обслуживания потребления обеспечивает страховой запас.

Графическая работа системы с фиксированным размером заказа представлена на рисунке 5.5.



*Рисунок 5.5 – Идеальная модель пополнения и расходования запаса в системе с фиксированным размером заказа*

Классическая модель управления запасами с фиксированным размером заказа работает автоматически, т.е. без привлечения специалистов для принятия решений о восполнении запаса, с гарантией отсутствия дефицита запаса только в случае постоянного потребления запаса. В условиях колебания потребности, так же как и при колебании времени выполнения заказа и времени задержки поставки, для обеспечения отсутствия дефицита запаса необходима доработка классического алгоритма фиксированного размера заказа.

#### *Система управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами*

В системе с фиксированным интервалом времени между заказами заказы делаются в строго определенные равные моменты времени.

Определить интервал времени между заказами можно на основе учета размера заказа, принятого в качестве оптимального (см. формулу 5.1).

Расчет интервала времени между заказами можно производить следующим образом:

$$I = N : \frac{S}{q_{\text{опт}}},$$

где  $N$  – число рабочих дней в году, дни;

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

$q_{opt}$  – оптимальный размер заказа, шт.

Полученный с помощью формулы интервал времени между заказами не является обязательным. Он может быть скорректирован на основе экспертных оценок. Например, при полученном расчетном результате в 4 дня можно установить интервал в 5 дней, чтобы делать заказы один раз в неделю. Порядок расчета всех параметров системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами представлен в таблице 5.9.

Таблица 5.9

*Параметры системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами*

| №<br>п/п | Показатель                                      | Порядок расчета                 |
|----------|---|---------------------------------|
| 1        | Потребность, шт.                                |                                 |
| 2        | Интервал времени между заказами, дни            |                                 |
| 3        | Время поставки, дни                             |                                 |
| 4        | Возможная задержка поставки, дни                |                                 |
| 5        | Ожидаемое дневное потребление, шт./день         | [1] : [количество рабочих дней] |
| 6        | Ожидаемое потребление за время поставки, шт.    | [3] x [5]                       |
| 7        | Максимальное потребление за время поставки, шт. | ([3] + [4]) x [5]               |
| 8        | Гарантийный запас, шт.                          | [7] – [6]                       |
| 9        | Максимально желательный запас, шт.              | [8] + [2] x [5]                 |
| 10       | Размер заказа, шт.                              | [9] – текущий запас + [6]       |

*Исходными данными для расчета параметров системы являются:*

- 5) потребность в заказываемом продукте, шт.,
- 6) интервал времени между заказами, дни,
- 7) время поставки, дни,
- 8) возможная задержка поставки, дни.

*Расчетными параметрами системы являются:*

- 4) гарантийный запас, шт.;
- 5) максимальный желательный запас, шт.;
- 6) размер заказа, шт.

Обычно системы с фиксированным интервалом времени между заказами используются в трех случаях.

Первый – когда в компании не существует автоматической корректировки (пополнения) уровней запасов, а обычно имеется персонал, который вручную проверяет уровни запасов всех выделенных единиц хранения и определяет, какие из этих запасов близки к истощению. Такая работа выполняется регулярно.

Второй случай – когда поставщики предлагают компании значительные скидки при размещении своих заказов через определенные фиксированные интервалы времени. Поскольку выгоды от скидок превышают выгоды использования модели  $EOQ$ , компания предпочитает последней систему управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами.

Наконец, в третьем случае компания осуществляет закупки на условиях *FOB* (англ. *Free On Board* – франко борт, буквально – бесплатно на борт судна) – и пытается всегда, когда возможно, использовать для доставки собственный парк грузовых автомобилей. Например, если один из грузовиков фирмы регулярно возвращается порожним из пункта, расположенного недалеко от поставщика материальных ресурсов, на завод компании, то она может решить закупать материальные ресурсы на условиях поставки *FOB* и перевозить их на собственном грузовике.

Сравнение систем управления запасами с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами приводит к выводу о наличии у них недостатков и преимуществ (таблица 5.10).

Таблица 5.10

#### *Сравнение эффективности основных систем управления запасами*

| <i>Система</i>                                    | <i>Результат</i>   | <i>Затраты</i>   |
|---|--|--|
| С фиксированным размером заказа                   | Более низкий уровень максимального желательного запаса                                   | Ведение постоянного контроля уровня запасов на складе  |
|   | Экономия затрат на содержание запасов на складе за счет сокращения площадей под запасами |  |
| С фиксированным интервалом времени между заказами | Отсутствие постоянного контроля уровня запасов на складе                                 | Высокий уровень максимального желательного запаса<br>Повышение затрат на содержание запасов на складе за счет увеличения площадей под запасами |

*Система с фиксированным размером заказа* требует непрерывного учета текущего запаса на складе. Это приводит к повышению затрат. Однако максимальный желательный запас в этой системе всегда будет меньше, чем в системе с фиксированным интервалом времени между заказами. Это приводит к экономии затрат на содержание запасов на складе за счет сокращения площадей, занимаемых запасами.

*Система с фиксированным интервалом времени* между заказами требует лишь периодического контроля уровня запаса. Это приводит к завышению уровня максимального желательного запаса по сравнению с системой с фиксированным размером заказа, но сокращает затраты в связи с использованием системы.

## **Контрольные вопросы и задания**

### *Контрольные вопросы*

11. В каких целях создаются запасы?
12. Назовите факторы повышения уровня запасов.
13. Какие существуют концепции управления запасами?
14. Как можно классифицировать запасы?
15. В чем смысл метода ABC-анализа запасов? Что является критерием разделения запасов на группы в соответствие с этим методом?
16. В чем заключается метод XYZ-анализа запасов? Что является критерием разделения запасов на группы в соответствие с этим методом?
17. Назовите состав затрат, связанных с управлением запасами.
18. Как можно определить оптимальный размер запаса?
19. Какие существуют модели управления запасами? Как рассчитываются параметры этих систем?
20. Назовите достоинства и недостатки систем с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами?

### *Контрольные задания*

#### **Задание 5.1**

По данным таблицы 5.11 определить оптимальный размер заказа, рассчитать параметры системы с фиксированным размером заказа и фиксированным интервалом времени между заказами.

Таблица 5.11

#### *Исходные данные для расчета параметров системы управления запасами*

| Вариант | План выпуска изделий, шт./год | Количество комплектующих на одно изделие, шт. | Стоимость подачи заказа, руб. | Цена единицы комплектующего изделия, руб. | Стоимость содержания на складе, % от цены |
|---------|-------------------------------|---|-------------------------------|---|---|
| 1       | 750                           | 2   | 250                           | 600                                       | 10  |

|    |     |   |     |     |    |
|----|-----|---|-----|-----|----|
| 2  | 600 | 3 | 300 | 350 | 15 |
| 3  | 360 | 5 | 400 | 400 | 20 |
| 4  | 400 | 4 | 200 | 380 | 12 |
| 5  | 520 | 3 | 500 | 450 | 15 |
| 6  | 240 | 6 | 200 | 200 | 10 |
| 7  | 340 | 4 | 350 | 160 | 14 |
| 8  | 280 | 5 | 250 | 650 | 20 |
| 9  | 220 | 7 | 300 | 300 | 25 |
| 10 | 540 | 3 | 450 | 280 | 30 |
| 11 | 780 | 2 | 400 | 430 | 18 |
| 12 | 330 | 5 | 200 | 300 | 20 |
| 13 | 360 | 4 | 350 | 400 | 30 |
| 14 | 420 | 3 | 250 | 500 | 10 |
| 15 | 500 | 4 | 450 | 600 | 20 |

### Задание 5.2

По данным таблицы 5.12 реализовать методы ABC и XYZ- анализа запасов.

Таблица 5.12

#### Среднегодовые запасы и ежеквартальные объемы продаж

| № позиции | Среднегодовой запас по позиции, тыс. руб. | Реализация за: |            |             |            |
|-----------|---|----------------|------------|-------------|------------|
|           |   | I квартал      | II квартал | III квартал | IV квартал |
| 1         | 40  | 20             | 0          | 5           | 30         |
| 2         | 590                                       | 150            | 160        | 180         | 150        |
| 3         | 200                                       | 40             | 70         | 50          | 60         |
| 4         | 1820                                      | 500            | 520        | 380         | 420        |
| 5         | 110                                       | 50             | 0          | 10          | 60         |
| 6         | 760                                       | 220            | 180        | 240         | 160        |
| 7         | 60  | 30             | 0          | 20          | 40         |
| 8         | 12450                                     | 2850           | 3200       | 3100        | 2900       |
| 9         | 180                                       | 50             | 40         | 70          | 40         |
| 10        | 1080                                      | 280            | 380        | 190         | 200        |
| 11        | 90  | 10             | 30         | 30          | 80         |
| 12        | 340                                       | 70             | 80         | 90          | 60         |
| 13        | 4230                                      | 700            | 1600       | 600         | 800        |

Окончание таблицы 5.12

| № позиции | Среднегодовой запас по позиции, тыс. руб. | Реализация за: |            |             |            |
|-----------|---|----------------|------------|-------------|------------|
|           |   | I квартал      | II квартал | III квартал | IV квартал |
| 14        | 30  | 5              | 10         | 10          | 40         |
| 15        | 280                                       | 50             | 100        | 40          | 60         |
| 16        | 1260                                      | 350            | 450        | 230         | 240        |
| 17        | 50  | 20             | 30         | 20          | 5          |
| 18        | 130                                       | 40             | 40         | 50          | 30         |
| 19        | 240                                       | 60             | 80         | 90          | 50         |
| 20        | 80  | 20             | 40         | 40          | 20         |
| 21        | 5640                                      | 1420           | 1450       | 1500        | 1370       |
| 22        | 160                                       | 30             | 50         | 30          | 70         |
| 23        | 460                                       | 110            | 150        | 180         | 150        |
| 24        | 20  | 5              | 30         | 0           | 5          |
| 25        | 990                                       | 270            | 260        | 230         | 160        |

Управление затратами по организации продвижения материально-го потока от предприятия – источника сырья до конечного потребителя является основной задачей логистики. Однако управлять логистическими затратами на любом этапе их возникновения можно лишь в том случае, если они точно измерены.

Задача менеджера по логистике заключается в анализе затрат каждого звена логистической цепи, их дифференциации, в поиске по-

вышения эффективности деятельности. Логистические затраты пред- ставляют собой затраты трудовых, материальных, финансовых и информационных ресурсов, обусловленные выполнением предприятиями своих функций заказов потребителей.

Для разработки системы управления затратами необходимо классифицировать логистические затраты по различным признакам и определить их роль в указанной системе. Очень важное значение в процессе управления затратами имеет их распределение на постоянные и переменные в зависимости от объема деятельности предприятия – звена логистической цепи.

К постоянным затратам (*FC*, англ. *fixed cost*) производства относятся затраты, величина которых не меняется с изменением объема производства. Они должны быть оплачены, даже если предприятие не производит продукцию (отчисления на амортизацию, арендная плата, налог на имущество, административные и управленческие расходы и т. д.).

Под переменными (*VC*, англ. *variable cost*) понимаются затраты, общая величина которых находится в непосредственной зависимости от объемов производства и реализации, а также от их структуры при производстве нескольких видов продукции. К ним относятся: сдельная заработка рабочих, расходы на сырье, материалы, комплектующие изделия, технологическое топливо и энергию и др.

В сумме постоянные и переменные затраты составляют общие, или валовые, затраты производства (*TC*, англ. *total cost*):

$$\tilde{O}N = FC + VC.$$

Если постоянные затраты неизменные, а переменные растут по мере увеличения объемов производства, то, очевидно, валовые затраты также будут расти.

Средними называются затраты на единицу материалопотока.

Средние затраты (*AC*, англ. *average cost*) рассчитываются путем деления

затрат на объем материального потока ( $Q$ , англ. *quantity*) в натуральном измерении. Таким образом можно рассчитать средние постоянные ( $AFC$ , англ. *average fixed cost*), средние переменные ( $AVC$ , англ. *average variable cost*):

$$AFC = \frac{FC}{Q}; \quad AVC = \frac{VC}{Q}.$$

Для эффективного управления процессом формирования себестоимости продукции очень важно правильно определить сумму постоянных и переменных затрат. Существует три основных метода дифференциации затрат:

- метод максимальной и минимальной точки;
- графический (статистический) метод;
- метод наименьших квадратов.

### *I. Метод максимальной и минимальной точки.*

Последовательность расчетов сводится к следующим этапам.

1. Из всей совокупности данных выбираются два периода с наибольшим и наименьшим объемом материального потока.
2. Определяется ставка переменных затрат – это средние переменные затраты в себестоимости единицы материалопотока:

$$AVC = \frac{TC_{\max} - TC_{\min}}{Q_{\max} - Q_{\min}},$$

где  $TC_{\max}$  – максимальные валовые затраты, руб.;  $TC_{\min}$  – минимальные валовые затраты, руб.;

$Q_{\max}$  – максимальный объем материального потока, шт.;  $Q_{\min}$  – минимальный объем материального потока, шт.

3. Определяется общая сумма постоянных затрат:

$$FC = TC_{\max} - AVC \cdot Q_{\max}.$$

4. Так как зависимость валовых затрат от объема материального потока представляет собой линейное уравнение первой степени, записывается уравнение:

$$TC = FC + AVC \cdot Q.$$

### *II. Графический метод нахождения суммы постоянных затрат.*

На графике откладываются две точки, соответствующие общим затратам для минимального и максимального объема материального потока. Затем они соединяются до пересечения с осью ординат, на которой откладываются уровни затрат. Точка, где прямая пересекает ось ординат, показывает величину постоянных затрат, которая будет одинаковой как для максимального, так и для минимального объема материального потока, так как в данной точке объем материалопотока равен нулю.

Размер средних переменных затрат определяется по формуле:

$$AVC = \frac{\overline{TC} - FC}{\overline{Q}},$$

где  $\overline{TC}$  – средние валовые затраты за период, руб.;

$\overline{Q}$  – средний размер материального потока за период, шт.

Далее записывается линейное уравнение зависимости валовых затрат от объема материального потока.

- III. Для распределения общих затрат на переменные и постоянные методом наименьших квадратов необходимы статистические данные за несколько последовательных периодов времени.

Зависимость общих затрат от объема материального потока можно записать в следующем виде:

$$TC = FC + AVC \cdot Q.$$

Ставку переменных затрат можно определить по формуле:

$$AVC = \frac{\sum(Q - \bar{Q}) \cdot (TC - \bar{TC})}{\sum(Q - \bar{Q})^2}.$$

Общая сумма переменных затрат составит:

$$VC = AVC \cdot \bar{Q}.$$

Тогда постоянные затраты определяются по формуле:

$$FC = \bar{TC} - VC.$$

Использование метода наименьших квадратов хотя и усложняет процедуру расчетов, но позволяет более точно произвести распределение валовых затрат на переменные и постоянные, так как в расчетах используются исходные данные за весь период работы предприятия, входящего в логистическую систему.

### **Пример 1.1**

При обработке материального потока на складе готовой продукции промышленного предприятия используются стационарные погрузочно-разгрузочные машины, работающие от центральной электросети, от нее же происходит освещение складских помещений. Данные о работе склада за год представлены в таблице 1.2. Из общей суммы затрат на электроэнергию необходимо выделить постоянные и переменные затраты, используя различные методы дифференциации затрат.

Таблица 1.2

#### *Данные о работе склада готовой продукции*

| Месяц                    | Величина материального потока, тыс. т | Расход на электроэнергию тыс. руб. | Месяц    | Величина материального потока, тыс. т | Расход на электроэнергию тыс. руб. |
|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Январь                   | 16,5                                  | 5022,2                             | Июль     | 14,9                                  | 4945,0                             |
| Февраль                  | 13,2                                  | 4867,8                             | Август   | 11,6                                  | 4790,5                             |
| Март                     | 16,5                                  | 5022,2                             | Сентябрь | 12,4                                  | 4829,2                             |
| Апрель                   | 21,5                                  | 5253,9                             | Октябрь  | 13,2                                  | 4867,8                             |
| Май                      | 18,2                                  | 5099,4                             | Ноябрь   | 16,5                                  | 5022,2                             |
| Июнь                     | 19,8                                  | 5176,6                             | Декабрь  | 19,8                                  | 5176,6                             |
| Итого в среднем за месяц |                                       |                                    |          | 16,18                                 | 5006,1                             |

*Решение*

*I. Метод максимальной и минимальной точки*

1. По исходным данным задачи выберем два периода с наибольшим и наименьшим объемом материального потока – апрель и август (таблица 1.3). В апреле сумма переменных затрат будет максимальной, а постоянных – минимальной, в августе – наоборот.

Таблица 1.3

*Периоды с наибольшим и наименьшим объемом материального потока*

| Показатель                              | Значение показателя |             |
|---|---------------------|-------------|
|   | максимальное        | минимальное |
| 1. Объем материального потока, тыс. т   | 21,5                | 11,6        |
| 2. Расходы на электроэнергию, тыс. руб. | 5253,9              | 4790,5      |

2. Определим ставку переменных затрат:

$$AVC = \frac{5253,9 - 4790,5}{21,5 - 11,6} = 46,8 \text{ руб./т}$$

3. Определим общую сумму постоянных затрат:

$$FC = 5253,9 - 46,8 \cdot 21,5 = 4247,7 \text{ тыс. руб.}$$

4. Зависимость общих затрат от объема материального потока будет иметь следующий вид:

$$\underline{TC = 4247,7 + 46,8 \cdot Q}$$

*II. Графический метод*

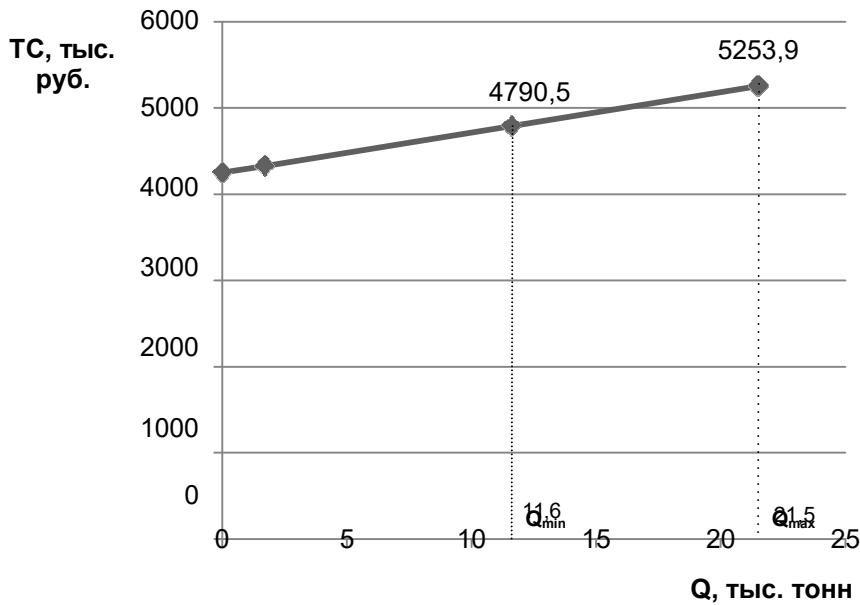
По графику (рисунок 1.2) определяем значение уровня постоянных затрат при объеме материального потока равном нулю:  $TC = 4250$  тыс. руб.

Тогда ставка переменных затрат составит:

$$AVC = \frac{5006,12 - 4250}{16,18} = 46,8 \text{ руб./т}$$

Зависимость общих затрат от объема материального потока будет иметь следующий вид:

$$\underline{TC = 4250 + 46,8 \cdot Q}$$



*Рисунок 1.2 – График зависимости общих затрат от объема материального потока*

### *III. Метод наименьших квадратов*

Последовательность определения коэффициентов уравнения и результаты расчетов представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4

#### *Данные для реализации метода наименьших квадратов*

| Месяц            | Материальный поток $Q$ , тыс. т | $(Q-Q_{cp})$ , тыс. т | $(Q-Q_{cp})^2$ | Валовой расход $TC$ , тыс. руб. | $(TC-TC_{cp})$ , тыс. руб. | $(Q-Q_{cp}) \times (TC-TC_{cp})$ , тыс. руб. |
|------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------|---------------------------------|----------------------------|--|
| Январь           | 16,5                            | 0,32                  | 0,1024         | 5022,2                          | 16,1                       | 5,15   |
| Февраль          | 13,2                            | -2,98                 | 8,8804         | 4867,8                          | -138,3                     | 412,13                                       |
| Март             | 16,5                            | 0,32                  | 0,1024         | 5022,2                          | 16,1                       | 5,15   |
| Апрель           | 21,5                            | 5,32                  | 28,3024        | 5253,9                          | 247,8                      | 1318,30                                      |
| Май              | 18,2                            | 2,02                  | 4,0804         | 5099,4                          | 93,3                       | 188,47                                       |
| Июнь             | 19,8                            | 3,62                  | 13,1044        | 5176,6                          | 170,5                      | 617,21                                       |
| Июль             | 14,9                            | -1,28                 | 1,6384         | 4945                            | -61,1                      | 78,21  |
| Август           | 11,6                            | -4,58                 | 20,9764        | 4790,5                          | -215,6                     | 987,45                                       |
| Сентябрь         | 12,4                            | -3,78                 | 14,2884        | 4829,2                          | -176,9                     | 668,68                                       |
| Октябрь          | 13,2                            | -2,98                 | 8,8804         | 4867,8                          | -138,3                     | 412,13                                       |
| Ноябрь           | 16,5                            | 0,32                  | 0,1024         | 5022,2                          | 16,1                       | 5,15   |
| Декабрь          | 19,8                            | 3,62                  | 13,1044        | 5176,6                          | 170,5                      | 617,21                                       |
| <b>Итого</b>     | <b>194,1</b>                    | -                     | <b>113,56</b>  | <b>60073,4</b>                  | -                          | <b>5315,24</b>                               |
| Среднее значение | 16,18                           | -                     | -              | 5006,1                          | -                          | -  |

Определим ставку переменных затрат:

$$AVC = \frac{5315,24}{113,56} = 46,8 \text{ руб./т}$$

Общая сумма переменных затрат составит:

$$VC = 46,8 \cdot 16,18 = 757,2 \text{ тыс. руб.}$$

Тогда постоянные затраты будут равны:

$$FC = 5006,1 - 757,2 = 4248,9 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом,  $TC = 4248,9 + 46,8 \cdot Q$

В аналитической форме общие расходы на электроэнергию можно представить следующим образом:

- a) по методу максимальной и минимальной точки:  $TC = 4247,7 + 46,8 \cdot Q$ ;
- б) по графическому методу:  $TC = 4250 + 46,8 \cdot Q$ ;
- в) по методу наименьших квадратов:  $TC = 4248,9 + 46,8 \cdot Q$ .

Незначительные отклонения в величине постоянных расходов произошли из-за округления промежуточных вычислений.

### ***Расчет точки безубыточности функционирования логистической системы***

В процессе планирования производственной деятельности руководству предприятия, входящего в логистическую систему, предстоит ответить на следующие вопросы:

- какой объем продукции необходимо производить, чтобы не только покрыть все затраты на производство, но и получить прибыль;
- какая цена должна быть установлена на реализуемую продукцию;
- на каком уровне необходимо поддерживать затраты, чтобы оставаться конкурентоспособным на рынке.

Менеджер по логистике может получить ответ на поставленные вопросы, рассчитав точку безубыточности производства и продажи продукции. Эту точку также называют «критической точкой», «порогом рентабельности», «точкой самоокупаемости».

Точка безубыточности соответствует такому объему материально-потока, при котором предприятие покрывает все постоянные и переменные затраты, не имея прибыли.

В стоимостном выражении точка безубыточности определяется по формуле:

$$TR(Q_A) = \frac{FC}{(1 - VC / TR)},$$

где  $TR(Q_B)$  – оптимальный объем материалопотока в стоимостном выражении;

$FC$  – постоянные затраты, ден. ед.;  $TR$  –

выручка предприятия, ден. ед.;

$VC$  – полные переменные затраты, ден. ед.,  $VC = AVC Q$ ;

$AVC$  – удельные переменные затраты (на ед. материалопотока), ден. ед.;

$Q$  – объем материалопотока, нат. ед. (шт., т и т.п.).

В натуральном выражении материалопоток в точке безубыточности равен:

$$Q_A = \frac{FC}{P - AVC},$$

где  $P$  – стоимость (цена, тариф) единицы материалопотока, ден.

ед.

Определить точку безубыточности можно также с помощью графического метода. Для этого необходимо объединить на одном графике четыре линии:

$FC$  – линия постоянных издержек;  $VC$  –

линия переменных издержек;  $TC$  –

линия общих издержек;

$TR$  – линия общей выручки (рисунок 1.3).

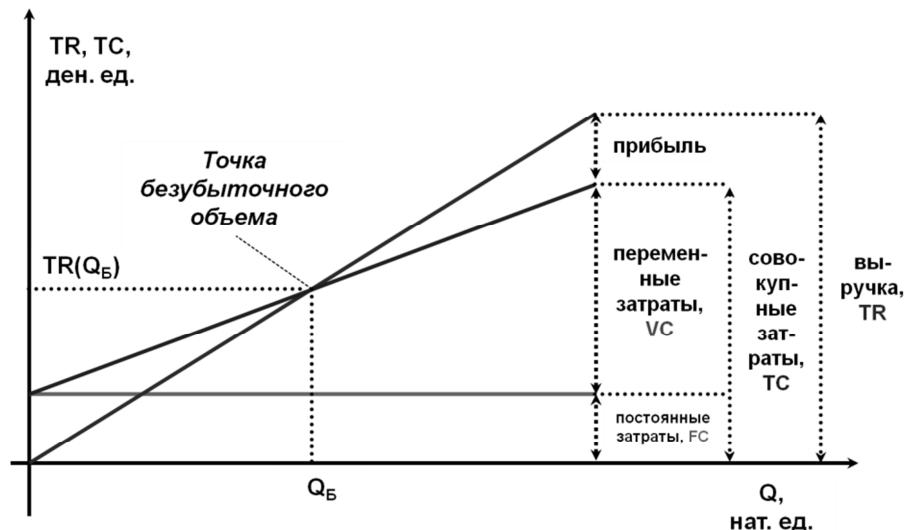


Рисунок 1.3 – График безубыточности

### Пример 1.2

Производственная компания планирует выпуск новой продукции. Прогнозируемый годовой спрос составляет 600 ед. Постоянные затраты, связанные с выпуском такого объема продукции, находятся на уровне 12000 руб. в год. Планируемые переменные расходы на единицу продукта составляют 42 руб. Анализ конкурентных компаний, выпускающих аналогичную продукцию, показал, что средний уровень отпускных цен составляет 67 руб. за единицу. Необходимо определить «точку безубыточности» в натуральном и стоимостном выражении.

#### Решение

Совокупные переменные затраты, связанные с выпуском 600 ед. продукции, составят:  $VC = AVC \cdot Q = 42 \cdot 600 = 25200$  руб.

После реализации продукции предприятие получит выручку в размере:  $TR = P \cdot Q = 67 \cdot 600 = 40200$  руб.

Тогда в стоимостном выражении «точку безубыточности» деятельности данного предприятия можно определить:

$$TR(Q_b) = \frac{FC}{(1 - VC / TR)} = \frac{12000}{(1 - 25200 / 40200)} = 32160 \text{ руб.}$$

В натуральном выражении «точка безубыточности» равна

$$Q_b = \frac{FC}{P - AVC} = \frac{12000}{67 - 42} = 480 \text{ ед.}$$

Примерное значение оптимального объема производства можно определить также графически (рисунок 1.4).

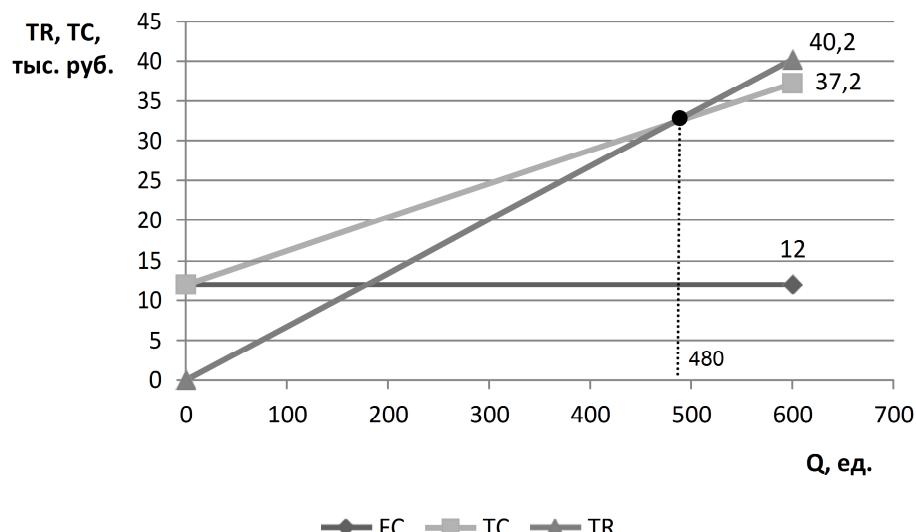


Рисунок 1.4 – Графическое определение точки безубыточности

Расчеты показали, что при сложившихся условиях работы предприятия выгодно начать выпуск новой продукции, так как прогнозируемый спрос на данную продукцию (600 ед.) выше, чем точка самоокупаемости (480 ед.).

Определение точки безубыточности весьма актуально в рыночных условиях, так как позволяет предприятиям, входящим в логистическую цепь, обоснованно прогнозировать безубыточную деятельность. Более того, при определении стратегии развития предприятия менеджер по логистике должен учитывать величину запаса финансовой прочности (ЗФП), т. е. оценивать объем материала потока сверх уровня безубыточности. Оценка запаса финансовой прочности производится по следующим формулам:

в стоимостном выражении:

$$\text{ЗФП} = \text{TR} - \text{TR}(Q_b),$$

в процентах:

$$\text{COI} = \frac{\text{TR} - \text{TR}(Q_A)}{\text{TR}} \cdot 100\%$$

Еще одной важной величиной, которую можно использовать для характеристики затрат логистической системы, является величина вклада на покрытие. Вклад на покрытие определяется как разница между выручкой предприятия, звена логистической системы, от реализации продукции за определенный период и переменными затратами, которые понесло предприятие в процессе производства этой продукции.

Различают величины полного вклада (*Cont*) и удельного вклада на единицу продукции (*cont*):

$$\text{Cont} = \text{TR} - \text{VC} = P \cdot Q - \text{AVC} \cdot Q = (P - \text{AVC}) \cdot Q$$

$$\text{cont} = P - \text{AVC}$$

Используя показатель «вклад на покрытие», можно определить влияние изменения переменных и постоянных затрат функционирования логистической системы на величину прибыли, полученной данной системой. Для этого необходимо рассчитать так называемый «эффект производственного рычага».

*Эффектом производственного рычага* называется такое явление, когда любое изменение выручки от реализации порождает еще более сильное изменение прибыли. Количество воздействие операционного рычага на прибыль можно выразить следующей формулой:

$$\text{ЭПР} = \frac{\text{Const}}{\Pi},$$

где  $\Pi$  – прибыль, получаемая предприятием, руб.

Зная значение операционного рычага, можно определить, на сколько процентов вырастет прибыль предприятия, если известен процент роста доходов:

$$\Pi(\%) = \text{ЭПР} \cdot \text{TR}(\%),$$

где  $\Pi(\%)$  – процент роста прибыли предприятия;  $\text{TR}(\%)$  – процент роста выручки.

### **Пример 1.3**

Используя данные предыдущего примера, необходимо рассчитать запас финансовой прочности данного предприятия (в стоимостном выражении и в процентах), а также воздействие производственного рычага на прибыль, если известно, что рост доходов составит 7,2%.

#### *Решение*

Запас финансовой прочности определим по следующим образом: в стоимостном выражении:

$$\text{ЗФП} = \text{TR} - \text{TR}(Q_B) = 40200 - 32160 = 8040 \text{ руб.}$$

$$\text{в процентах: } \text{ЗФП} = \frac{\text{TR} - \text{TR}(Q_B)}{\text{TR}} \cdot 100\% = \frac{8040}{40200} \cdot 100\% = 20\% .$$

Прибыль, получаемая компанией от выпуска новой продукции, при объеме реализации в 600 ед. составит:

$$\Pi = TR - FC - VC = 40200 - 12000 - 25200 = 3000 \text{ руб.}$$

Тогда сила воздействия производственного рычага будет равна

$$\text{ЭПР} = \frac{\text{Const}}{\Pi} = \frac{40200 - 25200}{3000} = 5.$$

Следовательно, под воздействием эффекта производственного рычага при росте доходов на 7,2% прибыль предприятия увеличится на 36%:

$$\Pi(\%) = \text{ЭПР} \cdot TR(\%) = 5 \cdot 7,2\% = 36\%.$$

Определив влияние структуры затрат на прибыль с помощью воздействия операционного рычага, можно сделать вывод: чем выше удельный вес постоянных затрат и соответственно ниже удельный вес переменных затрат при неизменном объеме продаж, тем сильнее влияние операционного рычага.

Поэтому постоянные издержки должны быть все время под пристальным вниманием менеджера, так как повышение их удельного веса усиливает действие операционного рычага, а это при снижении деловой активности предприятия может привести к большим потерям прибыли.

Однако при принятии решения об увеличении объемов производства необходимо помнить следующее: по мере удаления от точки безубыточности эффект производственного рычага уменьшается до тех пор, пока рост объема не потребует увеличения постоянных издержек. Это происходит из-за уменьшения постоянных издержек на единицу

продукции. В этом случае потребуется рассчитать новый порог рентабельности функционирования логистической системы.

## Практическая работа № 2 (25ч)

Тема: Транспортная логистика

### Сущность процесса транспортировки грузов

**Цель занятия:** изучить систему технико-экономических показателей при выполнении процесса транспортировки грузов.

**Задание 1.** По исходным данным, представленным в табл. 1, определить время оборота автомобиля, время работы автомобиля на маршруте и количество его оборотов, если время, необходимое на нулевые пробеги, – по 0,5 ч, а времяостояния автомобиля под погрузкой и разгрузкой 0,4 ч и 0,2 ч, соответственно.

Рассчитать возможную массу груза, перевозимую автомобилем за день, и необходимое количество автомобилей для перевозки груза, если коэффициент статического использования грузоподъемности равен 1.

Построить схему и график работы автомобиля на маятниковом маршруте с обратным холостым пробегом.

Таблица 1

| Показатели                     | Варианты |     |     |     |     |
|--------------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|
|                                | A        | B   | C   | D   | E   |
| Расстояние груженой ездки, км  | 60       | 70  | 80  | 90  | 100 |
| Техническая скорость, км /ч    | 20       | 22  | 25  | 28  | 30  |
| Время работы в наряде, ч       | 15       | 16  | 18  | 20  | 23  |
| Грузоподъемность автомобиля, т | 10       | 9   | 8   | 7   | 6   |
| Масса перевозимого груза, т    | 300      | 320 | 350 | 380 | 400 |

### **Методика выполнения задания**

1. Расстояние груженой ездки ( $l_g$ , км) равно расстоянию ездки автомобиля без груза ( $l_x$ , км). В этом случае время оборота автомобиля по маятниковому маршруту с обратным холостым пробегом

$$t_o = t_{\text{дв}} + t_{\text{п}} + t_p = 2 l_g / V_t + t_{\text{п}} + t_p,$$

где  $t_{\text{п}}$ ,  $t_p$  - время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой, соответственно, ч;  $t_{\text{дв}}$  - время движения груженого автомобиля, ч;  $V_t$  - техническая скорость, км /ч.

2. Время работы автомобиля на маршруте, ч:

$$T_m = T_h - t_h,$$

где  $T_h$  - время в наряде, ч;  $t_h$  - время, затраченное на нулевой пробег от автотранспортного предприятия до поставщика груза и обратно, ч.

3. Количество оборотов за время работы автомобиля на маршруте:

$$n_o = T_m / t_o.$$

4. Возможный суточный объем перевозки груза, т:

$$Q_c = q \gamma_{\text{ст}} n_o,$$

где  $q$  - грузоподъемность автомобиля, тонн;  $\gamma_{\text{ст}}$  - коэффициент статического использования грузоподъемности.

5. Суточный грузооборот (транспортная работа), т·км:

$$W_c = q \gamma_{\text{ст}} l_g n_o.$$

6. Необходимое количество автомобилей для перевозки груза, ед.:

$$A_x = Q_o / Q_c,$$

где  $Q_o$  - масса перевозимого груза, тонн.

7. Построить график работы автомобиля на маятниковом маршруте с обратным холостым пробегом в двумерной системе координат. По оси  $Y$  показать расстояние между исходными пунктами (км), по оси  $X$  - время, необходимое на выполнение операций по перевозке груза (час.).

**Задание 2.** По исходным данным, представленным в табл. 2, определить время оборота автомобиля и количество его оборотов за время работы на данном маршруте, если время, необходимое на нулевые пробеги, - по 0,5 ч, скорость нулевого пробега - 40 км/ч, а время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой 0,2 ч, соответственно.

Рассчитать суточный объем перевозки груза, суточный грузооборот, суточный пробег автомобиля, необходимое количество автомобилей и коэффициент использования пробега на кольцевом маршруте, если коэффициент статического использования грузоподъемности неизменный и составляет 0,8, а число рабочих дней автотранспортного предприятия - 30.

Построить график работы автомобиля на кольцевом маршруте.

Таблица 2

| Показатели                           | Варианты |     |     |     |     |
|--------------------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|
|                                      | A        | B   | C   | D   | E   |
| Время работы в наряде, ч             | 21       | 22  | 23  | 24  | 25  |
| Грузоподъемность автомобиля, т       | 4        | 5   | 6   | 7   | 8   |
| Расстояние от пункта A до B, км      | 50       | 52  | 54  | 56  | 58  |
| Расстояние от пункта B до C, км      | 60       | 62  | 64  | 66  | 68  |
| Расстояние от пункта C до D, км      | 80       | 82  | 84  | 86  | 88  |
| Техническая скорость от A до B, км/ч | 20       | 21  | 22  | 23  | 24  |
| Техническая скорость от B до C, км/ч | 25       | 26  | 27  | 28  | 29  |
| Техническая скорость от C до D, км/ч | 30       | 31  | 32  | 33  | 34  |
| Техническая скорость от D до A, км/ч | 35       | 36  | 37  | 38  | 39  |
| Масса груза от A до B, т             | 300      | 350 | 400 | 450 | 500 |
| Масса груза от B до C, т             | 200      | 250 | 300 | 350 | 400 |
| Масса груза от C до D, т             | 100      | 150 | 200 | 250 | 300 |
| Из пункта D в A - холостой пробег    |          |     |     |     |     |

### Методика выполнения задания.

1. Время работы автомобиля на маршруте, ч:

$$T_m = T_h - t_h.$$

2. Время оборота автомобиля, ч:

$$t_0 = \sum_{i=1}^k t_{\text{дв}_i} + \sum_{i=1}^k t_{\text{п}_i} + \sum_{i=1}^k t_{\text{п}_i} \quad (\text{округлить до целого}),$$

где  $k$  - число пунктов.

3. Количество оборотов за время работы автомобиля на маршруте:

$$n_0 = T_m / t_0 \quad (\text{результат округлить до целого}).$$

4. Суточный объем перевозки грузов, т:

$$Q = q(\gamma_{AB} + \gamma_{BC} + \gamma_{CD})n_0,$$

где  $\gamma_{AB}$ ,  $\gamma_{BC}$ ,  $\gamma_{CD}$  - коэффициенты статического использования грузоподъемности при перевозке грузов между пунктами AB, BC и CD.

5. Суточный грузооборот (транспортная работа), т·км:

$$W_c = q(\gamma_{AB}l_{AB} + \gamma_{BC}l_{BC} + \gamma_{CD}l_{CD})n_0,$$

где  $l_{AB}$ ,  $l_{BC}$ ,  $l_{CD}$  - расстояние между пунктами AB, BC и CD, км.

6. Необходимое количество автомобилей на данном маршруте, ед.:

$$A_x = \frac{Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD}}{Q_{\text{с}} D_p},$$

где  $D_p$  - число рабочих дней автотранспортного предприятия.

7. Суточный пробег автомобиля, км:

$$l_c = l_0 n_0 + 2l_h,$$

где  $l_0$  - общий пробег автомобиля, км;  $l_0 = l_{AB} + l_{BC} + l_{CD} + l_{DA}$ ;  $l_h$  - расстояние нулевого пробега, км;  $l_h = v_h t_h$ ,  $v_h$  - скорость нулевого пробега, км/ч;

$t_n$  - время нулевого пробега, час.

8. Коэффициент использования пробега на маршруте:

$$\beta = \frac{l_0 n_0}{l_c}.$$

**Задание 3.** Необходимо рассчитать необходимое количество транспортных средств для перевозки. Исходные данные представлены в таблице 3 (при расчёте время погрузки-разгрузки учитывается один раз).

Таблица 3

| Показатели                                 | Обозначение | Значение показателя |     |     |     |
|--|-------------|---------------------|-----|-----|-----|
|  |             | варианты            |     |     |     |
|  |             | 1                   | 2   | 3   | 4   |
| Заданный объём перевозимого груза          | $Q_{зад}$   | 120                 | 280 | 200 | 240 |
| Время работы автомобиля на маршруте        | $T_m$       | 8                   | 8   | 8   | 8,2 |
| Расстояние гружёной ездки                  | $l_{ee}$    | 21                  | 27  | 20  | 10  |
| Расстояние ездки без груза                 | $l_x$       | 20                  | 27  | 15  | 10  |
| Техническая скорость                       | $V_t$       | 30                  | 30  | 25  | 25  |
| Времяостояния под погрузкой и разгрузкой   | $t_{п-p}$   | 36                  | 12  | 20  | 36  |
| Грузоподъёмность автомобиля                | $q$         | 3                   | 5   | 5   | 5   |
| Коэффициент использования грузоподъёмности | $K_{ep}$    | 1                   | 1   | 1   | 0,8 |

**Задание 4.** На основе исходных данных, представленных в табл. 4, определить размеры предельного, технического и целевого тарифов на перевозку грузов.

Установить тариф за перевозку груза в ожидаемом диапазоне, а также порог рентабельности по груженому пробегу и выручке за год.

Таблица 4

| Показатели                                     | A    | B    | C    | D    | E    |
|--|------|------|------|------|------|
| Капиталовложения ( $K$ ), тыс. руб.            | 5    | 6    | 7    | 8    | 10   |
| Постоянные издержки ( $FC$ ), тыс. руб.        | 40   | 42   | 43   | 44   | 45   |
| Переменные издержки ( $VC$ ), руб./км          | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   |
| Ожидаемая рентабельность, %                    | 10   | 11   | 12   | 10   | 12   |
| Общий прогноз пробега ( $L_0$ ), км            | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 |
| Пессимистический прогноз пробега ( $L_1$ ), км | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 |
| Оптимистический прогноз пробега ( $L_2$ ), км  | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 2500 |

#### Методика выполнения задания

1. Предельный тариф (нижняя граница) должен быть не ниже переменных затрат, руб./км:

$$T_n = VC.$$

2. Технический тариф (тариф безубыточности) при общем прогнозе груженого пробега, руб./км:

$$T_{т0} = T_n + FC / L_0 .$$

3. Технический тариф при пессимистическом прогнозе потока, руб./км:

$$T_{\text{т1}} = T_{\text{п}} + FC / L_1 .$$

4. Технический тариф при оптимистическом прогнозе потока, руб./км:

$$T_{\text{т2}} = T_{\text{п}} + FC / L_2 .$$

5. Целевой тариф с учетом ожидаемой рентабельности ( $r$ ) при общем прогнозе груженого пробега, руб./км:

$$T_{\text{ц0}} = T_{\text{т0}} + r K / L_0 .$$

6. Целевой тариф при пессимистическом прогнозе потока, руб./км:

$$T_{\text{ц1}} = T_{\text{т1}} + r K / L_1 .$$

7. Целевой тариф при оптимистическом прогнозе потока, руб./км:

$$T_{\text{ц2}} = T_{\text{т2}} + r K / L_2 .$$

8. Установленный тариф, руб./км:

$$T_{\text{уст}} = T_{\text{ц0}} + T_{\text{ц2}} / 2 .$$

9. Порог рентабельности (безубыточности) по объему груженого пробега, тыс. км:

$$L_p = FC / (T_{\text{уст}} - VC) .$$

10. Порог рентабельности по выручке, тыс. руб.:

$$TR = FC / [(T_{\text{уст}} - VC) / T_{\text{уст}}] .$$

Ниже указанных порогов перевозки будут нерентабельны.

### **Факторы, влияющие на выбор транспортных средств.**

**Цель занятия:** рассмотреть характеристики основных видов транспорта и его материально-технической базы.

#### **Задание 1.**

Определите целесообразность применения тягача или автомобиля, если грузоподъемность каждого из них 10 т, техническая скорость автомобиля - 20 км/час, тягача - 15 км/час, коэффициент использования пробега - 0,5, времяостояния автомобиля под погрузкой и выгрузкой - 0,8 час, время на переприцепку прицепов - 0,15 час, расстояние перевозки - 20 км.

#### **Задание 2.**

Определите эффективность использования железнодорожного состава.

Найдите следующие показатели: Кт - технический коэффициент тары вагона; Кпт - погрузочный коэффициент тары вагона; Куд1 - коэффициент удельного объема вагона; Куд2 - коэффициент удельной грузоподъемности вагона; Кгр - коэффициент использования грузоподъемности.

Сделайте соответствующие выводы с учетом данных, приведенных в табл. 5.

### **Таблица 5**

| № вагона | Тип вагона                                      | Грузоподъемность, т | Полный объем кузова, м <sup>3</sup> | Длина вагона по осям сцепления, м | Тара, т | Масса груза в вагоне, т |
|----------|---|---------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------|-------------------------|
| 1.       | Четырехосный цельнометаллический                | 64                  | 120                                 | 14, 73                            | 23      | 60,8                    |
| 2.       | Восьмиосный полувагон цельнометаллический       | 125                 | 137,5                               | 20, 24                            | 45,5    | 109                     |
| 3.       | Четырехосная платформа с металлическими бортами | 65                  | -                                   | 14, 62                            | 21      | 64, 7                   |
| 4.       | Четырехосный автономный рефрижераторный вагон   | 39                  | 99, 8                               | 22,08                             | 45      | 36                      |

### Задание 3.

Рассчитайте основные показатели использования автотранспорта на 1.11.20\*\* г. с учетом данных, приведенных в табл. 6. На предприятии 5 автомобилей, готовых к эксплуатации. За день было использовано 4 автомобиля.

Найдите следующие показатели и сделайте соответствующие выводы:

Коэффициент технической готовности парка автомобилей за один рабочий день

Коэффициент использования автомобилей

Коэффициент использования пробега

Техническая и эксплуатационная скорость

Количество ездок

Производительность подвижного состава за время в наряде.

**Таблица 6**

| Автомобили | Количество фактически перевезенного груза, т | Количество груза, кот. перевезено, т | Грузоподъемность, т | Пробег с грузом, км | Общий пробег, км | Времяостояния, час | Время движения, час | Время в наряде, час |
|------------|--|--------------------------------------|---------------------|---------------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| 1          | 25   | 35                                   | 1,5                 | 30                  | 48               | 0,5                | 6                   | 8                   |
| 2          | 15   | 35                                   | 1,5                 | 20                  | 40               | 1                  | 5,5                 | 8                   |
| 3          | 3  | 10                                   | 0,7                 | 15                  | 20               | 40 мин             | 5                   | 7                   |
| 4          | 5  | 10                                   | 0,7                 | 20                  | 35               | 0,5                | 4,5                 | 6                   |

**Задание 4.** Стоимость доставки 5 т ценного груза (ценность - 50000 у.е.) автомобилем составляла 1000 у.е., а самолетом - 3000 у.е., что обусловило выбор предприятием автомобильной перевозки. Однако впоследствии оказалось, что авиаперевозка была более выгодной, т.к. помимо транспортного тарифа, фирме пришлось сделать дополнительные выплаты. Таким образом, выбор автомобиля на основании сопоставления тарифов оказался неверен. Как вы считаете, какие еще затраты понесло предприятие при автодоставке? Какие факторы необходимо учитывать при выборе того или иного вида транспорта?

**Методические указания:**

1. Время ездки:

$$t_e = \frac{s_e}{V_e} + t_{\text{ст}}$$

2. Время оборота ( $t_0$ ) автомобиля на маршруте:

$$t_0 = \frac{s_e}{V_e} + t_{\text{ст}}$$

3. Число оборотов ( $n$ ) за время работы автомобиля на маршруте:

$$n = \frac{T_s}{t_0}$$

4. Количество груза ( $Q_{\text{сут}}$ ), которое может перевезти автомобиль за один день (смену):

$$Q_{\text{сут}} = q \cdot K_q \cdot n$$

5. Необходимое количество автомобилей ( $A_x$ ) для перевозки  $Q_{\text{зад}}$  грузов:

$$A_x = \frac{Q_{\text{зад}}}{Q_{\text{сут}}}$$

6. Коэффициент использования пробега:

$$\delta = \frac{t_e}{t_{\text{ст}} + t_e}$$

7. Общий пробег автомобилей в километрах:

$$L_{\text{общ}} = l_{\text{гр}} + l_x n A_x$$

8. Общее время работы водителей в часах:

$$T_{\text{общ}} = T_s \cdot A_x$$

9. Общий грузооборот в тонно-километрах:

$$P_{\text{общ}} = t_{\text{ст}} \cdot Q_{\text{зад}}$$

10. Полная себестоимость перевозок  $S_{\text{пол}}$  складывается из переменных  $S_{\text{дол}}$ , постоянных  $S_{\text{пер}}$ , погрузочно-разгрузочных работ  $S_{\text{n-p}}$  и дорожных  $S_{\text{дор}}$  расходов:

$$\sum S_{\text{пер}} + S_{\text{дор}} + S_{\text{n-p}} + S_{\text{дол}}$$

$S_{\text{пер}} = S_{\text{пер}} + S_{\text{дор}}$ . (на автотранспортных предприятиях)

11. Себестоимость 1 т-км  $S_{\text{m-km}}$ :

$$S_{\text{m-km}} = S_{\text{пер}} + \sum$$

где  $t_{\text{п}}$  - время на погрузку груза на автомобиль,

$t_{\text{гр}}$  - движение автомобиля с грузом,

$t_p$  - время разгрузки

$t_{\text{двж}}$  - время подачи транспортного средства для следующей погрузки (движение без груза).

$V_e$  - средняя скорость за время ездки, км/час

$l_e$  - общий пробег за ездку, равный сумме пробегов за время  $t_{\text{гр}} + t_{\text{двж}}$

$l_{\text{общ}}$  - общий пробег за ездку, км

$l_{\text{гр}}$  - груженый пробег, км

$l_x$  - холостой пробег, км

$t_{\text{п-р}}$  - время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой, ч.

$\beta$  - коэффициент использования пробега

$Q_{\text{зад}}$  - объем груза, которое может перевезти автомобиль, т

$A_x$  - необходимое количество автомобилей

$q$  - грузоподъемность автомобиля, т

## **Оценка стоимости затрат на хранение товарных запасов**

**Цель занятия:** изучить методики оценки стоимости затрат на хранение товарных запасов.

**Задание 1.** Магазин ежедневно продает 100 телевизоров. Накладные расходы на доставку партии телевизоров составляют 270 тыс. руб. Стоимость хранения одного телевизора на складе магазина - 600 р. в сутки. Определить: 1) оптимальный размер поставки; 2) периодичность поставок; 3) общие затраты на хранение и пополнение запасов телевизоров на складе.

**Задание 2.** Объем продажи некоторого магазина составляет в год 500 упаковок супа в пакетах. Величина спроса равномерно распределяется в течение года. Цена покупки одного пакета равна 2 руб. За доставку заказа владелец магазина должен заплатить 10 руб. Время доставки заказа от поставщика составляет 12 рабочих дней (при 6-дневной рабочей неделе). По оценкам специалистов, издержки хранения составляют 20% среднегодовой стоимости запасов. Необходимо определить: 1) сколько пакетов должен заказывать владелец магазина для одной поставки; 2) общие затраты на управление запасами; 3) частоту заказов; 4) точку заказа. Известно, что магазин работает 300 дней в году.

**Задание 3.** При строительстве участка автодороги длиной 500 м используют гравий, расход которого составляет 120 кг/м. Сроки строительства составляют 17 дней. Работа идет в одну смену. Расход гравия равномерный. Гравий доставляется грузовыми машинами, емкостью 7 т, в течение 4 часов. Затраты на один рейс грузовика равны 15 руб. Затраты на хранение гравия на месте строительства составляют 1 руб. 10 коп. в сутки за тонну. Определить параметры: оптимальный объем заказа, количество грузовых машин, используемых для доставки, период поставок, точку заказа, затраты на управление запасами за всю стройку. Постройте график двух последних циклов изменения запаса гравия на месте строительства.

**Задание 4.** Фирма приобретает изделия из стали по 40 долл. за штуку. Годовая потребность в этих изделиях 6400 штук. Годовая ставка начислений на поддержание запаса составляет 20% от вложений в единицу запаса. Расходы на оформление заказа составляют 100 долл. Определить: Оптимальный размер заказа; общую сумму расходов, связанных с поддержанием запаса и оформлением заказов в течение года; количество заказов, которые необходимо оформить за год.

**Задание 5.** Оцените продукцию по методу ABC (на ноябрь 20\*\* г.) и сделайте соответствующие выводы по учету и хранению данной продукции (данные занести в таблицу 7):

**Таблица 7**

| Наименование продукции        | Затраты на ед. продукции, руб. | Произв одство, шт. | Общая ст-ть выпуска, руб. | Расход в мес., шт. |        | Остаток на конец периода |       |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|--------|--------------------------|-------|
|                               |                                |                    |                           | Кол-во             | Сумма  | Кол-во                   | Сумма |
| Сухое молоко (порошковое), кг | 80                             | 1000               | 80000                     | 900                | 72000  | 100                      | 8000  |
| Банка консервная, шт.         | 60                             | 5000               | 300000                    | 4900               | 294000 | 100                      | 6000  |
| Этикетка на банке, шт.        | 4                              | 6000               | 24000                     | 6000               | 24000  | 0                        | 0     |
| Составляющие ингредиенты, кг  | 8                              | 500                | 3500                      | 400                | 2800   | 100                      | 700   |
| Картонные коробки, шт.        | 10                             | 3000               | 30000                     | 2400               | 24000  | 600                      | 6000  |
|                               | 162                            |                    | 437500                    |                    |        |                          |       |

**Методические указания:**

*Средний товарный запас (T3cp):*

$$\overline{T3} = \frac{T3_1 + T3_2 + \dots + T3_n}{n}$$

где  $T3_1, T3_2, \dots, T3_n$  - величина товарного запаса на отдельные даты анализируемого периода (в руб., у.е. и т.д.);

n - количество дат в периоде.

*Оборачиваемость в днях:*

$$OBR_{da} = \frac{\overline{T3} \times D}{T}$$

где D - количество дней;

T - объем продаж за этот период (товарооборот).

*Оборачиваемость в разах:*

$$OBR_{ra} = \frac{D}{OBR_{da}} = \frac{T}{\overline{T3}}$$

*Уровень запасов продукции:*

$$V_m = \frac{\overline{T3} \times D}{T}$$

*Норма оборачиваемости:*

$$OK_{nr} = \frac{12}{f \cdot OF + 0,2 \cdot L}$$

где OF - средняя частота заказов в месяцах (т.е. временной интервал между размещением заказов поставщику);

L - средний период доставки в месяцах (т.е. время между размещением заказа и получением товара);

f - коэффициент, который обобщает действие прочих факторов, влияющих на теоретическое количество оборотов.

*Оптимальный размер заказа (формула Уилсона):*

$$Q_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{2Kv}{\epsilon}}$$

*Общие затраты на управление запасами в единицу времени:*

$$L = K \cdot \frac{v}{Q} + s \cdot \frac{Q}{2}$$

*Период поставки:*

$$\tau = \frac{Q}{v}$$

*Точка заказа:*

$$h_0 = v t_{\text{з}}$$

где  $v$  - интенсивность (скорость) потребления запаса,

[ед.тov./ед.t];  $s$  - затраты на хранение запаса,

[руб./ед.тov./ед.t];

$K$  - затраты на осуществление заказа, включающие оформление и доставку заказа, [руб.];

$t_{\text{д}}$  - время доставки

заказа, [ед.t].  $Q$  - размер

заказа, [ед.тov.];

$L$  - общие затраты на управление запасами в единицу времени, [руб./ ед.t];

$\tau$  - период поставки, т.е. время между подачами заказа или между поставками, [ед.t];

$h_0$  - точка заказа, т.е. размер запаса на складе, при котором надо подавать заказ на доставку очередной партии, [ед.тov.].

## **Роль и задачи транспортировки в логистической системе**

Современную миссию транспортировки в системе логистического сервиса можно кратко сформулировать следующим образом: «доставлять нужный товар требуемого качества и количества в заданное время и с оптимальными затратами».

В структуре логистических затрат транспортные расходы составляют значительную долю – 20-40% и более, поэтому оптимизация решений в транспортировке позволит логистическому менеджменту получать значительную экономию затрат, но потребует и специального внимания.

Транспорту принадлежит особая роль в становлении и развитии логистики в России. Отечественные транспортные и экспедиторские предприятия, участвующие в международных перевозках грузов, первыми увидели необходимость внедрения современных логистических технологий транспортировки и грузопереработки: интер-, мульти- дальних и терминалльных систем перевозки грузов, технологии перевозки «от двери до двери», современных телекоммуникационных систем сопровождения грузоперевозок и т.д.

Крупные российские государственные и частные транспортные и экспедиторские предприятия стали активно создавать свои терминалльные сети, грузораспределительные и

логистические центры, системы информационно-компьютерной поддержки логистического сервиса. Тем не менее, потенциал логистики в транспортном комплексе используется недостаточно.

Для повышения конкурентоспособности отечественных транс- портных и экспедиторских компаний, а также других логистических по- средников в транспортировке необходимо улучшить качество транс- портно-логистического сервиса в следующих направлениях:

- развивать производственно-техническую базу, инфраструктуру транспортного сервиса, информационные системы поддержки логистического процесса для осуществления транспортировки;
- совершенствовать действующие системы документооборота и таможенных процедур оформления грузов;
- повышать уровень взаимодействия и информационной связи между участниками перевозочного процесса, терминалами, складами, таможнями, другими предприятиями и потребителями их услуг;
- создавать единую нормативно-правовую базу, принимать современные законы в области транспортной логистики;
- внедрять современные логистические технологии транспортно-экспедиционной деятельности.

Современное представление о транспортировке грузов в России стало существенно изменяться с развитием рыночных отношений – от транспорта как отрасли, приравненной к промышленным отраслям, до сферы услуг – транспортного сервиса. Поэтому потребители транспорт- ных услуг выбирают такие виды транспорта и способы транспортиров- ки, которые обеспечивают наилучшее качество логистического сервиса. Транспортный сервис в

современных условиях включает не только собственно перевозку грузов от поставщика потребителю, но и большое число экспедиторских, информационных и трансакционных операций, услуг по грузопереработке, страхованию, охране и т.п. По- этому *транспортировку* можно определить как ключевую логистиче- скую функцию, связанную с перемещением продукции транспортным средством (или средствами) по определенной технологии в цепи поста- вок и состоящую из логистических операций и функций, включая экс- педирование, грузопереработку, упаковку, передачу прав собственности на груз, страхование рисков, таможенные процедуры и т.п.

На уровне логистического менеджмента фирмы управление транспортировкой состоит из нескольких основных этапов:

- 1) выбор способа транспортировки;
- 2) выбор вида транспорта;
- 3) выбор транспортного средства;
- 4) выбор перевозчика и логистических партнеров по транспор- тировке;
- 5) оптимизация параметров транспортного процесса.

При организации транспортировки необходимо согласовать и спланировать ее операции совместно с другими логистическими функ- циями, например, складированием, грузопереработкой, упаковкой и т.п. Это наглядно иллюстрирует следующий простой пример.

### **Пример 4.1**

Имеется груз из двух коробок, каждая размером  $1\text{м} \times 1\text{м} \times 1\text{м}$ , который предполагается транспортировать автомобильным транспортом. Маркировка на упаковке указывает, что груз может транспортироваться только при укладке в 1 ряд. Это влечет за собой увеличение стоимости транспортировки вдвое.

Возможные действия логистического менеджера:

- дать указание перевозчику поставить коробку на коробку, а риск повреждения груза взять на себя;
- создать более прочную упаковку, что ведет к увеличению затрат;
- дождаться перевозки грузов, упаковка которых позволит расположить на них эти две коробки, что ведет к увеличению времени транспортировки, расходов на хранение груза на терминале перевозчика, снижению эффективности работы терминала перевозчика.

Таким образом, логистический менеджер должен в комплексе решать три задачи: собственно транспортировка, упаковка, промежуточное складирование груза. Задача

транспортировки груза даже для рассматриваемого простейшего случая требует оптимизационных расчетов. В процессе транспортировки решается большое число оптимизационных задач. Кроме того, при организации интегрированной логистики необходимо комплексное планирование транспортировки совместно с другими логистическими функциями:

- совместное планирование транспортных процессов на различных видах транспорта в случае смешанных (интермодальных, мульти-модальных) перевозок;
- обеспечение технологического единства транспортно-складского процесса;
- совместное планирование транспортного процесса со складским и производственным процессами и др.

### **Оптимизация параметров транспортного процесса**

Под термином «транспортные задачи» понимается широкий круг задач не только транспортного характера, общим для них является, как правило, распределение ресурсов, находящихся у  $m$  производителей (поставщиков), по  $n$  потребителям этих ресурсов. В логистическом управлении наиболее часто встречаются следующие задачи, относящиеся к транспортным:

- прикрепление потребителей ресурса к производителям;
- привязка пунктов отправления к пунктам назначения;
- взаимная привязка грузопотоков прямого и обратного направлений;
- отдельные задачи оптимальной загрузки промышленного оборудования;
- оптимальное распределение объемов выпуска промышленной

продукции между заводами-изготовителями.

### **Пример решения транспортной задачи методом потенциалов**

Рассмотрим экономико-математическую модель прикрепления пунктов отправления к пунктам назначения. Имеется  $m$  пунктов отправления груза и объемы отправления по каждому пункту  $a_1, a_2, \dots, a_m$ . Известна потребность в грузах  $b_1, b_2, \dots, b_n$  по каждому из  $n$  пунктов назначения. Задана матрица стоимостей доставки по каждому варианту  $c_{ij}$ ,  $i=1 \dots m$ ,  $j=1 \dots n$ .

Необходимо рассчитать оптимальный план перевозок, т. е. определить, сколько груза должно быть отправлено из каждого  $i$ -го пункта отправления (от поставщика) в каждый  $j$ -й пункт назначения (до потребителя) —  $x_{ij}$ , с минимальными транспортными издержками.

В общем виде исходные данные представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

| Потребитель                             | B <sub>1</sub>                     | B <sub>2</sub>                     | ... | B <sub>n</sub> | Запасы<br>(объем от-<br>правления)                   |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----|----------------|--|
| Поставщик                               |                                    |                                    |     |                |  |
| A <sub>1</sub>                          | c <sub>11</sub><br>x <sub>11</sub> | c <sub>12</sub><br>x <sub>12</sub> | ... | ...            | c <sub>1n</sub><br>x <sub>1n</sub><br>a <sub>1</sub> |
| A <sub>2</sub>                          | c <sub>21</sub><br>x <sub>21</sub> | c <sub>22</sub><br>x <sub>22</sub> | ... | ...            | c <sub>2n</sub><br>x <sub>2n</sub><br>a <sub>2</sub> |
| ...                                     | ...                                | ...                                | ... | ...            | ...  |
| A <sub>m</sub>                          | c <sub>m1</sub><br>x <sub>m1</sub> | c <sub>m2</sub><br>x <sub>m2</sub> | ... | ...            | c <sub>mn</sub><br>x <sub>mn</sub><br>a <sub>m</sub> |
| Потребность<br>(объем по-<br>требления) | b <sub>1</sub>                     | b <sub>2</sub>                     | ... | b <sub>n</sub> |  |

Транспортная задача называется закрытой, если суммарный объем отправляемых грузов  $\sum_{i=1}^m a_i$  равен суммарному объему потребности в этих грузах по пунктам назначения  $\sum_{j=1}^n b_j$

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

Если такого равенства нет (потребности выше запасов, или наоборот), задачу называют открытой, т.е.:

$$\sum_{i=1}^m a_i \neq \sum_{j=1}^n b_j$$

Для написания модели необходимо все условия (ограничения) и целевую, функцию представить в виде математических уравнений.

Все грузы из  $i$ -х пунктов должны быть отправлены, т.е.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i = 1, m$$

Все  $j$ -е пункты (потребители) должны быть обеспечены грузами в плановом объеме:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, j = 1, n$$

Суммарные объемы отправления должны равняться суммарным объемам назначения:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

Должно выполняться условие неотрицательности переменных:

$$x_{ij} \geq 0, i = 1, m, j = 1, n$$

Перевозки необходимо осуществить с минимальными транспортными издержками (функция цели):

$$Z_{\min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij}$$

В модели вместо матрицы стоимостей перевозок ( $c_{ij}$ ) могут задаваться матрицы расстояний. В таком случае в качестве целевой функции рассматривается минимум суммарной транспортной работы. Уравнение

баланса  $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$  служит обязательным условием решения транс-

портной задачи. Поэтому если в исходных условиях дана открытая задача, то ее необходимо привести к закрытой форме:

- если потребности по пунктам назначения превышают запасы пунктов отправления, то вводится фиктивный поставщик с недостающим объемом отправления;
- если запасы поставщиков превышают потребности потребителей, то вводится фиктивный потребитель с необходимым объемом потребления.

Варианты, связывающие фиктивные пункты с реальными, имеют нулевые оценки. После введения фиктивных пунктов задача решается как закрытая.

Транспортным задачам присущи следующие, особенности:

- распределению подлежат однородные ресурсы;
- условия задачи описываются только уравнениями;
- все переменные выражаются в одинаковых единицах измерения;
- во всех уравнениях коэффициенты при неизвестных равны единице;
- каждая неизвестная встречается только в двух уравнениях системы ограничений.

Транспортные задачи могут решаться симплекс-методом. Однако перечисленные особенности позволяют для транспортных задач применить более простые методы решения.

Наиболее распространенным методом решения транспортных задач признается *метод потенциалов*. Решение задачи методом потенциалов включает в себя следующие этапы:

- 1) разработку начального плана (опорного решения);
- 2) расчет потенциалов;
- 3) проверку плана на оптимальность;
- 4) поиск максимального звена неоптимальности (если условие третьего пункта не достигнуто);
- 5) составление контура нераспределения ресурсов;
- 6) определение минимального элемента в контуре перераспределения и перераспределение ресурсов по контуру;
- 7) получение нового плана.

Описанная процедура повторяется несколько раз (итераций), пока не будет найдено оптимальное решение. Вычислительный алгоритм для каждой итерации не меняется.

Для транспортной задачи существует несколько методов отыскания начального плана (опорного решения):

- метод северо-западного угла;
- метод минимальной стоимости;
- метод двойного предпочтения и т. д.

Вычислительный алгоритм метода потенциалов рассмотрим на примере решения конкретной задачи прикрепления пунктов отправления  $i = 1 \div 3$  к пунктам назначения  $j = 1 \div 4$ . В соответствии с принятыми в предыдущем подразделе обозначениями исходные данные задачи приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2

| Потребитель    | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>4</sub> | Запасы |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| Поставщик      |                |                |                |                |        |
| A <sub>1</sub> | 1              | 2              | 3              | 4              | 60     |
| A <sub>2</sub> | 4              | 3              | 2              | 0              | 80     |
| A <sub>3</sub> | 0              | 2              | 2              | 1              | 100    |
| Потребность    | 40             | 60             | 80             | 60             | 240    |

Начальный план можно составить одним из перечисленных выше методов. Воспользуемся наиболее простым методом – *методом северо-западного угла*. В соответствии с этим методом загрузка клеток (распределение объемов пунктов отправления по пунктам назначения) начинается с верхней левой клетки («северо-западная» часть таблицы) и продолжается вниз и вправо (по диагонали). По указанному правилу загружаем первую клетку  $(i-j) = (1-1)$  из условия:

$$x_{11} = \min \{a_1, b_1\} = \min \{60; 40\} = 40.$$

Таким образом, первый пункт назначения загружен, а первый пункт отправления имеет остатки груза  $\Delta a = 60 - 40 = 20$ , которые и распределяем на второй пункт назначения:

$$x_{12} = \min \{\Delta a_1, b_2\} = \min \{20; 60\} = 20; \Delta b_2 = 40.$$

Продолжая аналогичным образом, получаем:

$x_{22} = \min \{a_2, \Delta b_2\} = \min \{80; 40\} = 40; \Delta a_2 = 40$  и т.д. Результаты начального плана представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

| Потребитель    | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>4</sub> | Запасы | $\alpha_i$ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|------------|
| Поставщик      |                |                |                |                |        |            |
| A <sub>1</sub> | 40             | 1<br>20        | 2              | 3              | 4      | 60<br>0    |
| A <sub>2</sub> |                | 4<br>40        | 3<br>40        | 2              | 0      | 80<br>1    |
| A <sub>3</sub> | +<br>0         | 2<br>40        | 2<br>40        | 2              | 1      | 100<br>1   |
| Потребность    | 40             | 60             | 80             | 60             | 240    |            |
| $\beta_j$      | 1              | 2              | 1              | 0              |        |            |

В процессе решения после каждой итерации (в том числе и после получения допустимого решения) по загруженным клеткам проверяется выполнение условия

$$N = m + n - 1.$$

В нашем примере  $m = 3$ ,  $n = 4$ , а число загруженных клеток равно 6, т. е. соответствует условию:  $N = 3 + 4 - 1 = 6$ . Если условие не выполняется, план называется вырожденным. В этом случае в любые свободные клетки надо поставить столько нулей, чтобы с их учетом выполнялось условие. Клетка, в которой стоит ноль, считается занятой. Значение целевой функции по результатам расчета допустимого плана:

$$Z_{\min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} = 1 * 40 + 2 * 20 + 3 * 40 + 2 * 40 + 2 * 40 + 1 * 60 = 420$$

Расчет потенциалов выполняют по загруженным клеткам, для которых должно выполняться следующее равенство:

$$\alpha_i + \beta_j = c_{ij}$$

где  $\alpha_i$  – потенциал  $i$ -й строки;  $\beta_j$  – потенциал  $j$ -го столбца.

Вычисляя потенциалы по выражению, принимаем для первой строки  $\alpha_1 = 0$ . Используя загруженные клетки  $(i-j) = (1-1), (1-2)$ , получаем:

$$\alpha_1 + \beta_1 = c_{11} = 0 + \beta_1 = 1; \beta_1 = 1;$$

$$\alpha_1 + \beta_2 = c_{12} = 0 + \beta_2 = 2; \beta_2 = 2;$$

Далее по загруженным клеткам  $(2-2), (2-3)$  определяем другие потенциалы:

$$\alpha_2 + \beta_2 = 3; \alpha_2 + 2 = 3; \alpha_2 = 1;$$

$$\alpha_2 + \beta_3 = 2; 1 + \beta_3 = 2; \beta_3 = 1.$$

Результаты расчета потенциалов представлены в таблицу 4.4.

Таблица 4.4

| Потребитель<br>Поставщик | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>4</sub> | Запасы | $\alpha_i$ |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|------------|
| A <sub>1</sub>           | 1<br>0         | 2<br>60        | 3              | 4              | 60     | 0          |
| A <sub>2</sub>           | 4              | 3<br>80        | 2              | 0              | 80     | -1         |
| A <sub>3</sub>           | 0<br>40        | 2<br>0         | 2              | 1<br>60        | 100    | -1         |
| Потребность              | 40             | 60             | 80             | 60             | 240    |            |
| $\beta_j$                | 1              | 2              | 3              | 2              |        |            |



Проверяют план на оптимальность по незагруженным клеткам с использованием неравенства:

$$\alpha_i + \beta_j \leq c_{ij}$$

Если для незагруженных клеток условие выполняется, то план оптимальный. По таблице 4.3 осуществляют проверку начального плана на оптимальность:

$$\begin{aligned} (i-j) &= (1-3), 0+1 \leq 3; \\ (i-j) &= (1-4), 0+0 \leq 4; \\ (i-j) &= (2-1), 1+1 \leq 4; \\ (i-j) &= (2-4), 1+0 > 0, \Delta c_{24} = 1; \\ (i-j) &= (3-1), 1+1 > 0, \Delta c_{31} = 2; \\ (i-j) &= (3-2), 1+2 > 2, \Delta c_{32} = 1. \end{aligned}$$

Итак, по трем клеткам условие не выполняется, следовательно, начальный план требует улучшения. Характеристики  $\Delta c_{ij}$  показывают размер экономии транспортных издержек на единицу перевозимого груза. В нашем примере наибольшую экономию можно получить по клетке  $(i-j) = (3-1)$ , где  $\Delta c_{31} = 2 > \{\Delta c_{24}, \Delta c_{32}\}$ . Следовательно, клетку  $(3-1)$  необходимо загрузить за счет перераспределения ресурсов из других загруженных клеток. В таблице клетку  $(3-1)$  помечаем знаком (+), так как здесь в начальном плане находится вершина максимальной неоптимальности.

Контур перераспределения ресурсов составляют по следующим правилам:

- этот контур представляет замкнутый многоугольник с вершинами в загруженных клетках, за исключением клетки с вершиной максимальной неоптимальности (+) и звеньями, лежащими вдоль строк и столбцов матрицы;
- ломаная линия должна быть связанной в том смысле, что из любой ее вершины можно попасть в любую другую вершину по звеньям ломаной цепи (по строке или по столбцу);
- в каждой вершине контура встречаются только два звена, одно из них располагается по строке, другое - по столбцу;
- число вершин контура четное, все они в процессе перераспределения делятся на загружаемые и разгружаемые;
- в каждой строке (столбце) имеются две вершины: одна загружаемая, другая разгружаемая.

В этой клетке намечаем одну из вершин контура и далее по вышеизложенным правилам строим контур, вершины которого будут находиться в клетках  $(3-1) - (1-1) - (1-2) - (2-2) - (2-3) - (3-3)$ .

Вершины контура последовательно подразделяем на загружаемые – 3 и

разгружаемые –  $P$ , начиная с вершины максимальной неоптимальности (+) (таблица 4.4).

Перераспределение ресурсов по контуру осуществляется с целью получения оптимального плана. В процессе перераспределения ресурсов по контуру в соответствии с условием неотрицательности переменных  $x_{ij}$  ни одно из этих значений не должно превратиться в отрицательное число. Поэтому анализируют только клетки  $P$ , из которых выбирают клетку с минимальным объемом перевозок.

В нашем примере  $X_{min} = \min \{40; 40; 40\} = 40$ . Следовательно, клетки (1 – 1), (2 – 2), (3 – 3) полностью разгружаются. В клетке (1 – 2) загрузка увеличится на 40 и достигнет 60, в клетке (2 – 3) загрузка составит  $40 + 40 = 80$ , и клетка (3 – 1) загрузится на 40. Проверяем условие  $N = m + n - 1$ . В нашем примере  $m = 3, n = 4$ , а число загруженных клеток равно 4, т. е. условие не выполняется  $6 \neq 4$ . В процессе перераспределения ресурсов произошла полная разгрузка трех клеток, а мы должны освободить только одну клетку. В этом случае следует в две клетки проставить нули (нулевой ресурс) и считать их условно загруженными. Например, в клетки (1 – 1) и (3 – 3) проставим нулевой ресурс. Получение нового плана (итерации) осуществляется в том же порядке, который был рассмотрен:

- по загруженным клеткам (в соответствии с новой загрузкой) вычисляются потенциалы  $\alpha_i$  и  $\beta_j$ ;
- по незагруженным клеткам проводится проверка плана на оптимальность;
- находится вершина максимальной неоптимальности и строится новый контур перераспределения, и так далее до тех пор, пока не будет найдено оптимальное решение, удовлетворяющее неравенству  $\alpha_i + \beta_j \leq c_{ij}$

По результатам первой итерации имеем:

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} = 2 * 60 + 2 * 80 + 1 * 60 + 0 * 40 = 340$$

Ниже приведены расчеты по второй итерации (таблица 4.5) и оптимальный план.

Поиск потенциалов:

$$\begin{aligned} \alpha_1 + \beta_1 &= 1; 0 + \beta_1 = 1; \beta_1 = 1; \\ \alpha_1 + \beta_2 &= 2; 0 + \beta_2 = 2; \beta_2 = 2; \\ \alpha_2 + \beta_3 &= 2; \alpha_2 + 3 = 2; \alpha_2 = -1; \\ \alpha_3 + \beta_1 &= 0; \alpha_3 + 1 = 0; \alpha_3 = -1; \\ \alpha_3 + \beta_3 &= 2; -1 + \beta_3 = 2; \beta_3 = 3; \\ \alpha_3 + \beta_4 &= 1; -1 + \beta_4 = 1; \beta_4 = 2/ \end{aligned}$$

Проверка на оптимальность:

$$(i - j) = (1 - 3), 0 + 3 \leq 3;$$

$$(i - j) = (1 - 4), 0 + 2 < 4;$$

$$(i - j) = (2 - 1), 1 - 1 < 4;$$

$$(i - j) = (2 - 2), 2 - 1 < 3;$$

$$(i - j) = (2 - 2), 2 - 1 < 2;$$

$$(i - j) = (2 - 4), 2 - 1 > 0.$$

Клетку (2 – 4) необходимо загрузить.

В соответствии с перераспределением ресурсов по контуру получаем таблицу, для которой вновь рассчитываем потенциалы  $\alpha_i$  и  $\beta_j$  и последовательность вычислений повторяется.

Таблица 4.5

| Потребитель<br>Поставщик | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>4</sub> | Запасы | $\alpha_I$ |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|------------|
| A <sub>1</sub>           | 1<br>0         | 2<br>60        | 3              | 4              | 60     | 0          |
| A <sub>2</sub>           | 4              | 3<br>20        | 2<br>60        | 0              | 80     | -1         |
| A <sub>3</sub>           | 0<br>40        | 2<br>60        | 2              | 1              | 100    | -1         |
| Потребность              | 40             | 60             | 80             | 60             | 240    |            |
| $\beta_I$                | 1              | 2              | 3              | 1              |        |            |

Для распределения, полученного в таблице, условие  $\alpha_i + \beta_j \leq c_{ij}$  выполняется, следовательно, план оптимальный.

Транспортные издержки по оптимальному плану:

$$Z_{\min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} = 1 * 0 + 2 * 60 + 2 * 20 + 0 * 60 + 0 * 40 + 2 * 60 = 280$$

Таким образом, построением начального плана и последующим расчетом двух итераций получено оптимальное решение по прикреплению пунктов отправления грузов к пунктам назначения.

### Выбор логистической схемы доставки товаров в зависимости от времени их продвижения

Годовая оборачиваемость, или количество рейсов, N определяется исходя из 365 дней в году и общего времени оборота товаров  $\sum t$ :

$$N = \frac{365}{\sum t} \quad (4.1)$$

При этом общее время оборота определяется как сумма времени обработки заказов у покупателя и продавца, времени транспортировки в междугородном сообщении, времени нахождения товаров на складе (включая время доставки в местном сообщении) и времени нахождения товара в месте розничной торговли.

*Объем товарных запасов, или средний размер поставки за рейс,*  $V_{T3}$  для каждого альтернативного варианта доставки определяется по формуле:

$$V_{\text{об}} = \frac{V_i}{N} \quad (4.2)$$

где  $V_n$  – объем продаж, млн. руб., или ед. товара.

*Издержки на перевозку за рейс S каждым видом транспорта для каждого объема продаж определяются следующим образом:*

$$S = \frac{S_{\text{тп}} \cdot V_i}{N} \text{ или } S = S_{\text{тп}} \cdot V_{\text{об}} \quad (4.3)$$

где  $S_{\text{тп}}$  – удельные транспортные расходы, руб.

*Общие издержки за рейс при доставке товаров для каждой из альтернативных схем доставки включают издержки на перевозку и издержки на товарные запасы.*

*Издержки на товарные запасы  $S_{\text{зап}}$  определяются в зависимости от времени транспортировки  $t$  и времени нахождения товара на складе  $t_{\text{скл}}$ :*

$$S_{\text{зап}} = V_{\text{об}} \cdot r \cdot \frac{t_{\text{тп}} + t_{\text{скл}}}{365} \quad (4.4)$$

где  $r$  – процентная ставка на стоимость запасов, %.

### **Пример 4.2**

1. Объем спроса на товар достаточно стабильный и носит регулярный характер.

2. Объем продаж составляет:

- 40 млн. руб., или 80 тыс. единиц товара в год;
- 30 млн. руб., или 60 тыс. единиц товара в год;
- 25 млн. руб., или 50 тыс. единиц товара в год;
- 12,5 млн. руб., или 25 тыс. единиц товара в год.

Продажа, товара осуществляется равномерно день ото дня.

3. Альтернативные схемы доставки товаров:

- а) транспортировка самолетом в малых контейнерах до места розничной торговли;
- б) перевозка автомобильным транспортом в малых контейнерах до места розничной торговли;
- в) перевозка автомобильным транспортом в больших контейнерах до места розничной торговли;
- г) транспортировка по железной дороге в больших контейнерах до склада и от него малыми партиями до места розничной торговли.

4. Затраты времени при транспортировке самолетом:

- время обработки заявки – 5 дней;
- время в пути – 1 день;
- время нахождения в месте розничной торговли – 2 дня.

5. Затраты времени при транспортировке автомобильным транспортом в малых контейнерах:

- время обработки заявки – 5 дней;
- время в пути – 2 дня;
- время нахождения в месте розничной торговли – 2 дня.

6. Затраты времени при транспортировке автомобильным транспортом в больших контейнерах:

- время обработки заявки – 5 дней;
- время в пути – 2 дня;
- время нахождения в месте розничной торговли – 8 дней.

7. Затраты времени при перевозке железнодорожным транспортом в больших контейнерах на склад и далее малыми партиями:

- время обработки заявки – 5 дней;
- время в пути – 4 дня;
- время нахождения на складе – 10 дней;
- время нахождения в месте розничной торговли – 5 дней.

8. Удельные транспортные расходы:

- а) при объеме продаж 40 млн. руб., или 80 тыс. единиц:
  - при транспортировке самолетом – 3,33 руб.;
  - при транспортировке автомобилями малыми контейнерами – 2,70 руб.;
  - при транспортировке автомобилями большими контейнерами – 1,58 руб.;
  - при транспортировке железнодорожным транспортом – 0,19

руб.;

- б) при объеме продаж 30 млн. руб., или 60 тыс. единиц:
  - при транспортировке самолетом – 4,10 руб.;
  - при транспортировке автомобилями малыми контейнерами – 3,31 руб.;

- при транспортировке автомобилями большими контейнерами – 2,34 руб.;
  - при транспортировке железнодорожным транспортом – 1,14 руб.;
- в) при объеме продаж 25 млн. руб., или 50 тыс. единиц:
- при транспортировке самолетом – 4,54 руб.;
  - при транспортировке автомобилями малыми контейнерами – 3,65 руб.;
  - при транспортировке автомобилями большими контейнерами – 2,83 руб.;
  - при транспортировке железнодорожным транспортом – 1,74 руб.;
- г) при объеме продаж 12,5 млн. руб., или 25 тыс. единиц:
- при транспортировке самолетом – 5,65 руб.;
  - при транспортировке автомобилями малыми контейнерами – 5,37 руб.;
  - при транспортировке автомобилями большими контейнерами – 5,13 руб.;
  - при транспортировке железнодорожным транспортом – 4,09 руб.

9. Процентная ставка на стоимость запасов равна 10% годовых.

10. Стоимость 1 единицы товара составляет 500 руб.

*Определить:*

- 1) годовую оборачиваемость или количество рейсов для каждой схемы доставки и каждого объема продаж;
- 2) объем товарных запасов, или средний размер поставки за рейс (с экономической точки зрения, товары, находящиеся в пути, представляют собой запасы);
- 3) издержки на перевозку за рейс каждым видом транспорта для каждого объема продаж;
- 4) общие издержки за рейс при доставке товаров для каждой из альтернативных схем доставки, включая издержки на товарные запасы;
- 5) рациональные схемы доставки товаров для каждого объема продаж.

*Решение*

Расчеты сводятся в таблицы 4.6-4.11.

Таблица 4.6

*Годовая оборачиваемость или количество рейсов  
для каждой из альтернативных схем доставки\**

| Альтернативные схемы доставки | Время обработки заявки, дн. | Время транспортировки товара, дн. | Время нахождения товара на складе, дн. | Время нахождения товара в месте розничной торговли, дн. | Общее время оборота, дн. | Годовая оборачиваемость |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--|---|--------------------------|-------------------------|
| а                             | 5                           | 1                                 | 0                                      | 2   | 8                        | 45,6                    |
| б                             | 5                           | 2                                 | 0                                      | 2   | 9                        | 40,6                    |
| в                             | 5                           | 2                                 | 0                                      | 8   | 15                       | 24,3                    |
| г                             | 5                           | 4                                 | 10                                     | 5   | 24                       | 15,2                    |

\* (по формуле 4.1)

Таблица 4.7

*Объем товарных запасов, или средний размер поставки за рейс\**

| Объем продаж, млн. руб. | Объем товарных запасов или средний размер поставки за рейс, при альтернативных схемах доставки товаров, тыс. руб. |     |      |      |
|-------------------------|---|-----|------|------|
|                         | а   | б   | в    | г    |
| 40                      | 877   | 986 | 1644 | 2630 |
| 30                      | 658   | 740 | 1233 | 1973 |
| 25                      | 548   | 616 | 1027 | 1644 |
| 12,5                    | 274   | 308 | 514  | 822  |

\* (по формуле 4.2)

Таблица 4.8

*Удельные издержки на перевозку каждым видом транспорта*

| Объем продаж, млн. руб. | Удельные издержки на перевозку при альтернативных схемах доставки товаров, руб. |      |      |      |
|-------------------------|---|------|------|------|
|                         | а   | б    | в    | г    |
| 40                      | 3,33  | 2,7  | 1,58 | 0,19 |
| 30                      | 4,10  | 3,31 | 2,34 | 1,14 |
| 25                      | 4,54  | 3,65 | 2,83 | 1,74 |
| 12,5                    | 5,65  | 5,37 | 5,13 | 4,09 |

Таблица 4.9

*Издержки на перевозку за рейс каждым видом транспорта\**

| Объем поставки, тыс.<br>ед. товара | Издержки на перевозку за рейс при альтернативных схемах<br>доставки товаров, тыс. руб. |      |      |      |
|------------------------------------|--|------|------|------|
|                                    | а  | б    | в    | г    |
| 80                                 | 5,84   | 5,33 | 5,19 | 1,00 |
| 60                                 | 5,39   | 4,90 | 5,77 | 4,50 |
| 50                                 | 4,98   | 4,50 | 5,82 | 5,72 |
| 25                                 | 3,10   | 3,31 | 5,27 | 6,72 |

\* (по формуле 4.3)

Таблица 4.10

*Издержки на товарные запасы за рейс каждым видом транспорта*

| Объем про-<br>даж, млн.<br>руб. | Издержки на товарные запасы за рейс при альтернативных схемах до-<br>ставки товаров, тыс. руб. |           |           |             |
|---------------------------------|--|-----------|-----------|-------------|
|                                 | а / 1 день   | б / 2 дня | в / 2 дня | г / 14 дней |
| 40                              | 0,24   | 0,54      | 0,90      | 10,09       |
| 30                              | 0,18   | 0,41      | 0,68      | 7,57        |
| 25                              | 0,15   | 0,34      | 0,56      | 6,31        |
| 12,5                            | 0,08   | 0,17      | 0,28      | 3,15        |

\* (по формуле 4.4)

Таблица 4.11

*Общие издержки за рейс при доставке товаров**для каждой из альтернативных схем доставки*

| Объем<br>продаж,<br>млн. руб. | Общие издержки за рейс при альтернативных схемах доставки товаров,<br>тыс. руб. |      |      |       |
|-------------------------------|---|------|------|-------|
|                               | а   | б    | в    | г     |
| 40                            | 6,08  | 5,87 | 6,10 | 11,09 |
| 30                            | 5,57  | 5,30 | 6,45 | 12,06 |
| 25                            | 5,13  | 4,84 | 6,38 | 12,03 |
| 12,5                          | 3,17  | 3,48 | 5,55 | 9,88  |

Таким образом, при объеме продаж, составляющем 40, 30, 25 млн. руб., исходя из принципа минимизации общих издержек, целесообразно перевозить грузы автомобильным транспортом в малых контейнерах, а при доставке товаров на сумму 12,5 млн. руб. – воздушным транспортом.

## **Контрольные вопросы и задания**

### *Контрольные вопросы*

1. В чем состоит роль транспортировки в логистике?
  2. Какие основные задачи решает транспортная логистика?
  3. Какие существуют основные способы транспортировки?
- Охарактеризуйте каждый из них.
4. В чем состоят достоинства и недостатки различных видов транспорта?
  5. Почему в логистике широкое распространение получили интер/мультиodalные перевозки?
  6. Какие преимущества обеспечивают интер/мультиodalные перевозки?
  7. Что такое терминалные перевозки? Какова их роль в обеспечении грузопотоков?
  8. Как следует выбирать перевозчика? экспедитора? других посредников?
  9. Каковы оптимизационные задачи транспортной логистики?
  10. В чем особенности транспортировки углеводородного сырья?

### *Контрольные задания*

#### **Задание 4.1**

Продукция (манометры) транспортируется в стандартных контейнерах в ящиках или на поддонах.

Если используются поддоны, то в контейнер вмещается 300 шт. (25 поддонов в одном контейнере, 12 шт. на одном поддоне). Если штабелируются ящики, то в контейнер вмещается 480 шт. (40 ящиков в одном контейнере, 12 шт. в одном ящике).

Транспортные расходы в расчете на один контейнер:

- 1-3 варианты – 500 руб.,
- 4-6 варианты – 800 руб.,
- 7-9 варианты – 1200 руб.,
- 10-12 варианты – 2000 руб.,
- 13-15 варианты – 3000 руб.

Почасовая ставка погрузочно-разгрузочных работ (ПРР):

- вручную – 36 руб.,
- вилочным погрузчиком – 54 руб.

Затраты рабочего времени на погрузку:

- одного поддона: вручную – 4,8 мин, вилочным погрузчиком – 2,4 мин;

– одного ящика: вручную – 1,8 мин, вилочным погрузчиком – 0,9 мин.

Необходимо определить затраты на один поддон и один ящик при транспортировке продукции, на основе расчетов выбрать наиболее рациональный вид тары.

Данные для расчетов представлены в таблице 4.12.

Таблица 4.12

*Общие затраты на транспортировку одного поддона и одного ящика*

| Вариант | Стоимость перевозки, руб. |                | Стоимость погрузки, руб. |              |              |              | Общие затраты на транспортировку, руб. |              |              |              |
|---------|---------------------------|----------------|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--|--------------|--------------|--------------|
|         |                           |                | одного поддона           |              | одного ящика |              | одного поддона                         |              | одного ящика |              |
|         | одно-го под-дона          | од-ного ящи-ка | вруч-ную                 | погруз-чиком | вруч-ную     | погруз-чиком | вруч-ную                               | погруз-чиком | вруч-ную     | погруз-чиком |
| 1       | 20                        | 13             | 2,88                     | 2,16         | 1,08         | 0,81         | 22,88                                  | 22,16        | 13,58        | 13,31        |
| 2       | 32                        | 20             | 2,88                     | 2,16         | 1,08         | 0,81         | 34,88                                  | 34,16        | 21,08        | 20,81        |
| 3       | 48                        | 30             | 2,88                     | 2,16         | 1,08         | 0,81         | 50,88                                  | 50,16        | 31,08        | 30,81        |
| 4       | 80                        | 50             | 2,88                     | 2,16         | 1,08         | 0,81         | 82,88                                  | 82,16        | 51,08        | 50,81        |
| 5       | 120                       | 75             | 2,88                     | 2,16         | 1,08         | 0,81         | 122,88                                 | 122,16       | 76,08        | 75,81        |
| 6       | 32                        | 20             | 2,88                     | 2,16         | 1,08         | 0,81         | 36,61                                  | 35,46        | 21,73        | 21,30        |
| 7       | 54                        | 34             | 2,88                     | 2,16         | 1,08         | 0,81         | 59,30                                  | 58,07        | 35,84        | 35,38        |
| 8       | 86                        | 54             | 2,88                     | 2,16         | 1,08         | 0,81         | 91,58                                  | 90,29        | 55,94        | 55,46        |
| 9       | 152                       | 95             | 2,88                     | 2,16         | 1,08         | 0,81         | 157,47                                 | 156,10       | 97,05        | 96,54        |
| 10      | 132                       | 83             | 2,88                     | 2,16         | 1,08         | 0,81         | 135,17                                 | 134,38       | 83,69        | 83,39        |
| 11      | 22                        | 14             | 2,88                     | 2,16         | 1,08         | 0,81         | 25,40                                  | 24,60        | 15,07        | 14,77        |
| 12      | 36                        | 22             | 2,88                     | 2,16         | 1,08         | 0,81         | 39,07                                  | 38,26        | 23,61        | 23,31        |
| 13      | 54                        | 34             | 2,88                     | 2,16         | 1,08         | 0,81         | 57,49                                  | 56,68        | 35,12        | 34,82        |
| 14      | 91                        | 57             | 2,88                     | 2,16         | 1,08         | 0,81         | 94,48                                  | 93,66        | 58,23        | 57,92        |
| 15      | 138                       | 86             | 2,88                     | 2,16         | 1,08         | 0,81         | 141,31                                 | 140,48       | 87,49        | 87,18        |

### Задание 4.2

Сервисная компания решает вопрос, где закупать комплектующие изделия – в России или в Юго-Восточной Азии? Так, в случае отгрузки из Юго-Восточной Азии необходимо преодолеть большие расстояния, чем при отгрузке из России. Транспортные затраты будут значительно выше, а более длительные сроки перевозки потребуют дополнительных запасов в сети снабжения и дополнительных страховых запасов, гарантирующих бесперебойное производство. Более того, продукция из региона Юго-Восточной Азии подлежит обложению импортными пошлинами. В таблице 4.13 перечислены дополнительные факторы, возникающие при отгрузке из Юго-Восточной Азии.

Таблица 4.13

*Характеристика транспортировки*

| Вариант | Тариф на транспортировку грузов морем, долл./куб.м | Импортная пошлина за ввоз товаров, % | Процентная ставка на запасы |              | Продолжительность транспортировки, дн. | Дополнительные страховые запасы у получателя, дн. |
|---------|--|--------------------------------------|-----------------------------|--------------|--|---|
|         |  |                                      | в пути, %                   | страховые, % |  |   |
| 1       | 150  | 12                                   | 10                          | 10           | 25                                     | 7   |
| 2       | 180  | 14                                   | 12                          | 12           | 30                                     | 8   |
| 3       | 195  | 16                                   | 13                          | 13           | 33                                     | 9   |
| 4       | 210  | 17                                   | 14                          | 14           | 35                                     | 10  |
| 5       | 225  | 18                                   | 15                          | 15           | 38                                     | 11  |
| 6       | 90   | 7                                    | 6                           | 6            | 15                                     | 4   |
| 7       | 105  | 8                                    | 7                           | 7            | 18                                     | 5   |
| 8       | 120  | 10                                   | 8                           | 8            | 20                                     | 6   |
| 9       | 135  | 11                                   | 9                           | 9            | 23                                     | 6   |
| 10      | 165  | 13                                   | 11                          | 11           | 28                                     | 8   |
| 11      | 167  | 13                                   | 11                          | 11           | 28                                     | 8   |
| 12      | 168  | 13                                   | 11                          | 11           | 28                                     | 8   |
| 13      | 170  | 14                                   | 11                          | 11           | 28                                     | 8   |
| 14      | 171  | 14                                   | 11                          | 11           | 29                                     | 8   |
| 15      | 173  | 14                                   | 12                          | 12           | 29                                     | 8   |

Удельная стоимость товара составляет 4000 долл., 6000 долл., 8000 долл., 10000 долл., 12000 долл. за куб. м. Цена комплектующих из-делий в России на 20% выше, чем в регионе Юго-Восточной Азии, а их качество одинаковое.

На основании указанных факторов и удельной стоимости товара определить дополнительные затраты, возникающие при отгрузках из Юго-Восточной Азии. Сравнить с затратами при покупке в России, выбрать вариант доставки

**Основная литература:**

1. Турков А.М.. Основы управления логистическими процессами в закупках, производстве и распределении. Изд «Академия»—М, , 2020  
Электронные ресурсы:
2. Прохоров, В.М. Управление логистическими процессами в закупках, производстве и распределении : учебник / Прохоров В.М., Медведев В.А., Чирухин В.А. — Москва : КноРус, 2021 – электронная библиотека ОПМК
3. ЭР ЦОС СПО «PROF – ОБРАЗОВАНИЕ»- электронная библиотека в ОМПК

**Интернет–ресурсы:**

- |   |  |
|---|--|
| 1. <a href="http://www.gks.ru">www.gks.ru</a> ; <a href="http://www.rbc.ru">www.rbc.ru</a> ; <a href="http://www.vedomosti.ru">www.vedomosti.ru</a> ; <a href="http://www.ecsocman.edu.ru">www.ecsocman.edu.ru</a> ; <a href="http://www.ebiblioteka.ru">www.ebiblioteka.ru</a> ; |  |
| 2. <a href="http://www.google.ru">www.google.ru</a> ; <a href="http://www.yandex.ru">www.yandex.ru</a> ;  | Ассоциация международных                       |
| 3. <a href="http://www.asmap.ru/">http://www.asmap.ru/</a>  | автоперевозчиков РФ (АСМАП)                    |
| 19. <a href="http://www.ati.su/">http://www.ati.su/</a>   | Сайт по автомобильным грузоперевозкам          |
| 20. <a href="http://www.baltics.ru/">http://www.baltics.ru/</a>   | Балтийский транспортные системы                |
| 21. <a href="http://www.cia-center.ru/">http://www.cia-center.ru/</a>   | Коммерческий информационно-аналитический центр |
| 22. <a href="http://www.cals.ru/">http://www.cals.ru/</a>   | НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика»     |
| 23. <a href="http://www.editrans.ru/">http://www.editrans.ru/</a>   | EDI и стандарт передачи данных                 |

|   |  |
|---|--|
|   | <b>EDIFACT (ПЭПИ)</b>  |
| 24. <a href="http://www.far-aerf.ru/">http://www.far-aerf.ru/</a>                 | Ассоциация экспедиторов РФ   |
| 25. <a href="http://www.risk-online.ru">http://www.risk-online.ru</a>             | Журнал «РИСК»  |
| 26. <a href="http://www.ktr.itkor.ru/">http://www.ktr.itkor.ru/</a>               | Журнал «Конъюнктура товарных рынков»<br>(Маркетинг & Логистика)              |
| 27. <a href="http://www.loginfo.ru/">http://www.loginfo.ru/</a>                   | Журнал «Логинфо»   |
| 28. <a href="http://www.logist.ru/">http://www.logist.ru/</a>                     | Клуб логистов  |
| 29. <a href="http://www.logistic.ru/">http://www.logistic.ru/</a>                 | Информационный портал по логистике,<br>транспорту и таможне                  |
| 30. <a href="http://www.logistics.ru/">http://www.logistics.ru/</a>               | Информационный портал ИА<br>«Логистика»                                      |
| 31. <a href="http://www.logistpro.ru/">http://www.logistpro.ru/</a>               | Журнал «Логистика и управление»<br>(бывш.»Логистика & система»)              |
| 32. <a href="http://www.itkor.ru/">http://www.itkor.ru/</a>                       | Институт исследования товародвижения и<br>конъюнктуры оптового рынка         |
| 33. <a href="http://www.perevozchik.ru/">http://www.perevozchik.ru/</a>           | Журналы Автоперевозчик и Спецтехника   |
| 34. <a href="http://www.perevozki.ru/">http://www.perevozki.ru/</a>               | Перевозки.РУ   |
| 35. <a href="http://www.rzd.ru/">http://www.rzd.ru/</a>                           | Российские железные дороги   |
| 36. <a href="http://www.rzd-partner.ru/">http://www.rzd-partner.ru/</a>           | Журнал РЖД-партнер   |
| 37. <a href="http://www.skladcom.ru/">http://www.skladcom.ru/</a>                 | Журнал «Складской комплекс»  |
| 38. <a href="http://www.skladpro.ru/">http://www.skladpro.ru/</a>                 | Журнал «Складские технологии»  |
| 39. <a href="http://www.tamognia.ru/">http://www.tamognia.ru/</a>                 | Таможенный портал – законодательство,<br>консультации, справочники, обучение |
| 40. <a href="http://www.transportweekly.com/">http://www.transportweekly.com/</a> | Деловая информация о рынке<br>транспортных услуг                             |
| 41. СПС «Консультант Плюс»  |  |

#### **Периодические издания:**

1. Логистика (ежемесячно)
2. Логистика и управление цепями поставок (3 в полугодие)
3. Логистика сегодня (ежемесячно)
4. Транспорт Российской Федерации (ежемесячно)
5. Эксперт (еженедельник)