

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

А.В.Кириллов, В.Е.Целин

## **Логистика**

Интерактивное мультимедийное пособие  
Система дистанционного обучения «Moodle»

САМАРА  
2012

УДК (075.8)330

ББК 65.40

Авторы: **Кириллов Александр Владимирович, Целин Владимир Евгеньевич**

Кириллов, А.В. Логистика. [Электронный ресурс]: интерактив. мультимед. пособие: система дистанц. обучения «Moodle»/ А.В.Кириллов, В.Е.Целин; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П.Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые и граф. дан. (13,5 Мбайт). - Самара, 2012. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).  
Сист. требования: ПК Pentium; Windows 2007 или выше.

В состав интерактивного мультимедийного пособия входят:

1. Логистика Конспект лекций. Авторы: Кириллов А.В., Целин В.Е.
2. Логистика. Лабораторный практикум. Авторы: Кириллов А.В., Целин В.Е.

Интерактивное мультимедийное пособие разработано на кафедре менеджмента факультета экономики и управления и предназначено для студентов, обучающихся по специальности 080507.65 «Менеджмент организации» (6 семестр) и бакалавров направления 080200.62 «Менеджмент» (7 семестр).

Представленные материалы могут быть использованы при изучении дисциплины «Логистика». Рассмотрены вопросы и основные понятия логистики. Приведены примеры, поясняющие некоторые приемы и способы используемых логистических приемов и алгоритмов.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| Введение .....  | 7  |
| Глава I. Понятие и содержание логистики .....   | 8  |
| 1.1. Цели и задачи логистики предпринимательства.....   | 8  |
| 1.2. Понятие логистики. Основные определения.....   | 12 |
| 1.3. Взаимодействие логистики и подразделений.....  | 14 |
| 1.3.1. Логистика и снабжение.....   | 14 |
| 1.3.2. Логистика и производство.....  | 15 |
| 1.3.3. Логистика и складские операции готовой продукции.....  | 15 |
| 1.3.4. Логистика и сбыт (распределение).....  | 15 |
| ГЛАВА 2. Складское хозяйство и комиссионирование.....   | 18 |
| 2.1. Основы складского хозяйства.....   | 18 |
| 2.1.1. Функция складов.....   | 18 |
| 2.1.2. Функция выравнивания.....  | 18 |
| 2.2. Классификации складов.....   | 20 |
| 2.2.1. Виды складов по функциям.....  | 20 |
| 2.2.2. Виды складов по форме складирования.....   | 23 |
| 2.2.3. Виды складов по конструкциям.....  | 24 |
| 2.2.4. Виды складов по международной классификации.....   | 25 |
| 2.2.5. Оборудование складов.....  | 26 |
| 2.2.6. Упаковка.....  | 27 |
| 2.3. Системное планирование на складских операций.....  | 28 |
| 2.4. Создание системы комиссионирования.....  | 29 |
| 2.5. Виды складских систем.....   | 31 |
| 2.6. Адресность размещения.....   | 33 |
| 2.7. Тенденции складского хозяйства.....  | 35 |
| ГЛАВА 3. Транспортное хозяйство и распределение.....  | 36 |
| 3.1. Внутрипроизводственная транспортировка.....  | 36 |
| 3.2. Междугородные перевозки.....   | 39 |
| 3.2.1. Виды перевозок.....  | 39 |
| 3.2.2. Виды перевозок (транспортировок) в зависимости от количества используемых транспортных систем..... | 40 |
| 3.2.3. Предпосылки и перечень мероприятий при создании транспортной                                       |    |

|  |    |
|--|----|
| системы).....  | 42 |
| 3.3. Международные перевозки (Инкотермс).....  | 43 |
| 3.4. Используемые стратегии транспортных систем.....                                   | 47 |
| Глава 4. Размещение материалов и готовых изделий.....                                  | 50 |
| 4.1. Значение размещения.....  | 50 |
| 4.2. Структуризация продукции размещение в магазине или на складе....                  | 51 |
| 4.2.1. ABC — анализ.....   | 51 |
| 4.2.2. XYZ — анализ.....   | 54 |
| 4.2.3. ABC–XYZ анализ.....   | 56 |
| 4.3. Элементы системы размещения.....  | 59 |
| 4.4. Определение потребности.....  | 59 |
| 4.4.1. Разновидности потребности в материалах.....                                     | 59 |
| 4.4.2. Методы расчета потребности.....   | 60 |
| 4.4.3. Детерминированные методы.....   | 61 |
| 4.4.4. Стохастическое определение потребности с помощью метода<br>прогнозирования..... | 61 |
| 4.4.5. Контроль результатов прогнозирования.....                                       | 65 |
| 4.4.6. Определение потребности.....  | 65 |
| 4.5. Определение объема заказа.....  | 66 |
| 4.5.1. Определение оптимальной величины заказа по Андлеру.....                         | 66 |
| 4.5.2. Методы определения величины заказа.....   | 68 |
| 4.6. Выполнение заказа. Методы организации заказов.....                                | 69 |
| 4.6.1. Метод заказа на основе договора.....  | 69 |
| 4.6.2. Метод заказа на основе ритмичности.....   | 70 |
| 4.6.3. Метод заказа на основе прогноза.....  | 70 |
| 4.7. Управление запасами.....  | 71 |
| 4.7.1. Сущность традиционного подхода к управлению запасами.....                       | 72 |
| 4.7.2. Выявление и определение страхового запаса.....                                  | 78 |
| 4.7.3. Управление запасами с позиций концепции Just-in-time.....                       | 78 |
| Глава 5. Информационная логистика.....   | 81 |
| 5.1. Основные понятия, цели и задачи информационной логистики.....                     | 81 |
| 5.2. Классификация информационных потоков.....   | 82 |
| 5.3. Способы управления информационными потоками.....                                  | 83 |
| 5.4. Информационные логистические системы.....   | 85 |
| 5.5. Интеграция информационных логистических систем.....                               | 87 |
| 5.6. Современные информационные технологии.....  | 91 |
| 5.7. Аутсорсинг логистических 3PL услуг.....   | 96 |
| Глава 6. Показатели логистики.....   | 99 |
| 6.1. Формулировки показателей.....   | 99 |

|   |     |
|---|-----|
| 6.2. Важнейшие показатели логистики.....                                    | 99  |
| 6.2.1. Усредненное наличие на складе.....                                   | 99  |
| 6.2.2. Продолжительность оборота склада.....                                | 100 |
| 6.2.3. Оборачиваемость склада.....  | 100 |
| 6.2.4. Готовность к поставке.....   | 101 |
| 6.2.5. Доля запасов для реализации.....                                     | 101 |
| 6.2.6. Ошибки в поставках и квота отказов.....                              | 101 |
| 6.2.7. Доля затрат на логистику в обороте предприятия.....                  | 102 |
| 6.2.8. Доля пролеживания в общем цикле оборота.....                         | 102 |
| 6.3. Система показателей.....   | 102 |
| 6.3.1. Система для счета (взаимосвязанных показателей).....                 | 102 |
| 6.3.2. Система упорядочения.....  | 103 |
| ГЛАВА 7. Затраты в логистике.....   | 104 |
| 7.1. Классификация затрат по видам.....                                     | 104 |
| 7.1.1. Затраты на персонал.....   | 105 |
| 7.1.2. Затраты на средства производства.....                                | 105 |
| 7.1.3. Затраты на помещение и перемещение.....                              | 105 |
| 7.1.4. Связывание капитала при обороте средств.....                         | 106 |
| 7.1.5. Компоненты (элементы) связывания капитала.....                       | 106 |
| 7.2. Классификация затрат по месту возникновения.....                       | 108 |
| 7.3. Модифицированная система учета затрат.....                             | 109 |
| ГЛАВА 8. Создание продукта на основе рациональной логистики.....            | 111 |
| 8.1. Постановка проблемы многовариантности.....                             | 111 |
| 8.2. Воздействие многовариантности на организацию труда.....                | 112 |
| 8.3. Мероприятия по созданию продукта на основе рациональной логистики..... | 115 |
| 8.3.1. Логистические аспекты конструкции.....                               | 115 |
| 8.3.2. Мероприятия, воздействующие на конструкцию.....                      | 115 |
| СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....  | 118 |

## **ВВЕДЕНИЕ**

В данном учебном пособии (электронный ресурс) рассмотрены терминология, основные вопросы и задачи, решаемые в организациях в области транспортной, производственной, информационной логистики.

Учебное пособие (электронный ресурс) рекомендуется использовать в качестве конспекта лекций по курсу «Логистика» для студентов экономических специальностей.

Данное учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям «Менеджмент» и «Экономика». Подробное изложение теоретического и практического материала, сопровождающееся иллюстрациями и таблицами, предоставляет возможность успешного самостоятельного изучения курса «Логистика» студентами дневной, заочной, ускоренной и дистанционной форм обучения.

# ГЛАВА 1. ПОНЯТИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ЛОГИСТИКИ

## 1.1. Значение и цели логистики в предпринимательстве

Логистика — это наука о планировании, контроле и управлении материальными, товарными потоками от поставщика до конечного потребителя (в том числе транспортировку, складирование, распределение) включая и информационное обеспечение. Схема движения потоков показана на рис.1.

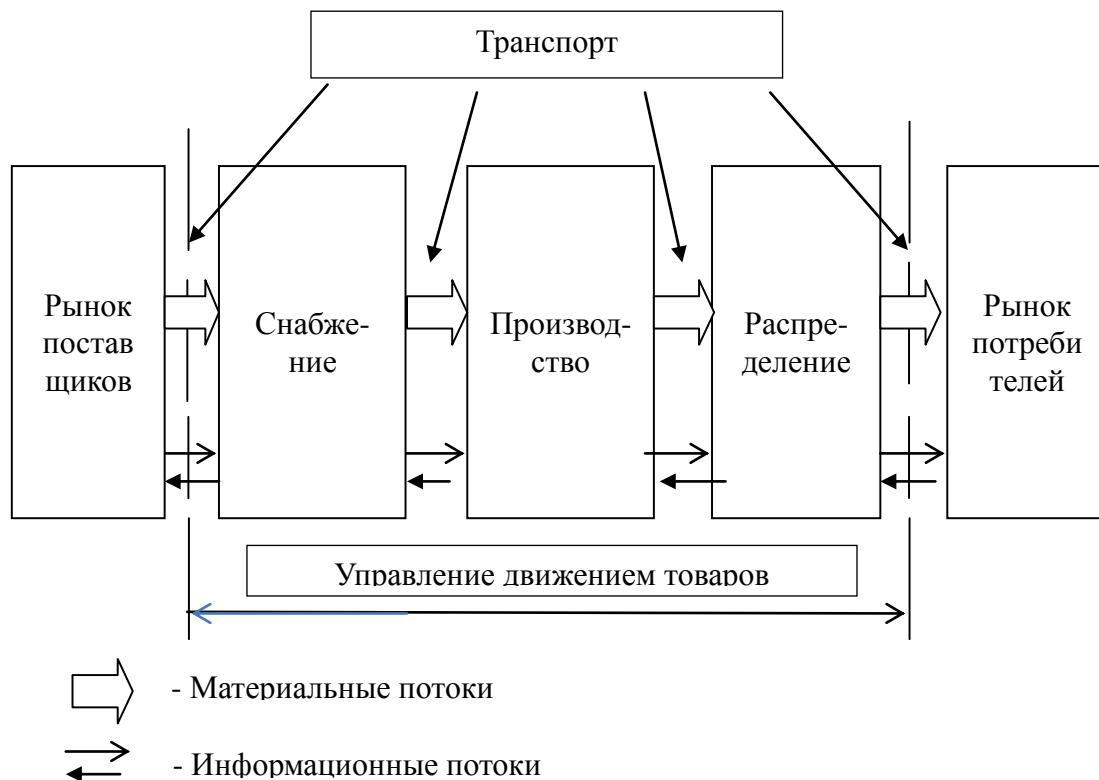


Рисунок 1. Движение материальных и информационных потоков

Основные задачи логистики:

1. Поиск и заключение договора с клиентами.
2. Размещение заказа на предприятии с минимальными для логистического предприятия затратами.
3. Выполнение заказа, удовлетворение требований клиента.

Уровни логистических предприятий:

- международные транснациональные логистические компании, выполняющие весь спектр логистических услуг. (Пример- компания «Фигелогистик»- контролирующая около 15% перевозок в Европе. )

- логистические центры, функционирующие в рамках крупных регионов или отдельных государств, выполняющие 2-3 логистические функции, например, компания Русская Логистическая Служба (РЛС)- компания, имеющая

около 80 представительств по территории России.

- логистические предприятия (предприятия- спутники) - небольшие компании, обслуживающие крупные промышленные предприятия или торговые сети (обычно на правах аутсорсинга).

**Целью логистики** является обеспечение рациональных форм снабжения предприятий, продукции и рынков сбыта. При этом должны быть выполнены слагаемые эффективности-критерии, которые были сформированы на основании опроса (по данным опроса, проведенном в Германии в 1993г. более 10 000 предпринимателей и руководителей компаний):

1. Цена продукта или услуги.
2. Качество продукции или услуги.
3. Срок поставки (цикл поставки)
4. Готовность поставки
5. Гибкость
6. Качество поставок
7. Информационная готовность.

Эти критерии особенно важны в настоящих условиях, т.к. при построении рыночных отношений одной из основных проблем предпринимательства - является выбор партнеров (поставщиков, соисполнителей, потребителей) в организации бизнес- цепочки выполнения заказов или изготовлении продукции.

Следует отметить, что первые два критерия являются рыночными критериями, остальные пять — логистическими. Причем, первые два критерия уже не всегда являются определяющими. Например, цена на продукцию. В ряде случаев, чтобы дистанцировать свой продукт , производители повышают цену, чтобы подчеркнуть его исключительность ( водка...). С другой стороны, рынок в течение многих лет выравнивал цены- если используются хорошие материалы, если используется качественный труд- то почему продукция может быть дешевой. В настоящее время второй критерий - качество продукции (или услуги) не то, чтобы не является определяющим, нет он, точнее сказать, является обязательным требованием, т.е. уровень качества, если говорим о продукции мирового уровня, должен присутствовать как априори. Например, корейские автомобильные компании, выходя на мировой рынок со своей продукцией, обеспечивают априори высочайший уровень качества (гарантия на автомобиль пять лет или 100 тыс. км- это уже цифры для российской действительности за пределами и тем не менее, покупатели думают не о них , а о цене, дизайне, сервисе обслуживания и т.п.

Итак, именно логистические показатели выходят на первое место. Рассмотрим их подробнее.



## **Сроки поставки**

**Срок (цикл) поставки** включает промежуток времени между датами подписания заказа и сроком выполнения, включая и время доставки в указанное клиентом место. Срок поставки - фундаментальная компонента эффективности логистики. Европейский стандарт срока поставки на настоящий момент - 24 часа. Первоначально данный критерий был обусловлен принципом возможности поставки товара из центра Европы в любую её точку за 24 часа (при наличии «прозрачных» границ Еврзоны). В Японии стандарт ещё более жесткий - 8 часов. В условиях конкуренции, при прочих равных условиях иных производителей или компаний поставщиков услуг, конкурентов, срок поставки может явиться решающим фактором при выборе партнера.

### **Готовность к поставке**

Готовность к поставке свидетельствует о согласованности сроков выполнения заказа, связанных с пожеланиями клиента. Количественной оценкой данного критерия является отношения числа выполненных заказов к общему числу заказов клиентов.

$$G_{\text{заказы}} = \frac{\text{Выполненные\_заказы}}{\text{Общее\_число\_заказов}} \times 100\%$$

Данный критерий несколько субъективен, т.к. предполагается, что заказы клиентов приблизительно равнозначны.

Для более объективной оценки данный показатель вычисляется в денежном выражении, в числителе фигурирует стоимость выполненных заказов, в знаменателе — общая стоимость всех заказов клиентов.

$$G_{\substack{\text{денежное} \\ \text{выражение}}} = \frac{\text{Стоимость "выполненных" заказов}}{\text{Стоимость "поступивших" заказов}} \times 100\%$$

Готовность к поставке является плановым показателем, он оценивается еще на стадии организации бизнес-процесса. Объективно понятно, все заказы выполнить нельзя, всегда существуют заказы, которые могут быть невыгодны поставщику, и здесь возникает дилемма, либо выполнять заказ и нести убытки, либо от него отказаться, но понизить свой уровень готовности к поставке. Решение этой проблемы в ту или иную сторону может определяться финансовыми, имиджевыми или ситуационными факторами.

### **Качество поставок**

Под качеством поставок понимается способность компании к бездефектной поставке продукции. Качество поставок определяется долей

заказов, выполненных без дефектов в соответствии с заказом (спецификацией) клиента. Под спецификацией клиента понимается сумма всех аспектов поставки исключая срок поставки. Например, точность изготовления продукции в соответствии с требованиями заказа, технические параметры, требуемое - количество, а также доставка к указанному месту назначения.

### **Гибкость**

Под гибкостью понимается, готовность компании выполнить вносимые клиентом изменения по сравнению с установленными рамками спецификации заказа. Измерить гибкость бывает достаточно проблематично. Изначально количественным показателем гибкости в логистике является отношение числа пожеланий клиента об изменениях к общему числу первоначальных характеристик в пределах установленного заказа клиента (или к числу основных параметров изделия или заказа). На этапе выбора партнера учитываются параметры, определяющие возможные ситуации при выборе изделия. (Пример, см. таблицу 1). Фирма выбирает возможного поставщика продукции — автомобилей. При этом предположим рассматриваются изготовители АвтоВАЗ и Ауди. Рассматриваются четыре основных параметра :габариты, мощность мотора, цвет автомобиля, вид салона. По двум последним параметрам обе компании могут варьировать как выбором цвета автомобиля, так и видом отделки салона. Однако изменить размеры и мощность мотора АвтоВАЗ не имеет возможности, поэтому ставим минус, а Ауди может варьировать размерами автомобилей (от маленькой А2 до чрезвычайно большой класса люкс А8), и мощностью двигателей в широком диапазоне.

Таблица1

Сравнительный анализ автопроизводителей по параметрам

| № п/п | Параметры       | АвтоВАЗ | Ауди    |
|-------|-----------------|---------|---------|
| 1     | Габариты        | -       | +       |
| 2     | Мощность мотора | -       | +       |
| 3     | Цвет машины     | +       | +       |
| 4     | Салон           | +       | +       |
|       | Итого           | 50,00%  | 100,00% |

В итоге при работе с компанией АвтоВАЗ по данному критерию можно получить только гибкость поставок на уровне 50%, при работе с компанией Ауди гибкость возможно обеспечить на уровне 100%.

## **Информационная готовность**

Информационная готовность определяется способностью компании выдавать запрашиваемые клиентом сведения на всех стадиях выполнения заказа. Информационную готовность трудно объективно измерить. В качестве количественной меры ее измерения считается отношение числа правильных ответов на запросы по отношению к общему числу запросов за определенный промежуток времени клиентов.

### **1.2. Понятие логистики. Основные определения**

Понятие логистики уже в течение длительного времени занимает твердые позиции в военной сфере. Это понятие охватывает там проблемы транспорта, снабжения, а также перемещения войсковых подразделений. Из этой области понятие логистики вначале пришло американское учение о менеджменте, а затем в экономическую литературу. Уже в течение значительного времени это понятие трансформировалось в промышленную логистику как обособленную функциональную область предпринимательства.

**Центральным объектом логистики** являются потоки материалов и продукции от субпоставщиков через главное предприятие клиентам. Наряду с этим возрастает также обратное движение товаров, например, рециклинг и возврат тары. С этими потоками товаров неотделимо связано и рассматривается в логистике движение информационных потоков.

Функция логистики является как бы переходным мостиком в пространстве и во времени и охватывает все процессы, которые проходят между социальными системами и внутри них.

Проблема логистики охватывает, таким образом, задачи планирования, управления, организации и контроля энергии, информации, а также и потоков материальных ресурсов, включая их хранение. В литературе встречаются многообразные приложения логистики. Например, логистика маркетинга, логистика снабжения, логистика производства, логистика распределения товаров, материалов, логистика инфрасистемы и т. д. (рис. 2).

Представленные понятия в большинстве относятся к разделам промышленной логистики и общим для них являются следующие положения: все понятия характеризуют взаимодействие перемещений, транспортировки, складских операций, которые пересекаются в пространстве, и во времени. Этот аспект должен учитываться при уточнении понятия логистики

Логистика при выполнении заказов объединяет известные действия:

- **физические** (транспорт, складирование);

- **административные** (оформление действия заказов),
- **структурные** (системное представление) в одно интегрированное целое, состоящее из отдельных подсистем.

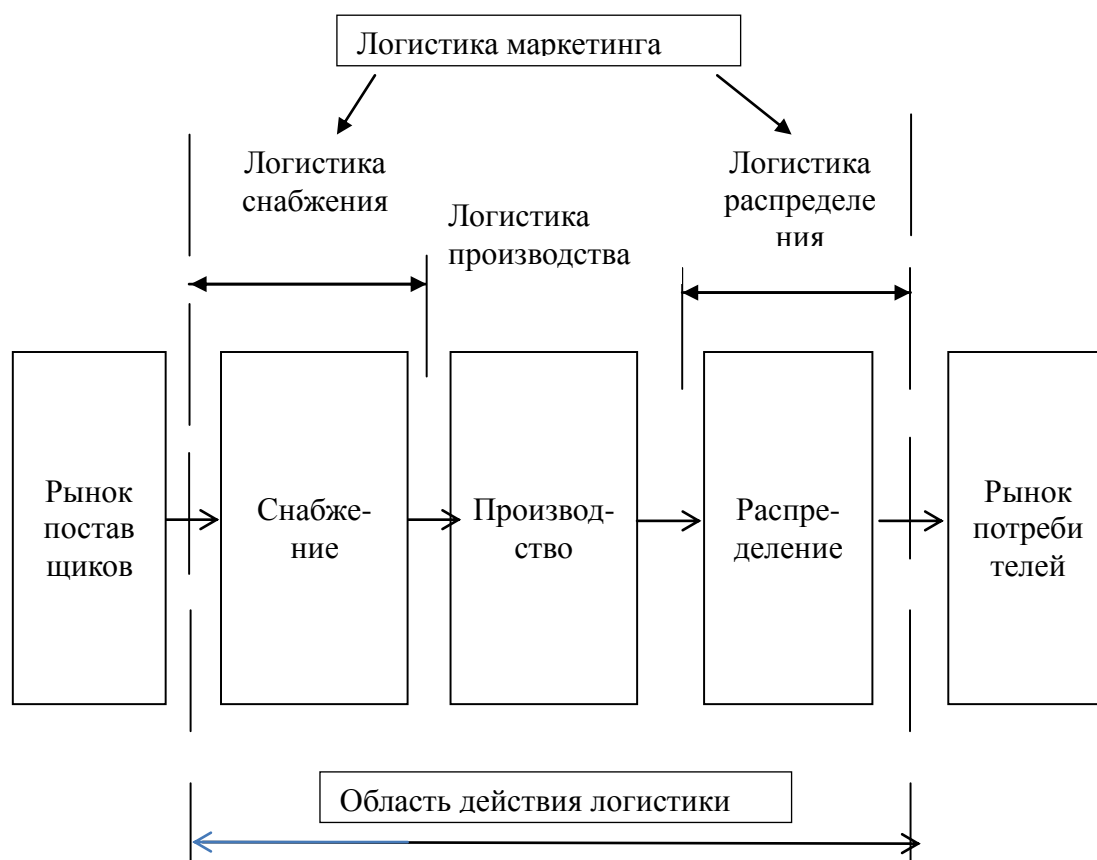


Рис.2. Функциональное разграничение систем логистики на предприятии.

Ее целью являются, подключение всех ресурсов организации для выполнения заказа:

- необходимого количества;
- нужных объектов;
- согласованному сроку;
- заданного качества;
- за установленную цену.

Здесь представляет интерес как оптимизация отдельных функций, так и согласование всех функций под углом зрения оптимальных материальных потоков. Эти материальные потоки и подключения функции координации являются стержнем так называемой «новой логистики».

Главными логистическими задачами являются:

- планирование, управление, реализация и контроль на производстве;
- снабжение, складирование сырья и основных материалов;
- транспортировка и складирование полуфабрикатов;

- складирование готовой продукции;
- транспортировка и распределение товаров клиентам (может быть через региональные посреднические склады).

### 1.3. Взаимодействие логистики и подразделений

В функционировании компании перечисленные выше задачи логистики часто относятся к области производства, снабжения, распределения или складирования готовой продукции и ее реализации.

#### 1.3.1. Логистика и снабжение

Следует разделить понятие **приобретения (покупки)** и **снабжения**.

Задачи **приобретения** включают следующие функции:

- получение и оценку предложения;
- выбор поставщиков;
- согласование цены и заключение договора.

Задачи **снабжения и размещения** следующие:

- определение потребности, расчет количества заказываемых материалов;
- решение о заказе;
- установление и наблюдение за количеством и сроками поставок;
- входной контроль и размещение товаров на складе;
- управление запасами и контроль.

Оптимизация задач снабжения требует координации по приоритетам, указанным на рис. 3.

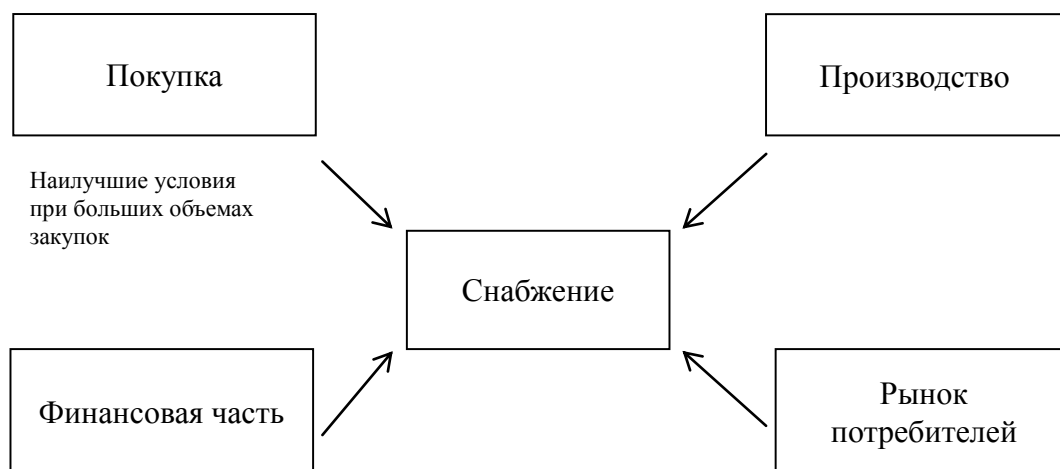


Рисунок 3. Влияние интересов направлений на снабжение

Снабжение в значительной степени вызывает требование, с одной стороны, минимизации складских запасов и с другой стороны, бесперебойного снабжения производства. Это противоречие интересов может быть уравновешено путем совершенствования информационного обслуживания.

### 1.3.2. Логистика и производство

Наряду с главными задачами изготовления деталей и их сборки в производстве необходимо выполнить следующие важные оперативные и плановые задачи:

- организацию внутрипроизводственного транспорта;
  - промежуточное складирование материалов, деталей и сборочных единиц;
  - оперативное планирование (планирование производственной программы, объемное планирование, планирование сроков и мощностей);
5. управление производством.

В части материальных потоков и готовой продукции перед логистикой стоят следующие задачи:

- скорейшее пополнение запасов на складе готовой продукции;
- сбыт должен в возможно короткие сроки удовлетворять потребности рынка;
- необходимо добиться минимизации производственных затрат и наиболее коротких циклов производства.

Важнейшим фактором, влияющим на количество произведенной продукции, является **качество оперативного планирования**. Оно определяется:

- качеством прогноза сбыта;
- согласованием объемов заказов с покупателями;
- запасами готовой продукции на складе;
- эффективностью методов планирования.

Вторым важнейшим фактором является цикл изготовления заказа.

На него влияют:

- качество оперативного планирования (прежде всего сокращение возникающих изменений);
- качество управления производством;
- организация внутризаводского транспорта.

### 1.3.3. Логистика на складах готовой продукции

К складскому хозяйству готовой продукции относятся все виды деятельности от приемки готовой продукции до подготовки ее к отправке.

Сюда относятся:

- входной контроль и размещение на складе готовых товаров;
  - складирование;
  - наблюдение за количеством;
  - написание заявок для пополнения складов;
  - посредническая деятельность (комиссионирование товаров);
  - упаковка и подготовка к отправке;
  - планирование транспортных операций;
- б. подготовка документации по отправке.

Сведения о состоянии запасов продукции на складе имеет большое значение для оценки ситуации с регулированием противоречивых интересов, показанных на рис. 4.

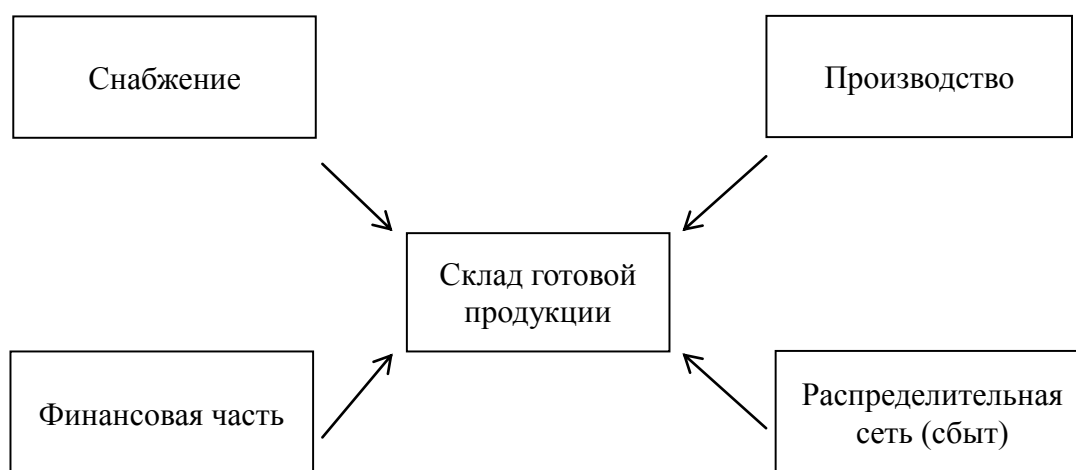


Рисунок 4. Влияние интересов различных направлений на склад готовой продукции

С точки зрения производства анализируются размеры партий запуска по критерию их экономичности. Подразделение сбыта должно возможно быстро удовлетворять пожелания заказчика, для чего хотело бы иметь достаточно большие запасы на складе. Финансовые задачи заключаются в снижении затрат на складирование и в обеспечении низких затрат на производство.

Для решения этих противоречий необходимо находить компромисс путем минимизации общих затрат на хранение на складах и на изготовление продукции. С другой стороны, требуется организовать информационные потоки, которые фиксировали бы потребности производства и складирования готовой продукции и определяли затраты на них.

### 1.3.4. Логистика и сбыт (распределение)

Наряду со специфической задачей распределения и сбыта, исследованиям рынка, распределение, в связи с развитием логистики, ориентируется на следующие задачи:

- оформление трудовых договоров с торговыми точками;
- планирование прогноза сбыта;
- получение информации о потребности в поставках для производства.

С точки зрения распределения логистика должна обеспечивать соблюдение объемов сбыта и оптимальной трудоемкости. В ориентированных на рынок предприятиях требования к распределению весьма высоки и различны в зависимости от ассортимента производимой продукции. Готовность к поставке и сроки поставки здесь имеют огромное значение.

Характерным для системы логистики является рост затрат в соответствии с ростом готовности к поставкам. Кроме того, наблюдается феномен насыщения, а именно, непропорционально малый рост сбыта при повышении готовности к поставке. Отсюда следует, что прирост прибыли мало зависит от максимальной готовности к поставкам. Это определяет сбытовую цель логистики. Для обеспечения этой цели требуется соответствующая организация сбыта. Следует учитывать при этом, что сроки планирования сбыта, в особенности планирование продаж, могут при чрезмерно оптимистичных предположениях о возможностях сбыта превосходить имеющиеся запасы.

Этого можно избежать, если ответственность за состоянием запасов, поддержанием запасов и установление сроков их пополнения находится под управлением одной службы – службы логистики. На рис.5 показаны требования и взаимодействия службы логистики с другими подразделениями компании.

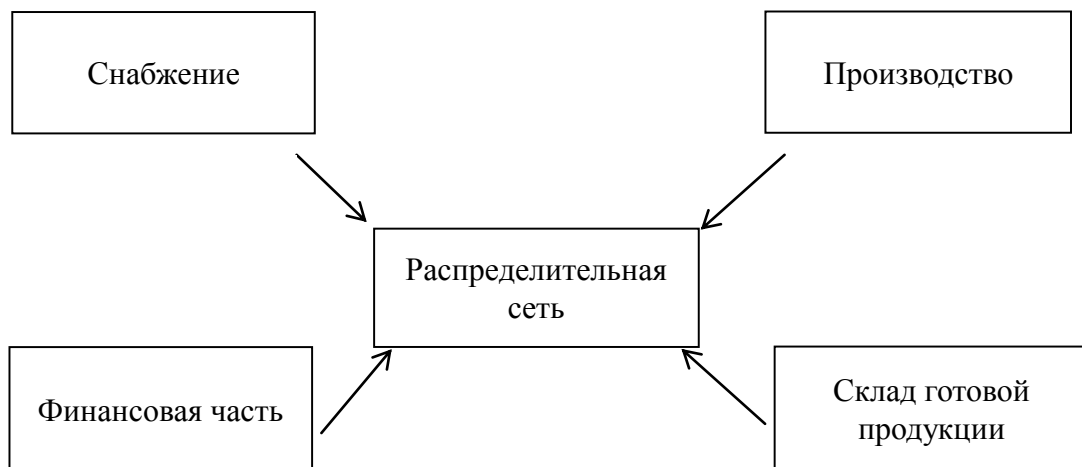


Рисунок 5. Влияние интересов различных направлений на сбыт



## **ГЛАВА 2. СКЛАДСКОЕ ХОЗЯЙСТВО И ПОСРЕДНИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (КОМИССИОНИРОВАНИЕ)**

Значение складов в последнее время значительно выросло как с точки зрения торговых, так и технологических задач. На эту тенденцию влияет не в последней степени то, что затраты по складированию становятся весьма заметными в общей цепочке образования стоимости на производстве. В следующих разделах определяется понятие складского хозяйства с точки зрения его специфических возможностей при системном планировании, а также при выполнении посреднических функций комиссионирования.

### **2.1. Основы складского хозяйства**

#### **2.1.1. Функции складов**

Склады на промышленных предприятиях выполняют различные функции и, в частности:

- склады покупных комплектующих;
- склады материалов (сырья, вспомогательного и производственного назначения);
- склады полуфабрикатов;
- промежуточные производственные склады;
- склады готовой продукции.

На торговых предприятиях задачи складов не так разнообразны, так как здесь идет речь только о распределении готовой продукции в частности поставок и сбыта.

В системе распределения и сбыта продукции различают централизованные и децентрализованные склады. Первые это большей частью заводские склады или так называемые центральные склады. Децентрализованные склады ориентированы, с точки зрения их объемов, на требования клиентов и количества хранимых товаров.

#### **2.1.2. Функции выравнивания**

В складской системе взаимодействуют материальные потоки, которые основаны на функциях транспортировки и хранения. Функции транспортировки определяют движение материалов, а функции хранения реализуют, кроме складирования, различные виды выравнивания хранимых запасов (рис. б).

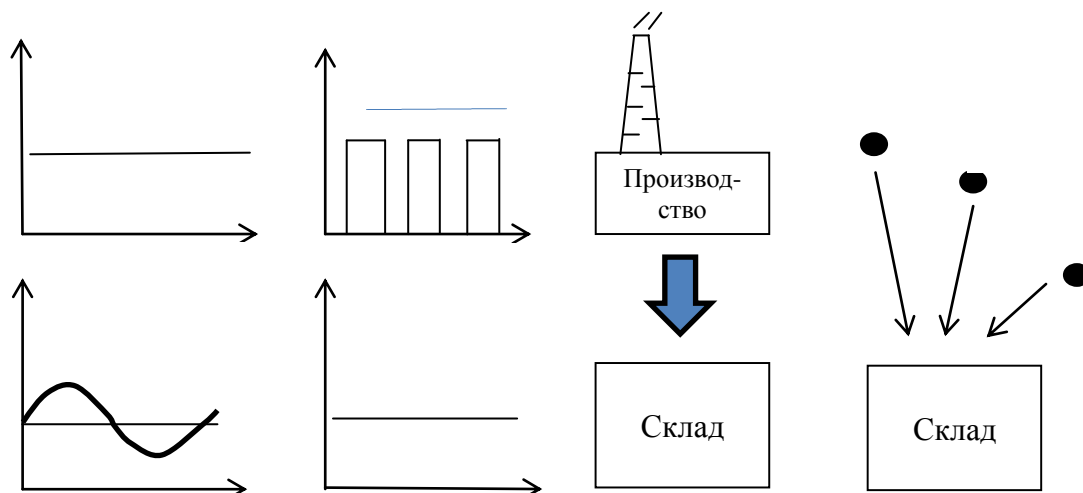


Рисунок 6. Виды выравнивания

**Выравнивание по времени** необходимо для тех отраслей, в которых функции производства и сбыта во времени не соответствуют друг другу. Например, может возникать противоречие между равномерным изготовлением продукции оптимальными партиями и сезонными колебаниями продаж, тогда на складе будут периодически скапливаться излишки продукции.

**Выравнивание по количеству** относится к предприятиям, которые выпускают серийную продукцию и производственные мощности превышают возможности продаж. Учитывая задачи и вопросы экономии затрат, предприятие изготавливает в единицу времени большее количество продукции, чем этого нужно исходя из текущего спроса. В этом случае варьируя временем перерыва, добиваются равенства между объемами производства и объемами потребления.

**Выравнивание объемов** применяется в тех случаях, когда местоположение производства не соответствует месторасположению потребителя продукции. Создается система складов или устанавливается один склад, с помощью которых продукция поступает потребителю. При этом по необходимости происходит привлечения транспортных средств.

**Выравнивание ассортимента** применяется в тех случаях, когда в населенных пунктах сложились определенные устойчивые пропорции в сбыте продукции. Данные склады необходимы для компенсации возможных колебаний в поставках от потребителей и ликвидации возможных последствий (в том числе и социальных) при отсутствии товарной группы.

Из двух первых основных функций вытекает важность учета в производственных мощностях склада:

- мощности, исходя из необходимости количественного выравнивания;

- оборота, исходя из соотношения количества по времени.

## 2.2. Классификации складов

### 2.2.1. Виды складов по функциям

В целом склады делятся на пять разновидностей:

- оборотные склады;
- склады снабжения (обеспечения);
- склады комиссионирования (посредническая деятельность);
- склады сохранения;
- специальные склады

Характеристики складов и типовые черты приведены в таблице 2

Таблица 2

#### Характеристики складов

| № п/п | Виды складов             | Основная функция  | Типичные черты  |
|-------|--------------------------|---|---|
| 1     | Оборотные склады         | Перегрузка продукции с одного вида транспорта на другой           | 1. Короткие (нулевые) сроки хранения<br>2. Высокий оборот складов<br>3. Организация учета продукции |
| 2     | Склады снабжения         | Обеспечение бесперебойной работы производства                     | 1. Малые сроки хранения (до 2 недель)<br>2. Широкая номенклатура комплектующих                      |
| 3     | Склады комиссионирования | Формирование заказа клиента в соответствии с требованиями клиента | 1. 1. высокий сервис<br>2. Дополнительные службы персонала  |
| 4     | Склады сохранения        | Выдача на срок уникальных объектов                                | 1. Длительные сроки хранения<br>2. особые требования к упаковке<br>3. Правовая защита               |
| 5     | Специальные склады       | Длительное хранение специальных продуктов                         | 1. Длительные сроки хранения<br>2. Разработка систем защиты<br>3. Организация инспекций             |

#### Оборотный склад

Задачи оборотного склада включает перегрузку комплектных единиц хранения с одного транспортного средства на другое. Характеристика операций на этих склада включает следующее:

- поступление и выдача со склада комплектных единиц хранения;
- короткие сроки хранения на складе.

Оборотные склады характеризуются:

- высоким оборотом складированных товаров;
- высокой интенсивностью транспортных операций на складе.

Так как на оборотном складе должна быть реализована высокая оборачиваемость, при планировании таких складов должно уделяться внимание транспортным и подъемным средствам также как и организации ручных операций. Тесно связана с реализацией мощность оборота выдачи товара. Различие в этих операциях часто мало учитывается.

### **Склад хранения**

Задачи его состоят в обеспечении наличия материалов для соответствующего функционирования производства. Характерными для этого вида складов являются:

- поставки товаров различными единицами измерения;
- неоднородность объектов хранения различных наименований в небольших количествах;
- средняя, но иногда значительная продолжительность хранения, (неделя);
- низкая оборачиваемость.

Склад хранения непосредственно связан с производством. Большая роль здесь заключается во взаимосвязи складирования и процессов изготовления, а также в минимизации времени транспортирования.

Принципиально может иметь место два вида складирования:

- стационарный склад - это постоянное помещение, связанное с процессом производства транспортными средствами;
- передвижной склад - реализующий складирование в производственном потоке с помощью транспортных средств, имеющих соответствующую емкость.

В противоположность классическим формам стационарных складов передвижные склады являются ступенью дальнейшего развития. Они создаются в связи со стремлением решить задачу оперативности путем хранения небольших запасов. Их применение ограничивается определенными сферами, а предпосылками этого метода складирования являются:

- крупносерийное или массовое производство;
- стабильность производственной программы (и номенклатуры);
- запуск партиями, соответствующими производственной потребности,
- поставки лишь необходимых количеств и с соблюдением технологических сроков;
- организация процесса производства, на основе поточных принципов;

- управление с помощью интегрированных потоков информации.

Проектирование и функционирование таких складов целиком ориентировано на такие показатели технологического процесса, как подготовительно-заключительные времена, партии запуска и количества наименований изделий.

### **Посреднические склады (склады комиссионирования)**

Задача складов комиссионирования состоит в реализации комиссионерских заказов в соответствии с заказами клиентов. Их функции: подсчет, сортировка и проведение заказа.

Характерными особенностями являются:

- формирование комплектных единиц;
- подсчет этих единиц;
- поставка разнообразных единиц хранения;
- средняя оборачиваемость и средний срок хранения.

Комиссионирование в настоящее время является трудно автоматизируемой процедурой, поэтому такие склады требуют высокой квалификации, отдачи персонала и организации.

Решающими для экономичности этого процесса являются эффективность комиссионерской работы и величина отношения пути доставки ко времени на единицу посреднического заказа.

### **Склад сохранения**

Задачи склада сохранения товаров состоят в складировании, охране и защите товаров. Их характеристиками являются:

- отсутствие перегрузок;
- выдача хранимых товаров со склада на определенный срок и их последующий возврат на склад;
- объекты хранения находятся на складе в течение длительного срока.

Защита и обеспечение сохранности складироваемых товаров имеет большое значение, поскольку объекты имеют высокую стоимость. Это могут быть, например, приспособления для станков и оборудования, предназначенные для аренды и повторного многократного использования.

### **Специальные склады**

Задачи специальных складов в зависимости от различных объектов

различны, например:

- защита персонала;
- защита окружающей среды;
- защита от случайного проникновения;
- защита от несанкционированного изъятия хранимых объектов.

Речь может идти при этом как о складах образцов, так и складах отходов. Такие склады могут быть стационарными или транспортируемыми.

### 2.2.2. Виды складов по форме складирования

В основном различают три разновидности складов (см. рис. 7):

- единичного хранения;
- линейного расположения;
- блочного расположения.

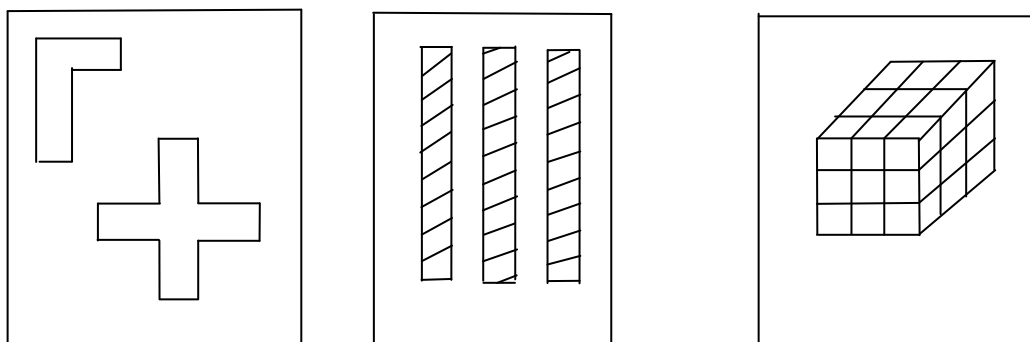


Рисунок 7. Виды складов

**Единичное хранение** является самой простейшей формой складирования и не требует дальнейших пояснений. При его использовании получают наиболее низкие показатели эффективности (коэффициент использования складской площади, коэффициент использования складского объема), поэтому данная схема хранения применяется для нестандартных и крупногабаритных элементов.

Наиболее часто применяется линейное и блочное хранение.

**При линейном хранении** обеспечивается **прямой доступ** к каждой единице хранения, что удобно для различных товаров с небольшими и средними размерами. Данная схема наиболее оптимальна как для

механизированных. Так и автоматизированных складов. Коэффициент использования складской площади приближается к 50% (см. рис.8.).

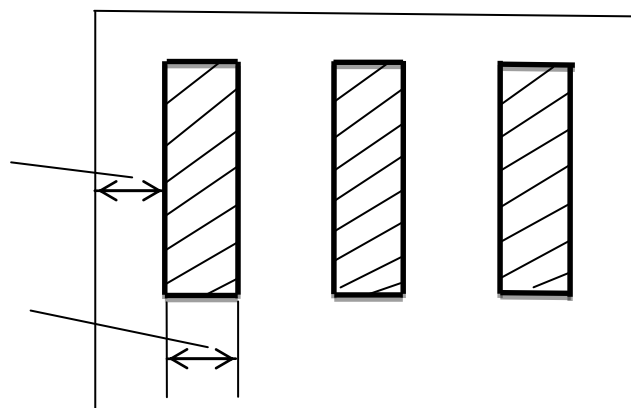


Рисунок 8. Размещение стеллажей

Штабелирование позволяет хорошо использовать пространство склада. Линейное расположение применяется при хранении товаров непосредственно на полу, при создании полок-стеллажей для хранения, при передвижных стеллажах-этажерках, а также как при создании высотных стеллажных складах. Линейное хранения применяется для среднегабаритной продукции (с размером ячейки до 1,1 м).

**Хранение складироваемых объектов в блоках** характеризуется плотным (без просветов) расположением штабелируемых единиц. Эти единицы хранения должны допускать штабелирование с помощью, например, решетчатых ящиков или контейнеров. В зависимости от размеров штабелируемых блоков, может быть достигнуто хорошее использование объема склада, что ведет к снижению затрат на единицу товара. Недостатком блочного складирования является то, что перемещаться и храниться могут только комплектные единицы и отсутствует прямой доступ к хранимым объектам. Для ликвидации последнего недостатка применяется временная синхронизация размещения складироваемых единиц по времени выемки.

### 2.2.3. Виды складов по конструкции

Доступность складироваемых элементов, их размеры и вес влияют наряду с экономическими критериями на конструкцию складов. Альтернативами являются плоская, высотная, стеллажное хранение или хранение в подвешенном состоянии, а также хранение на открытом воздухе.

**Одноэтажное** (без подвала) складское здание носит название плоского

склада. Его высота пригодна для штабелирования и может составлять до 6 м. Высота плоского склада до 4 м и использование простых транспортных средств являются более экономичным по сравнению с высотными зданиями. Предпочтительное размещения данных складов - расположение за городской чертой, где стоимость платы за земельные площади существенно меньше. При большом весе единиц хранения и хорошем использовании высоты они рациональны, но требуют однако относительно большой земельной площади.

**Многоэтажные склады** отличаются ограниченными возможностями нагрузки на пол и дополнительными затратами площадей и капитальных средств на создание клеток и т. п. Чаще всего устанавливаются в черте города, где достигается наилучшее соотношение цена-качество. Наиболее эффективное применение для дорогостоящих объектов средних габаритов (автомобилей).

Склады, оборудованные стеллажами, размещаются в одноэтажных зданиях и достигают высоты 14 м и более.

Строительство **подвесных складов** имеет то преимущество, что они могут быть быстро перестроены. Эти склады имеют защиту от климатических условий, создают микроклимат для хранимых объектов. Недостатком является необходимость присутствия постоянно действующей системы поддержания конструкции в рабочем состоянии (компрессорной установки).

**Склады хранения на открытом воздухе** представляют наиболее экономичную форму хранения, однако имеют ряд недостатков:

- воздействие окружающей среды;
- необходимость организации охраны по периметру склада.

#### **2.2.4. Виды складов по международной классификации**

В международной практике по техническим характеристикам и оснащению склады в исследовании делятся на 4 класса.

##### **Склад класса А:**

Современное складское здание.

Одноэтажное здание, построенное по современным технологиям с использованием высококачественных материалов.

Высокие потолки от 10 метров, позволяющие установку многоуровневого стеллажного оборудования.

Ровный пол с антипылевым покрытием.

Система пожарной сигнализации и автоматической системы пожаротушения (спринклерная или порошковая).

Регулируемый температурный режим.

Тепловые завесы на воротах.



Автоматические ворота докового типа с гидравлическим пандусом, регулируемым по высоте.

Центральное кондиционирование или принудительная вентиляция.

Система охранной сигнализации и видеонаблюдение.

Офисные площади при складе.

Оптико-волоконные телефонные линии.

Достаточная территория для отстоя и маневрирования большегрузных автопоездов.

Расположение на основных магистралях или МКАД, обеспечивающее хороший подъезд.

#### **Склад класса А-:**

По функциональности максимально приближается к складам класса А, но уступает им по качеству используемого оборудования, по менее выгодному расположению, или же помещения такого уровня не предоставляют полный спектр услуг или не полностью соответствуют всем требованиям помещений класса А.

#### **Склад класса В:**

Капитальное здание одно– или многоэтажное (реконструированные бывшие производственные помещения, с необходимыми коммуникациями и оборудованием.

Высота потолков от 4,5 до 8 метров.

Пол асфальт или бетон без покрытия.

Пожарная сигнализация и гидрантная система пожаротушения.

Пандус для разгрузки автотранспорта.

Офисные помещения при складе.

Телефонные линии МГТС.

Охрана по периметру территории.

#### **Склад класса С:**

Капитальное производственное помещение или утепленные ангары.

Высота потолков разная от 3,5 до 18 метров.

Пол асфальт или бетонная плитка

Ворота на нулевой отметке, автомашина заходит внутрь помещения.

#### **Склад класса D:**

Подвальные помещения или объекты ГО, неотапливаемые производственные помещения или ангары.

### **2.2.5. Оборудование складов.**

Складское оборудование состоит главным образом из следующих компонентов:

- вспомогательные устройства для погрузки;
- транспортные средства;
- стеллажи и полки.

Вспомогательные средства на складе.

Решающим фактором эффективности вспомогательных средств является удобство использования. Для рационализации процесса и снижения времени выгрузки-погрузки и для сокращения затрат во многих случаях желательно применение вспомогательных средств погрузки. Понятие вспомогательных средств включает все виды поддонов, паллет, ящиков и всех прочих видов тары которые ведут к упрощению и удобству транспортировки.

Вспомогательным средствам должны быть присущи следующие функции:

- защитная функция;
- транспортная функция;
- функция идентификации;
- нормирование и автоматизация;
- готовность и быстрота получения объектов хранения.

#### **2.2.6. Упаковка**

Товары подлежат на пути к клиентам ручной обработке, промежуточному складированию и перевозке.

Выделяют следующие виды упаковки:

- индивидуальная (требования: информационная составляющая, реклама и.д., пример : тюбик зубной пасты),
- упаковка для ручной обработки: для удобства работы в помещениях: размер до 50 см, вес до 8 кг,
- упаковка для механизированной обработки: работа с помощью электрокаров и подъемников с продукцией, помещенной в упаковку размером до 1.1 м и весом до 80 кг,
- упаковка для транспортировки – контейнеры

Для того, чтобы защитить их от механических, климатических и прочих воздействий, товары должны быть соответствующим образом упакованы. Упаковка служит и для того, чтобы облегчить рационально обработку товаров и снизить складские и транспортные расходы.

В заключении следует сказать, что упаковка должна выполнять следующие функции:

- обеспечение целостности товара;
- защита товара от повреждений;
- создание рациональных складских единиц;
- создание рациональных по объему и весу транспортируемых единиц;

- создание упаковки, удобной для сбыта;
- наличие информационной составляющей упаковки;
- иметь минимальные вес и габариты.

### 2.3. Системное планирование складских операций

Система складирования имеет следующие функции:

- поступление товаров;
- складирование товаров и материалов;
- комиссионирование;
- выдача товара.

Товары поступают в область складских операций через подразделение поступления товаров. В общих случаях может осуществляться подборка и комплектация товаров в соответствии с заказами клиентов в отделе комиссионирования.

Общая цель системного планирования складов заключается в расположении и организации всех областей, осуществляющих необходимые функции. При этом должны достигаться общие цели логистики - высокая готовность поставки, низкая стоимость логистических операций. Система складирования охватывает все элементы, которые служат для того, чтобы хранить товары или материалы (рис.9).

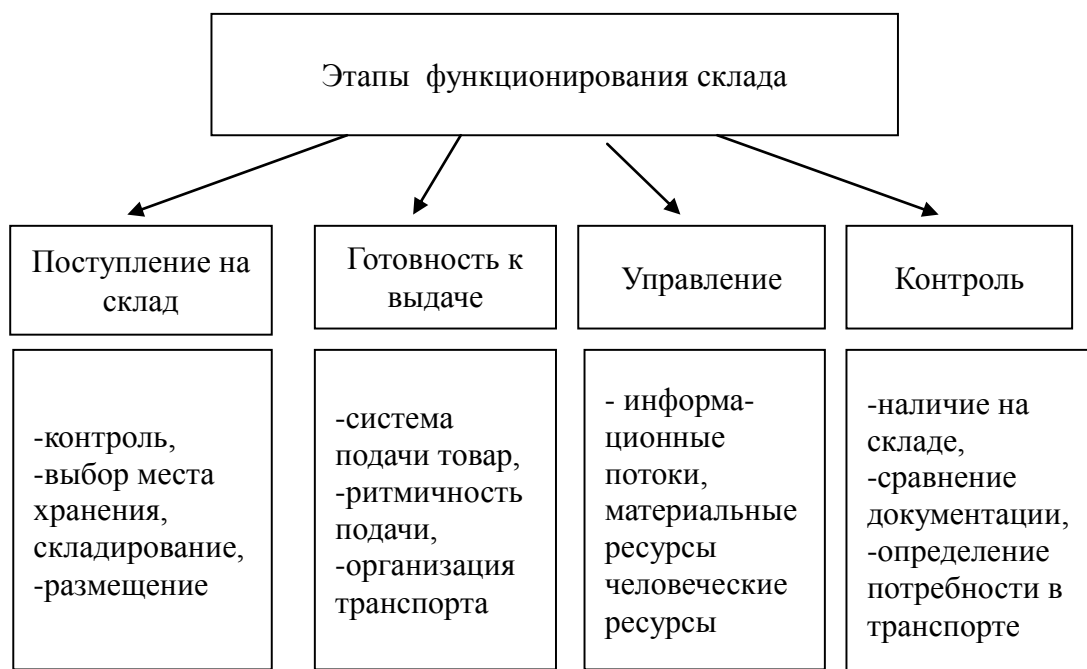


Рисунок 9. Плановые аспекты организации склада

Данные о производительности (мощности) склада включают, как правило, показатели того, сколько может фактически и должно быть сделано.

Значения прежде всего имеют показатели, приведенные в таблице.3.

Таблица 3  
Показатели склада

| № п/п | Показатель                         | Определение (расшифровка)  |
|-------|------------------------------------|--|
| 1     | 2                                  | 3  |
| 1     | Готовность к поставке              | Количество выполненных запросов<br>-----<br>Общее число запросов     |
| 2     | Достаточность                      | Располагаемое количество<br>-----<br>Предусмотренное количество      |
| 3     | Связанный капитал                  | Средняя стоимость наличия на складе<br>-----<br>Процент на капитал   |
| 4     | Доля затрат на складирование       | Складские затраты<br>-----<br>Оборот                                 |
| 5     | Квота ошибочных поставок           | Число неполных (ошибочных) поставок<br>-----<br>Общее число поставок |
| 6     | Коэффициент использования площадей | Полезная площадь склада<br>-----<br>Площадь, занятая складом         |
| 7     | Коэффициент оборачиваемости        | Оборот склада<br>-----<br>Наличие на складе                          |
| 8     | Коэффициент использования объема   | Объем складированного товара<br>-----<br>Полезный объем склада       |
| 9     | Оборот склада                      | Измеряется в стоимостном выражении                                   |

## 2.4. Создание системы комиссионирования Основы

Комиссионирование (посредническая деятельность) формулируется в соответствии с руководящими материалами (РМ) Союза немецких инженеров - как комплектация из наличного множества элементов различных товаров определенного ассортимента в соответствии с каким-либо заказом или информации о потребности. Это определение предусматривает готовность к выполнению заказа и периодическое пополнение элементов,

которые были использованы в процессе комиссионирования.

Позицией считается строка какого-либо заказа, в которой указывается скомплектованное изделие и количество использованных для комплектации деталей. Заказ обычно состоит из нескольких штук одного изделия, или из единичной упаковки. Заказ, как правило, требует подборки деталей различных наименований из числа хранящихся на складе. При этом происходит трансформация состояния специфического для склада, т. е. хранения отдельных деталей в состоянии готовой продукции, необходимой для потребления.

### **Склад комиссионирования**

Задачей склада комиссионирования является складирование деталей и изделий, которые могут быть использованы при поступлении заказа клиента. Изделия должны быть так складированы, чтобы иметь прямой доступ к каждому из них в процессе исполнения заказа.

Изделия могут размещаться как на определенном месте, так и хаотически. Последнее характерно для резервных складов. Они могут также располагаться на основе нумерации изделий, или их габаритов, или веса.

Сам склад по своей структуре должен предусматривать место для специфической посреднической работы (комиссионирования). Следует далее учесть, имеет ли посреднический склад функции резервного склада. При складировании готовой продукции следует выбрать склад этажерочный или склад со стеллажами, допускающими проезд поперек стеллажей. Выбор оптимального склада зависит, главным образом, от ассортимента хранимых объектов.

### **Персонал**

Несмотря на высокие затраты на содержание персонала разделение труда между сотрудниками должно иметь место по выполняемым функциями, например по задачам перемещения, комиссионирования, общего ведения заказа, контроля и размещения.

Пока что автоматизированное изъятие единиц хранения может применяться вместо ручной обработки только для однородных или малогабаритных деталей, которые хранятся в специальных емкостях. Большая потребность в ручном труде возникает при перемещении деталей, которые должны размещаться в соответствующих емкостях и подаваться для складирования по продольным и поперечным проездам.

### **Движение потоков и транспортные средства**

Физический поток товаров через систему комиссионирования включает снабжение потока отдельными деталями из имеющегося ассортимента и вывоз скомплектованных заказов из системы (см.рис.10).

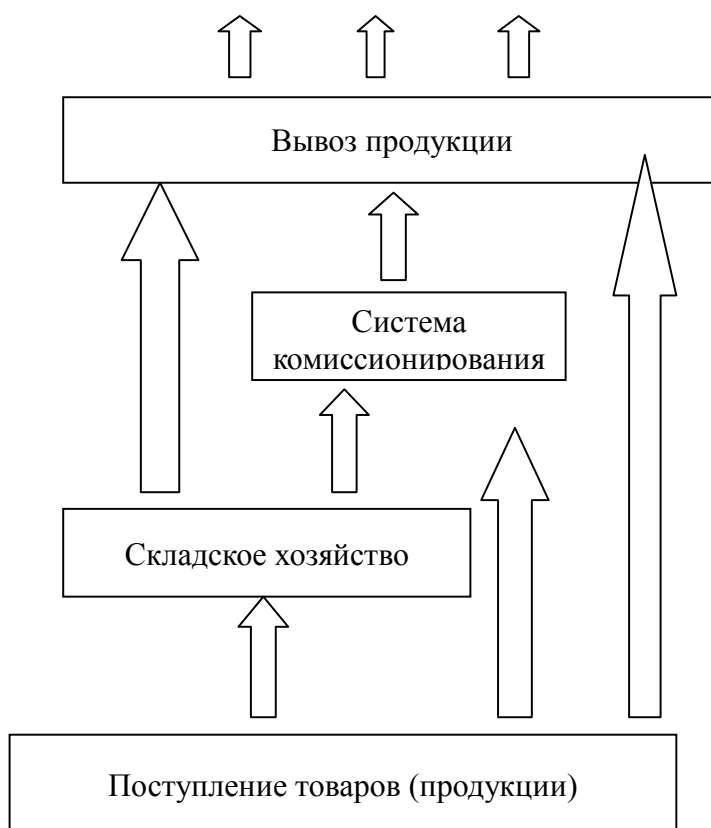


Рисунок 10. Движение материальных потоков через склад комиссионирования

## 2.5. Виды складских систем

В настоящее время в мировой практике существуют и успешно развиваются две противоположные складские системы — централизованная и децентрализованная складские системы. Каждая из этих систем имеет свои преимущества и недостатки. Рассмотрим их подробнее.

**Централизованная (европейская) система** представляет собой вертикально ориентированную систему подчинения, обычно трехуровневую (см.рис.11 ). Данная система имеет следующие преимущества: быстрая реакция на возмущение. Под возмущением для складского комплекса понимается резкое увеличение объемов отгрузки (сезонные продажи продукции). Учитывая главенствующее положение центрального склада, только на нем создается страховой запас, и с этой точки зрения систем более экономична чем децентрализованная. Однако есть и недостаток: ограниченная зона охвата

территории, для охвата новых рынков сбыта необходимо увеличение сторон пирамиды. Это достигается появлением дополнительных промежуточных складских уровней, что приводит к увеличению персонала и увеличению времени реакции на возмущение. Всё это негативно сказывается на экономической эффективности данной системы.

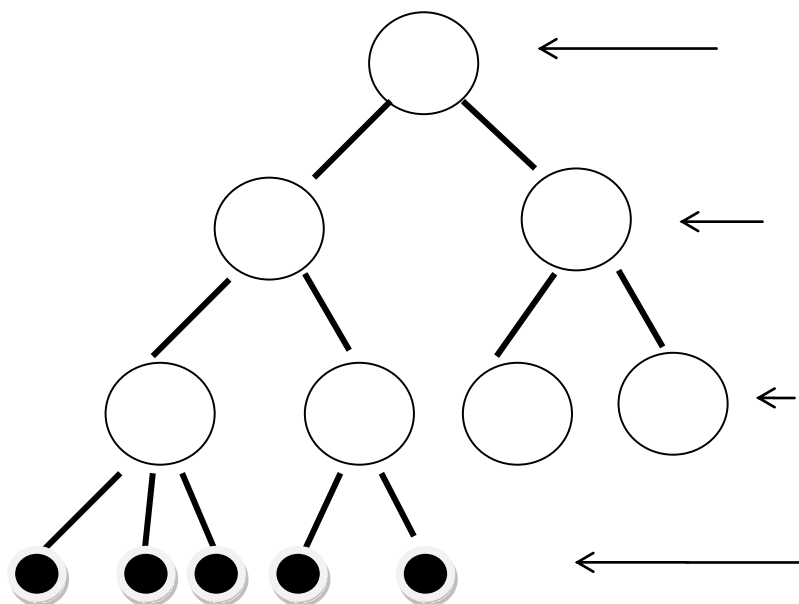
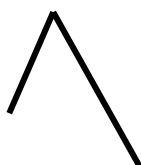


Рисунок 11. Централизованная складская система

Учитывая вышеперечисленное, данный вид складской системы успешно развивается в Европе, поэтому и имеет название европейской системы.

**Децентрализованная (американская) система** представляет собой систему равноправных и равноответственных складских элементов (см. рис.12). В каждом из которых менеджмент. Исходя из своего опыта и степени риска, определяет объемы и ассортимент продукции. Учитывая конкретные географические условия и окружающие трудовые ресурсы. При появлении возмущения в одном из элементов. Соседние элементы, в силу схожести ассортимента, помогают компенсировать возмущения, перебрасывая соседу продукцию. Преимуществом данной складской системы является то, что для охвата новой территории достаточно добавить новый складской элемент. Недостатком является то, что каждый складской элемент имеет свой страховой запас, и с этой точки зрения суммарный страховой запас данной системы существенно выше, чем у централизованной. Однако для охвата больших территорий (Америка, Канада и др.) система успешно применяется.



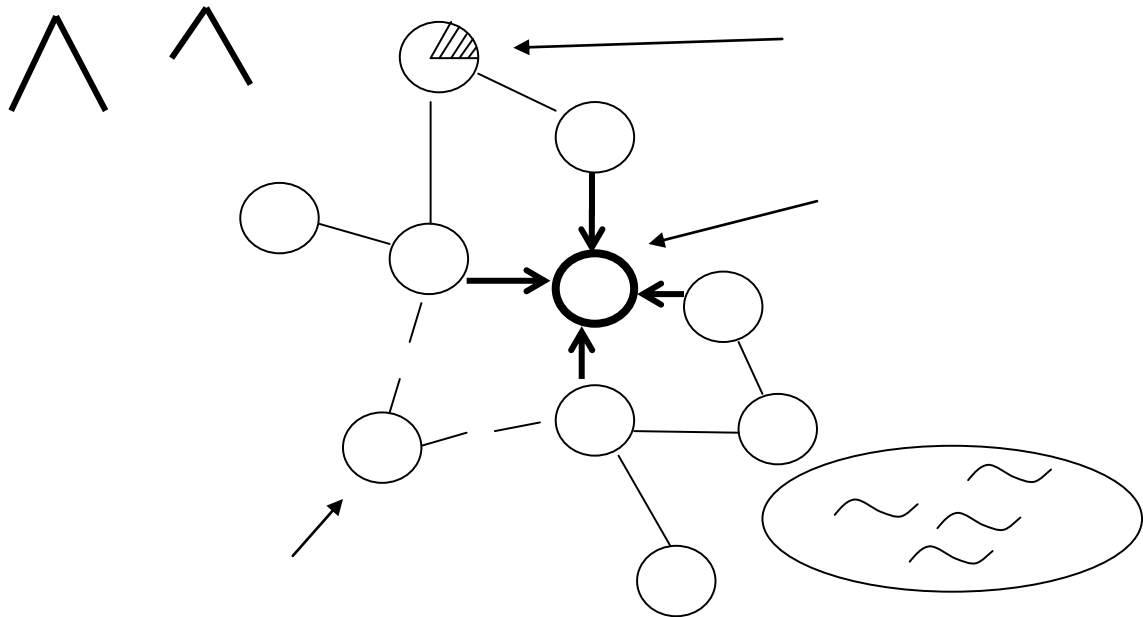


Рисунок 12. Децентрализованная складская система

## 2.6. Адресность размещения

В настоящее время в складских комплексах всё шире применяется адресная система складирования. Смысл её заключается в следующем. Разрабатывается алгоритма размещения продукции на территории склада и каждой единице хранения присваивается персональный код, по которому легко найти место размещение интересующей единицы хранения ( см. рис. 13).

**XX - XX - XX - XX**



Рис. 13. Алгоритм шифра единицы хранения

**Пример: 01 03-02-03** - Первый склад, третий этаж, вторая зона, третье место.

*Склад №1*



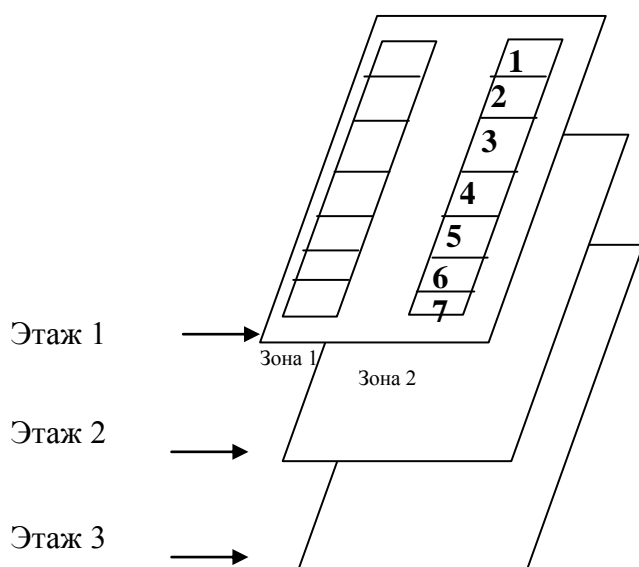


Рис.14. Схема адресации

Использование адресной системы приносит следующие преимущества:

- Легкий поиск продукта;
- Упрощенная система учета;
- "Прозрачность" размещения;
- Возможность выборочной инвентаризации по позициям;
- Справка о наличии продукта на заданное число.

Одно из важнейших дополнительных возможностей – это снижение зависимости от субъективного фактора – человека. Появляется возможность привлечения малоквалифицированного труда, что позволит экономить фонд заработной платы.

При подготовке приходных и расходных документов ( для размещения товара или отпуска потребителю) выдается сообщение (идентификационного номера) о месте размещения данного товара

Для выполнения данной работы необходимо проведение следующих процедур:

1. Введение в компьютерной базе дополнительного поля для формирования идентификационного номера.
2. Нумерация на складе стеллажей и полок в соответствие с идентификационным номером.

3. Первоначальное присвоение идентификационного номера каждой позиции товара.

4. В дальнейшем при выборе необходимой позиции товара будет появляться сообщение о месте размещения товара, что позволит существенно облегчить поиск товара, даже в случае плохого знания товара.

## 2.7. Тенденции складского хозяйства

Наряду с другими социотехническими системами складское хозяйство подчиняется влиянию новых экономических условий и внешних условий. в которых находится система. В соответствии с современными взглядами ожидаемые тенденции отражены в таблице 4.

Таблица 4

Основные тенденции современного этапа

| № п/п | Тенденция                    | Реализация   |
|-------|------------------------------|--|
| 1     | 2                            | 3  |
| 1     | Принцип точно во время       | 1. Создание развернутой диспетчерской сети<br>2. Временная синхронизация всей бизнес цепочки               |
| 2     | 24 часовой срок поставки     | 1. Развертывание широкой складской сети<br>2. Автоматизация заказа клиента                                 |
| 3     | Высокий уровень сервиса      | 1 Использование только комплектных поставок<br>2 Заключение контрактов с производителями гибких технологий |
| 4     | Растущие затраты на персонал | 1. Создание технологий с использованием малоквалифицированного труда<br>2. Внедрение безлюдных технологий  |

## **ГЛАВА 3. ТРАНСПОРТНОЕ ХОЗЯЙСТВО И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ**

К задачам распределения товаров относятся:

- складирование готовых к отправке продуктов;
- транспортировка готовых товаров в определенные точки доставки.

Под транспортировкой понимается изменение местонахождения товара с помощью транспортного средства. Каждая транспортная система состоит из следующих компонентов:

- транспортируемые грузы;
- средства транспорта;
- процесс транспортировки.

В настоящее время существует несколько классификаций видов перевозок. Приведем одну из них:

- внутрипроизводственная перевозка,
- междугородная транспортировка,
- международная перевозка (Инкотермс)

Сразу оговоримся, что данное разделение достаточно условное, одни и те же виды транспорта могут использоваться в разных группах.

### **3.1. Внутрипроизводственная транспортировка**

К внутрипроизводственным перевозкам относятся перевозки по внутренней территории предприятий, внутри крупных помещений (магазинов, складов и т.п.). Название «внутрипроизводственные перевозки» достаточно условное, оно пошло с производственных структур, но в настоящее время используется гораздо шире, охватывая и непроизводственные подразделения и компании. Главный принцип применения - использование внутри помещений и на замкнутой территории.

К внутренним транспортным средствам относятся средства, которые служат для перемещения в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Внутрипроизводственные транспортные системы можно разделить на две основные группы, а именно:

- 1) стационарное транспортное устройство;
- 2) перемещающееся транспортное средство.

К стационарным относятся транспортные устройства, с помощью которых продукты перемещаются по определенному горизонтальному, вертикальному или наклонному направлениям. Стационарные устройства потребляют малое количество энергии, отличаются небольшими затратами на обслуживание и обладают большей надежностью и безопасностью.

Стационарные устройства могут создаваться как без опоры на пол (подъем грузов осуществляется с помощью конструкции, укрепленной на потолке), так и с опорой на пол. Примером конструкций, связанных с полом, являются:

- скрытый под полом цепной транспортер;
- несущий цепной транспортер;
- рольганги;
- ременный транспортер.

Конструкции, не связанные с полом, обычно, следующие:

- цепной подвесной транспортер;
- транспортер с электроприводом и ручные тали.

К передвижным устройствам относятся транспортные средства, которые выполняют либо вертикальную транспортировку (подъемники, в т.ч. лифты, мостовые, порталные и др. краны), либо горизонтальное перемещение - как система на тележках (карах). Последние, в свою, очередь, также делятся на требующие опоры на пол и свободные.

К первым относятся:

- вилочные подъемники;
- вилочные штабелеры;
- тягачи с прицепами;
- транспортные системы без водителя.

К несвязанным с полом транспортным средствам относятся:

- кар траки;
- монорельсовые подвесные тележки.

Растущее значение приобретают в настоящее время транспортные средства без водителя и с дистанционным управлением (индукционные или оптические). Они создают конкуренцию стационарным транспортным средствам, к ним относятся:

- подпольные цепные транспортеры;
- подъемники с электроприводом и без него;
- сочлененные транспортные тележки;
- подвесные конвейеры с отдельным приводом.

Безлюдные транспортные системы хорошо подходят для рационализации логистических функций и могут использоваться как на частично механизированных, так и на полностью автоматизированных предприятиях. Совершенствование технологии и связь с центральной компьютерной системой обеспечивает их экономичность, большую гибкость и высокую степень использования.

Безлюдные транспортные системы могут выполняться в виде тележек с собственным приводом и использоваться для внутрипроизводственного

перемещения грузов всех видов запрограммировано или дистанционно управляемого.

Безлюдные системы включают следующие элементы:

- тележки;
- устройства для перемещения;
- управляющие устройства.

Кроме тягачей, которые располагают прицепными устройствам для одного или нескольких прицепов.

Преимущества дистанционно управляемых транспортных систем должны рассматриваться наряду с присущими им недостатками:

- высокой стоимостью этих систем;
- проблем загрузки и выгрузки;
- низкой скоростью движения;
- привязка к смонтированным путям;
- затруднительность проезда в различных производственных ситуациях ( например, узкие пути, высокие барьеры, и т.п.).

В других случаях должен использоваться внутрипроизводственный транспорт со своими специфическими, рассчитанными на более короткие расстояния, транспортными средствами.

При выборе вида транспортного средства необходимо учитывать тот факт, что при данных видах перевозок доля времени на погрузочно-разгрузочные операции достаточно высока, а перевозки осуществляются на короткие расстояния.

При выборе вида транспортного средства необходимо учитывать следующие требования (в порядке приоритетов).

В первую очередь **экологические требования**, т.к. перевозки могут осуществляться внутри помещений, и вредные выбросы приносят вред окружающему персоналу, в связи с этим ниже приводится рейтинг транспортных систем, начиная с самых безопасных:

- ручные тележки,
- средства на электрической тяге (ограниченное применение во влажных и притапливаемых помещениях),
- средства с дизельными двигателями,
- средства с бензиновыми двигателями при наличие нейтрализаторов и катализаторов.

Вторая группа требований-**экономическая целесообразность** учет соотношения «цена-качество»

Под «ценой» понимается совокупность затрат, связанных как с покупкой, так и последующим техническим обслуживанием.

Под «качеством» понимается некая совокупность параметров: ресурс, грузоподъемность, объем перевозки груза и т.п.

Третья группа требований- **эксплуатационные**. Учитывая высокую долю погрузочно-разгрузочных работ одним из важнейших условий является удобство погрузки-выгрузки. Этого можно достичь несколькими способами: конструктивные-низкий уровень борта наличие малорадиальных колес, наличие микролифтов и погрузочных площадок.

## **3.2. Междугородные перевозки**

### **3.2.1.Виды перевозок**

В настоящее время широко используются пять видов транспортных перевозок:

- автомобильные перевозки,
- железнодорожные перевозки,
- перевозки водным транспортом,
- воздушные перевозки (авиаперевозки),
- трубопроводы.

**Автомобильные перевозки** наиболее эффективны на расстояниях до 2 тыс. км (реализация принципа 24 часовой поставки).

Преимущества:

- реализация принципа «от двери до двери»,
- гибкость в выборе маршрута движения,
- возможность наличия собственного или арендуемого транспорта.

Недостатки:

- одни из самых дорогих перевозок,
- низкий коэффициент использования человеческого фактора (в среднем один водитель на 10 тонн груза).

**Железнодорожные перевозки** наиболее эффективны от тысячи километров. Ограничение снизу обусловлено большим перечнем организационных и подготовительных работ, связанных с подготовкой к маршруту движения.

Преимущества:

- перевозка больших объемов и весов грузов,
- за счет сменности экипажа достигается высокая крейсерская скорость,
- перевозка на большие расстояния.

Недостатки:

- привязка к заданным маршрутам движения
- необходимость наличия подъездных путей,

- необходимость наличия развитой инфраструктуры для поддержания работоспособности железнодорожных путей.

- **Перевозки водным транспортом** применяются для перевозки больших объемов грузов, часто массовых грузов, когда время доставки не важно.

Преимущества:

- наиболее экономичный вид транспорта,
- возможность перевозок больших объемов грузов (сотни тысяч тонн),

Недостатки:

- возможная сезонность перевозок,
- относительно низкая скорость перевозок.

- **Воздушные перевозки авиаперевозки** – в основном используются для перевозки скоропортящегося товара и для межконтинентальных рейсов. В пределах европейских стран воздушные перевозки грузов редко используется как транспортное средство.

Преимущества:

- высокая скорость доставки,
- преодоление любых географических препятствий.

Недостатки:

- высокая стоимость перевозки (самые дорогие из всех видов),
- документальность оформление товара,
- необходимость наличия дорогостоящих посадочных трасс.
- отсутствует принцип доставки товара к «порогу заказчика», необходимо привлечение других видов транспорта.

-**Трубопроводы** - сооружения, предназначенные для транспортировки газообразных и жидких веществ, а также твёрдого топлива и иных твёрдых веществ в виде раствора под воздействием разницы давлений в поперечных сечениях трубы.

Преимущества:

- наибольшие объемы перебросок груза,
- низкая себестоимость.

Недостатки:

- большие первичные капиталовложения,
- необходима постоянно действующая система обеспечения функционирования трубопроводов (система газоперекачивания и т.п.)

### **3.2.2. Виды перевозок (транспортировок) в зависимости от количества используемых транспортных систем**

Различают следующие виды транспортировок:

- **униmodalная** (одновидовая) транспортировка осуществляется одним видом транспорта, например автомобильным.

- **смешанная** перевозка грузов (смешанная раздельная перевозка) осуществляется обычно двумя видами транспорта, например: железнодорожно-автомобильная, речная-автомобильная и т.п. Признаками смешанной раздельной перевозки является наличие нескольких транспортных документов.

- **комбинированная** перевозка отличается от смешанной наличием более чем двух видов транспорта. Использование смешанных (комбинированных) видов транспортировки часто обусловлено экономическими соображениями.

Современная логистическая практика транспортировки связана с все большей экспансией перевозок, осуществляемых одним экспедитором (оператором) из одного диспетчерского центра и по единому транспортному документу (мультиmodalные, интерmodalные, трансmodalные, А-modalные, комбинированные, сегментированные и пр.).

**Интерmodalная (интегрированная) перевозка** – смешанная перевозка грузов под руководством одного оператора по одному транспортному документу (единой ставки тарифа) с выполнением принципа «от двери до двери» с разделением ответственности на всем пути.

**Мультиmodalные перевозки** – перевозки, при которых лицо, организующее перевозку, несет за нее ответственность на всем пути следования независимо от количества принимающих участие видов транспорта при оформлении единого перевозочного документа.

При интерmodalной перевозке грузовладелец заключает договор на весь путь следования с одним лицом (оператором). Чаще всего, это может быть экспедиторская фирма, которая действует на всем протяжении маршрута перевозки груза различными видами транспорта, освобождая грузовладельца от необходимости вступать в договорные отношения с другими транспортными предприятиями.

Признаками интерmodalной (мультиmodalной) перевозки являются:

- наличие оператора доставки от начального до конечного пункта логистической цепи (канала),

- единая сквозная ставка фрахта,

- единый транспортный документ,

- единая ответственность за груз и исполнение договора перевозки.

При осуществлении мультиmodalных перевозок за пределами страны (при экспортно-импортных операциях) существенное значение приобретают таможенные процедуры оформления («очистки») грузов, а также коммерческо-правовые аспекты перевозок в тех странах, по которым



происходит маршрут следования груза.

### 3.2.3. Предпосылки и перечень мероприятий при создании транспортной системы)

При создании транспортных систем следует учитывать весь круг проблем, касающийся складирования, транспортировки и вспомогательных средств, как это далее показано на примере бумажной промышленности.

Вначале должны быть установлены собственно задачи транспортировки, что включает анализ задач доставки и разгрузки в зависимости от частоты и количества транспортируемых грузов.

Выбор оптимальной транспортной системы начинается с грубой оценки на основе матрицы использования транспортных средств, учитывающей особенности применения и характеристики загруженности транспортных средств. Окончательное решение принимается на основе экономических соображений. При этом учитывается количество и протяженность транспортировок, время загрузки и выгрузки данного вида транспорта, средняя скорость.

Разрабатывается транспортная матрица маршрутов движения (рис. 15.) На этой транспортной матрице отображаются все поставщики продукции с их запасами:  $a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m$ , приводятся потребители в их объемами закупки:  $b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_n$  соответственно. Также указываются транспортные издержки на перевозку единицы продукта  $c_{ij}$ .

|                    |       | Спрос потребителей  |     |          |     |          |
|--------------------|-------|---------------------|-----|----------|-----|----------|
|                    |       | $b_1$               | ... | $b_j$    | ... | $b_n$    |
| Запасы поставщиков | $a_1$ | $c_{11}$            | ... | $c_{1j}$ | ... | $c_{1n}$ |
|                    | ⋮     | Стоимость перевозки |     |          |     |          |
|                    | $a_i$ | $c_{i1}$            | ... | $c_{ij}$ | ... | $c_{in}$ |
|                    | ⋮     | ⋮                   |     | ⋮        |     | ⋮        |
|                    | $a_m$ | $c_{m1}$            | ... | $c_{mj}$ | ... | $c_{mn}$ |

Рисунок 15. Общая постановка транспортной задачи

Затем производится ее оптимизация по критерию минимума себестоимости перевозок.

После окончательного выбора маршрутов движения выбора формируется заявка для коммерческого отдела для заключения договоров. После заключения договоров с транспортным перевозчиком, заявки передаются в информационно-диспетчерскую группу, которая отслеживает выполнение заказа клиента, и вносит коррективы в случаях отклонения по времени выполнения заявки.

### **3.3. Международные перевозки (Инкотермс)**

Договор считается международным, если он заключен:

1. между сторонами разной государственной принадлежности, коммерческие предприятия которых находятся на территории различных государств,
2. между сторонами разной государственной принадлежности, коммерческие предприятия которых находятся на территории одного государства,
3. между сторонами одной государственной принадлежности, коммерческие предприятия которых находятся на территории различных государств.

При международных договорах применяются следующие операции:

Экспорт – совокупность множества коммерческих операций по продаже и вывозу за границу товаров для передачи их собственности иностранному контрагенту.

Возможны следующие варианты экспорта:

- вывоз из страны товаров, произведенных, выращенных или добытых в стране, а также товаров, ранее ввезенных из-за границы и подвергающихся переработке.

- вывоз товаров, ранее ввезенных, переработка которых проходила под таможенным контролем,

- невидимый экспорт – предоставление иностранцам или иностранным компаниям туристических, логистических, транспортных услуг,

- вывоз капитала в форме предоставления кредитов и инвестирование в инофирмы.

- Импорт – совокупность множества операций по закупке и ввозу иностранных товаров для последующей реализации их на внутреннем рынке страны.

Возможны следующие варианты импорта:

- ввоз в страну товаров иностранного происхождения непосредственно из страны- производителя или страны посредника.

- ввоз из-за границы ранее вывезенных товаров отечественных производителей, подвергающихся переработке из-за границей.

Международные перевозки выполняются согласно международных правил (инкотермс).

**Инкотермс 2010 (Incoterms 2010)** (англ. *Incoterms, International commerce terms*) – это международные правила, признанные правительственными органами, юридическими компаниями и коммерсантами по всему миру как толков. Эти правила появились для разрешения проблем, которые касаются перевозок. Международная торговая палата опубликовала впервые в 1936 году свод международных правил для точного определения торговых терминов. Эти правила известны как «Инкотермс 1936». Поправки и дополнения были позднее сделаны в 1953, 1967, 1976, 1980, 1990, 2000 году. С 1 января 2011 года вступили в силу новые **ИНКОТЕРМС 2010 (Incoterms 2010)**. Таким образом, можно избежать или, по крайней мере, в значительной степени сократить неопределённость различной интерпретации таких терминов в различных странах.

Сфера действия **Инкотермс 2010 (Incoterms 2010)** распространяется на права и обязанности сторон по договору купли-продажи в части поставки товаров (условия поставки товаров).

Каждый термин Инкотермс включает в себя три составляющие, см. пример : **СIF Hamburg 2010**. Здесь **СIF**-термин перевозки (см. ниже), **Hamburg** - место, в котором переходит ответственность по расходам, **2010** – редакция терминов Инкотермс (каждые 10 лет вносятся дополнения и изменения)

Термины Инкотермс можно разделить на 4 группы:

Группа E — Место отправки (Departure)

Группа F — Основная перевозка не оплачена (Main Carriage Unpaid)

Группа C — Основная перевозка оплачена (Main Carriage Paid)

Группа D — Доставка (Arrival)

С помощью терминов Инкотермс можно договориться о трех видах ответственности:

- Ответственность за товар (OT) – с какого момента продавец вправе требовать оплаты товара, несмотря на то, что «товар мог потерпеть гибель, уменьшение или повреждение».

- Ответственность по мероприятиям (OM) – продавец и покупатель договариваются, какая из сторон будет выполнять таможенные процедуры.

- Ответственность по расходам (OR) – продавец и покупатель

договариваются, какая из сторон оплачивает таможенные процедуры.

В таблице 5 представлен полный список терминов **Инкотермс 2010 (Incoterms 2010)** и необходимые комментарии к ним.

Таблица 5

Термины Инкотермс 2010

| № п/п | Группа | Термин     | Предпочтительный транспорт            | Комментарии   |
|-------|--------|------------|---------------------------------------|---|
| 1     | 2      | 3          | 4                                     | 5   |
|       | E      | <b>EXW</b> | любые виды транспорта                 | EX Works (... named place)<br>Франко завод (...название места), товар со склада продавца  |
|       | F      | <b>FCA</b> | любые виды транспорта                 | Free Carrier (...named place)<br>Франко перевозчик (...название места), товар доставляется перевозчику заказчика.   |
|       | F      | <b>FAS</b> | морской и внутренний водный транспорт | Free Alongside Ship (... named port of shipment)<br>Франко вдоль борта судна (... название порта отгрузки) товар доставляется к кораблю заказчика   |
|       | F      | <b>FOB</b> | морской и внутренний водный транспорт | Free On Board (... named port of shipment)<br>Франко борт (... название порта отгрузки), товар погружается на корабль заказчика.  |
|       | C      | <b>CFR</b> | морской и внутренний водный транспорт | Cost and Freight (... named port of destination)<br>Стоимость и фрахт (название порта назначения), товар доставляется до порта заказчика (без выгрузки).  |
|       | C      | <b>CIF</b> | морской и внутренний водный транспорт | Cost, Insurance and Freight (... named port of destination)<br>Стоимость, страхование и фрахт (название порта назначения) товар страхуется и доставляется до порта заказчика (без выгрузки).                                  |
|       | C      | <b>CIP</b> | любые виды транспорта                 | Carriage and Insurance Paid To (... named place of destination)<br>Фрахт/перевозка и страхование оплачены до (название места назначения), товар страхуется и доставляется перевозчику заказчика в указанном месте назначения. |
|       | C      | <b>CPT</b> | любые виды транспорта                 | Carriage Paid To (... named place of destination)<br>Фрахт/перевозка оплачены до (название места назначения), товар доставляется перевозчику заказчика в указанном месте назначения.  |
|       | D      | <b>DAT</b> | любые виды транспорта                 | Delivered At Terminal (... named terminal of destination)<br>Поставка на указанном терминале (название терминала)   |

Продолжение таблицы 5

| 1 | 2 | 3          | 4                     | 5  |
|---|---|------------|-----------------------|--|
|   | D | <b>DAF</b> | любые виды транспорта | Delivered At Point (... named point of destination)<br>Поставка в указанное место (название пункта)  |
|   | D | <b>DDP</b> | любые виды транспорта | Delivered Duty Paid (... named place of destination)<br>Поставка с оплатой пошлины (название места назначения)   |
|   | D | <b>DDU</b> | любые виды транспорта | <b>Исключен из Инкотермс 2010</b><br>Delivered Duty Unpaid (... named place of destination)<br>Поставка без оплаты пошлины (... название места назначения) |
|   | D | <b>DAF</b> | любые виды транспорта | <b>Исключен из Инкотермс 2010</b><br>Delivered At Frontier (... named place)<br>Поставка до границы (... название места поставки)                          |
|   | D | <b>DEQ</b> | любые виды транспорта | <b>Исключен из Инкотермс 2010</b><br>Delivered Ex Quay (... named port of destination)<br>Поставка с пристани (... название порта назначения)              |
|   | D | <b>DES</b> | любые виды транспорта | <b>Исключен из Инкотермс 2010</b><br>Delivered Ex Ship (... named port of destination)<br>Поставка с судна (... название порта назначения)                 |



Рисунок 16. Схема перехода рисков

Следуя из того, что **Инкотермс** регулируют ряд наиболее важных, принципиальных, базовых вопросов, связанных с организацией доставки товара до места назначения, любой базис поставки регулирует три ключевых «транспортных» вопроса, без которых доставка товара до места назначения не может быть осуществлена. Это:

1. Распределение между продавцом и покупателем транспортных расходов по доставке товара, то есть определение, какие расходы и до каких пор несет продавец, и какие, начиная с какого момента, — покупатель.
2. Момент перехода с продавца на покупателя рисков повреждения, утраты или случайной гибели груза.
3. Дату поставки товара, то есть определение момента фактической передачи продавцом товара в распоряжение покупателя или его представителя — например, транспортной организации — и, следовательно, выполнения или невыполнения первым своих обязательств по срокам поставки.

За рамками *Инкотермс* остались правила перехода права собственности с продавца на покупателя, а также последствия невыполнения сторонами обязательств по договору купли-продажи товаров, включая основания освобождения сторон от ответственности, что регламентируется нормами применимого права или Венской конвенцией.

Исходя из эксплуатационной практики, в таблице 6 приведены предпочтительные виды транспорта, которые наилучшим образом подходят для тех или иных терминов *Инкотермс*.

Таблица 6

Предпочтительные виды транспорта по *Инкотермс*

| Термин | Водный | Авто | Ж/Д | Воздушный | Смешанный<br>+авто |
|--------|--------|------|-----|-----------|--------------------|
| DAF    | -      | +    | +   | -         | +                  |
| FCA    | +      | +    | +   | +         | +                  |
| CIF    | +      | -    | -   | +         | -                  |
| CIP    | +      | +    | +   | +         | +                  |

### 3.4. Используемые стратегии транспортных систем

#### Стратегия поставок

Стратегия определяет род и количество потоков товаров между складами и клиентами поставки и жестко предписывает из какой ступени

складов и какому клиенту будет осуществлена поставка.

Например, прямая поставка с завода для крупных клиентов; поставки малоходовых товаров - из региональных складов и т. д. Главная составляющая стоимости распределительной системы для предприятия - наряду с затратами на поставку товара учитываются затраты содержание склада (площади, аренда, амортизация...) и реализацию заказа (персонал, ЭВМ). С точки зрения экономичности эти затраты должны минимизироваться. При этом учитываются следующие соображения:

- расстояния между складами, что непосредственно влияет на время транспортировки;
- растущую централизацию при малом числе складов, возрастает удаленность склада от клиента и, таким образом, затраты на поставку. Затраты на дополнительную поставку с центрального склада наоборот, падают, так как возрастают объемы транспортируемых грузов;
- число складов влияет на затраты по содержанию складов и на хранение наличия на складе.

При растущей децентрализации распределительной системы число клиентов, снабжаемых из одного склада, уменьшается. При этом уменьшается необходимая величина запасов на каждом отдельном складе, и в то же время сумма всех запасов в централизованной распределительной системе оказывается больше, чем в децентрализованной, поскольку страховые запасы должны иметься во всех многочисленных пунктах хранения.

С целью минимизации затрат должны быть решены следующие задачи:

- определение оптимального числа ступеней складов;
- установление оптимального числа складов на каждой ступени;
- определение пунктов расположения складов, обеспечивающих минимальные транспортные расходы;
- нахождение рационального распределения мест поставки.

При распределении продукции между различными странами должны учитываться особенности каждой страны.

### **Стратегия содержания**

Стратегия содержания ориентирована на то, что при создании складской и торговых сетей не все этапы могут быть рентабельны, а до выхода на режим самоокупаемости должно пройти достаточно много времени (см. табл.7).

В таблице приведены основные этапы функционирования компании, указаны сроки и основные характеристики этапов. Наглядно видно, что первые этапы по экономической сути являются убыточными, их задача заключается в

организации и налаживании регулярной работы компании.

Таблица 7.

Этапы организации и функционирования компании

| № п/п | Название этапа                        | Срок этапа | Примечание   | Общий срок  |
|-------|---------------------------------------|------------|--|-------------|
| 1.    | Открытие представительства            | 1-3 месяца | Исследование рынка, затратный этап                       | 6-9 месяцев |
| 2.    | Активный период, организация кампаний | 1-2 месяца | Рекламная кампания, привлечение клиентов, Затратный этап |             |
| 3.    | Открытие торгового филиала            | 3 месяца   | Апробация работы, затратный этап                         |             |
| 4.    | Регулярная работа торговой сети       |            | Самоокупаемость, рентабельность                          |             |



## ГЛАВА 4. РАЗМЕЩЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

### 4.1. Значение размещения

Центральной задачей планирования и управления логистикой является размещение. С ним связано соблюдение сроков снабжения предприятия необходимыми материалами и комплектующими нужного качества и количества. Размещение непосредственно влияет на величину складских запасов и, таким образом, на затраты на связанный капитал.

Задача размещения заключается в том, чтобы в условиях определенных ограничений достичь минимальных затрат. Структура фондов предприятия и структура затрат в машиностроении показывает, что запасы материалов на предприятиях являются затратным фактором номер один. Это показывает, что рентабельность и ликвидность, а также, в конечном счете, предпринимательский успех в такой же решающей степени зависит от размещения как и от производства.

Установлено [1], на примере Германии, что для средних предприятий снижение запасов на 10% (а значит и соответствующее снижение оборотных средств), приводит к уменьшению связанных капитальных средств и увеличению оборачиваемости (т.е. оборота, отнесенного к основному капиталу) с 1,25 до 1,30. Это ведет к увеличению прибыли более чем на 10%. Рентабельность возрастет еще в большей мере за счет повышения (отдачи) капитала, составит 15%! Отсюда следует, что снижение величины запасов приводит к заметному повышению рентабельности. Эффективное размещение коренным образом влияет на успехи предприятия.

В связи с большим влиянием размещения на ликвидность и рентабельность, оно занимает центральное место на предприятии. Для выполнения своих задач и реализации рационального размещения требуется информация из многочисленных отделов предприятия. И наоборот, оно служит источником информации для многих подразделений. Например, при установлении объема запасов должно учитываться время поступления запасов и сроки поставки. Подготовка работы требует установления оптимальных сроков передачи полуфабрикатов в производство, соблюдение установленного уровня затрат и времени поставки поступающих материалов.

В соответствии с имеющимися заказами клиентов или на основе данных о рынке в начале определяется брутто-потребность в изделиях, узлах, деталях, основных и вспомогательных материалах. Для процессов управления запасами устанавливаются и фиксируются все перемещения

(поступления, выдача, резервирование) на складах и в отдельных подразделениях предприятий. Складские запасы определяются по показателю брутто-потребности, и затем вычисляется нетто-потребность. Получение заказов от поставщиков фиксируются в сроки их поступления на склад. Целесообразно при этом применять единый, жестко соблюдаемый, метод размещения. Требования к размещению зависят от характера складироваемых объектов.

## 4.2. Структуризация продукции и размещение в магазине или на складе. ABC – XYZанализы

### 4.2.1. ABC – анализ

ABC – анализ нашел широкое применение как метод контроля и управления запасами, который позволяет разделить номенклатуру реализуемых товарно-материальных ценностей по выбранному критерию. Этим критерием может являться, например, удельный вес позиции в общем объеме реализации или в суммарной стоимости хранимых запасов, срок годности продукта и т.п. Этот метод в разных странах называют по-разному: метод Парето, метод 80/20, принцип правой руки и т.д.

Суть метода заключается в упорядочении позиций номенклатуры в порядке убывания удельного веса с последующим разделении их на три группы – A, B, C. При проведении ABC анализа его результатом является построение кривой Лоренца (рис. 17).

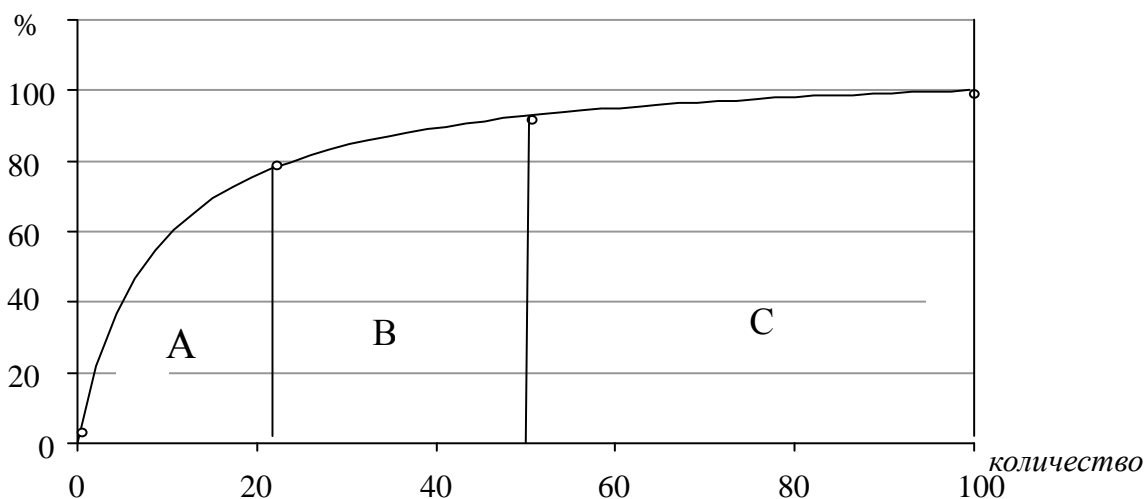


Рисунок 17. Типовая кривая ABC анализа.

В группу A включаются несколько позиций, на долю которых приходится преобладающая часть суммарного значения критерия. Обычно, это особая

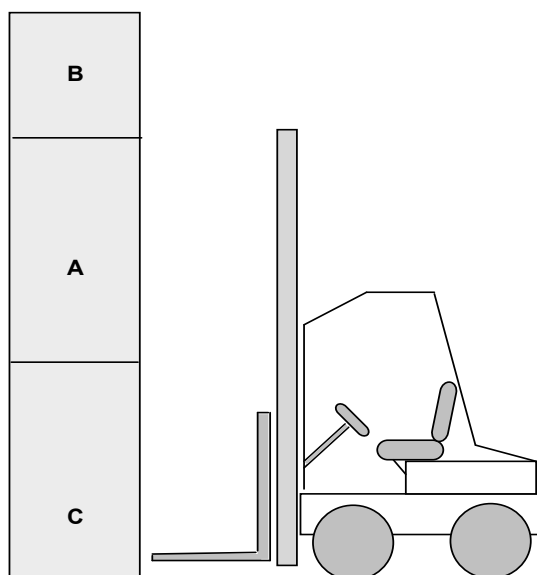
группа с точки зрения определения величины заказа по каждой позиции номенклатуры, контроля текущего запаса, затрат на доставку и хранение. Группа А, имеет около 20% количества товара, при этом занимается 80% стоимости (если критерий- стоимость). Именно, исходя из этого соотношения, в ряде стран данный анализ и имеет такое название. Группа А является наиболее «важной» группой. Ниже будут приведены принципы работы с каждой группой.

К группе В относятся позиции номенклатуры, занимающие среднее положение в формировании суммарного значения критерия классификации. По сравнению с позициями номенклатуры группы А они требуют меньшего внимания, поэтому в отношении их производится обычный контроль текущего запаса на складе и своевременности заказа.

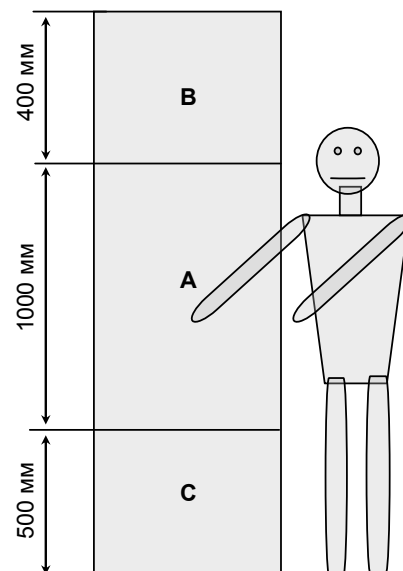
Группа С включает позиции номенклатуры, составляющие большую часть запасов, при этом на них приходится незначительная часть суммарного значения критерия. По позициям группы С осуществляется периодический контроль, расчеты оптимальной величины заказа и периода заказа не выполняются.

Метод ABC вполне подходит и для формирования концепции рационального размещения различного рода материальных товаров на складских зонах. Однако в таком случае необходимо учитывать двухмерность складирования: вертикального и горизонтального.

В процессе вертикального размещения товаров на первый план выдвигается количество заказов на данный период (см.рис.18).



а) Для стеллажей, обслуживаемых вилочным погрузчиком



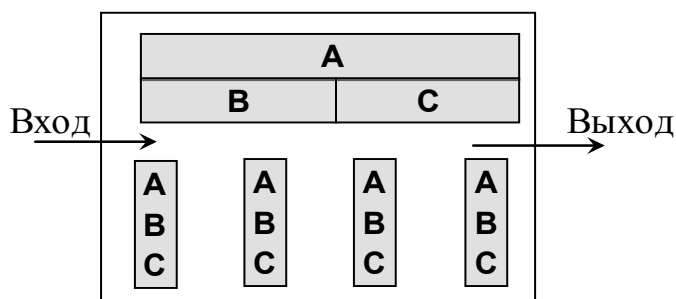
б) Для стеллажей, обслуживаемых человеком

Рис. 18. Вертикальное размещение товарных групп ABC

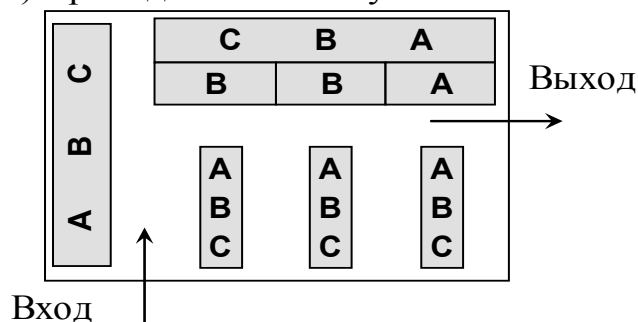
Товары, заказываемые в наибольшем числе, должны размещаться в зоне нормального доступа рук складского работника. Места складирования, которые требуют от работника выполнения наклонов или вытягивания вверх, должны быть зарезервированы для предметов, заказываемых в наименьших количествах.

В процессе горизонтального размещения товаров решающим фактором является частота заказов на данный период. Товары, заказываемые чаще всего, (см. рис.19) должны размещаться, по возможности, наиболее близко к пункту выдачи и/или упаковки, поскольку в этом случае сумма манипуляционно-транспортных операций будет минимальной. Вследствие этого уменьшается трудоемкость операций, что равнозначно росту эффективности функционирования складского предприятия.

а) Проходная система



б) Проходная система угловая



в) Карманная система

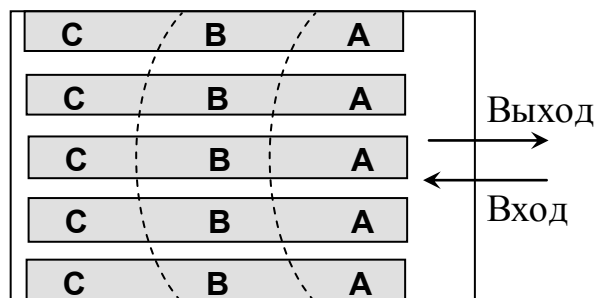


Рисунок 19. Горизонтальное размещение товарных групп A, B, C.

*ABC* - анализ позволяет:

- управлять запасами путем соответствующей группировки, классификации товаров по ассортиментным критериям, например, даже по 300 000 ассортиментным позициям;
- управлять запасами путем группировки товаров по группам, требующим различных условий хранения;
- управлять запасами путем группировки товаров в зависимости от транспортных требований;
- управлять запасами в разветвленных и многоуровневых дистрибутивных сетях;
- управлять локализацией позиций в логистических центрах или на складах;
- оптимизировать издержки, связанные с замораживанием капитала;
- поддерживать соответствующую доступность товара, что оказывает влияние на уровень обслуживания клиента;
- диверсифицировать портфель поставщиков;
- диверсифицировать портфель клиентов.

#### 4.2.2 XYZ анализ

С помощью анализа *XYZ* ассортимент продукции, находящийся на складе или в магазине, распределяется в зависимости от неравномерности их потребления (частоты потребления), в частности:

- Детали класса *X* характеризуются постоянной величиной их потребности, только небольшими колебаниями в их расходе и высокой точностью предсказания; это – наиболее благоприятная группа. Внешний вид диаграммы продаж (отгрузки или поступления товара) показан на рис. 20.

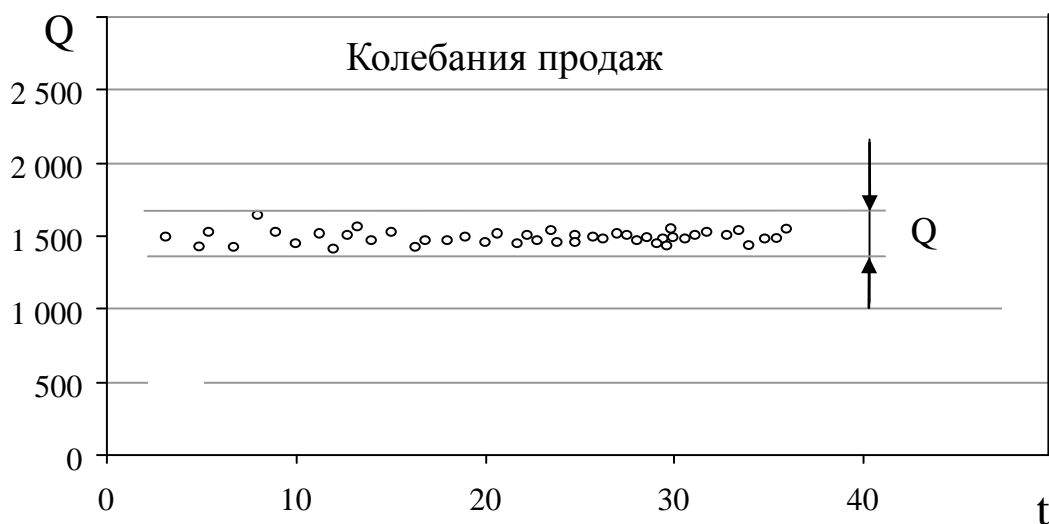


Рисунок 20. Колебания продаж товаров группы X

- Детали класса  $Y$  характеризуются заранее известными тенденциями определения потребности в них, например, сезонными колебаниями и средними возможностями прогноза, вид диаграммы показан на рис. 21;



Рисунок 21. Колебания продаж продукции группы  $Y$

- Детали класса  $Z$  потребляются нерегулярно, какие-либо тенденции отсутствуют, прогнозирование их потребности неточно и некорректно. Вид диаграммы данного процесса показан на рис.22. Считается наиболее неблагоприятной группой.

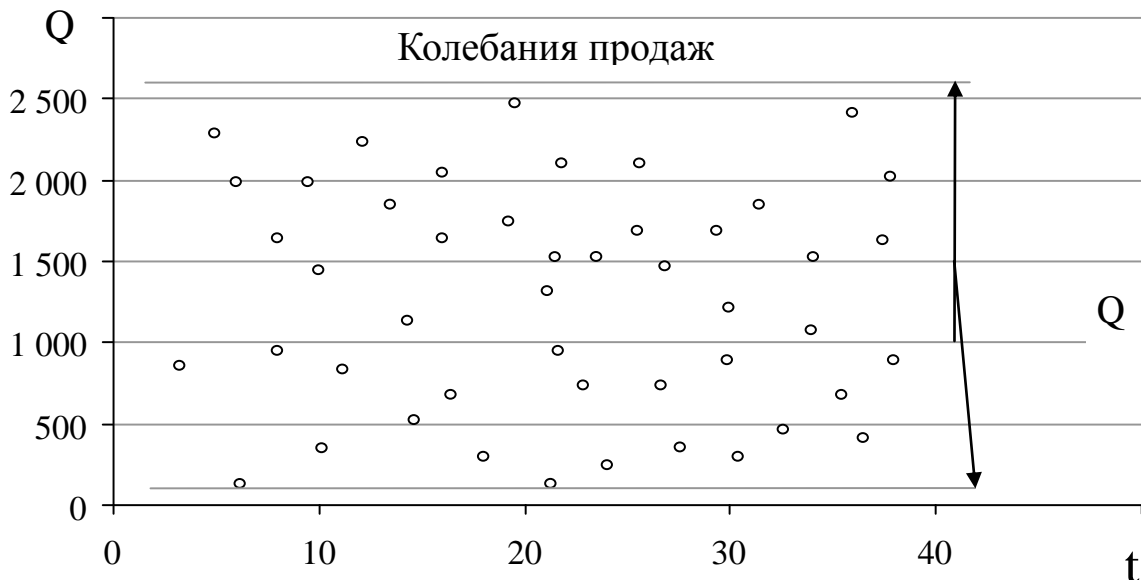


Рисунок 22. Колебания продаж продукции группы  $Z$

Построение этих кривых основано на анализе прошлого опыта и использовании метода наименьших квадратов для создания регрессионной зависимости. Рассчитанный, исходя из стандартных отклонений (сигма)

коэффициент вариации  $K_B$  характеризует относительное распределение деталей по их частоте потребления:

$$K_B = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}}{\bar{x}} < 1 \quad (4.1)$$

где  $x_i$  – значение спроса по оцениваемой позиции за  $i$ -ый период;

$\bar{x}$  – среднее значение спроса по оцениваемой позиции;

$n$  – число периодов, за которые проведена оценка.

Многокритериальная оценка сразу по двум критериям – удельному весу позиции и стабильности спроса на неё, получила название *ABC–XYZ* анализ.

### 4.2.3. *ABC–XYZ* анализ

Последовательность проведения *ABC–XYZ* анализа.

1. Сформулировать цель анализа *ABC* и определить критерий, по которому намечено провести разделение ассортимента.

2. Рассчитать доли позиций ассортимента в общем объеме запаса.

3. Выстроить ассортиментные позиции в порядке убывания их доли в общем запасе.

4. Разделить ассортиментные позиции на группы *A*, *B*, *C*. В группу *A* включают 20% позиций упорядоченного списка, начиная с наиболее значимой. В группу *B* включают следующие 30% позиций. В группу *C* включают оставшиеся 50 % позиций.

5. Рассчитать коэффициенты вариации спроса по позициям  $K_B$  по формуле (4.1).

6. Выстроить ассортиментные позиции в порядке возрастания значения коэффициента вариации.

7. Разделить ассортиментный перечень на группы *X*, *Y*, *Z*. Согласно таблицы 8.

Таблица 8

Выделение групп *X*, *Y*, *Z*

| Группа   | Значение критерия      |
|----------|------------------------|
| <i>X</i> | $0 \leq K_B < 10\%$    |
| <i>Y</i> | $10\% \leq K_B < 25\%$ |
| <i>Z</i> | $K_B \geq 25\%$        |

8. Построить матрицу *ABC-XYZ* и выделить товарные позиции, требующие наиболее тщательного контроля при управлении запасами. Объединение результатов *ABC* и *XYZ*-классификация в матрице *ABC-XYZ* – популярный и очень информативный инструмент управления запасами.

На рисунке 23 приведена иллюстрация общепризнанного варианта составления такой матрицы.

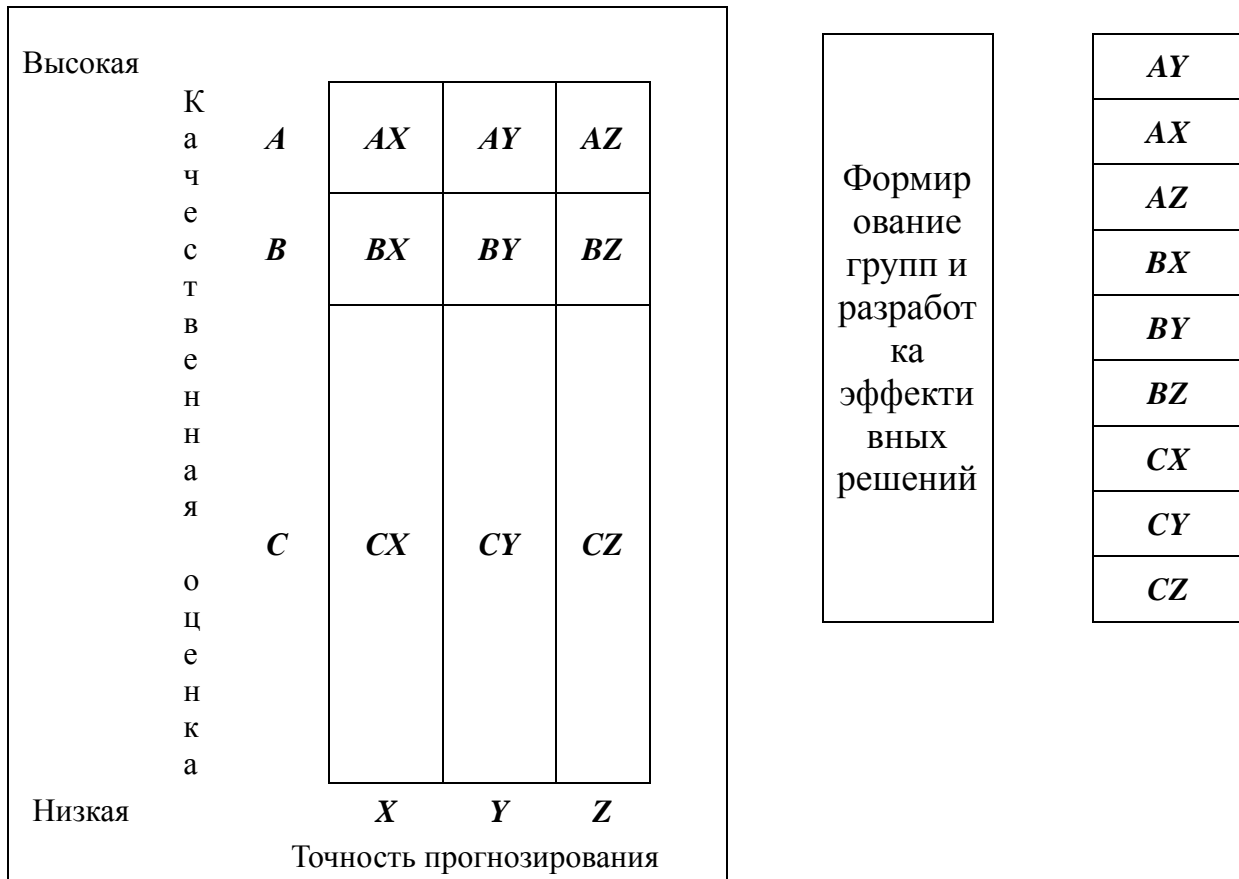


Рисунок 23. Иллюстрация составления матрицы *ABC-XYZ*.

В каждую клетку матрицы *ABC-XYZ* попадают те позиции номенклатуры, которые были отнесены к каждой из двух указанных в клетке групп номенклатуры. Например, в клетку *AX* должны быть записаны позиции, отнесенные к группе «*A*» при классификации по методу *ABC* и к группе «*X*» при классификации по методу *XYZ*. В случае если результатом классификации *ABC* было разделение более чем на три группы, состав матрицы должен быть расширен.

Очевидно, что не все клетки матрицы *ABC-XYZ* будут заполнены. Если в *ABC* - классификации присутствие групп «*A*», «*B*» и «*C*» обязательно, то при классификации *XYZ* вполне возможно отсутствие одной или даже двух групп. Если бизнес имеет традиционный характер, в идеальном случае будет преобладать группа «*X*», группа «*Y*» может быть представлена незначительно, а



группа «Z» может отсутствовать. Если бизнес ориентирован на новую продукцию или выход на новые рынки сбыта, группа «X» может отсутствовать, а преобладать группа «Y» или (и) группа «Z».

Сам характер заполнения матрицы *ABC-XYZ* может многое сказать руководству о состоянии работы в организации. Отсутствие групп «AX» и «AY» может вызвать серьезные вопросы в традиционном бизнесе – это свидетельствует об отсутствии стабильного и эффективного характера работы. Наличие группы «ZC» по номенклатуре готовой продукции должно быть обсуждено с руководителями службы маркетинга, рекламы, отдела продаж и технического отдела.

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

Например, общая рекомендация ориентации группы «X» на работу «точно в срок» по подгруппе «AX» может привести как к блестящим результатам (в силу значимости группы «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 замороженного капитала. С другой стороне, при отрицательной позиции к группе «Z» и минимизации запасов подгруппы «AZ» возможны серьезные потери, если в качестве критерия *ABC* - классификации были приняты показатели, отслеживающие значимость реализации продукции «A»-класса. Дефицит, в таком случае, будет крайне не желателен. Поэтому для группы «Z» при наличии совмещения с классификацией *ABC* возможна комбинация подходов минимизации и максимизации в зависимости от групп «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.

Позиции «CX» в силу привлекательного для традиционного бизнеса постоянного характера потребления не могут быть исключены 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 срывы и высокие риски, свойственные такой работе не будут

фатальными для организации.

Матрица *ABC-XYZ* дает хорошую информацию для стратегического смещения позиций номенклатуры. Например, появление позиций группы «*CZ*» может быть вызвано пренебрежением отделом маркетинга к продвижению продукции группы «*C*», что является, в целом, целесообразным. Возможно, изучения рынка реализации подгруппы «*CZ*» и проведение маркетинговых мероприятий позволит сместить эти позиции в группу «*CY*», имеющую выраженные тенденции спроса, что в дальнейшем может привести к перемещению их в группу «*BY*».

### **4.3. Элементы системы диспозиции**

Под диспозицией здесь понимается функция:

- определения потребности,
- расчет величины заказа.

Под потребностью понимается потребность в материалах. Комплектующих или готовой продукции, которая возникает в производстве или на этапе реализации при выполнении заказа клиента. Другими критериями, которые учитываются при определении функции диспозиции являются: наличие запасов на складе, уже выполняемые заказы, резервирование, необходимые страховые запасы. Полностью система диспозиции включает также функции изъятия заказов и управление наличием на складе.

Наконец, должна учитываться взаимосвязь этих элементов с информационной системой и компьютерной поддержкой материального хозяйства.

### **4.4. Определение потребности**

При определении потребности необходимо учесть различные методы ее определения.

#### **4.4.1. Разновидности потребности в материалах**

Чем точнее рассчитывается потребность в материалах, тем выше является организация диспозиции и тем меньше должна быть величина страховых запасов и возможное отклонение от плана. Понятие потребности в материалах подразделяется на пять разновидностей: (рис. 24).

- потребность брутто;
- потребность нетто;

- первичная потребность;
- вторичная потребность;
- третичная потребность.

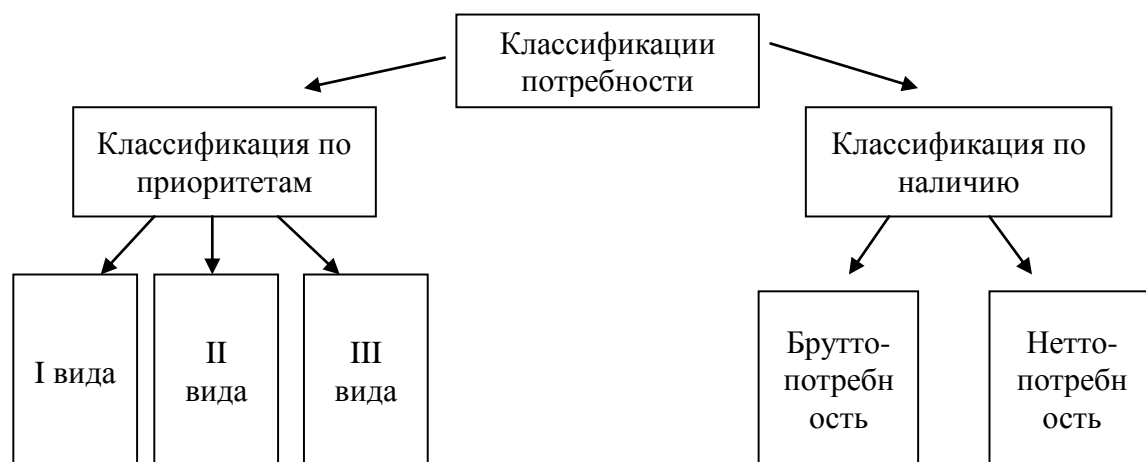


Рисунок 24. Разновидности потребных материалов

Под брутто-потребностью понимается потребность в материалах, комплектующих полуфабрикатах, определенная на плановый период для производственной программы выпуска, независимо от того находятся ли запасы на складе или состоят в виде производственных заделов.

Соответственно нетто-потребность рассчитывается как брутто-потребность за вычетом наличия на складе и в производстве.

#### 4.4.2. Методы расчета потребности

При определении потребности в материалах принципиально различаются следующие два подхода:

- расчет потребности материалов начинается только тогда, когда она возникает, например, при поступлении заказов потребителей;
- расчет на основе сложившегося расхода используемых материалов.

Второй подход используется в тех случаях, когда требуемое клиентом время поставки меньше, чем цикл восстановления складских запасов.

Наряду с этими двумя подходами существуют три метода расчета материалов:

- детерминированный;
- стохастический;
- эвристический.

В первом случае известен определенный период выполнения заказа и,

соответственно, потребность в материалах по количеству и срокам.

Во втором случае основой для расчета является математико-статистические методы, дающие ожидаемую потребность.

В третьем случае потребность определяется на основе опыта работников.

При определении потребности материалов на основе его потребления преобладающими являются детерминированные методы, а при расчете на основе количества используемых материалов, главным образом, применяются стохастические методы.

#### **4.4.3. Детерминированные методы**

Расчет детерминированными методами не приводит к точному определению потребности в материалах по количеству и срокам поступления. Он служит, главным образом, для расчета вторичной потребности при известной первичной потребности.

При всех способах детерминированного определения потребности особо важно установление времени потребления материалов по ступеням:

- материалы должны иметься в наличии в наиболее ранний срок с тем, чтобы цикл их поступления и первичной обработки не увеличивал цикл изготовления изделия;
- детали должны своевременно быть готовы, чтобы оставалось необходимое время для сборки;
- покупные изделия должны быть заказаны с учетом ожидаемого времени поставки.

#### **4.4.4. Стохастическое определение потребности с помощью прогнозирования**

При определении потребности этим методом учитываются данные прошлого периода и отсюда, на основе прогноза, устанавливается ожидаемая потребность.

Применяемые в настоящее время разновидности прогнозов включают три важнейших особенности:

- первая особенность состоит в том, что вся предсказуемая на будущее ситуация исходит из времени прогноза (из временной точки). Изменение этой точки влияет на прогноз.
- второй особенностью является неопределенность обстоятельств будущего периода. Возможное развитие должно быть оценено и собрана информация

прежде чем будет сделан прогноз;

- третья особенность заключается в поддержке информацией о прошедшем периоде.

### **Классификация критериев наиболее распространенных моделей прогноза**

Классификация критериев, учитывающих наиболее важные особенности методов прогнозирования, показана в таблице 9. Характерным для всех методов прогноза является попытка определения развития будущего на основе показателей прошедшего периода. Это ведет к неизбежным ошибкам при изменениях потребности. Несмотря на это, прогнозы неизбежны, т.к. другого метода оценки ситуации будущего неизвестно.

Таблица 9

#### **Классификация наиболее употребительных прогнозных моделей**

| <b>Классификация критериев</b> | <b>Виды моделей прогнозов</b>                                     |
|--------------------------------|---|
| <b>Техника прогноза</b>        | Субъективная качественная модель                                  |
|                                | Количественная модель на основе мат. статистики                   |
| <b>Срочность модели</b>        | Краткосрочные модели (до 3 мес.) ближайшая перспектива            |
|                                | Среднесрочные модели (от 3-х мес. до 9-ти мес.)                   |
|                                | Долгосрочные модели (1-2 года)                                    |
| <b>Число вариаций</b>          | Одновариантная модель (время – фактор вариации)                   |
|                                | Многовариантные модели (несколько факторов изменяются от времени) |

Прогнозные оценки должны быть дополнены знаниями и опытом, вытекающими из наблюдения рынка. Таким образом, результаты прогнозных расчетов являются лишь руководящей нитью.

### **Ход расчетов при стохастическом определении потребности**

#### **– Анализ временных рядов**

Основой всех прогнозных методов является подробное выявление всех показателей использования материалов за прошлый период и их изменения во времени. Обычной формой представления является, так называемый, временной ряд, анализ которого позволяет сделать заключение об использовании рассматриваемых деталей с учетом таких факторов, как тенденции, сезонные изменения, нестабильность или случайные отклонения. Анализ временного ряда позволяет определить подходящую модель из числа представленных на рис. 25. Возможными моделями являются:

- модель постоянного потребления;
- прямо пропорциональная модель (тенденция);
- сезонно постоянная модель;
- сезонная модель с последовательным ростом.

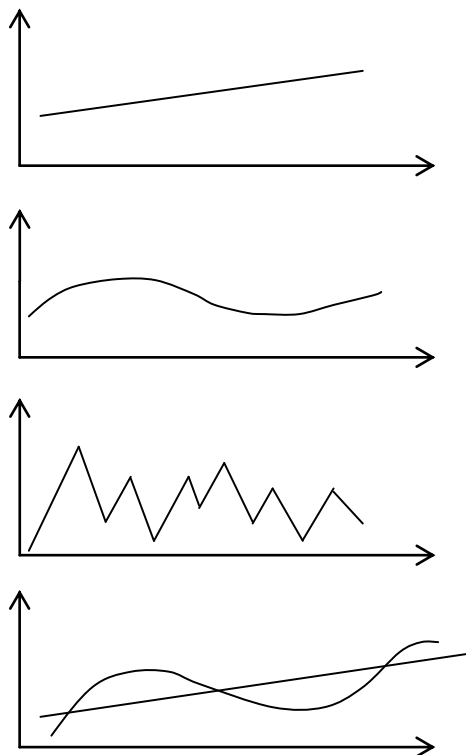


Рисунок 25. Основные типы используемых моделей

2. На основе выбранной модели потребления применяются следующие методы потребности (рис. 26):

- аппроксимация средних значений,
- метод экспоненциального сглаживания,
- регрессионный анализ
- сезонная модель с последовательным ростом.

Аппроксимация  
средних значений

Метод  
экспоненциального  
сглаживания

Регрессионный  
анализ

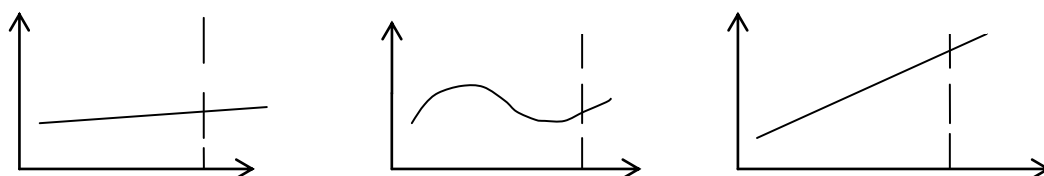


Рисунок 26. Методы стохастического определения потребности

### **Аппроксимация средних значений.**

Наиболее простой метод расчета потребности. Применяется для предприятий с ограниченной зоной обслуживания (микрорайон города, сельский район). Погрешность метода вследствие простоты достаточно велика (15-20%). Данный уровень погрешности расчета для таких предприятий с небольшими объемами потребления допустим, т.к. абсолютные отклонения от реальных потребностей будут невелики из-за небольших объемов закупок. Это не скажется на балансе товарных закупок и будет компенсирован спросом. (Пример, потребности небольшого магазина района). Используются известные программные продукты, в том числе и Excel.

**Метод экспоненциального сглаживания** является важнейшим методом стохастических прогнозов. Применяется для предприятий со средними объемами потребности, район обслуживания город, сельский район. Погрешность метода 7-15%. Используется специализированный программный комплекс стоимостью порядка тысячи долларов.

Применяется аналитическая формула с введенными весовыми коэффициентами "альфа". Весомость значений в отдельные периоды корректируется с помощью, так называемого, фактора "а", значение которого находится в пределах от 0 до 1. Чем больше значение "а", тем весомее влияние ближайших прошедших периодов и метод более подходит для оценки фактического потребления. Недостатком является растущая чувствительность к случайным колебаниям. На практике колебания "а" находятся в пределах 0,1 - 0,3. Значение 0,5 почти никогда не превышает.

Экспоненциальное сглаживание применимо, прежде всего, при постоянном объеме потребления ( $a = 0,1 - 0,3$ ). При более высоких значениях ( $0,3 - 0,5$ ) метод подходит при изменении структуры потребления, например, с учетом сезонных влияний. Он соответствует выравниванию средних значений с постоянно снижающимися, в соответствии с динамическим рядом, факторами весомости. Большими преимуществами этого метода являются значительно меньшая потребность в страховых запасах.

При постоянно увеличивающемся объеме потребления целесообразно использовать метод экспоненциального сглаживания, с помощью которого в состоянии определить тенденцию роста потребности, которая базируется на прогнозах, пригодных для многих последующих периодов времени.

**Метод корреляционно-регрессионного анализа.** Основанием этого метода является приближение известных тенденций потребления с помощью математических функций, которые могут быть экстраполированы на будущий период.

Метод имеет наибольшую точность, погрешность расчета составляет 5-

7%. Применяется для больших объемов закупок (уровень региона, небольшого государства, например, закупки зерна). Однако это наиболее сложный метод, в соответствии с которым, учитываются все, даже единичные закупки. Для его реализации задействуется группа расчетчиков (информационно-аналитическая группа).

#### **4.4.5. Контроль результатов прогнозирования**

Контроль результатов является неотъемлемым этапом в процессе принятия решения (согласно теории организации производства): анализ ситуации - выработка альтернатив - принятие решения - контроль исполнения.

Важным для применения метода в прогнозах потребности является регулярное, например, ежеквартальное, в крайнем случае, ежегодное наблюдение и контроль для проверки того, что используемые предпосылки остаются действенными. Все указанные здесь методы оценки потребности имеют формализованное выражение, легко программируются, что обеспечивает применение ЭВМ. Выявление ошибок прогноза и контроль имеет особое значение. При увеличении срока службы или давности выпуска изделия. При изменении потребности требуется применение краткосрочных прогнозов.

Наиболее частые отклонения определяются среднеквадратичными отклонениями. При этом в основу кладется предположение, что встречающиеся ошибки подчиняются нормальному (Гауссову) распределению.

#### **4.4.6. Определение потребности**

При помощи детерминированных и стохастических методов делается первый шаг для определения брутто-потребности в материалах и комплектующих. Задачей управления запасами и является получение точных сведений о величине различных видов запасов (на складе и в разных стадиях обработки).

Увеличение брутто-потребности за счет дополнительных запасов должно учитывать:

- страховой запас;
- дополнительную потребность для специальных целей (образцы, эксперименты и т.д.);
- резервирование на случай возможного снижения величины поставки материалов;
- повышенная потребность для ремонта и содержания оборудования.



## 4.5. Определение объема заказа

Задачей расчета величины заказа материалов является определение оптимального, по возможности, с точки зрения цены, размера поступления на склад в рамках рассчитанной нетто-потребности. Это действительно как для материалов, необходимых собственному производству, так и для приобретаемых комплектующих деталей. В таблице 10 отражены указанные предпосылки.

Таблица 10

Виды затрат при определении оптимального количества потребности

| Затраты на поставку при получении со стороны            | Затраты при собственном изготовлении                         | Затраты при складировании        |
|---|--|----------------------------------|
| 1. Затраты на заказ                                     | 1. Себестоимость изготовления                                | 1. Затраты на содержания склада  |
| 2. Транспортировка                                      | 2. Дополнительные затраты при невыгодном объеме изготовления | 2. Затраты на хранение           |
| 3. Страховка  | 3. Затраты на содержание производства                        | 3. Проценты на связанный капитал |
| 4. Упаковка   | +  | +                                |
| 5. Дополнительные затраты при невыгодном объеме заказов | +  | +                                |
| 6.* Скидка при больших объемах                          | +  | +                                |

Подготовительно-заключительные процессы вызывают затраты, которые носят название постоянных. Для уменьшения их величины, приходящейся на одно изделие, целесообразно обрабатывать возможно большую партию. В противоположность им затраты на складирование относятся к переменным и меняются, примерно, пропорционально величине обрабатываемой партии.

При выборе экономичной величины партии следует учитывать эти противоположные тенденции и находить минимум суммарных затрат. При этом чисто математический расчет оптимальной партии должен быть скорректирован в соответствии с условиями производства.

### 4.5.1. Определение оптимальной величины заказа по Андлеру

Наиболее известным способом определения величины заказа является классический метод, разработанный Андлером (рис. 27).

Смысл данного метода заключается в том, что строится зависимость влияния величины объема заказа товара от компонентов затрат на получение заказа и затрат на складирования.

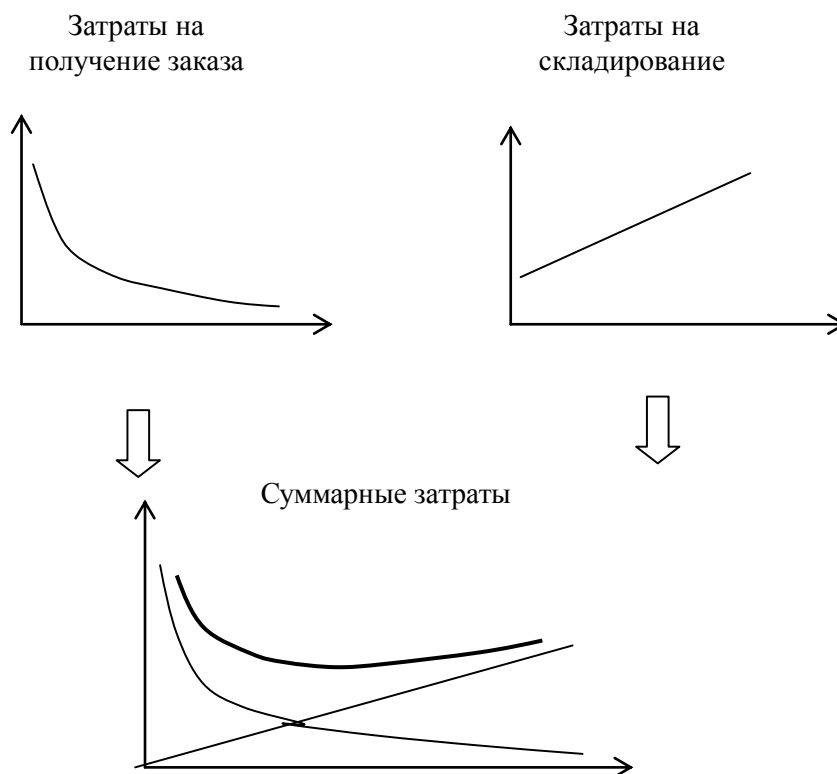


Рисунок 27. Определение оптимального объема заказа

Соображения Андлера основывались на том, что с одной стороны затраты на заказ являются постоянными и поэтому, при увеличении объема заказа, они снижаются на каждую партию, и с другой стороны, существует линейная зависимость между затратами на складирование и объемом получения. Чтобы выяснить оптимальную по затратам величину заказа, общая сумма затрат на поставку и складирование заказанного количества делится на величину партии. Это дает оптимальную величину заказа.

$$X_{opt} = \sqrt{\frac{2 * X * C_x}{C * J}},$$

где:  $X_{opt}$  - оптимальный объем заказа;

$C_x$  – затраты на хранение;

$X$  - общая потребность на период (годовая потребность);

$C$  – цена единицы продукции, затраты на изготовление (на штуку) при поступлении со стороны;

$J$  - слагаемые затраты на складирование (доля затрат на содержание запасов).

Применение формулы Андлера сталкивается с целым рядом предпосылок, которые на практике, как правило, не могут быть выполнены:

- штучная цена является не зависимой от заказываемого объема;
- потребность известна и постоянна;
- выдача со склада в исследуемые промежутки времени const;
- время подготовки практически равно нулю;
- заказ одного наименования может быть выполнен полностью независимо от других наименований;
- ошибки в количестве не допускаются;
- затраты на складирование и заказ могут быть определены достаточно точно;
- минимальная величина заказа не предусматривается;

Кроме того, устанавливается, что кривая общих затрат в области минимума имеет малую кривизну и поэтому отклонение к от  $X_{opt}$  ведет к небольшим отклонениям от величины затрат. Поэтому рассчитанная величина партии может рассматриваться как исходная.

На практике объем заказа часто определяется по следующей формуле:

$$\frac{1}{2} X_{opt} < X_{расч} < 2 * X_{opt}$$

#### **4.5.2. Методы определения величины заказа**

При определении величины заказа следует иметь в виду различия между установленной и оптимальной по стоимости величине заказа. При методах минимизации стоимости могут применяться статистические и динамические модели.

Методы постоянно установленной величины заказа. Объемы заказа не всегда могут устанавливаться с учетом минимизации затрат. Например, когда повторение потребности неизвестно, или риск изменения слишком высок. Кроме того, оптимизация приводит к небольшому снижению затрат. В этих случаях целесообразно использовать заранее установленный объем заказа.

#### **Статистические методы определения оптимальной по затратам величины заказа**

Основанием для статистической модели является предположение, что потребность в изделиях неизменна во времени и постоянно повторяется. К этим методам относится классическая модель Андлера и ее модификация, которая имеет практическое значение при:

- минимальном объеме заказа;
- возможности складирования;
- возможности поставки поставщиком;

- установленного размера скидок.

#### 4.6. Выполнение заказа

При выполнении заказе учитываются:

- потребность;
- сроки поставки;
- наличие запасов на складе.

В зависимости от этих параметров могут применяться следующие методы организации заказов:

- метод заказа на основе договора,
- метод заказа на основе ритмичности,
- метод заказа на основе прогноза.

Рассмотрим их подробнее.

##### 4.6.1. Метод заказа на основе договора

При реализации на основе заключенного договора и в соответствии с определением потребности заказывается дополнительное количество комплектующих деталей и материалов. Если речь идет о материалах, то, как правило, не требуется его складирование. Недостатком этого простейшего метода является то, что период времени от момента оформления заказа и до получения материалов является весьма значительным. Поэтому подобный метод оформления заказа предпочтителен для дорогих деталей (участок А на кривой ABC) и деталей с весьма колеблющейся потребностью (деталей Z).

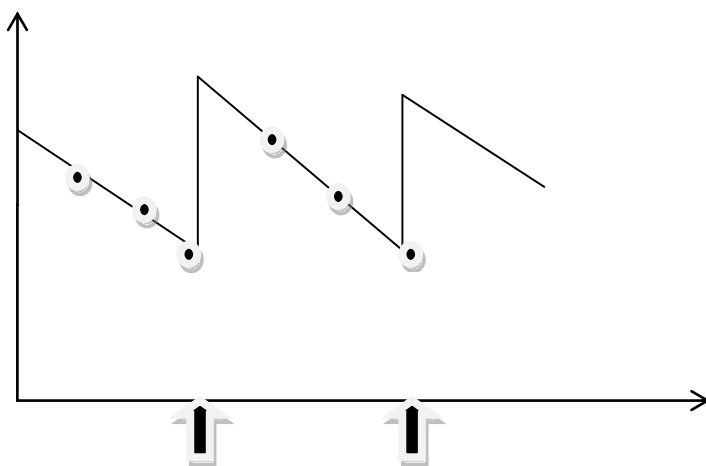


Рисунок 28. Решение о заказе в зависимости от выявления потребности

Предпосылки:

1. Объем поступления и интервалы поступления непостоянны.
2. Неизвестно повторение возникновения потребности.
3. Высок риск складирования.
4. Продукция класса A/Z

#### 4.6.2. Метод заказа на основе ритмичности

Метод оформления основан на ритмичности получения заказов. При этом контролируются периоды времени между заказами и наличие запасов на складе. Новый заказ оформляется при достижении определенного уровня запасов, называемого точкой заказа. Этот метод применяется для материалов невысокой стоимости и постоянного потребления (детали с/х).

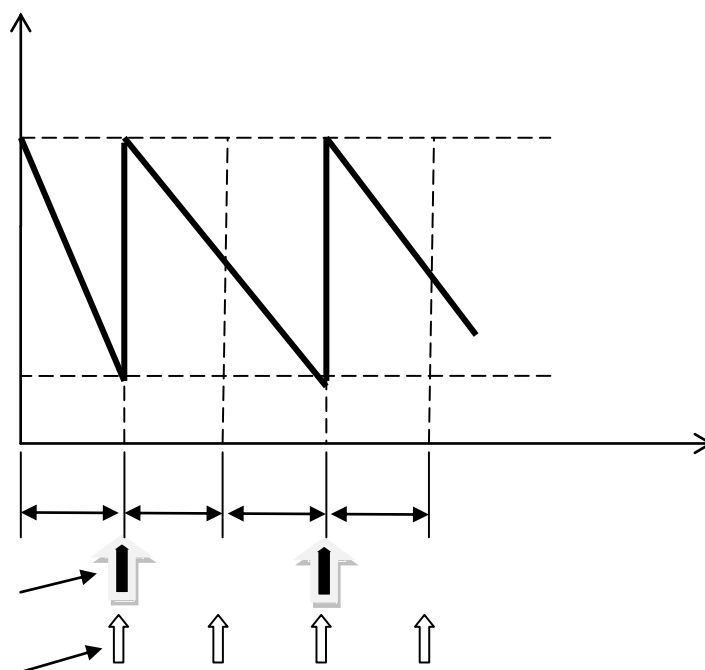


Рисунок 29. Поставки в зависимости от сроков

Предпосылки:

1. Контроль в определенные периоды времени, управление по срокам.
2. Наполнение склада до установленного максимума.
3. Заказы постоянных количеств оптимизируются по затратам
4. Продукция класса C/X.

#### 4.6.3. Метод заказа на основе прогноза

Более трудоемким является метод точки заказа при неритмичном потреблении запасов (рис. 30). В этом случае ведется наблюдение за всеми

отклонениями, чтобы не перейти то количество, которое позволяет продолжать работу до восполнения запасов. Этот метод применим для дорогостоящих материалов и колеблющейся потребности, преимущественно для деталей А/У.

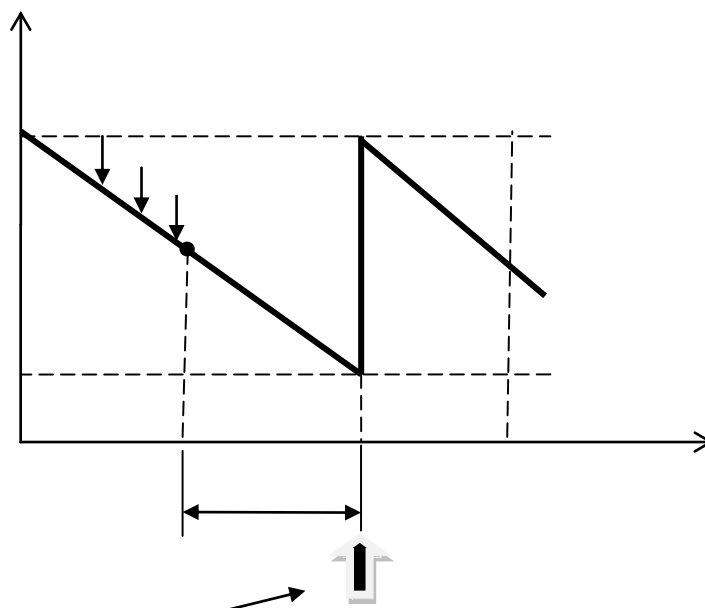


Рисунок 30. Поставки в соответствии с наличием

Предпосылки:

1. Исключение выдачи при достижении нижней границы запасов.
2. Заказы оптимизированы по затратам.
3. Заполнение склада до установленного максимума.

#### 4.7. Управление запасами

Задачей управления запасами является **анализ** изменения их объема на складе, на основе которого может быть документально определен и зафиксирован складской запас. Анализ может проводиться либо перманентно, либо внезапной инвентаризацией и фактическим определением наличия. Более или менее точные знания колебаний наличия на складе являются основанием для расчета нетто-потребности и оформления заказа. В рамках управления запасами желательно дифференцировать различные виды наличия на складе.

Исходя из объема заказа, объема поступления, резервирования запасов, запасов в производстве и запасов на складе может быть рассчитан располагаемый запас.

Под резервированием понимаются позиции, которые до этого не были предусмотрены. При оформлении заказа необходимы знания о выявленном наличии, страховом запасе и времени поступления партии заказа.

#### 4.7.1. Сущность традиционного подхода к управлению запасами

Поток товарно-материальных ценностей является объектом управления логистики, а запас является формой его существования.

Традиционный подход к управлению запасами рассматривает запас как производственный фактор, обеспечивающий непрерывность производственных процессов

При обслуживании потребителей запасы выполняют несколько функций:

- накопление и распределение продукции;
- защита от изменения цен и инфляции;
- снижение затрат за счет использования оптовой скидки;
- другие функции.

Создание запасов сопряжено с дополнительными затратами, их можно разбить на несколько групп :

- инвестиции оборотного капитала в запасы, упущенная прибыль за счет связывания денежных средств в оборотных активах с низкой ликвидностью;
- расходы на оборудование, упаковку, аренду и содержание складов;
- оплата труда персонала;
- потери, связанные с порчей, со списанием просроченного товара, с хищениями и др.

Низкий уровень запасов также приводит к потерям:

- потери из-за нарушения ритмичности и простоя производства;
- упущенная прибыль из-за отсутствия нужного товара на складе;
- потери из-за отказа от оптовых скидок при закупке малыми партиями;
- снижение объемов продаж из-за потери потенциальных покупателей и др.

Влияние ошибок управления запасами на прибыль торговой компании представлено на рисунке 31.

Управление запасами включает следующие шаги:

1. Определение характеристик потребления и построение прогнозных значений с помощью детерминированных, стохастических или эвристических методов.
2. Моделирование и предварительный расчет характеристик поставок.
3. Выбор поставщика и согласование условий поставки.
4. Определение параметров и проектирование системы управления запасами.

5. Внедрение системы информационной поддержки управления запасами.

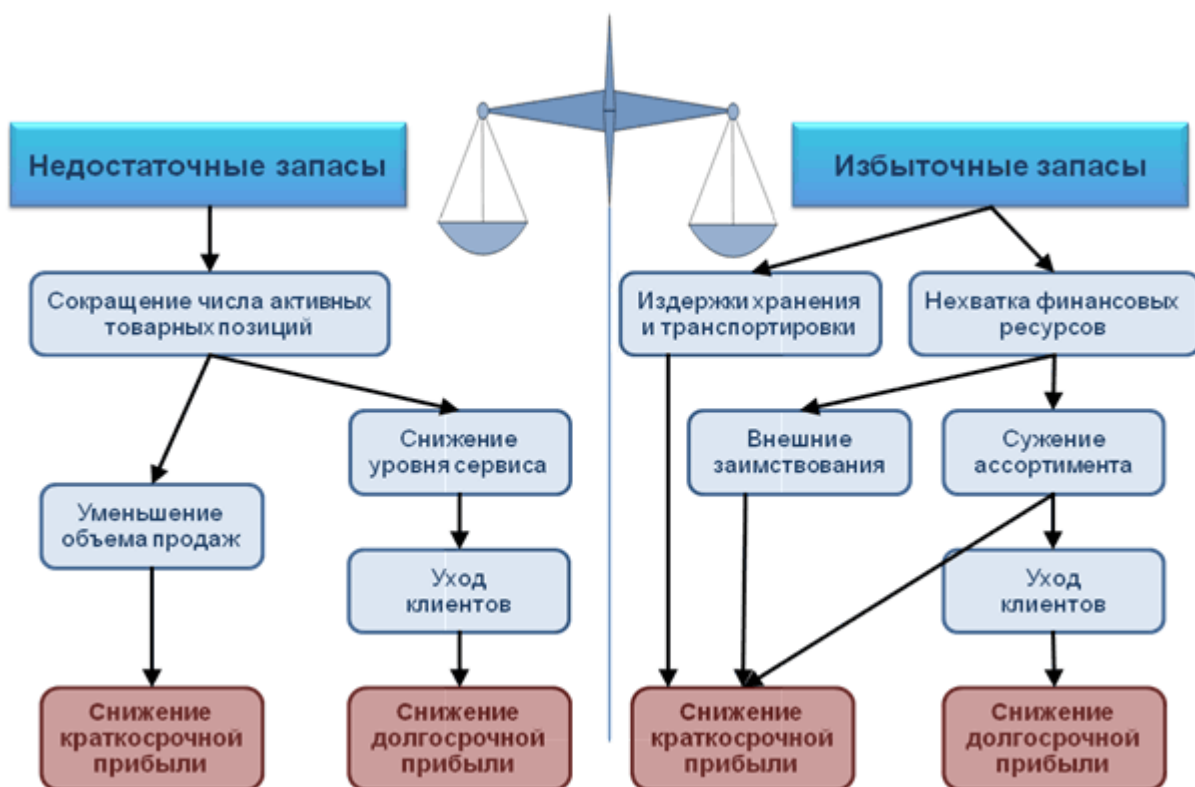


Рис.31 Влияние ошибок управления запасами на прибыль торговой компании

Существует несколько критериев классификации запасов по назначению, месту расположения и другие.

Например, на этапе производства материальные запасы представлены в виде незавершенного производства, инструмента, полуфабрикатов; на этапе распределения и сбыта - в виде готовой продукции, запасных частей, сопутствующих товаров для сервиса.

В звене поставки в категорию запасов входят

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

Запасы в производственном звене разделяются на:



- сырье и материалы;
- незавершенное производство;
- готовая продукция;
- товары;
- отходы.

Запасы товаров в распределительном звене логистической цепи разделяются по следующим категориям:

- запасы в пути(по акцептованным и оплаченным счетам);
- запасы на базах и складах оптовой торговли;
- запасы на предприятиях розничной торговли;
- запасы отгруженные(не оплаченные покупателями);
- запасы на ответственном хранении у покупателей.

**Система управления запасами** – совокупность правил и показателей, определяющих момент подачи заявки и объем поставки продукции для пополнения запасов

#### **Параметры системы управления запасами:**

- точка заказа – минимальный уровень запаса продукции, при достижении которого необходимо пополнение запаса;
- нормативный уровень запаса – целевой уровень запаса в системе, до которого необходимо пополнение в результате поставки;
- объем отдельной поставки;
- период пополнения запаса –интервал между двумя смежными поставками;

#### **Основные показатели управления запасами:**

- **уровень запасов** – характеризует обеспеченность предприятия запасами на определенную дату и показывает, на какой период хватит созданного запаса при заданной скорости потребления
- **скорость оборота запасов** – отношение объема запасов продукции к объему реализованной продукции за период;
- **оборот запасов** – интервал времени между поступлением продукции на склад и отпуском материалов в производство, а также между поступлением продукции в торговое предприятие и ее продажей;
- **коэффициент оборачиваемости запасов** – показывает, как часто оборачиваются или продаются запасы при текущем объеме потребления. Этот коэффициент характеризует эффективность системы закупок, производства и сбыта предприятия.

Основные системы регулирования запасов:

- с фиксированным размером заказа (партии);

- с фиксированной периодичностью заказа.

В зависимости от сочетания указанных способов регулирования различают следующие модели управления запасам:

- Модель с фиксированным размером заказа;
- Модель с фиксированным интервалом времени между заказами;
- Модель с установленной периодичностью пополнения запасов до заданного уровня;
- Модель «Минимум – Максимум».

**Модель** с фиксированным размером заказа (см. рис.32) предусматривает поступление материалов равными, партиями ( $q_{онм}$ ). Заказ на поставку очередной партии дается при уменьшении запаса до установленного критического уровня – «точки заказа» (см. Рис. 32).

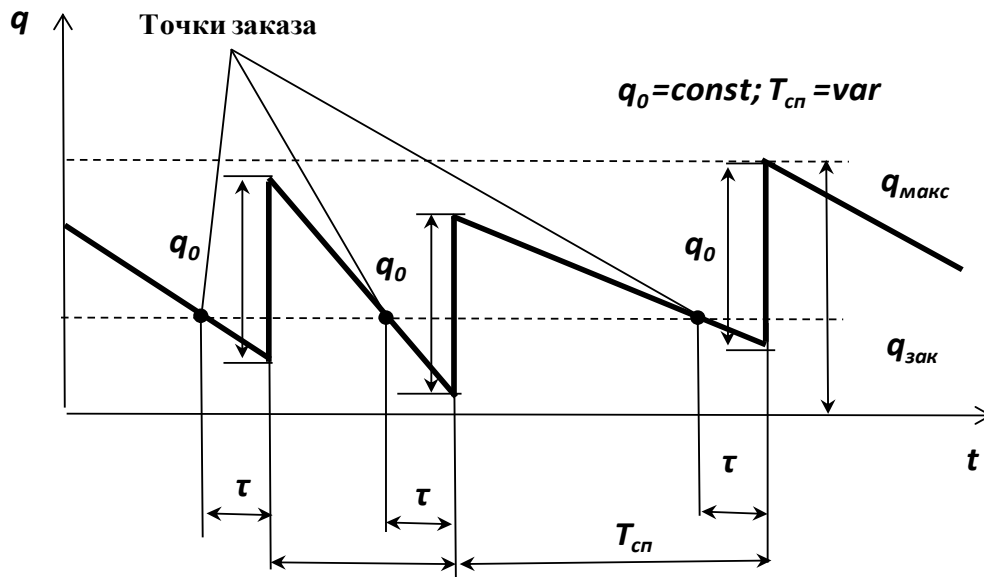


Рис. 32. Модель с фиксированным размером заказа

Интервалы между поставками смежных партий зависят от скорости расхода запаса.

Задача управления запасом сводится к определению «точки заказа» по фактической скорости расхода запаса и периоду опережения заказов, исходя из времени обслуживания заявки ( $\tau$ ).

$$q_{зак} = p_{ср} * \tau + q_{стр}$$

где  $q_{зак}$  – уровень запаса точки заказа;

$p$  – скорость расхода материала;

$\tau$  – период упреждения заказа;

$q_{стр}$  – страховой запас.

Достоинство системы с фиксированным объемом заказа – поступление материала одинаковыми партиями, что приводит к снижению затрат на доставку и содержание запасов за счет использования оптимального размера

заказа по Андлеру.

Недостаток системы заключается в необходимости непрерывного контроля уровня запасов.

**Модель с постоянной периодичностью пополнения до заданного уровня** предусматривает поступление материала через равные, интервалы времени (см. рис. 33). При каждой проверке уровня запаса устанавливается текущий остаток и после чего определяется размер заказа как разность между максимальным уровнем и текущим уровнями запаса и оформляется заявка на поставку.

$$q_i = q_{\max} - q_{\text{тек}} + q_{\text{стр}},$$

где  $q_i$  – размер заказа  $i$ -ой поставки;

$q_{\max}$  – максимальный (требуемый) уровень заказа;

$q_{\text{тек}}$  – текущий уровень запаса в момент контроля.

В этой модели от скорости расхода запаса зависит размер заказа, а интервал между заказами остается постоянным.

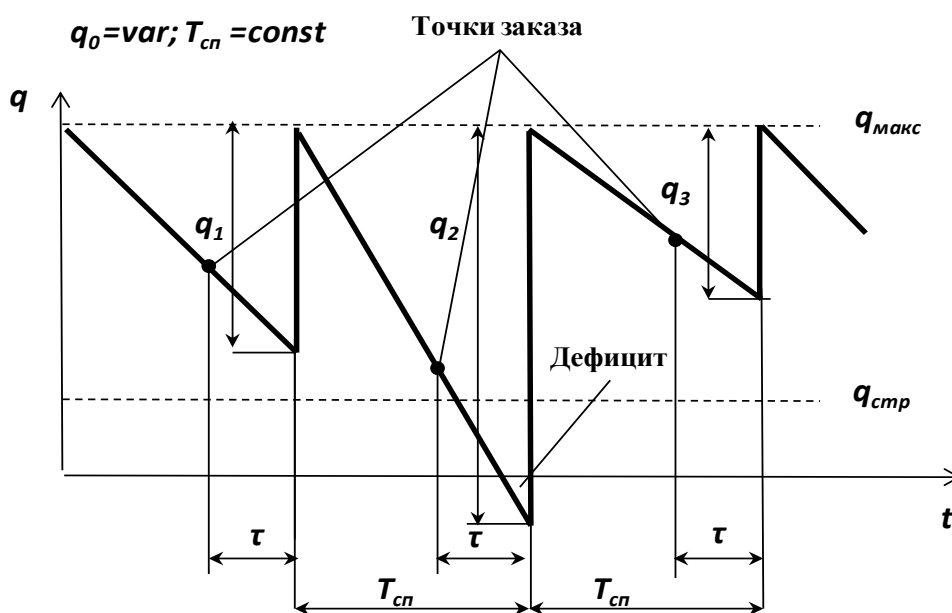


Рис. 33 Модель с фиксированной периодичностью заказа

Контроль уровня запаса осуществляется дискретно один раз конце цикла регулирования, что значительно проще, однако при неравномерном спросе может возникнуть ситуация дефицита. Кроме этого, объемы партий поставки могут значительно отличаться от оптимального значения.

Модель целесообразно использовать при незначительных отклонениях скорости потребления ресурса.

**Модель с постоянной периодичностью пополнения запасов и фиксированным размером заказа** предусматривает формирование заявки через равные периоды одинаковыми партиями, одновременно проверяется уровень запасов, если он снижается до порогового значения, то делается дополнительный заказ (см. Рис. 34).

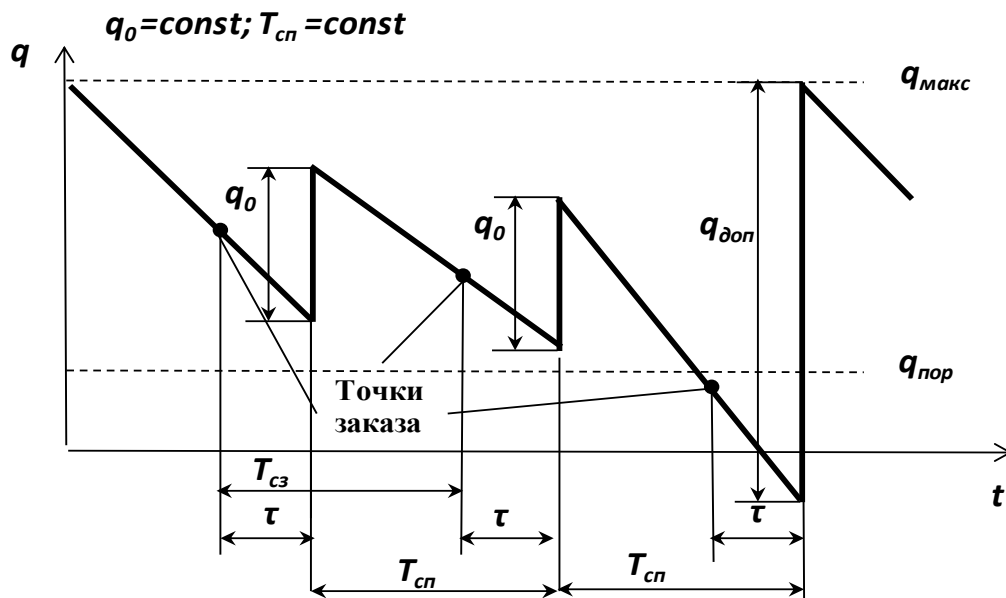


Рис. 34 Модель с постоянной периодичностью пополнения запасов и фиксированным размером заказа

Эта модель объединяет достоинства первой и второй моделей.

**Модель «Минимум – Максимум»** предполагает непрерывный контроль уровня запаса, если его значение станет меньше или равно пороговому уровню, то делается заказ (см. Рис. 35).

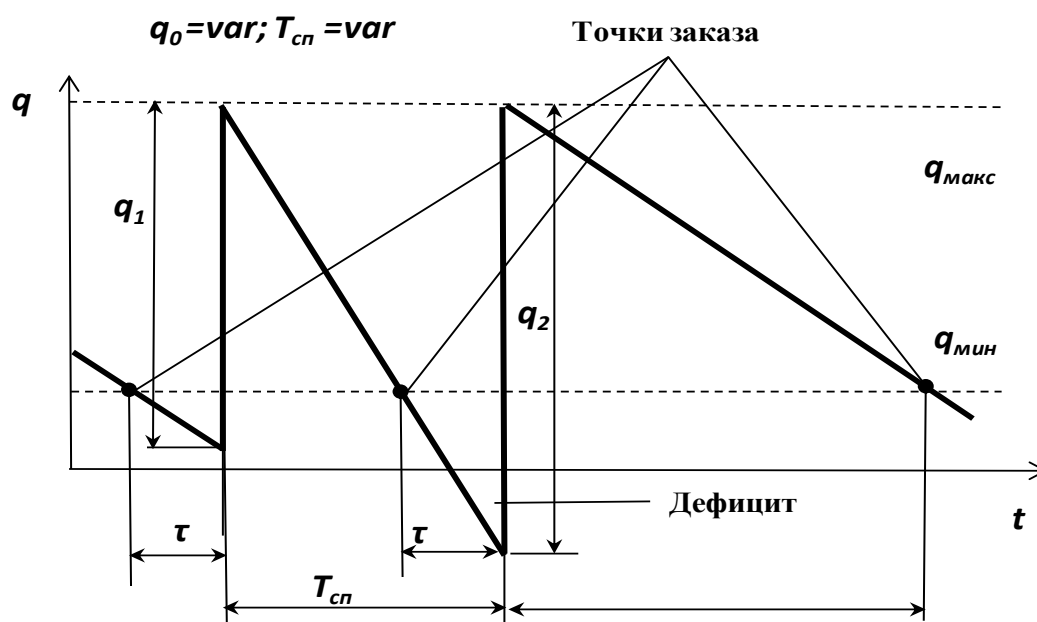


Рис. 35 Модель «Минимум – Максимум»

Из всех рассмотренных вариантов управления запасами наиболее простой и распространенной является система с фиксированным размером заказа.

#### 4.7.2.Выявление и определение страхового запаса

В производственной практике возможны различные отклонения от плановых показателей. К ним относятся:

- отклонения между запланированным и фактическим потреблением;
- отклонения между запланированным и фактическим сроком поставки;
- отклонения между заказанным и поставленным количеством;
- отклонения фактического наличия от зафиксированного в документах склада.

Для расчета уровня страхового запаса существует множество эмпирических методов. Статистический подход основан на определении доверительных границ страхового запаса по статистическим характеристикам процесса поставки и требуемого значения доверительной вероятности.

$$q_{стр} = p_{cp} + x_p \cdot \sigma_p,$$

где  $p_{cp}$  – средняя скорость потребления запаса;

$x_p$  – параметр нормального распределения, зависит от значения доверительной вероятности;

$\sigma_p$  среднеквадратичное отклонение скорости потребления ресурса.

#### 4.7.3.Управление запасами с позиций концепции Just-in-time

Методология управления запасами непрерывно развивается, в своё время принцип оптимизации запасов сменил прежнее представление о необходимости максимизации запасов, а в современных условиях и это представление меняется в пользу минимизации запасов.

С точки зрения современных логистических концепций Just-in-time (Точно в срок) и Lean Production (Бережливое производство), запасы рассматриваются как потери. Избыточные запасы не устраняют саму проблему, а лишь сглаживают её проявление. Избыток запасов на любой стадии производства приводит к новым потерям на перемещение, хранение, на персонал, дополнительный контроль и другие.

В основе этих концепций лежит уверенность, что **запасы возникают из-за плохого управления, плохой координации работ** и поэтому проблемы прячутся в запасы.

Идеология концепции Just-in-time базируется на следующих предпосылках:

1. Заявкам потребителей готовой продукции должны соответствовать производственные мощности, а не соответствующие запасы;
2. В условиях минимальных запасов необходимо исключить все возможные причины возникновения рисков ситуаций, (узкие места производства, не синхронизированные операции, неиспользуемые производственные мощности, ненадежную работу поставщиков и посредников) путём непрерывного совершенствования организации и управления всей цепью поставки.
3. Следует минимизировать длительность полного производственного цикла, и обеспечить оперативное и гибкое реагирование на изменения внешних условий как факторы конкурентоспособности.

В методологии Just-in-time централизованное планирование касается только последнего звена логистической цепи, т. е. склада готовой продукции. Все другие производственные и снабженческие подразделения получают распоряжения пополнение запаса от последующего звена логистической цепи.

Материалопоток от «источника» к «потребителю» предваряется потоком информации в обратном направлении, т.е. производству «Точно в срок» предшествует информация «Точно в срок»

Концепция Just-in-time (Точно в срок) меняет традиционные представления о категориях, связанных с задачами управления запасами.

**Запасы.** Организации должны выявлять и решать проблемы, приводящие к запасам, стремясь к минимальным (нулевым запасам) материального ресурса, незавершенного производства, готовой продукции.

**Качество.** Необходимо добиваться не приемлемого уровня брака, а его полного отсутствия на основе комплексного управления качеством.

**Поставщики.** Заказчики должны полностью полагаться на своих поставщиков, поэтому им необходимо устанавливать долгосрочные партнерские соглашения с небольшим числом надежных поставщиков и перевозчиков.

**Объем партий.** Необходимо искать способы снижения объемов производственных партий, добиваться коротких производственных циклов, чтобы излишек производства не накапливался в запасах готовой продукции.

**Время выполнения заказов.** Необходимо снижать время выполнения заказов, чтобы снизить факторы неопределенности, которые могут изменить ситуацию за время долгой поставки.

**Надежность.** Все операции должны выполняться непрерывно без сбоев, т.е. не должно быть поломок оборудования, брака, невыходов на работу и т.п.

**Работники.** Необходим дух сотрудничества, как между рабочими, так и

между менеджерами и рабочими, т.к. благосостояние всех зависит от общих успехов в работе, ко всем работникам должно быть одинаковое, справедливое отношение. Поощряется любая творческая инициатива, высказанная любым работником по поводу возможных усовершенствований в работе.

**Информационная поддержка** должна позволять оперативно обмениваться информацией и синхронизировать все процессы поставки материального ресурса, производства и сборки, поставки готовой продукции.

На практике концепция ЛТ в большинстве случаев позволяет не только минимизировать запасы, но и устранить отходы ресурсов, повысить эффективность деятельности при минимальных инвестиционных затратах. Усредненные показатели эффективности внедрения концепции на предприятиях Западной Европы за период от 2 до 5 лет:

- запасы незавершенного производства сократились более чем на 80%;
- запасы готовой продукции сократились примерно на 33%;
- объем непроизводственных запасов (материалов и кооперированных деталей) колебался от 4 часов до 2 дней по сравнению с 5-15 днями до внедрения метода «Точно в срок»;
- продолжительность производственного цикла (срок реализации заданий всей логистической цепи) снизилась примерно на 40%;
- производственные издержки снизились на 10-20%;
- значительно повысилась гибкость производства.

## 5. Информационная логистика

### 5.1 Основные понятия, цели и задачи информационной логистики

Организация движения материальных потоков связана с передачей необходимой управленческой информации. Информационное опережение грузопотока позволяет получателю своевременно подготовить его приемку. Информационные системы обеспечивают подготовку, ввод, хранение, обработку, контроль и передачу данных. Создание единой информационной системы для управления цепью поставок от поставщика сырья по конечного потребителя обеспечивает принятие оперативных решений, быстрое реагирование на любые изменения внешней и внутренней среды, четкое взаимодействие и контроль на всех этапах, упрощение документооборота и т.д.

На современном этапе развития логистики информация является важнейшим производственным фактором, а информационные потоки обеспечивают согласованное взаимодействие всех элементов логистической системы.

**Информационная логистика** – это совокупность действий по сбору, обработке и передаче сведений, необходимых для обеспечения процессов управления материальными потоками в логистических системах.

Информационная логистика является инструментом интеграции отдельных звеньев цепи поставок (снабжение, производство, распределение) в единую систему посредством внедрения логистических информационных систем.

**Предметом изучения** информационной логистики являются особенности построения и функционирования ИС, обеспечивающих функционирование логистических систем.

**Объектом изучения** информационной логистики являются информационные потоки и процессы их обработки.

**Целью информационной** логистики является построение и эксплуатация информационных систем поддерживающих концепцию ЛТ, и обеспечивающих наличие:

- 1) нужной информации;
- 2) в нужном месте;
- 3) в нужное время;
- 4) необходимого содержания;
- 5) с минимальными затратами.

Основой стремительного развития информационной логистики служат новейшие информационные технологии, передовые методы планирования и управления. В результате значительно снижаются риски и неопределенность



состояния всей цепи поставок, и фактически обеспечивается замена физических запасов надежной информацией.

Ключевыми понятиями информационной логистики являются понятия информационного потока и информационной системы.

## 5.2 Классификация информационных потоков

**Информационный поток** – это совокупность внутренних и внешних по отношению к ЛС сообщений в виде бумажных и электронных документов, необходимых для управления логистическими операциями.

На рисунке 36 представлена схема взаимодействия материального и управляющего информационных потоков.

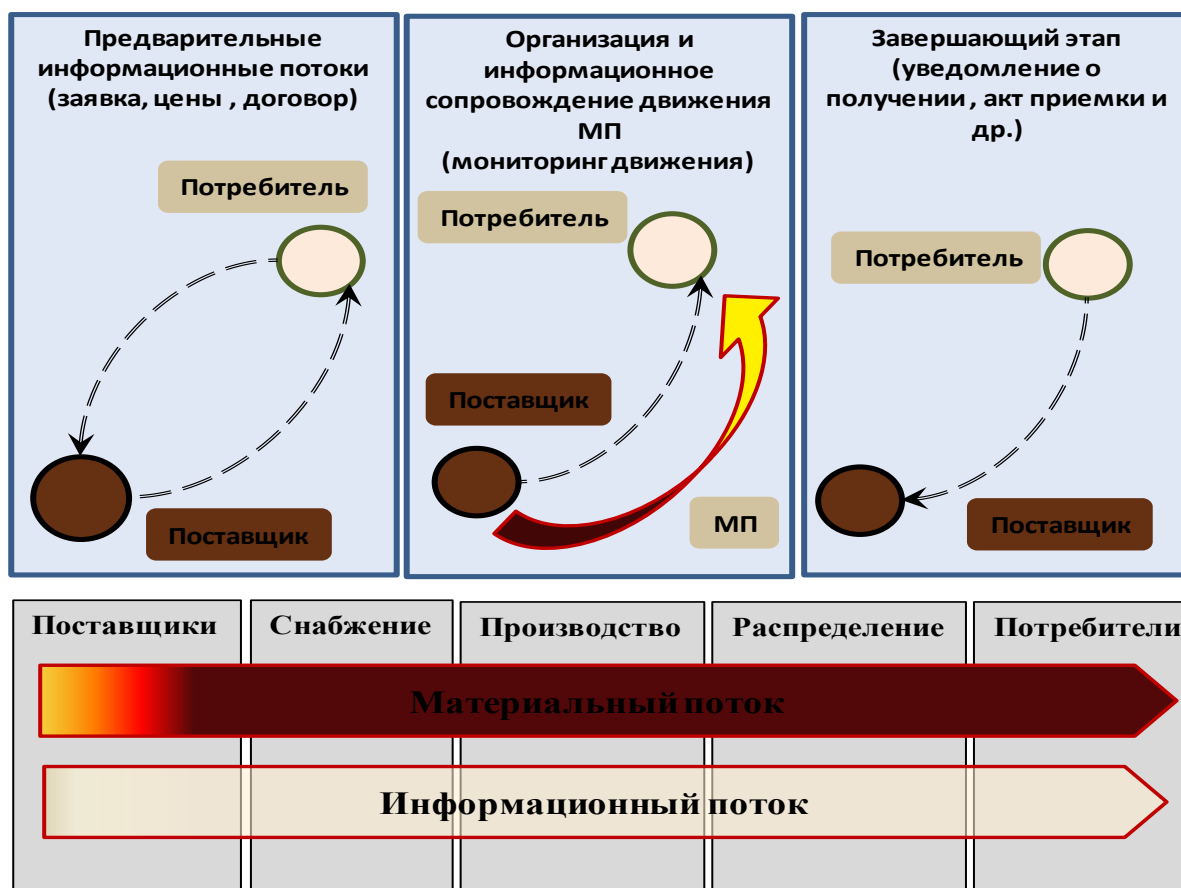


Рисунок 36. Схема взаимодействия материального и управляющего информационных потоков.

Существует множество характеристик информационных потоков, по которым можно их классифицировать. В таблице 11 приведен пример подобной классификации.

Таблица 11.Классификация информационных потоков

| Признак классификации          | Вид информационного потока   |
|--------------------------------|--|
| Отношение к ЛС и ее звеньям    | Внутренние, внешние, горизонтальные, вертикальные, входные, выходные   |
| Вид носителей информации       | На бумажных носителях, на магнитных носителях, оптические, цифровые, электронные                               |
| Периодичность использования    | Регулярные, периодические, оперативные   |
| Назначение информации          | Директивные (управляющие), нормативно-справочные, учетно-аналитические, вспомогательные                        |
| Степень открытости             | Открытые, закрытые, секретные  |
| Способ передачи данных         | Курьером, почтой, телефоном, телеграфом, телетайпом, электронной почтой, факсом, по телекоммуникационным сетям |
| Режим обмена информацией       | «on-line», «off line»  |
| Направленность относительно МП | В прямом направлении с МП, во встречном направлении с МП   |
| Синхронность с МП              | Опережающие, одновременные, последующие  |

### 5.3 Способы управления информационными потоками

Передача и прием информационных потоков осуществляется с помощью носителей информации: память человека, документы, магнитные и оптические носители, и другие. Носитель информации – это любая физическая среда, фиксирующая информацию. Для регистрации информации широко используются бумажные и электронные носители. Информационный поток может состоять, например, из бумажных и электронных носителей, дополняющих друг друга.

Информацию с физических носителей необходимо преобразовать к виду удобному для восприятия человеком. В зависимости от представления информации различают следующие информационные потоки:

- цифровые (цифровая запись в документе, цифровое изображение на мониторе);
- алфавитные (запись в документе, на экране монитора);
- символические (условное изображение на чертежах, организационных схемах);
- предметно-визуальные (телевизионное изображение, фотография).

**Управление информационными потоками** может осуществляться следующими способами:

- изменением направления потока;

- ограничением скорости передачи до соответствующей скорости приема;
- ограничением объема потока до величины пропускной способности узла канала связи.

Измеряется информационный поток количеством обрабатываемой или передаваемой информации за единицу времени.

### Информационные потоки на транспорте

Информационные потоки при транспортировке груза различными видами транспорта имеют свои особенности.

При перевозках **по железной дороге** используются следующие документы:

- накладная, служащая договором перевозки на железнодорожном транспорте;
- дорожная ведомость (документ, сопровождающий груз на всем пути следования);
- корешок дорожной ведомости (остается на станции отправления и служит основным документом для учета и отчетности о выполнении плана перевозок);
- квитанция о приеме груза (документ, свидетельствующий о приеме железной дорогой груза от отправителя);
- вагонный лист (составляется на каждый загруженный вагон).

В накладной на лицевой стороне отправитель указывает станцию и дорогу назначения, трассу к пункту назначения, наименование отправителя и получателя, число мест груза, род упаковки, техническую норму загрузки вагона, массу груза. Эти же данные заносят в дорожную ведомость, корешок дорожной ведомости, квитанцию о приеме груза.

При перевозке грузов **морским транспортом** различают линейную и нелинейную (трамповую) формы судоходства. В первом случае суда работают между определенными портами по заранее объявленному расписанию и единым для всех фрахтовым ставкам.

При данной форме судоходства договором перевозки выступает **коносамент**. Договором морской перевозки при нелинейных формах судоходства является **чартер**. Коносамент в данном случае также оформляется, но выполняет другие функции: он служит подтверждением, как наличия чартера, так и принятия груза к перевозке, а также товарораспорядительным документом.

Погрузка груза на морском транспорте оформляется поручением на отгрузку экспортного груза или грузовым поручением. Если имеются расхождения по количеству и качеству груза между данными коносамента и

генерального акта, то заполняется акт-извещение, в котором фиксируются все несоответствия.

**На речном транспорте** перед открытием навигации отправители заключают навигационные договоры на перевозку и буксировку. Одновременно с предъявлением груза к перевозке грузоотправитель обязан передать порту (пристани) отправления накладную, которая служит основным документом, сопровождающим груз на всем пути следования.

Для перевозки на **автотранспорте** оформляется договор. Перевозки грузов должны производиться при оформлении товарно-транспортного документа – накладной. Товарно-транспортная накладная служит основанием для расчета заказчика с автотранспортной организацией.

#### **5.4. Информационные логистические системы**

**Информационная система** – это организованная совокупность взаимосвязанных средств вычислительной техники, программного обеспечения, правил и сценариев взаимодействия, обеспечивающая управление материальными потоками.

Наиболее часто информационные системы подразделяют на две подсистемы: функциональную и обеспечивающую.

**Функциональная подсистема** состоит из совокупности решаемых задач, сгруппированных по признаку цели.

**Обеспечивающая подсистема** включает в себя следующие элементы:

- техническое обеспечение, т. е. совокупность технических средств, обеспечивающих обработку и передачу информационных потоков;
- информационное обеспечение, которое включает в себя различные справочники, классификаторы, кодификаторы, средства формализованного описания данных.
- математическое обеспечение, т. е. совокупность методов решения функциональных задач управления логистическими процессами.

#### **Виды информационных систем в логистике**

ИС в логистике создаются, как для управления материальными потоками на уровне отдельного предприятия (микро уровень), так и для организации логистических процессов на территории регионов и стран (макро уровень).

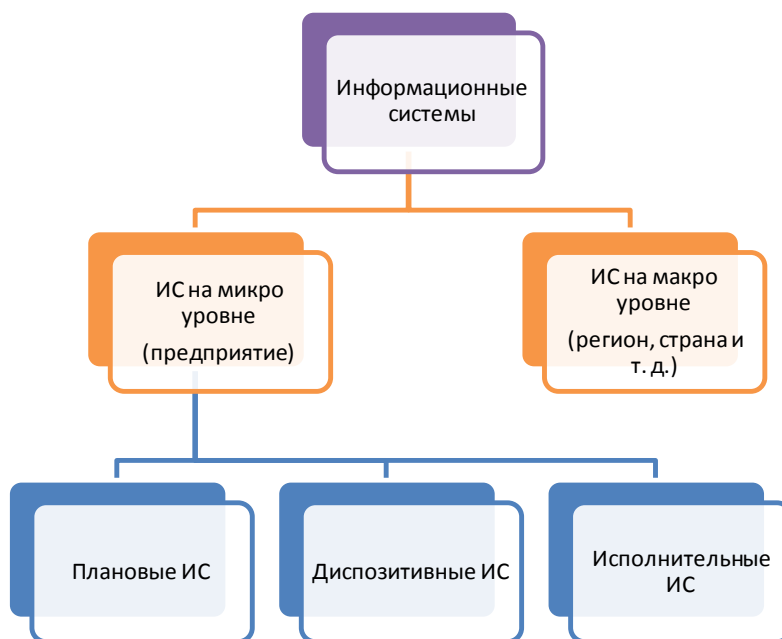


Рисунок 37 Виды информационных систем

Классификация ИС на микро уровне:

- плановые;
- диспозитивные (диспетчерские);
- исполнительные (оперативные).

**Плановые ИС** создаются на стратегическом уровне управления для принятия долгосрочных решений. Они решают следующие задачи:

- создание и оптимизация звеньев логистической цепи;
- управление мало изменяющимися данными;
- планирование производства;
- общее управление запасами.

**Диспозитивные ИС** создаются на оперативном уровне и служат для управления внутривозовским транспортом, запасами готовой продукции, обеспечением материалами и подрядными поставками, запуском заказов в производство.

Диспозитивная система обеспечивает накопление исходных данных, отражающих текущее состояние системы в базе данных.

**Исполнительные ИС** создаются на уровне административного или оперативного управления. Обработка информации в этих системах производится в реальном масштабе времени, это позволяет своевременно вырабатывать соответствующие управленческие решения.

Концепция управления логистическими сетями постепенно эволюционировала от традиционных автоматизированных систем класса АСУП (автоматизированная система управления предприятием) до интегрированных

решений на базе систем нескольких классов.

## **5.5. Интеграция информационных логистических систем**

Современные ИС предприятия различного назначения (ERP, CRM, BPM, MES и др.) объединяются в единую информационную систему на основе вертикальной и горизонтальной интеграции с целью придать этой единой системе эмерджентных свойств – дополнительных преимуществ, получаемых за счет совместного использования подсистем, отсутствующих у каждой из подсистем в отдельности.

Основные типы корпоративных информационных систем:

- ERP (Enterprise Resource Planning System)- ИС управления ресурсами предприятия;
- CRM (Customer Relationship Management System) - ИС управления взаимоотношениями с клиентами;
- MES (Manufacturing Execution System) - ИС управления производством, относятся к классу систем управления уровня цеха;
- WMS (Warehouse Management System) – ИС управления складом;
- EAM (Enterprise Asset Management) – ИС управления основными фондами и активами предприятия
- HRM (Human Resource Management) – ИС управления персоналом.

**Горизонтальная интеграция** это объединение между собой всех автономных систем автоматизации технологических и производственных процессов, а также административных отделений цехового уровня в единую информационную сеть, обеспечивающую необходимый обмен данными в реальном масштабе времени между всеми подразделениями основного и вспомогательного производства. В том числе, это и система учета, организованная на каждом этапе производственного процесса от поставки исходного сырья до склада готовой продукции.

**Вертикальная интеграция** это интеграция систем управления предприятием (АСУП, ERP) и систем управления технологическими процессами (АСУТП) с целью обеспечения максимальной эффективности всех систем автоматизации. Вертикальная интеграция основывается на организации потоков информации от нижнего уровня (датчиков и контроллеров технологического оборудования) во внутренние и внешние компьютерные сети предприятия и через них в административные системы управления. Данная задача решается на основе объединения промышленных и административных

сетей. Основная цель вертикальной интеграции — устранение препятствий на пути информационных потоков между уровнями АСУП и АСУТП с целью оперативного обмена данными.

На рис. 38 представлены три независимые информационные системы: «Складская система» (учет и анализ товародвижения на складе), «CRM-система» (учет и анализ продаж и взаимоотношений с клиентами) и «Бухгалтерская система» (бухгалтерский учет и финансовый анализ).

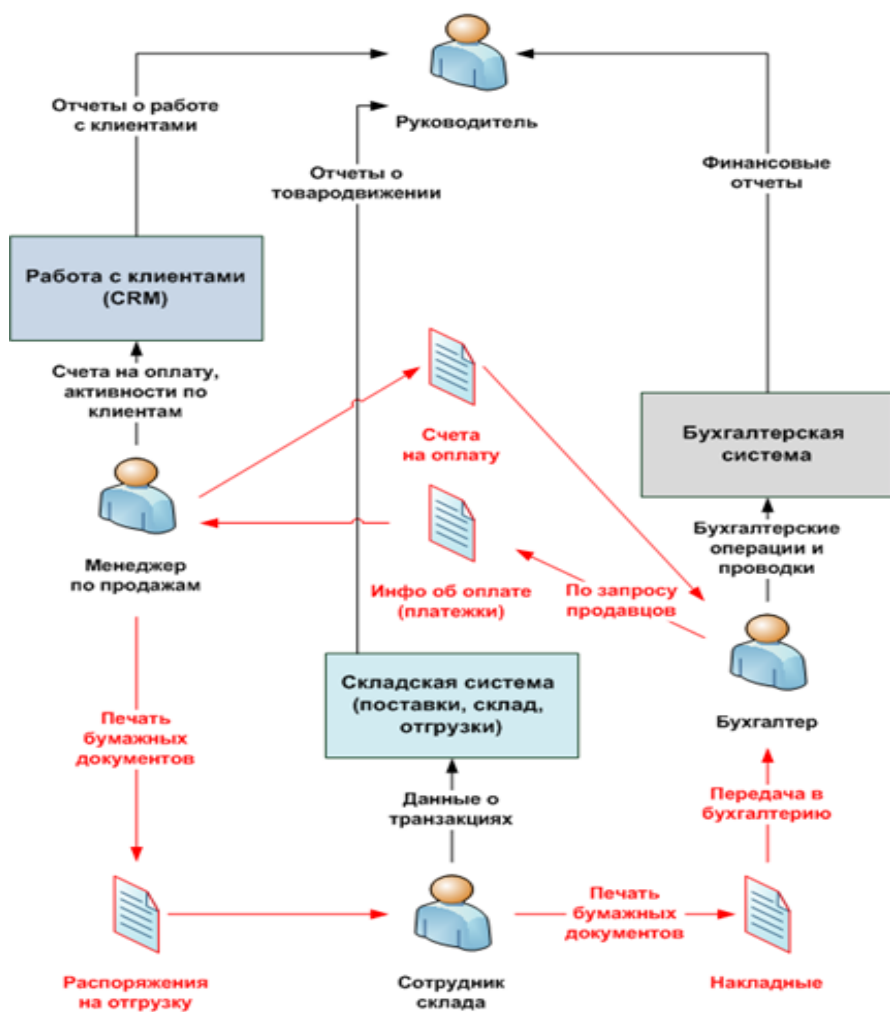


Рисунок 38. Пример отсутствия интеграции между системами

Информационное взаимодействие отсутствует. Менеджеры по продажам после выставления счетов клиентам вынуждены печатать их копии и нести в бухгалтерию. В бухгалтерии они регистрируются в бухгалтерской системе. Бухгалтерия регистрирует поступление денег на счет.

Менеджеры по продажам вынуждены ежедневно осведомляться в бухгалтерии о поступлении денег от клиентов.

Таким образом, в документообороте склада, бухгалтерии и менеджерами по продажам присутствует двойная регистрация действий.

На рис. 39 представлен пример вертикальной интеграции.

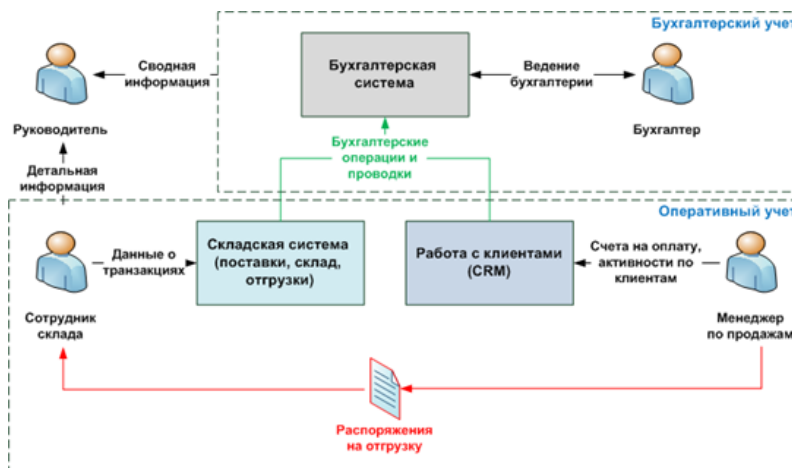


Рисунок 39. Пример вертикальной интеграции ИС

В данном случае взаимодействуют две подсистемы: оперативный учет и бухгалтерской учет. При этом бухгалтерский учет находится по вертикали выше оперативного учета, и подсистемы оперативного учета поставляют данные подсистеме бухгалтерского учета. Это позволяет существенно сократить трудозатраты на дублирующие и бумажные операции.

На рис. 40 Представлена схема интеграции «многие ко многим».

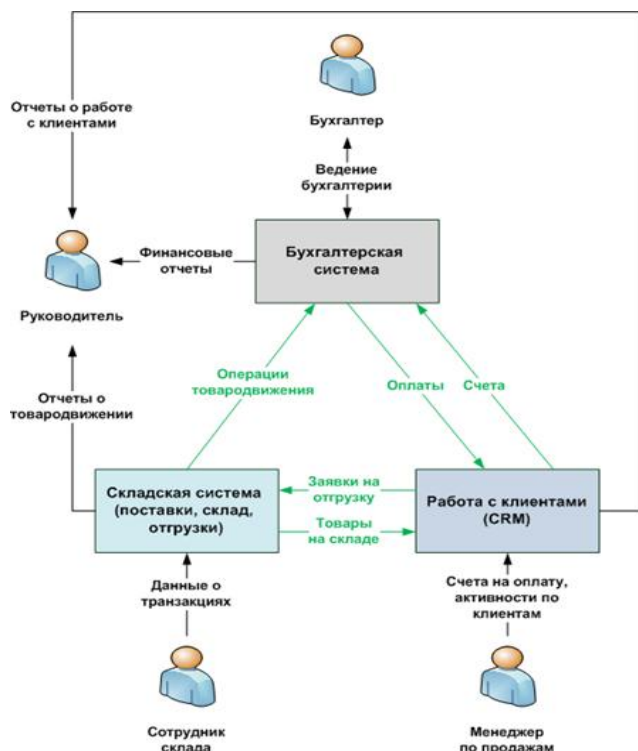


Рисунок 40. Пример интеграции ИС «многие ко многим»

При этом подходе каждая из используемых в компании подсистем может при необходимости обращаться к функционалу любой другой подсистемы. С



другой стороны каждая из подсистем может использоваться любой другой подсистемой. Такой тип отношений между элементами называется «многие ко многим».

На рис. 41 представлен пример горизонтальной интеграции.

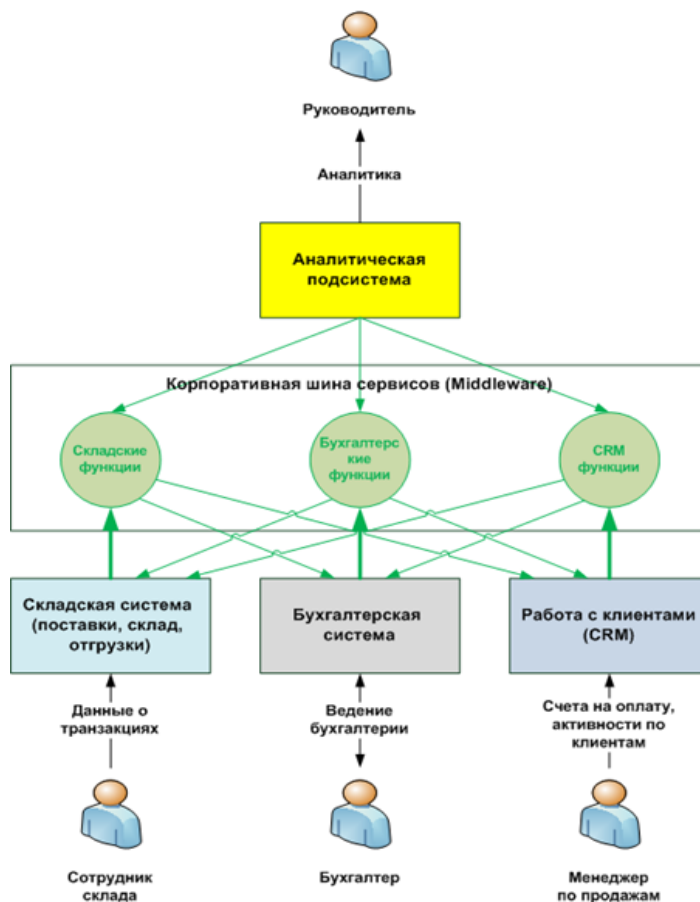


Рисунок 41. Пример горизонтальной интеграции ИС

Данный подход заключается в использовании специализированного ПО (корпоративной шины сервисов). Основная задача этого ПО заключается в использовании депозитария (хранилища) функций корпоративных приложений и обеспечение возможности взаимодействия всех приложений, подключенных к этой шине в форме обмена сообщениями или вызова опубликованных функций.

Преимуществом данного подхода является то, что сами системы могут произвольно меняться в рамках существующей спецификации опубликованных функций. При этом никаких изменений в других системах не требуется. Кроме того, подключение новой системы в достаточной степени стандартизировано и упрощено. Например, имеется возможность подключить новую систему «Аналитика», которая сразу получит доступ ко всем остальным подсистемам.

На рис. 42 представлен пример ИС с интегрированными функциональными модулями.

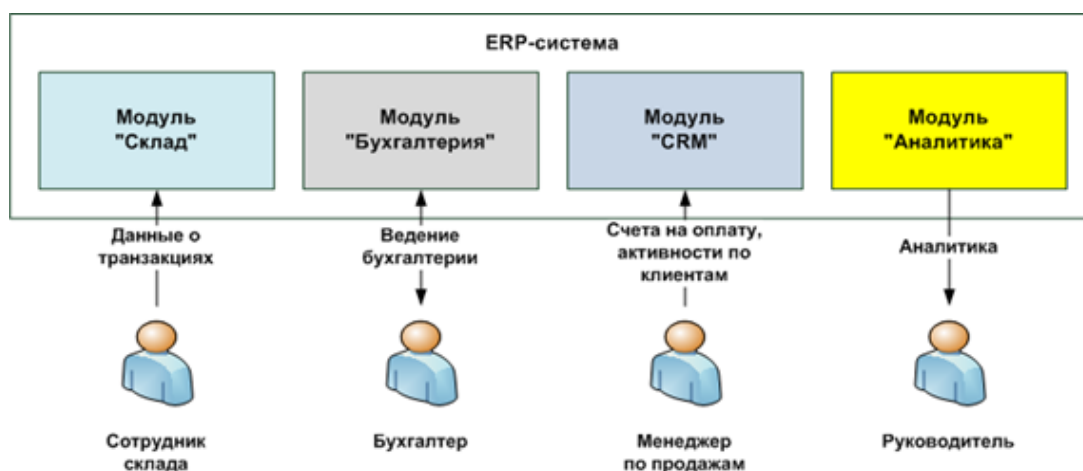


Рисунок 42 Пример ИС с интегрированными функциональными модулями

Все подсистемы реализованы в виде функциональных модулей единой ERP-системы. В этом случае необходимость в интеграции отпадает, т.к. система обеспечивает связь между функциональными модулями.

Логистическая ИС должна обеспечивать поступление и обработку оперативной информации для поддержки принятия решений накопление необходимых данных может осуществляться в процессе мониторинга состояния логистической системы путем организации автоматизированного сбора информации и данных о транспортных средствах и средствах производства, о состоянии запасов, динамики отгрузки, данных по отклонениям от графиков и других.

## 5.6. Современные информационные технологии

(ИТ, от англ. information technology, IT) — широкий класс дисциплин и областей деятельности, относящихся к технологиям создания, сохранения, управления и обработки данных, в том числе с применением вычислительной техники.

ИТ определяют основные направления развития сервисных услуг в логистических системах. Например, благодаря Интернет технологиям появились мощные поисковые серверы, стала развиваться электронная торговля, системы обмена сообщениями и электронными документами.

**Технология электронного обмена данными** (EDI – Electronic Data Interchange) позволила внедрить в повседневную практику системы электронного документооборота с применением электронной цифровой подписи. Электронный документ, заверенный такой подписью, имеет правовой статус документа.

Оперативность доставки, упрощение складского учета, полный контроль

над перемещением продукции внутри предприятия и в пути следования обеспечивается **системами маркировки**, которые позволяют быстро идентифицировать грузы.

Применяемые для идентификации объектов определители (кодировщики) данных могут быть классифицированы по нескольким параметрам.

Ниже приведена классификация определителей на основе вида кодирования:

- **механические кодировщики** (нанесение распознающей информации на объекте механическим способом); эти системы наиболее дешевы, просты и надежны. Вместе с тем, данные механические кодировщики обладают низким уровнем собственной защищенности и восприимчивы к загрязнению и агрессивным средам. Однако, по соотношению цена/качество они занимают достойное место.

- **магнитные кодировщики** (нанесение на объект магнитной ленточки, на которой хранится необходимая информация). Данные устройства мало восприимчивы к загрязнению и обеспечивают надежность считывания; их недостаток - чувствительность к магнитным и электрическим полям, присутствию крупных металлических объектов и относительно высокая цена. Вместе с тем, с более широким применением систем, применение магнитных карточек, (зарплатные карты, карты корпоративных компаний и клубов) стоимость данных систем резко снижается.

- **оптические кодировщики** (нанесение, наклейка на объект специальных обозначений для считывания оптическими системами). В настоящее время наиболее развитое направление оптических систем. Их разновидность - штрих-кодовые кодировщики имеют наибольшее распространение (75% всех систем в мире — это оптические кодировщики). Это объясняется относительно небольшой стоимостью кодировщика и высокой надежностью считывания кода (ошибка считывания штрихового кода  $1:10^6$  знаков по требованиям стандарта до 2000 года, с 2000 года по настоящее время ошибка считывания данного рода систем составляет  $1:3 \cdot 10^6$  знаков, для примера, при вводе вручную ошибка составляет 1:300 знаков несвязанного текста).

- **электронные кодировщики**, (сохранение информации об объекте электронным способом. Это обычно программируемые устройства, являются технически сложными и поэтому дорогостоящими.

Часто используется и другая классификация определителей по принципу кодирования. Все определители делятся на **непрограммируемые и программируемые** кодировщики.

– Непрограммируемые кодировщики применимы там, где состояние кодируемых материалов и объектов не подвергается изменениям в процессе обработки, хранения, транспортирования (металл).

– В тех областях, где в процессе производства состояние объекта меняется (порошкообразное в твердое, и т.п.) целесообразно использовать программируемые кодировщики, т.к. код изделия меняется соответственно с состоянием объекта.. Программируемые кодировщики открыли новые возможности для образования потоков информации на предприятиях и в торговых сетях. Предлагаемые системы различаются обычно вариантом передатчика для кодирования и объемом ПЗУ. Методы переноса информации для программирования и чтения могут осуществляться на основе бесконтактных систем (СВЧ - системы, УКВ, инфракрасные излучатели, индукционные датчики, магнитные коды) или на основе контактных систем. Программируемые кодировщики дополняются программируемыми станциями со своими банками данных, что включая считывающие устройства, позволяет определить код.

– Большую область применения, получили программируемые кодировщики в автомобильной промышленности. В соответствии с пожеланиями покупателей каждый автомобиль снабжается индивидуальным набором кодов, для вариантов комплектации машин и управления материальными потоками в процессе производства.

При выборе той или иной системы кодировки учитываются следующие факторы:

- возможности установки и автоматизации (централизованная, децентрализованная);
- техника (уровень используемого оборудования);
- возможности разнообразного применения;
- соотношение между стоимостью и полезностью;
- легкость считывания;
- процент ошибок;
- потребная плотность нанесения кода.

В настоящее время наибольшую популярность приобрела маркировка товара нанесением на этикетку штрих-кода. Современная маркировка товара содержит спецификации продукта, его наименование, а также информацию о номере партии и дате выпуска.

**Штриховой код** – модуль размещенной на этикетке информации, закодированной в графическом виде, считываемый специальными сканерами при помощи лазера. Штриховое кодирование относится к **технологиям бесконтактной идентификации**. К ним относятся магнитные и оптические

карты, электронные чипы с радиочастотным считыванием и другие.

Информационные технологии в значительной мере снизили трудоемкость процессов организации и контроля движения материальных потоков.

Актуальная информация собирается с помощью оптических сканеров, способных идентифицировать отдельные грузовые единицы по штрих-коду, контроль в пути следования транспортных средств обеспечивается с помощью космических навигационных систем.

**Штриховой код** представляет собой чередование темных и светлых полос разной ширины, построенных в соответствии с определенными правилами. Изображение штрихового кода наносится на предмет, который является объектом управления в логистической системе. Для регистрации этого предмета проводят операцию сканирования.

Таблица 12. Сферы применения штриховых кодов

| № п/п | Наименование кода                     | Применение кода  |
|-------|---------------------------------------|--|
| 1     | Код ITF – 14 с прямоугольным контуром | Для кодирования товарных партий (отгрузочных упаковок). Легко печатается на гофрированных упаковках.                                       |
| 2     | Код 128                               | Кодирует дополнительную информацию (№ партии, дату изготовления, срок реализации)  |
| 3     | Код «2 из 5 с чередованием»           | Применяется для кодирования большого объема информации на поверхности ограниченной площади.  |
| 4     | Код EAN – 13                          | Один из наиболее распространенных кодов применяется для кодирования товаров народного потребления (в России применяется аналог - ЮНИСКАН). |



Рисунок 43. Пример этикетки с кодом EAN-13

При идентификации продукции посредством штрихового кодирования применяют оптические сканеры, кроме этого получают все большее распространение радиочастотные микро-чипы, состоящие из передатчика,

антенны и блока памяти. В этом случае сканеры выполняют роль радиоприемников для считывания сигналов от микро-чипов. Радиочастотные метки долговечны, считываются на расстоянии, их можно дополнять, заносить в них большое количество данных, располагать где угодно, кроме того, на них не воздействует грязь и пыль.

**Основные преимущества** автоматизированного сбора информации при управлении материальными потоками:

- создание единых автоматизированных систем учета и контроля движения потоков материальных ресурсов, незавершенного производства и готовой продукции;
- сокращение количества ошибок, трудоёмкости и объема документации.
- автоматизация процесса инвентаризации материальных запасов;
- сокращение времени выполнения логистических операций;
- автоматизация комплектации заказов;
- сокращение времени обслуживания клиентов.

Рассмотренные системы штрихового кодирования относятся к линейным (1D) штрих-кодам, в настоящее время находят применение **системы 2D штрихового кодирования**. Обычно, линейные штрих-коды позволяют кодировать 10-30 символов (только цифры или буквы латинского алфавита), двумерные - способны вмещать в 100 раз больше данных.



Рисунок 44. Пример 2D штрих-кода AZTEC

**Гео-информационные системы (ГИС)** - это информационная система, отображающая данные на электронной карте. ГИС используются не только в традиционных областях, таких как геология, гидрология, управление природными ресурсами, но и в телекоммуникациях, транспорте, при операциях с недвижимостью, в ритейле и т.д. Её преимущество заключается в наглядном представлении пространственных данных на карте и широких возможностях их детального анализа. В настоящее время доступными для гражданского применения являются системы GPS (Global Positioning System) США и ГЛОНАСС (Глобальная Навигационная Спутниковая Система) РФ (см. рис. 45).



Рисунок 45. Спутниковая навигация

С помощью ГИС можно осуществлять пространственное проектирование ЛС, определять место расположения предприятий, складов, таможенных терминалов, строить оптимальные маршруты движения транспорта, осуществлять мониторинг состояния объектов в режиме реального времени, анализировать динамику грузопотоков, отображать маркетинговую информацию на карте в виде диаграмм, графиков, формировать различные отчеты. Применение ГИС увеличивает оперативность обработки информации, точность и своевременность принятия управленческих решений, поднимает уровень сервиса, что в целом повышает эффективность работы компании и положительно влияет на ее конкурентоспособность.

### 5.7 Аутсорсинг логистических 3PL услуг

Благодаря широкому применению информационных технологий стало возможным интегрированное информационное взаимодействие поставщиков логистических услуг и предприятий. Одной из эффективных форм сотрудничества в сфере логистики стал **Аутсорсинг логистики 3PL**.

**3pl** (Third Party Logistics) – способ построения коммерческой деятельности предприятия, при котором транспортировка, хранение и учет товара во время перемещения от грузоотправителя до принимающей стороны осуществляется независимой организацией.

Third-party logistics provider ( или 3PL провайдер ) - компания которая является единственным звеном для решения как части, так и всего спектра задач по управлению цепью поставок, стоящих перед клиентами.

### Функции провайдера

- **Транспортировка.** 3pl оператор обязан организовать, провести и проконтролировать доставку товара от производителя к потребителю.
- **Хранение.** Одной из функций провайдера является организация складирования продукции. Оператор осуществляет идентификацию, сортировку, маркировку товара, а также информационное сопровождение процесса хранения.
- **Планирование.** Доставка груза от отправителя к получателю предполагает прохождение следующих процедур - складирование, погрузочно-разгрузочные работы, транспортировка и т.п. В функции 3pl провайдера входит предварительное и оперативное планирование комплекса мероприятий, а также оптимизация процесса в целом.
- **Документальное сопровождение.** Мероприятия, проводимые в ходе транспортировки и хранения груза, требуют юридического оформления согласно законодательным и нормативным актам. В обязанности провайдера входит правовое сопровождение всех этапов процесса, подготовка фрахтовой и импортно-экспортной документации.

На рис.46 и 47 представлены схема укрупнённого документооборота и организационная структура компании провайдера 3PL услуг.

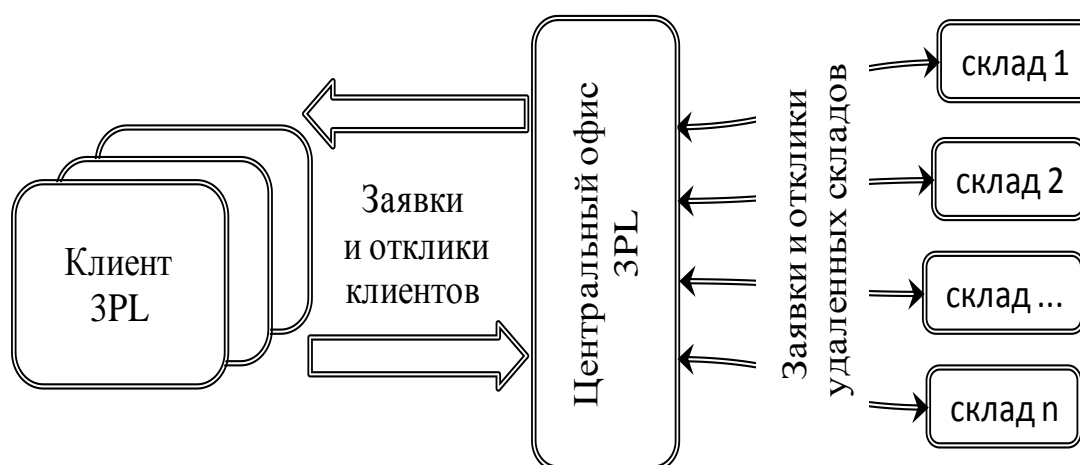


Рисунок 46. Укрупненная схема электронного документооборота 3PL оператора и клиента



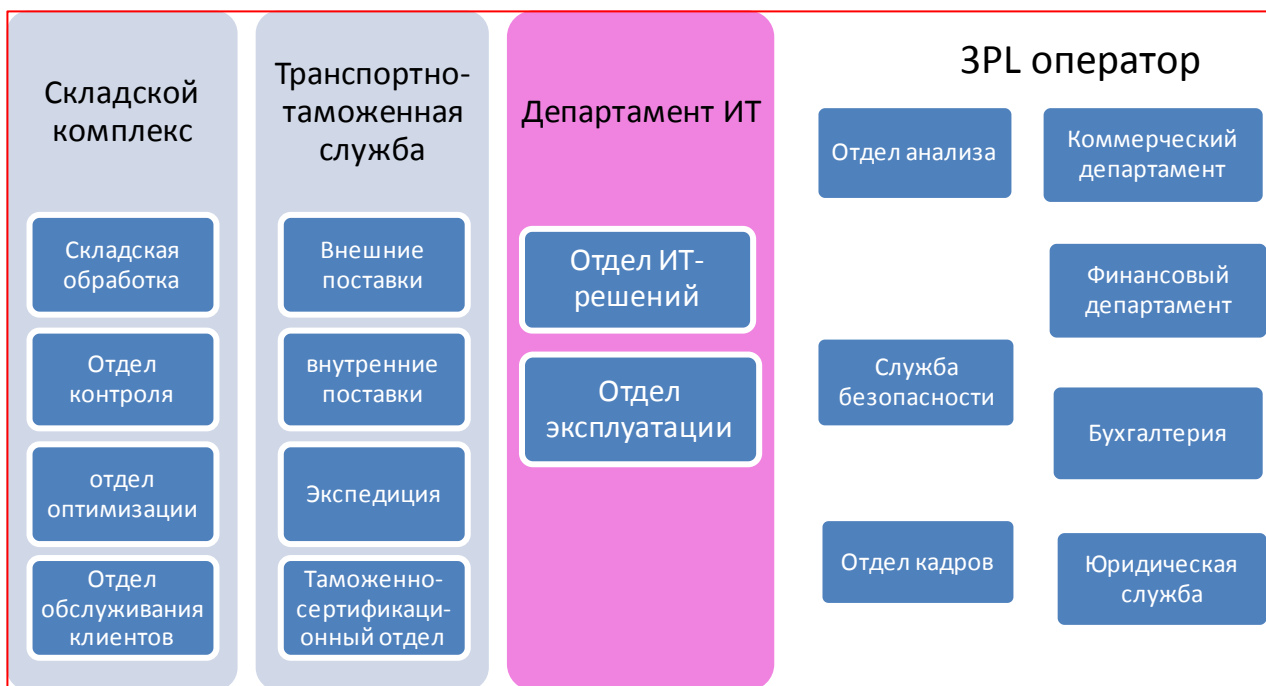


Рисунок 47. Организационная структура 3PL оператора

### **Классификация компаний - логистических посредников**

First Party Logistics (1PL) - это автономная логистика, все операции выполняет сам грузовладелец;

- Second Party Logistics (2PL) предполагает, что компания оказывает традиционные услуги по транспортировке и управлению складскими помещениями;
- Third Party Logistics (3PL) выходит за пределы простой транспортировки товаров. Например, в перечень услуг 3PL-оператора входят складирование, перегрузка, дополнительные услуги со значительной добавленной стоимостью, а также использование субподрядчиков;
- Fourth Party Logistics (4PL) - это интеграция всех компаний, вовлеченных в цепь поставки грузов. 4PL-провайдер уже решает задачи, связанные с планированием, управлением и контролем всех логистических процессов компании-клиента с учетом долгосрочных стратегических целей.

## **6. ПОКАЗАТЕЛИ ЛОГИСТИКИ**

Для совершенствования логистики планирования и управления необходимо использовать соответствующие показатели. С их помощью можно достичь минимизации стоимости, экономичности и соответственно повышения производительности в области логистики.

### **6.1. Определение цифровых показателей**

Показатели отражают в сжатой форме состояние функционирования логистики. Показатели делятся на абсолютные и относительные.

Абсолютные, в свою очередь, включает единичные (например, объем сбыта или наличия); суммарные (например, показатели баланса, цифры отходов и брака); разностные (например, прибыль как разность доходов и расходов).

Относительные величины делятся на удельные показатели; взаимосвязанные показатели; индексы.

Под удельными показателями понимаются отношения к общему числу (например, доля затрат на материалы в общих производственных расходах.).

При образовании взаимосвязанных показателей берутся соотношения друг с другом величин различного рода (например, затраты на логистику, приходящиеся на единицу продукции, прибыль на единицу продукции). Если речь идет об однородных, но по времени различных величинах, приходящихся на определенную базовую величину, то говорят об индексах (например, индекс сбыта, индексы количество персонала в различные периоды к количеству персонала в базовый период и т.п.).

### **6.2. Важность показателей логистики**

Применение показателей связано с рядом временных предпосылок, поэтому ряд требований выдвигается при их выборе и подготовке. С целью однозначной интерпретации показатели должны однозначно интерпретироваться. В связи с многообразием различных показателей для быстроты и экономичности их обработки следует ограничиться необходимым минимумом этих показателей.

#### **6.2.1. Усреднение наличия на складе**

Этот показатель служит для оценки связывания оборотных средств и состояния склада.

Возможно несколько модификаций данного параметра:

а) усредненное наличие продукта (на складе или в магазине) равно полусумме наличия в начале и в конце периодов. Этот показатель прост в определении и используется, например, при инвентаризации. Отрицательным моментом является его неточность и быстрое устаревание.

Для управления наличием товара этот показатель не подходит, поэтому используется показатель, определяемый по нескольким значениям:

б) среднее наличие товара определяемое по фактическим значений наличия на некоторые моменты времени, (среднеарифметическое значение). Этот расчет более точен, чем первый однако и более трудоемок.

Определение среднего наличия по текущим значениям:

с) наличие товара определяется как сумма замеров за текущий квартал, затем за следующий и т. д. Данный способ характеризуется принципом последовательного охвата показателей. Старые показатели здесь последовательно заменяются новыми. Положительной стороной такого определения является большая точность, чем расчет по первому способу, меньшая потребность в исходных данных, чем при втором способе.

### 6.2.2. Продолжительность одного оборота

Продолжительность оборота равна наличию товара, отнесенному к объему выдачи в единицу времени. Например, в торговой сети присутствует 10 холодильников определенной модели. Средний объем продаж 5 холодильников в квартал (квартальная отчетность), тогда продолжительность одного оборота составляет,

$$\frac{I_{\text{НБ}}}{I_{\text{КБ}}} \cdot \frac{T_{\text{мч}}}{\frac{1}{R}} = 6 \text{ мес. или полгода.}$$

Продолжительность оборота склада - это чисто расчетная величина, которая показывает, какой период времени пройдет до того, как наличие товара будет полностью исчерпано.

### 6.2.3. Оборачиваемость

Оборачиваемость - обратная величина продолжительности оборота. Этот показатель также чисто расчетный. Он определяет насколько часто полностью обновляется содержимое склада или магазина. Для вышеприведенного примера  $1/1/2 = 2$  раза в год

#### **6.2.4. Готовность к поставке**

Готовность к поставке является центральным показателем логистики. Он исчисляется путем сопоставления выполненных и поступивших заказов. Этот показатель может интерпретироваться либо как готовность удовлетворения заказов потребителя, либо как готовность к поставке на склад производственных и сборочных цехов.

Существует несколько определений готовности к поставке:

- Готовность к поставке, выраженная в заказах (представляет собой отношение числа выполненных заказов к общему количеству заказов, умноженному на 100% (например, если выполнено два заказа из трех, то уровень готовности составляет  $2/3 * 100 = 67\%$ ).

- Готовность к поставке (в количественном выражении) определяется отношением объема (или количественных характеристик) выполненных заказов к объему (или количественных характеристик) поступивших заказов, выраженным в процентах. Для вышеприведенного примера в двух выполненных заказах поставлено 30 агрегатов, при общей величине заказов – 40 агрегатов, тогда готовность составляет  $30/40 * 100\% = 75\%$ .

- Готовность к поставке (в денежном или стоимостном выражениях) представляет собой отношение стоимости выполненных заказов отнесенной к общей стоимости всех заказов.

Наиболее объективным из трех показателей является третий, т.к. представление данных в стоимостном выражении наиболее объективно для произвольных ситуаций.

#### **6.2.5. Доля запасов для реализации**

Данный параметр характеризует долю связанного капитала в компании в складских запасах отношением уровня запасов к обороту, выражается в процентах.

Позиция «запасы» дифференцируется на:

- сырье, вспомогательные и производственные материалы;
- незаконченные изготовленные изделия;
- готовые изделия и товары;
- предоплата по запасам.

#### **6.2.6. Ошибки в поставках и квота отказов**

Данный показатель служит для оценки качества поставок поставщиками

своей продукции, а также для определения качества приобретаемых покупателями поставок. Он определяется отношением числа неправильных (некорректных) поставок к общему числу поставок, умноженному на 100 (%).

В число некорректных поставок относят:

- поставки с дефектами в изделиях;
- поставки с ошибочно посланной продукцией;
- неполноте поставки;
- поставки с опозданием;
- преждевременные поставки.

### **6.2.7. Доля затрат на логистику в обороте предприятия**

Под затратами на логистику понимается сумма всех затрат, связанных с местом выполнения логистических операций: размещение заказов на материалы, закупка, склад для поступающих материалов, внутри-производственная транспортировка, промежуточный склад, склад готовой продукции, отгрузка, внешний транспорт и т. д., а также все разновидности затрат: на персонал, оборудование, помещение, калькуляционные наценки на складские запасы и торговые запасы. Доля затрат на логистику определяется как отношение затрат на логистику, отнесенные к обороту и умноженную на 100 %. Доля затрат на логистику в обороте может в зависимости от отрасли составлять до 35 %.

## **6.3. Система показателей**

Система показателей, это упорядоченное множество показателей, которое расположено в целесообразном порядке. Они дополняют друг друга и служат целям возможно более полного анализа. В дальнейшем будут показаны три наиболее часто используемых системы показателей.

### **6.3.1. Система для счета (взаимосвязанных показателей)**

Эта система взаимосвязанных показателей обеспечивает возможность разделения главных показателей на их компоненты. В результате образуется многоуровневое построение и разделение компонентов на их части. Типичным примером системы счета является система финансового контроля фирмы Дюпон (см. рис. 48).

Центральным показателем этой системы является рентабельность капиталовложений.

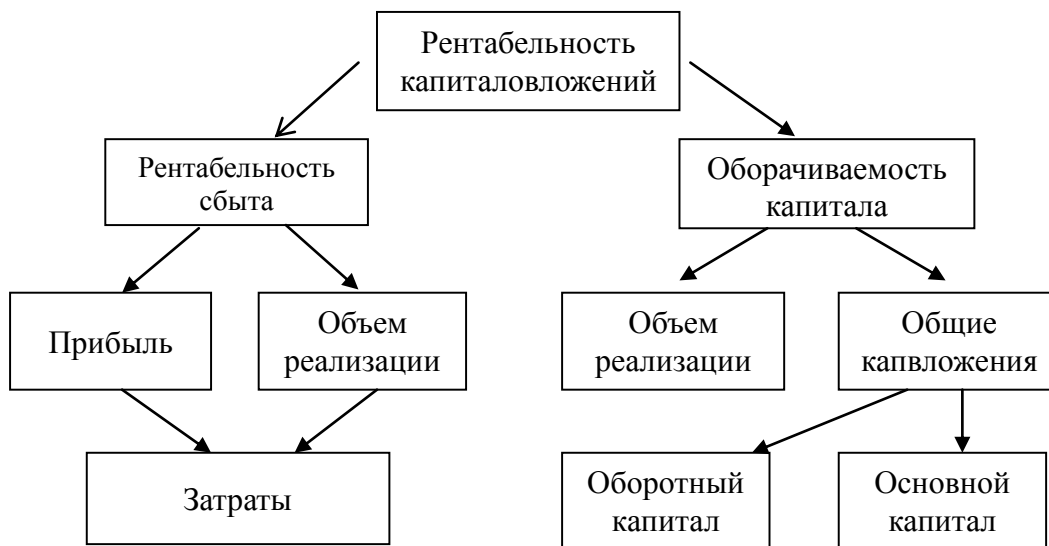


Рисунок 48. Система финансового управления по Дюпону

### 6.3.2. Система упорядочения

Система упорядочения показателей обеспечивает их наглядность. Недостатком ее является отсутствие показателей в цифровом выражении. Примером упорядоченной системы является МС-система менеджерского контроля, которая представлена на рис. 49.

Сюда включаются базовые данные подразделений производства продукции, продажи и финансовой службы. После заполнения всех ступеней удастся получить интегрированные и комбинированные показатели основных подразделений. Взаимосвязь этих показателей помогает принятию решений.

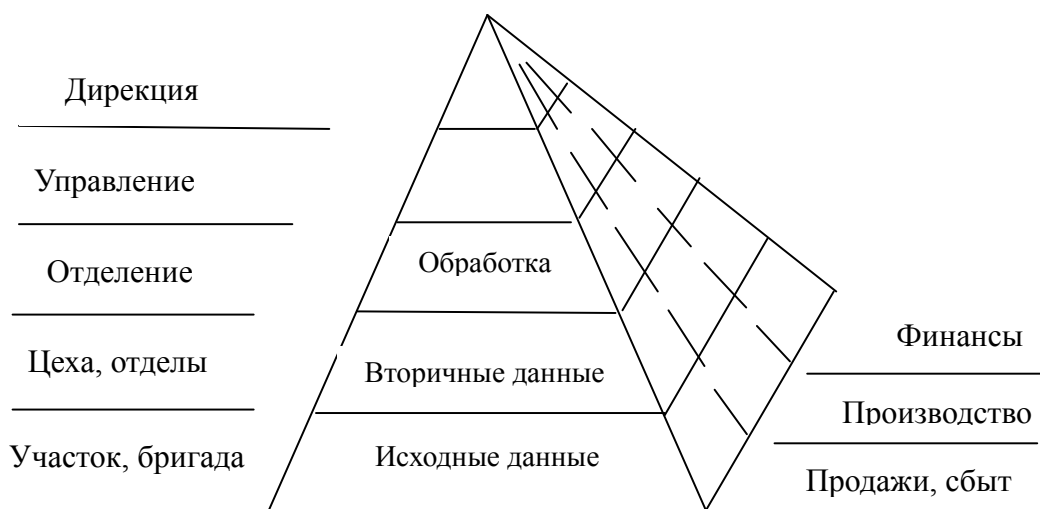


Рисунок 49. Менеджерская система контроля

## 7. ЗАТРАТЫ В ЛОГИСТИКЕ

Инновационные мероприятия по повышению производительности в будущем все более и более будут касаться областей, которые непосредственно влияют на эффективность производства. Это происходит потому, что резервы рационализации почти исчерпаны в таких подразделениях как изготовление деталей и их сборка.

Может случиться, что растущие затраты на логистику в дальнейшем будут влиять на снижение рентабельности. Доля затрат на логистику в обороте колеблется в зависимости от отрасли и составляет от 15% в общем машиностроении до 35% в пищевой промышленности.

Анализ затрат на логистику показывает, что самое большое значение имеет логистика при производстве товаров повседневного спроса. Это товары, которые относительно дешевы и покупаются без подробных сопоставлений по качеству и цене. Особо заметных отличий в конкурирующих продуктах нет. Это касается значительной части пищевой промышленности, а также продуктов химической индустрии.

Отличия состоят в том, какие виды затрат на логистику учитываются. Часто эти затраты ограничиваются только промышленным производством, тогда как другие затраты на логистику скрываются в накладных расходах между тем, как при правильной организации процессов логистики должны быть рассмотрены все расходы. Это требует известной ясности при учете материальных потоков и возникающих при этом затрат, начиная от поступления материалов до распределения готовой продукции.

В настоящее время используются две классификации затрат:

- затраты по видам,
- затраты по месту возникновения.

## **7.1. Классификация затрат по видам**

Согласно данной классификации решающими видами затрат в материальных потоках являются:

- затраты на персонал;
- производственные затраты и затраты на транспортные средства;
- затраты на помещение и протяженность транспортных путей;
- затраты на связанный капитал.

### **7.1.1. Затраты на персонал**

Затраты на персонал включают заработную плату, содержание, социальные и прочие расходы. При учете затрат на персонал, занятый внутрипроизводственными материальными потоками проблем не возникает с теми работниками, которые однозначно используются для этих целей. Например, на складе, на транспорте, на обслуживании, приемке и выдаче товаров. Сюда можно включать все затраты тогда как для персонала, занятого содержанием оборудования и ремонтом, следует учитывать только часть расходов, которые могут быть отнесены на работу с материальными потоками.

### **7.1.2. Затраты на средства производства**

При организации материальных потоков могут использоваться следующие средства производства: оборудование складов; подъемники и вспомогательные средства; системы для погрузки и выгрузки; оборудование для коммиссионирования ЭВМ для получения данных, необходимых для управления и регулирования материальными потоками.

Затраты на эти средства производства определяются путем суммирования: амортизационных отчислений; процентной (калькуляционной) ставки на связанный в основных средствах капитал; затрат на вспомогательные материалы; затрат на поддержание и ремонт оборудования.

Амортизационные отчисления учитываются бухгалтерией и служат для эффективного возмещения стоимости производственных средств.

Калькуляционные проценты определяются величиной ставки и величиной связанного капитала.

Затраты на вспомогательные материалы и энергию идут на возмещение затрат, на электроэнергию и горюче-смазочные материалы.

Затраты на поддержание и ремонт оборудования частично зависят от времени и от производительности.

При обслуживании оборудования сторонними организациями эти затраты определяются по счету непосредственно. При собственных работах по обслуживанию эти затраты учитываются обычными методами внутрипроизводственных расходов.

### **7.1.3. Затраты на помещения и перемещения**

Предпосылкой затрат на помещения и перемещения (транспортировку) является определение общей потребной площади, протяженности путей транспортировки и затрат на складирование. Необходимо учитывать также



промежуточные, буферные склады, которые существуют в производстве, и необходимые площади для подъемников.

Известные размеры затрат на производственные помещения и площади позволяют определить их достаточно просто.

#### **7.1.4. Связывание капитала в оборотных средствах**

Затраты на связывание капитала могут учитываться с помощью компонентов количества, стоимости, времени и процентной ставки. Материал как фактор производства, например, наличие на складе и в цехах, располагается в соответствии с затратами на единицу количества. Сумма всех отдельных затрат дает нам потребность в капитале. Этот показатель перемножается на период времени, в течение которого материал будет требоваться и на процентную ставку капитала и таким образом определяется показатель связывания капитала.

Ход расчетов:

**Потребность в капитале = Количество x Стоимость**

**Связывание капитала = Количество x Стоимость x Время**

**Затраты на связанный капитал = Количество x Стоимость x Время x Процент на связанный капитал**

#### **7.1.5. Компоненты, влияющие на связанный капитал**

Количество однозначно определяется в виде числа штук, единиц веса или объема, или же как число произведенных продуктов. Напротив, определение стоимостных показателей не так просто, поскольку имеет место и должен быть учтен рост стоимости в зависимости от времени обработки. Можно ограничиваться линейным возрастанием стоимости в соответствии с машино-часами обработки. Однако для большей точности стоимость различных рабочих процессов следует учитывать дифференцированно. При рассмотрении компоненты времени, которая определяет продолжительность связывания капитала, следует учитывать периоды времени между выдачей задания и его получением. Продолжительность связанного капитала неидентичная циклу выполнения заказа, включающему изготовление, сборку и ожидание. Здесь нужно учитывать также предварительные затраты времени (подготовка заказа, калькуляция, снабжение, проектирование и подготовка, производства) и заключительное время.

Возникает вопрос как затраты на связывание капитала влияют на

формирование материальных потоков. Независимыми от потоков являются: процент на капитал; стоимостные слагаемые независимо от роста стоимости в процессе производства. Таким образом, влияющими величинами остаются количество производственной продукции и компонента времени.

### **Влияние количественной компоненты**

Связанный капитал входит в общий (суммарный) капитал. Для мероприятий по рационализации прежде всего представляют интерес связанные части капитала, например, возможности оборота и особенно запаса в материальном потоке.

При заключении долгосрочных договоров о поставках комплектующих необходимо проверить нельзя ли перенести на поставщиков полностью или частично эти затраты за счет синхронных поставок, т. е. поставок "точно вовремя". Предпосылкой этого является высокая надежность поставщиков.

С помощью определения стратегии заказов и хранения запасов на складах можно заметно повлиять на фактическое наличие на складе. Снижение числа складов на основе их централизации обеспечивает такую же надежность снабжения при более низком страховом запасе, являющемся суммой страховых запасов на децентрализованных складах. Это также достигается с помощью оптимизации числа ступеней складов. Буферные функции промежуточных складов в процессе изготовления также должны быть подвергнуты проверке по их количеству и величине хранящихся там запасов, чтобы достичь минимума затрат на связывание капитала в производственном планировании.

### **Влияние компоненты времени**

Организация материальных потоков может непосредственно влиять на затраты на связанный капитал через компоненту времени. Снижение последней может быть достигнуто при поступлении продукции в сокращенное время на входной контроль и готовность к приемке. Прием преждевременных поставок ведет к более длительному хранению и к повышенным затратам. При немедленной оплате поставки удлиняется срок оборота капитала.

Опыт показывает, что значительную долю цикла оборота составляет пролеживания материалов. Сокращение времени пролеживания возможно с помощью увязки планирования материальных потоков с производственным планированием, что однако усложнено необходимостью создания промежуточных буферных складов. При отправке товара необходимо добиваться снижения времени выдачи со склада, времени перегрузок и комиссионирования. В связи с высокой стоимостью готовой продукции это также оказывает заметное воздействие на затраты на связанный капитал.

В заключение следует отметить, что данная система учета затрат имеет свои преимущества и недостатки. Так, к преимуществам относятся:

- Т.к. данная система затрат наиболее близка к бухгалтерской отчетности, но для сбора данных необходимы малые затраты труда и легкость выполнения.
- Высокая точность учета материальных потоков и затрат, связанных с этим фактором.

К недостаткам следует отнести то, что затраты на логистику рассредоточены по всему плану видов затрат, поэтому общая их величина недостаточно наглядна.

## 7.2. Классификация затрат по месту возникновения

Согласно данной схемы, затраты привязаны к этапам выполнения бизнес-процесса, и учитываются по мере выполнения заказа. Как минимум (см. рис. 50) должны быть учтены следующие места возникновения затрат на логистику:

- затраты при получении и оформлении заказа (командировки, юридическая поддержка, представительские и т.п.),
- склад поступления( складирование, содержание);
- внутрипроизводственный транспорт.;
- склад готовой продукции;
- распределение и отправка.

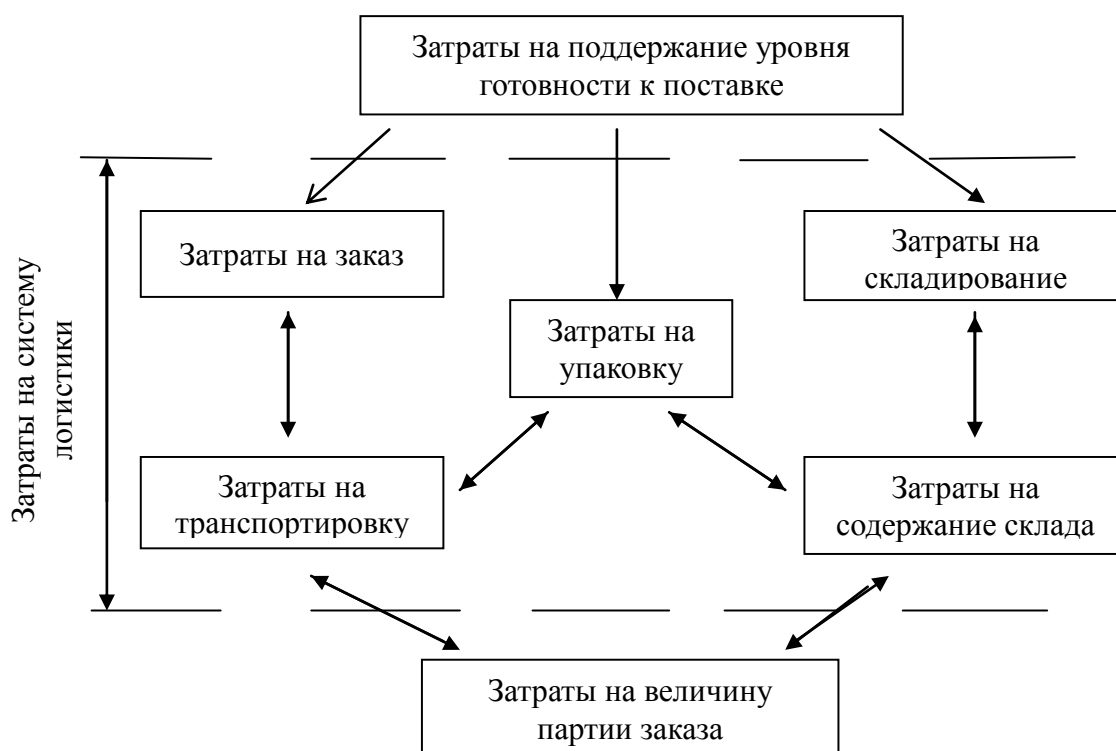


Рисунок 50. Затраты по месту возникновения

Вместе с тем, должны быть учтены затраты, которые влияют на всю

системы логистики: затраты на поддержание установленного уровня готовности к поставки и затраты при не оптимальных партиях заказа, эти затраты в реальных условиях существуют, и их необходимо учесть в плане затрат.

Данная система классификации затрат способствует ясности экономического рассмотрения логистических процессов, а также учету того, где производятся затраты на логистику внутри материального потока, начиная от поступления товара до его выдачи. Следует только учитывать какие проблемы увязки и перестановки при включении логистических процессов необходимо отразить при пересмотре планов. К недостаткам следует отнести то, что данная классификация ни каким образом не соответствует бухгалтерской отчетности, и следовательно для предоставления данной информации необходимы дополнительные финансовые и трудовые затраты.

### **7.3. Модифицированная система учета затрат**

Для оптимизации процессов логистики и для калькуляции расчета себестоимости продукции или отдельных логистических операций в настоящее время используется модифицированная система, которая объединяет элементы первой и второй классификаций. А именно, на план затрат по месту возникновения наносятся группы затрат по видам. Данная процедура выполняется на каждом участке возникновения затрат. Преимуществом данного подхода является соответствие требованиям бухгалтерской документации, и при этом присутствует наглядность их размещения в бизнес-процессе. Кроме того, данное разнесение затрат позволяет использовать приемы сравнительного анализа (бенчмаркинг) отдельных участков бизнес-процесса с целью выявления неэффективных операций.

В любом случае, при выполнении и построении систем учета затрат требуется информация о стоимости и производительности всех процессов. Подсчеты затрат ведут к большому спектру производственных решений на основе предпосылок этих решений и поступающей информации. Это распространяется не только на процесс логистики, но и на решения производственного порядка, например, решения о производственной программе.

Все методы учета затрат предусматривают следующие шаги:

- определение затрат и их распределение по видам (какие именно затраты);
- распределение затрат по местам их возникновения (где именно произведены затраты?);
- по носителям затрат (на какие производственные, логистические или

торговые процессы падают эти затраты?);

- применение затрат для контроля и для принятия производственных решений отражен на рис. 51. Минимальное значение суммарных затрат указывает на оптимальное значение исследуемого параметра.

С помощью данного анализа возможно принятие решения о выборе средств транспорта (рис.а). принятие решения о числе складов и выборе системы складирования (централизованная или децентрализованная), выборе величины страхового запаса (рис. в), выборе оптимальной величины партии заказа (рис. г).

- распределение и отправка.

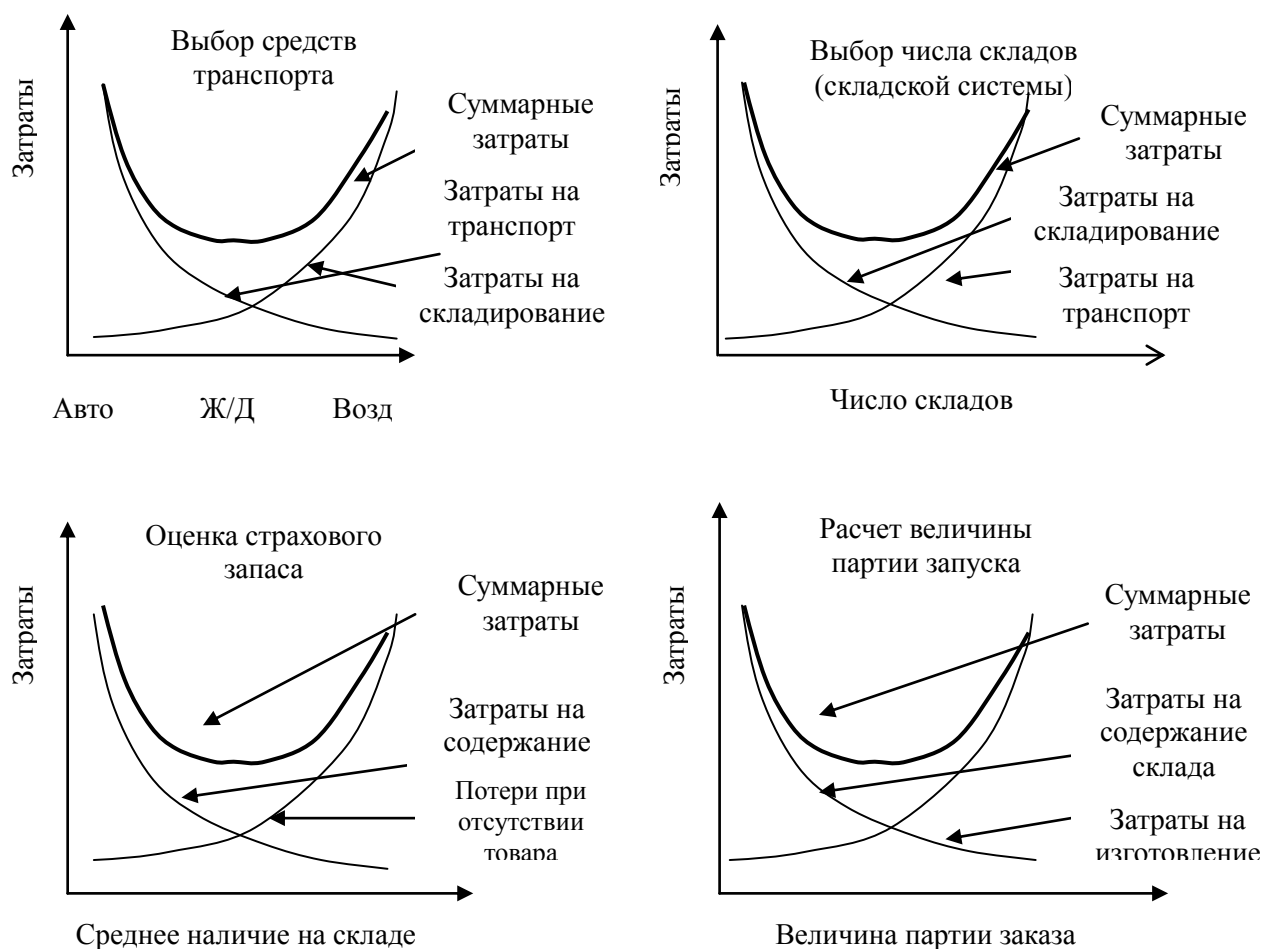


Рисунок 51. Типичные кривые выбора систем логистики

## 8. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ РАЦИОНАЛЬНОЙ ЛОГИСТИКИ

## 8.1. Постановка проблемы многовариантности

В настоящее время на рынке потребителей наблюдается рост числа номенклатуры и разнообразия продукции. Многообразие номенклатуры продукции на рынке диктуется потребностями покупателей (см. рис. 52). Покупатель все в большей мере требует индивидуального подхода к себе, индивидуальной продукции, продукции, имеющей какие-либо особенности и т.п. Покупатели и клиенты организаций в настоящее время и отказываются от стандартных решений, от стандартной продукции. Многие изготовители серийной продукции учли эту тенденцию с помощью большого числа предлагаемых вариантов изготовления.

Изменяющаяся, таким образом, ситуация на рынке отражается на структуре покупателей и на спектре заказов, выполняемых предприятием. Структура клиентов меняется, при этом уменьшается число оптовых крупных и увеличивается число штучных и мелкооптовых покупателей. Такая же тенденция характеризует и спектр заказов, где растет их количество, но сокращается партионность каждого заказа.

Дробление единиц сбыта ведет к большим колебаниям в количестве заказанных единиц. Тенденция подобных колебаний тем значительнее, чем больше предлагается вариантов готовой продукции. Общий объем продукции меняется незначительно, но растет число разнообразных заказов на разные виды продукции при тенденции уменьшения объема заказа. Это существенно усложняет деятельность компаний.

С другой стороны предприятия сами, чтобы повысить свою конкурентоспособность на рынке, увеличивают ассортимент и многообразие предлагаемой продукции, однако это для них становится огромной обузой, т. к. увеличение многообразия продукции ведет к многообразию комплектующих и увеличению номенклатуры деталей.

Обе эти тенденции (многообразие заказов и многообразие комплектующих и деталей) были бы управляемы производителями, если бы не третий, наиболее важный критерий рынка - цена. Этот критерий, скорее это ограничение (цена на выпуск нового изделия больше предыдущего не более чем на 3-5%, психологический барьер покупателя) существенно ограничивает возможности производителя, а в ряде случаев заставляет компании уйти с данного рынка ввиду своей неконкурентоспособности. Все эти тенденции побуждают предприятия и организации искать выходы из данной ситуации.

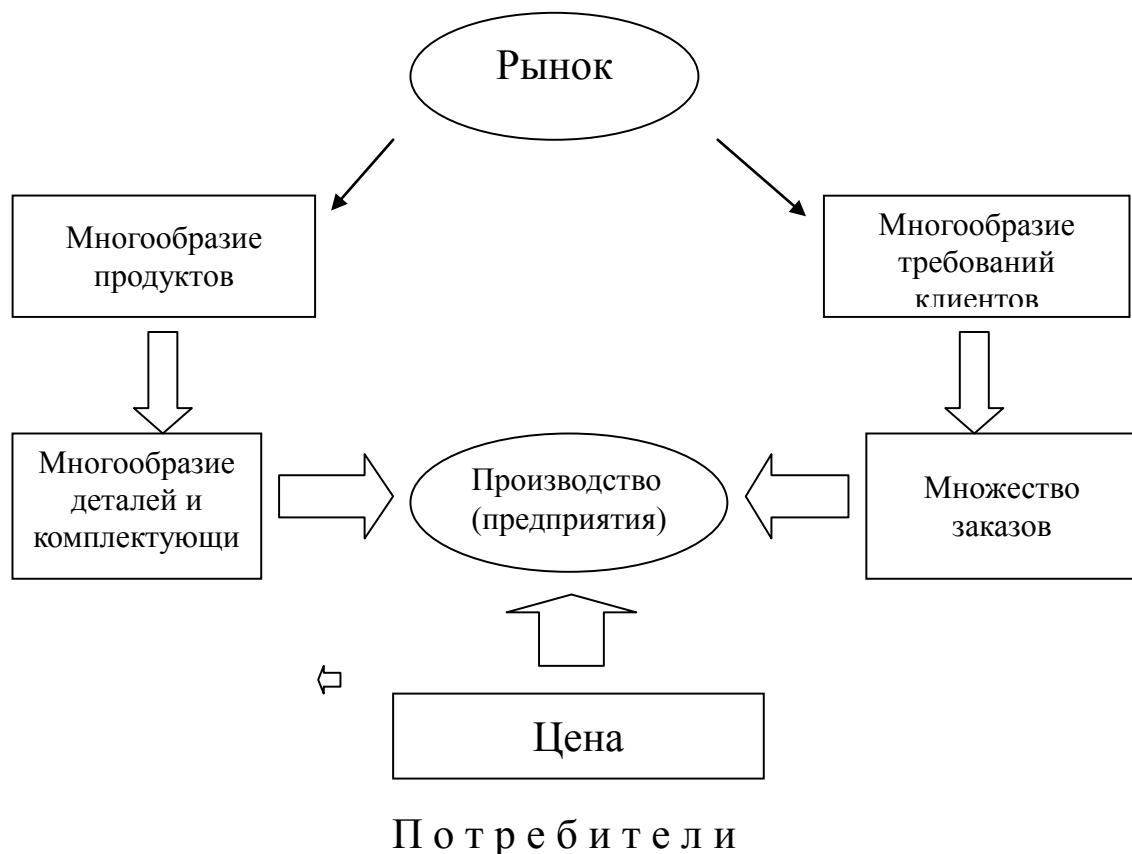


Рисунок 52. Основы проблемы многовариантности в логистике

## 8.2. Воздействия многовариантности на организацию труда

На многих предприятиях отмечается рост диверсификации продукции. Эта тенденция является следствием ускоряющего обновления производства и смены продукции при расширении номенклатуры выпуска.

Вытекающие отсюда разнообразные воздействия усложняют организацию работ на производстве (см. рис. 53).

Дробление единиц сбыта ведет к большим колебаниям в количестве заказанных единиц. Тенденция подобных колебаний тем значительнее, чем больше предлагается вариантов готовой продукции. Колебания номенклатуры готовой продукции влияют на колебания номенклатуры сборочных единиц и деталей. Чтобы снизить затраты, связанные с логистикой, стремятся исключить из производственной программы позиции с малым количеством деталей и с высокой трудоемкостью. Следует, однако, учитывать при этом возможные потери предприятия от передачи ноу-хау поставщикам.

Влияние роста числа изготавливаемых партий, числа партий собственного изготовления и частота запуска сказывается на трудоемкости и затратах на

производство и связанных с ними затратах на логистику. При этом возникают затраты, учитывающие связанный капитал в связи со сроками прохождения заказа, и организацию материальных потоков.

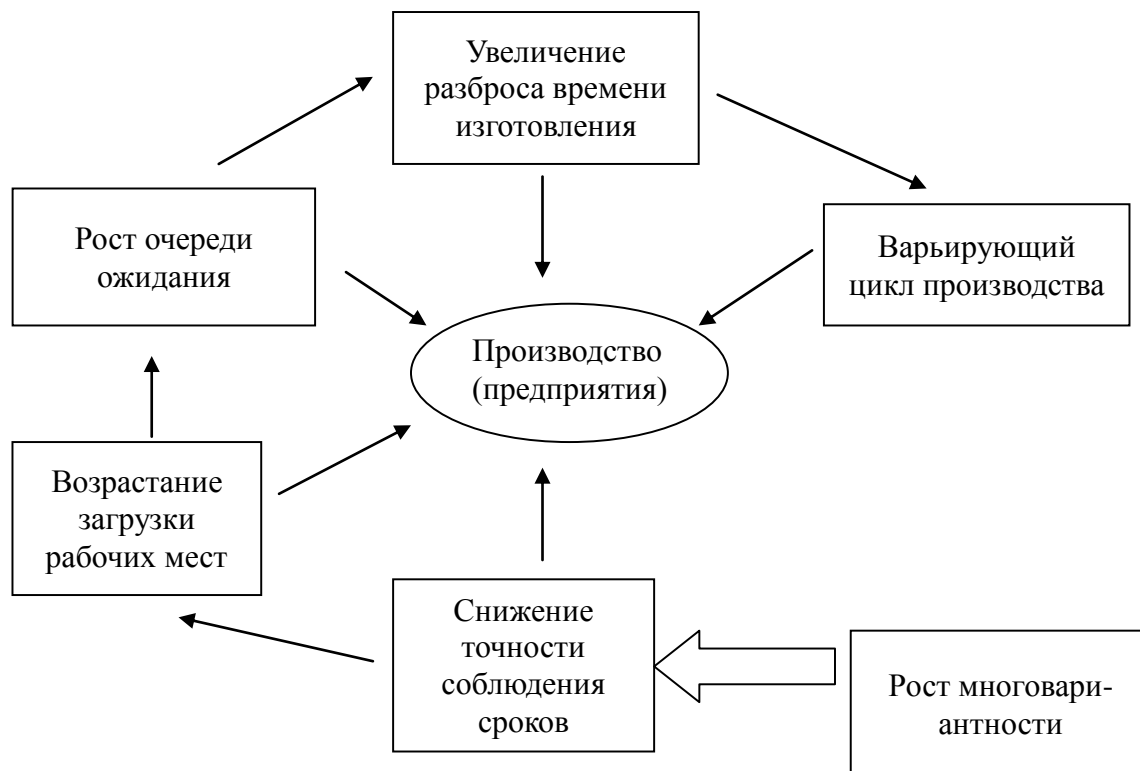


Рисунок 53. Влияние многовариантности на управление производством

На величину связанного капитала влияет множество последствий диверсификации. К ним относятся создание промежуточных складов и буферных запасов материалов у оборудования, являющегося узким местом. Это ведет к перерывам в обработке и непроизводительному пролеживанию. Они растут при сокращении средней величины партии на каждую позицию, вследствие увеличения числа переналадок. Поскольку невозможно выполнение подготовительных работ параллельно с основным временем, за счет основного времени увеличиваются периоды ожидания деталей очередной обработки, растут мощности и выпуск сокращается.

В комбинации со снижающейся долей деталей собственного изготовления возникают колебания (разбросы) времени выполнения заказов.

Растущие колебания в величине партии увеличивают долю ошибок при управлении изготовлением. Растущее многообразие продукции связано также с более высокими объемами информации, что увеличивает объемы производственной документации и затрудняет руководство. В целом эта



тенденция ведет к возрастанию затрат на логистику.

Чтобы обеспечить готовность к поставкам, на складах должны храниться запасы готовых изделий. При увеличении числа партий запуска растет число партий, которое мы должны транспортировать в каждый период времени, в то же время загрузка транспортных средств уменьшается.

При большом числе модификаций конечных изделий или при небольших количествах заказов на каждую позицию и большом числе мелкооптовых покупателей растут затраты на коммиссионирование. С ростом диверсификации увеличивается число изменений и переналадок в производственном процессе и, согласование мощностей, а иногда расстановок оборудования.

Тормозящим фактором является также увеличение потребности в координации, связанные с выполнением большого количества заказов на основе возросшей номенклатуры и недостаточной точности прогнозирования и планирования, связанными с колебаниями потребности.

Осложнением в изготовлении продукции является кроме того дополнительная передача производственной деятельности соисполнителям, что связано с необходимостью наблюдения и контроля.

Например, наряду с ростом числа позиций материалов необходимо учитывать увеличение затрат на материальные потоки и складирование, рост сложности производственных функций и непропорционально большое увеличение обрабатываемых деталей. При диверсификации растут затраты на документацию и управление, что ведет к увеличению рубрикации и кодирования деталей. Затраты на ведение и обслуживание нового номера деталей могут достигать (из практики предприятий Германии) нескольких тысяч евро в год.

Все вышеизложенные причины побуждают предприятия и организации искать выходы из данной ситуации. Для решения вышеперечисленных проблем используются приемы и правила рациональной логистики.

Диверсификация в значительной мере воздействует на эффективность логистики. Сокращение разнообразия номенклатуры обещает, с учетом сказанного, заметные преимущества. Это касается в первую очередь разнообразия узлов и деталей, так как сокращение многообразия готовых изделий противоречит максимальному удовлетворению требованиям рынка

Таким образом, целью является обеспечение многообразия вариантов конечной продукции, в соответствии с потребностями рынка, при одновременной минимизации вариантов различных узлов и деталей.

Сокращение вариантов на этом уровне связано, как правило, с такими конструктивными решениями, которые обеспечивают возможности создания многих компоновок изделий.

### **8.3. Мероприятия по созданию продукта на основе рациональной логистики**

#### **8.3.1. Логистические аспекты конструкции**

Логистика ведет к снижению затрат в связи с возможностью контроля цепочки образования стоимости, включая складирование до и после собственного производства. Снижение затрат в логистическом процессе в значительной степени зависит от конструкции изделия.

Эти возможности реализуются в стадиях разработки, проектирования и планирования работы.

Требования логистики должны учитываться в процессе производства и создании концепции производства до тех пор, пока функциональные особенности и надежность продукции не подвергаются ухудшению.

Повышение уровня применяемости деталей и дополнительно учет задач логистики позволяет конструктору использовать решения, выгодные не только с точки зрения процесса изготовления, но и на основе прямых и косвенных затрат, например, затрат на материалоснабжение, процесс распределения продукции и управление.

#### **8.3.2. Мероприятия, воздействующие на конструкцию**

Ниже сформулированы правила, которые ведут к снижению затрат и должны учитываться еще на стадии проектирования. Эти правила дают указания как диверсификация производства должна осуществляться с учетом задач логистики.

##### **ПРАВИЛО 1.**

Необходимо оптимизировать применяемость деталей и сборочных единиц. Сборочные узлы следует проектировать таким образом, чтобы с их помощью можно было бы создавать большое количество вариантов продукции. Высокая применяемость (большая доля унифицированных деталей) ведет к

тому, что колебания потребности комплектующих несколько выравниваются, это благоприятно сказывается на структуре склада, на котором хранятся компоненты многократного применения. стабилизации оборота на складе и к удобству размещения. Это облегчает снижение страховых запасов при одинаковой готовности к поставке.

Известны различные методы обеспечения применимости как например, метод многофункциональности, методы модульности, метод агрегатирования.

## ПРАВИЛО 2.

Стандартизация снижает число позиций материалов и при этом из уже имеющихся частей может осуществляться сборка. Значительную роль играют внутрипроизводственные стандарты предприятия, которые позволяют сократить как конфигурацию, так и размерные ряды, что в итоге снижает себестоимость продукции.

## ПРАВИЛО 3.

Целесообразно осуществлять предварительную сборку узлов, которые при поступлении соответствующего заказа могут дополняться деталями и сборочными единицами, необходимыми для выполнения пожеланий клиента и создания модификаций готовых изделий. Это обеспечивает короткие сроки поставки и выполнение разнообразных вариантов заказов. Практикуемое в прежние времена изготовление на складе узлов в больших количествах в настоящее время не рекомендуется вследствие большого многообразия модификаций изделия и дополнительного связывания капитала. Возможные решения заключаются в стандартизации сборочных единиц на предварительной стадии и вариаций на конечной стадии. Применение предварительных узловых сборок ведет к желаемому разнообразию спектра изготавливаемых изделий.

## ПРАВИЛО 4.

Детали и сборочные единицы многократного применения целесообразно включать в генеральную сборку на ее, начальной стадии. Детали, которые находят применение только в небольшом количестве вариантов должны применяться на более поздних стадиях сборки.

## ПРАВИЛО 5.

Предпочтительно следует варьировать теми деталями, которые имеют высокий удельный вес в готовой продукции. Производство этих деталей целесообразно выполнять только после получения заказа покупателя. В этом случае исключается хранение редко употребляемых и дорогостоящих узлов. Это правило вступает в противоречие по своим целям с правилами 3 и 4. В то

время как с точки зрения быстрой поставки и изготовления должна быть достигнута высокая степень готовности, с точки зрения их хранения должна быть возможно низкой ступень изготовления. Из соображений экономии затрат детали, которые имеют высокую долю в общих затратах, должны изготавливаться после поступления соответствующего заказа - клиента (детали А).

#### ПРАВИЛО 6.

При условии отказа от собственного изготовления всех сборочных единиц может быть оптимизирован объем изготовления и общие затраты на логистику завода. При этом предпочтительно покупные детали заказывать и использовать в небольших количествах.

#### ПРАВИЛО 7.

Быстро изнашивающиеся детали для возможности их замены при текущем обслуживании не должны подвергаться конструктивным изменениям (например, тормозные колодки). Детали, подверженные износу, следует создавать таким образом, чтобы, впоследствии можно было изготавливать их в малом количестве и по низкой себестоимости. Следует также предусматривать, чтобы эти детали были по возможности стандартизированы. Тогда если эту деталь нельзя изготавливать с низкими затратами, она может быть заменена покупкой деталью аналогичных возможностей и размеров.

#### ПРАВИЛО 8.

Детали и поступающие со стороны узлы следует так конструировать, чтобы они могли производиться возможно меньшим числом вариантов изготовления и сборки. Все варианты таких изделий должны относиться к одному семейству. Это означает: изготовление на однотипном оборудовании; изготовление тем же инструментом; использование тех же приспособлений, методов установки и закрепления; использование одинаковых приспособлений для сборки.

#### ПРАВИЛО 9.

С точки зрения автоматизации функций логистики при изготовлении и сборке все вновь конструируемые детали должны проверяться с точки зрения следующих позиций: наличие поверхностей, удобных для базирования и для схватов (пазов, выступов), чтобы обеспечить возможность удобного использования роботов при сборке: возможностей однозначной идентификации деталей (например, с помощью оптоэлектронного их нахождения) во время сборки и комиссионирования; обеспечение формы, удобной для транспортировки и упаковки.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаджинский А.М. Логистика учебник – 13-е изд. – М.: Издательский дом «Дашков и К», 2006. – 432с. гриф МО РФ.
2. Аникин Б.А Логистика: учебник – 3-е изд.. – М.: Инфра-М, 2006. – 520с. гриф УМО МО РФ.
3. Неруш Ю.М. Логистика: учебник – 4-е изд. – М.: ТК Веби, 2006, – 518с. гриф МО РФ.
4. Логистика: Метод. указания / Сост.: А.В. Кириллов, В.Е. Целин. Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. университета, 2006. – 58 с.
5. Долгов А.П., Козлов В.К., Уваров С.А. Логистический менеджмент фирмы: концепция методы и модели: Учебное пособие. – СПб.: Изд. дом «Бизнес-пресса», 2005. – 384 с.;
6. Просветов Г.И. Математические методы в логистике: Учебно-методическое пособие. М.: Издательство РДЛ, 2006, –272с.;
7. Модели и методы теории логистики / Под ред. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2003. – 176с.
8. Балахонова И., Волчков С., Капитуров В. Логистика. Интеграция процессов с помощью ERP-системы. – М.: Приоритет, 2006, 464с.
9. Т.В. Алесинская. Основы логистики. Функциональные области логистического управления. Часть 3. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. 116 с
10. Понятие и виды информационной логистики  
<http://learnlogistic.ru/ponyatie-vidy-informacionnoj-logistiki/>
11. Использование в логистике технологий автоматизированного сбора информации  
<http://learnlogistic.ru/ispolzovanie-v-logistike-texnologij-avtomatizirovannogo-sbora-informacii/>
11. Использование в логистике технологии автоматизированной идентификации штриховых кодов <http://learnlogistic.ru/ispolzovanie-v-logistike-texnologii-avtomatizirovannoj-identifikacii-shtrixovyx-kodov/>
12. Виды информационных систем в логистике  
<http://learnlogistic.ru/vidy-informacionnyx-sistem-v-logistike/>
13. Принципы построения информационных систем в логистике  
<http://learnlogistic.ru/principy-postroeniya-logisticheskix-informacionnyx-sistem/>
14. Информационные системы в логистике  
<http://learnlogistic.ru/informacionnye-sistemy-v-logistike/>
15. Основные понятия информационного потока и информационной системы <http://learnlogistic.ru/osnovnye-ponyatiya-informacionnogo-potoka-i-informacionnoj-sistemy/>

16. Системы и методы управления запасами  
<http://www.transportall.ru/info/logistics/389/2419.html>.
17. Управление запасами <http://www.adandzo.com/consulting/82/>.
18. Запасы в логистике [http://www.business-secret.ru/katalog?ify\\_id=43](http://www.business-secret.ru/katalog?ify_id=43).
19. Управление запасами в логистике Новая "старая" логистика.  
Сайт Валерия Филимонова <http://www.fill2001.narod.ru/UprZps.htm>.
20. Словарь бережливого производства <http://be-mag.ru/lean/>.
21. «Точно-в-срок» или канбан. Корпоративный университет  
ЭКСWord <http://www.eksword.ru/kanban.shtml>.
22. Причины создания материальных запасов и причины,  
вынуждающие к минимизации запасов Учебно-методический проект  
LearnLogistic.RU <http://learnlogistic.ru/>

## Логистика. Лабораторный практикум

### Содержание

#### Часть 1 . Теоретические аспекты логистических операций.

|   |    |
|---|----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ.....  | 6  |
| 1. Программа дисциплины «Логистика».....  | 7  |
| 1.1. Содержание курса.....  | 7  |
| 1.2. Цели и задачи курса.....   | 8  |
| 2. Выбор места расположения склада регионального дистрибьютора .....                                      | 9  |
| 2.1. Расчет места расположения склада методом центра тяжести грузовых потоков.....                        | 9  |
| 2.2. Выбор места расположения склада по критерию минимума транспортной работы (транспортных затрат).....  | 10 |
| 3. Применение математической модели транспортной задачи для составления оптимального плана перевозок..... | 14 |
| 3.1. Общая постановка классической транспортной задачи и ее варианты.....                                 | 14 |
| 3.2. Способы решения транспортной задачи.....   | 18 |
| 3.2.1. Метод северо-западного угла.....   | 19 |
| 3.2.2. ABC анализ.....  | 20 |
| 3.2.3. Метод Фогеля.....  | 20 |
| 3.2.4. Алгоритм метода потенциалов.....   | 21 |
| 4. ABC -XYZ – анализы.....  | 23 |
| 4.1. ABC анализ.....  | 23 |
| 4.2. XYZ анализ.....  | 27 |
| 4.3. ABC–XYZ анализ.....  | 27 |
| 5. Модель «точно вовремя».....  | 32 |
| 6. Организация видов движения материальных потоков.....   | 39 |
| 7. Метод миссий.....  | 44 |
| Библиографический список .....  | 49 |

## *Часть II. Варианты индивидуальных заданий и примеры выполнения расчетов*

|   |     |
|---|-----|
| 1. Выбор места расположения склада регионального дистрибьютора .....                                      | 51  |
| 1.1. Варианты индивидуальных заданий.....   | 51  |
| 1.2. Пример расчета оптимального расположения склада.....   | 62  |
| 1.2.1. Исходные данные.....   | 62  |
| 1.2.2. Определение оптимального расположения склада методом центра тяжести грузовых потоков.....          | 62  |
| 1.2.3. Определение оптимального варианта расположения склада.....   | 63  |
| 2. Применение математической модели транспортной задачи для составления оптимального плана перевозок..... | 65  |
| 2.1. Варианты индивидуальных заданий.....   | 65  |
| 2.2. Примеры решения транспортной задачи .....  | 67  |
| 2.2.1. Решение транспортной задачи методом «минимальной стоимости»...67                                   |     |
| 2.2.2. Проверка плана на оптимальность.....   | 69  |
| 2.2.3. Решение транспортной задачи методом Фогеля.....  | 70  |
| 2.2.4. Решение транспортной задачи с дополнительными ограничениями...72                                   |     |
| 3. ABC -XYZ – анализы.....  | 73  |
| 3.1. Варианты индивидуальных заданий.....   | 73  |
| 3.2. Пример ABC–XYZ анализа ассортимента.....   | 88  |
| 4. Модель точно во время.....   | 90  |
| 4.1. Варианты заданий к работе №4.....  | 90  |
| 4.2. Пример расчета параметров ЛТ – модели.....   | 105 |
| 5. Организация видов движения материальных потоков.....   | 107 |
| 5.1. Варианты заданий к работе №5.....  | 107 |
| 5.2. Пример расчета параметров движения материальных потоков.....   | 109 |



## ПРЕДИСЛОВИЕ

В связи с развитием и становлением рыночных отношений в России в настоящее время активно развивается новое научно-практическое направление – логистика, которая охватывает все аспекты, связанные с обслуживанием товарно-материальных потоков. Логистика является относительно молодой и бурно развивающейся наукой. В рамках данной тематики зарождаются новые направления, как например «логистический менеджмент». Логистический менеджмент является частью научной дисциплины «логистика», как составляющая, более приближенная к бизнесу, к практике. Данное направление отвечает за вопросы управления логистическими операциями, такими как транспортировка, складирование, хранение и др. При этом следует иметь в виду, что в зарубежной научной литературе почти повсеместно применяется термин «логистический менеджмент» (или «менеджмент в бизнес-логистике»), а не «логистика», что подчеркивает прагматичность подхода западных ученых и специалистов к логистике с позиций использования ее в бизнесе.

В настоящем методическом пособии рассматриваются ряд практических задач, которые наиболее часто приходится решать специалистам по логистике.

# 1. Программа дисциплины "Логистика"

## 1.1 Содержание курса

Тема 1. Понятия и содержание логистики.

Задачи и цели логистики. Основные направления логистики: логистика и снабжение, логистика и производство, логистики и складские операции, логистика и распределение.

Тема 2. Складское хозяйство и посредническая деятельность (комиссионирование).

Функции складов. Функция выравнивания. Виды складов. Варианты складирования. Системное планирование на складе. Представление о системе комиссионирования.

Тема 3. Транспортное хозяйство и распределение.

Внутрипроизводственная транспортировка. Предпосылки для выбора средств транспорта с учетом протяженности перемещений. Внешняя транспортировка. Организация транспортировок. Распределение товаров. Системы распределения. Планирование распределения с учетом особенностей внутреннего рынка.

Тема 4. Размещение материалов и готовой продукции.

Функция и место размещения на предприятии. Структуризация объектов хранения как средство размещения. ABC-анализ. XYZ-анализ. Детерминированные и стохастические методы планирования потребности. Определение оптимальной величины заказа по Андлеру. Управление запасами. Влияние страхового запаса.

Тема 5. Информационная логистика.

Построение информационной системы логистики. Внутрипроизводственная логистика с применением ЭВМ. Регистрация состояния процесса логистики. Технические возможности идентификации объектов. Концепция информационной системы в логистике.

Тема 6. Показатели логистики.

Формулировки показателей. Усредненное наличие на складе. Готовность к поставке. Продолжительность оборота склада. Ошибки в поставках и квота отказов. Доля пролеживания в общем цикле оборота. Система показателей для логистики и контроллинга.

Тема 7. Затраты на логистику.

Составляющие затрат: затраты на персонал, затраты на средства производства, затраты на помещения и перемещение, затраты на связывание капитала. Система учета затрат и ее модификации.

Тема 8. Создание продукта на основе рациональной логистики.

Постановка проблемы при наличии множества вариантов. Область влияния множества вариантов. Воздействие множества вариантов на затраты при внутрипроизводственной логистике. Логистические аспекты конструкции. Мероприятия, воздействующие на конструкцию.

## **1.2 Цели и задачи курса**

Целью методического пособия по логистике является освоение методов подготовки проведения логистических операций, комплексное решение вопросов, связанных с доставкой, транспортировкой и складированием грузов, управления материальными и информационными потоками.

Методическое пособие включает в себя пять разделов:

1. Выбор варианта места размещения склада.
2. Оптимизация транспортных перевозок.
3. ABC – XYZ анализы.
4. Реализация модели «Точно во время (JIT)».
5. Управление материальными потоками продукции.

## 2. Выбор места расположения склада регионального дистрибьютора.

Работа направлена на развитие навыков выбора наиболее рационального варианта размещения склада из нескольких возможных предложений.

Принятие решений по организации складирования в логистике подчинено цели сквозной оптимизации движения материальных потоков в системе. При этом одной из целого ряда решаемых задач является выбор географического месторасположения склада регионального распределительного центра.

В основе принимаемого решение лежит изучение конъюнктуры рынка, прогноза величины материального потока, взаимного расположения потребителей и поставщиков продукции, объемов поставок, маршрутов и транспортных тарифов.

Выбор места расположения склада может быть проведен двумя способами:

- а) первый способ основан на нахождении центра тяжести грузовых потоков;
- б) второй способ – на основе минимума транспортной работы (транспортных затрат).

### 2.1 Расчет места расположения склада методом центра тяжести грузовых потоков

В общем случае оптимальное месторасположение регионального склада можно определить по формулам центра тяжести фигур. При этом пункты доставки и отправки представляются как аналоги элементов механической системы, вес которых равен грузообороту.

Центр тяжести такой системы определяется по формулам:

$$X_{onm} = \frac{\sum_{i=1}^n G_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n G_i}; \quad Y_{onm} = \frac{\sum_{i=1}^n G_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n G_i}. \quad (2.1)$$

Здесь:  $i$  – порядковый номер потребителя (поставщика).

В качестве потребителей могут выступать магазины, торговые точки, представительства, отдельные клиенты и т.д.

$x_i$  и  $y_i$  – координаты  $i$ -го потребителя (поставщика),

$G_i$  – грузооборот  $i$ -го потребителя (поставщика), измеряется обычно т/мес.

В случае необходимости в состав критерия оценки оптимального расположения склада регионального дистрибьютора может быть включен тариф на доставку груза  $T_i$ . В этом случае месторасположения склада определяется как «центр тяжести системы транспортных затрат» по формулам:

$$X_{onm} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \cdot G_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n T_i \cdot G_i}; \quad Y_{onm} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \cdot G_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n T_i \cdot G_i}. \quad (2.2)$$

Здесь  $T_i$  – транспортный тариф на доставку груза  $i$ -го потребителя (поставщика), измеряется обычно в рублях за  $m$ -км.

В общем случае при выборе места расположения склада регионального дистрибьютора кроме рассмотренных факторов необходимо учитывать объемы закупаемых у поставщиков товаров ( $G_j$ ), расположение поставщиков ( $x_j, y_j$ ) и транспортные тарифы ( $T_j$ ). В этом случае центр тяжести системы определяется по формулам:

$$X_{onm} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \cdot G_i \cdot x_i + \sum_{j=1}^m T_j \cdot G_j \cdot x_j}{\sum_{i=1}^n T_i \cdot G_i + \sum_{j=1}^m T_j \cdot G_j};$$

$$Y_{onm} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \cdot G_i \cdot y_i + \sum_{j=1}^m T_j \cdot G_j \cdot y_j}{\sum_{i=1}^n T_i \cdot G_i + \sum_{j=1}^m T_j \cdot G_j}, \quad (2.3)$$

Здесь индекс  $i$  относится к потребителям, а индекс  $j$  – к поставщикам.

Задача о размещении склада на определенном этапе требует решения вопроса о строительстве, покупке или аренде готового складского помещения. Однако, строительство склада на выбранном месте в силу различных причин может быть не возможным, а расположение имеющихся складских помещений не всегда совпадает с оптимальными координатами, поэтому имеющиеся варианты должны быть оценены по критерию минимума транспортных затрат на перевозку.

## 2.2 Выбор места расположения склада по критерию минимума транспортной работы (транспортных затрат).

В этом случае для всех имеющихся вариантов возможного места расположения будущего склада проводится расчет транспортной работы. Оценка  $j$ -го варианта рас-

положения будущего склада по критерию минимума транспортных затрат может быть определена как сумма транспортных работ по доставке продукции по формуле:

$$A_j = \sum_{i=1}^n L_{ij} \cdot G_i \cdot T_i \quad (2.4)$$

где  $L_{ij}$  – расстояние между  $j$ -м вариантом расположения склада и  $i$ -м потребителем (поставщиком), суммирование ведется по индексу  $i$  (текущий номер потребителя).

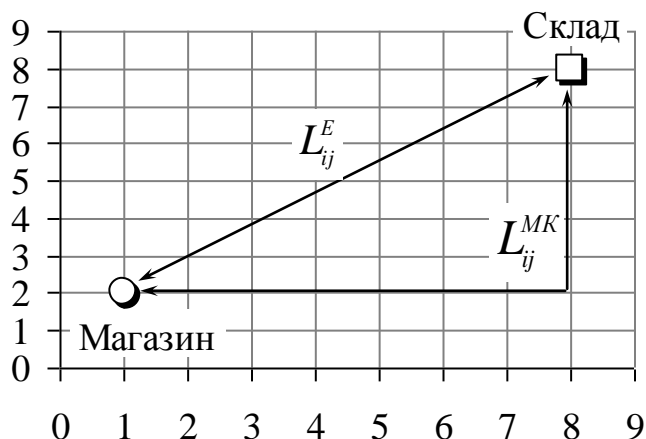
Критерием выбора является условие  $A_j \rightarrow \min, \quad j = \overline{1, n}$

Расстояние между объектами можно определить по формуле Эвклида:

$$L_{ij}^E = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (2.5)$$

В условиях города, когда движение возможно по улицам, используется расстояние «Манхэттенских кварталов»:

$$L_{ij}^{MK} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad (2.6)$$



На приведенном рисунке видно, что расстояние Эвклида соответствует гипотенузе, а расстояние «манхэттенских кварталов» – сумме катетов прямоугольного треугольника.

#### Задание

1. На точечной диаграмме Ms Excel расположить пункты доставки продукции, координаты объектов и значения грузооборота выбираются согласно вариантам задания.

Для имеющихся значений определить методом «центра тяжести системы грузовых потоков» или «центра тяжести системы транспортных затрат» координаты оптимального месторасположения склада. Отметить полученную точку на диаграмме.

2. Расположить на диаграмме места возможного расположения склада согласно вариантам задания.

Для каждого варианта расположения склада определить значение транспортной работы и по выбранному критерию выбрать наилучший.

3. Сравнить полученные результаты.

## Методические указания

Для расчета значений транспортной работы для каждого варианта расположения рекомендуется использовать таблицу промежуточных вычислений

| Вариант расположения склада | $A_j^E$                                     | $A_j^{MK}$                                     |
|-----------------------------|---|--|
| 1                           | $\sum_{i=1}^n L_{i1}^E \cdot G_i \cdot T_i$ | $\sum_{i=1}^n L_{i1}^{MK} \cdot G_i \cdot T_i$ |
| 2                           | $\sum_{i=1}^n L_{i2}^E \cdot G_i \cdot T_i$ | $\sum_{i=1}^n L_{i2}^{MK} \cdot G_i \cdot T_i$ |
| ...                         | ...   | ...  |
| $m$                         | $\sum_{i=1}^n L_{im}^E \cdot G_i \cdot T_i$ | $\sum_{i=1}^n L_{im}^{MK} \cdot G_i \cdot T_i$ |

В столбцах  $A_j^E$  и  $A_j^{MK}$  записываются значения транспортной работы для  $j$ -го варианта расположения склада, найденных различными способами определения расстояний между объектами (расстояние Евклида и расстояние «манхэттенских кварталов», соответственно).

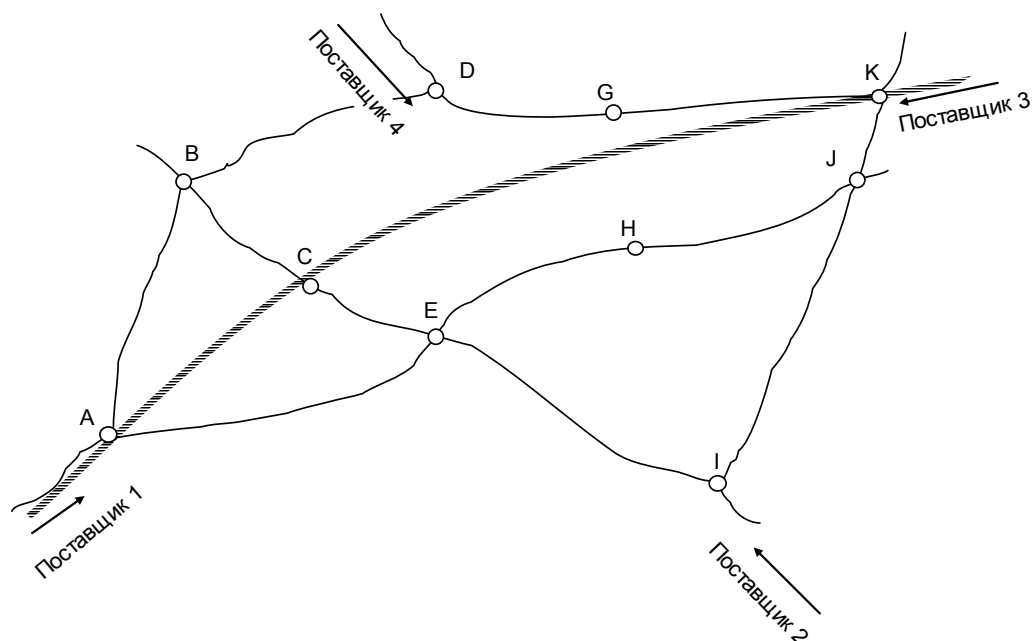
Для расчёта значений  $A_j^E$  и  $A_j^{MK}$  рекомендуется использовать таблицу промежуточных вычислений транспортной работы по доставке грузов в каждый магазин от каждого возможного места расположения склада. Сумма элементов по столбцам этой таблицы и является искомым результатом.

|   |     |   |     |   |
|---|-----|---|-----|---|
| $A_1$   | ... | $A_j$   | ... | $A_m$   |
| $L_{11} \cdot G_1 \cdot T_1$                    | ... | ...   | ... | $L_{1m} \cdot G_1 \cdot T_1$                    |
| ...   | ... | ...   | ... | ...   |
| $L_{n1} \cdot G_n \cdot T_n$                    | ... | ...   | ... | $L_{nm} \cdot G_n \cdot T_n$                    |
| $A_1 = \sum_{i=1}^n L_{i1} \cdot G_i \cdot T_i$ | ... | $A_j = \sum_{i=1}^n L_{ij} \cdot G_i \cdot T_i$ | ... | $A_m = \sum_{i=1}^n L_{im} \cdot G_i \cdot T_i$ |

Отчет должен содержать титульный лист, постановку задачи, интерпретацию исходных данных, пояснения к расчетам и заключительные выводы. В качестве иллюстраций необходимо использовать формулы и диаграммы.

Варианты индивидуальных заданий и пример организации рабочего листа Ms Excel приведены в учебно-методическом пособии Логистика: Часть 2.

На практике условия принятия решения по размещению склада могут быть достаточно сложными. На рисунке приведен вариант дистрибутивной сети. Сообщение между населенными пунктами возможно автомобильным и железнодорожным транспортом, региональный склад может быть расположен в любом из них.



Задача оценки имеющихся альтернатив усложняется из-за необходимости поиска кратчайших маршрутов доставки грузов потребителям и выбора вида транспорта.

Данные о поставщиках

| Поставщик | Объёмы поставок, т | Расстояние от поставщиков, км                               |                         |
|-----------|--------------------|---|-------------------------|
|           |                    | По железной дороге  | По автомобильной дороге |
| 1         | 80                 | до пункта А – 120<br>до пункта С – 150<br>до пункта К – 220 | до пункта А – 150       |
| 2         | 50                 | до пункта А – 230<br>до пункта К – 330                      | до пункта I – 50        |
| 3         | 70                 | до пункта К – 180<br>до пункта А – 280                      | до пункта К – 240       |
| 4         | 50                 | до пункта К – 210<br>до пункта А – 310                      | до пункта D – 80        |

Тарифы: железнодорожный – 0,5 ед./т×км;  
автомобильный – 0,8 ед./т×км.



Данные по товарообороту

| Пункт    | Товарооборот, т |
|----------|-----------------|
| <i>A</i> | 21              |
| <i>B</i> | 32              |
| <i>C</i> | 29              |
| <i>D</i> | 26              |
| <i>E</i> | 15              |
| <i>G</i> | 24              |
| <i>H</i> | 19              |
| <i>I</i> | 50              |
| <i>J</i> | 43              |
| <i>K</i> | 35              |

Матрица инцидентности

|          | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>D</i> | <i>E</i> | <i>G</i> | <i>H</i> | <i>I</i> | <i>J</i> | <i>K</i> |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>A</i> |          | 43       |          |          | 52       |          |          |          |          |          |
| <i>B</i> | 43       |          | 23       | 53       |          |          |          |          |          |          |
| <i>C</i> |          | 23       |          |          | 15       |          |          |          |          |          |
| <i>D</i> |          | 53       |          |          |          | 17       |          |          |          |          |
| <i>E</i> | 52       |          | 15       |          |          |          | 23       | 59       |          |          |
| <i>G</i> |          |          |          | 17       |          |          |          |          |          | 30       |
| <i>H</i> |          |          |          |          | 23       |          |          | 25       |          |          |
| <i>I</i> |          |          |          |          | 59       |          | 25       |          | 63       |          |
| <i>J</i> |          |          |          |          |          |          |          | 63       |          | 8        |
| <i>K</i> |          |          |          |          |          | 30       |          |          | 8        |          |

Автомобильный тариф внутри сети – 1 ед./ т×км..

Предложите алгоритм решения этой задачи.

### 3. Применение математической модели транспортной задачи для составления оптимального плана перевозок

При планировании автомобильных перевозок грузов находят применение экономико-математические модели транспортной задачи, задачи коммивояжера и другие.

Транспортная задача относится к классу задач линейной оптимизации и входит в состав информационных технологий оптимальных решений. Применение математической модели транспортной задачи целесообразно при организации доставки однородных грузов от нескольких поставщиков к нескольким потребителям.

#### 3.1 Общая постановка классической транспортной задачи и ее варианты

Постановка транспортной задачи. Транспортной организации необходимо осуществить перевозку продукции (взаимозаменяемых продуктов) от поставщиков к потребителям. Существует  $m$  поставщиков  $\langle i = \overline{1, m} \rangle$ , в обладающих запасом данного продукта в количествах  $a_i$  единиц соответственно, и  $n$  потребителей  $\langle j = \overline{1, n} \rangle$ , у которых существует потребность в продукте в объемах  $b_j$  единиц груза соответственно. Известны транспортные издержки на перевозку единицы продукта из пунктов поставки в пункты назначения (в различных задачах они могут обозначать различные параметры: себестоимость перевозки, расход топлива, тариф перевозки и т.д.). Будем обозначать через  $c_{ij}$  – транспортные затраты на перевозку единицы груза от  $i$ -го поставщика к  $j$ -му потребителю, а через  $x_{ij}$  – количество единиц продукции, перевозимое по маршруту  $\langle j \rangle$ .

Необходимо доставить все грузы потребителям с минимальными общими издержками.

Исходные данные задачи – объемы предполагаемых перевозок ресурсов от поставщиков к потребителям и стоимость их доставки можно представить в виде матрицы.

|                    |          |                     |     |          |     |          |
|--------------------|----------|---------------------|-----|----------|-----|----------|
|                    |          | Спрос потребителей  |     |          |     |          |
|                    |          | $b_1$               | ... | $b_j$    | ... | $b_n$    |
| Запасы поставщиков | $a_1$    | $c_{11}$            | ... | $c_{1j}$ | ... | $c_{1n}$ |
|                    | $\vdots$ | Стоимость перевозки |     |          |     |          |
|                    | $a_i$    | $c_{i1}$            | ... | $c_{ij}$ | ... | $c_{in}$ |
|                    | $\vdots$ | $\vdots$            |     | $\vdots$ |     | $\vdots$ |
|                    | $a_m$    | $c_{m1}$            | ... | $c_{mj}$ | ... | $c_{mn}$ |

Цель решения задачи – минимизация суммарных затрат на перевозку, для этого находится значение целевой функции

$$F = \begin{vmatrix} c_{11} & \dots & c_{1j} & \dots & c_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{i1} & \dots & c_{ij} & \dots & c_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{m1} & \dots & c_{mj} & \dots & c_{mn} \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} x_{11} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{vmatrix} \Rightarrow \min$$

или 
$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min \quad (3.1)$$

Постановка транспортной задачи предполагает несколько вариантов. Рассмотрим их.

### Вариант 1.

Предполагаем, что весь объем продукции, имеющийся у поставщиков, полностью распределяется между потребителями. Можно составить равенство:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (3.2)$$

Транспортная задача, для которой выполняется условие (3.2) называется закрытой.

В этом случае решение задачи сводится к поиску таких значений  $x$ , которые будут удовлетворять следующим ограничениям:

Ограничения задачи:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{ij} &= a_i, \quad i = \overline{1, m}; \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} &= b_j, \quad j = \overline{1, n}; \\ x_{ij} &\geq 0, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}. \end{aligned} \quad (3.3)$$

Первое условие предполагает, что груз каждого поставщика должен быть вывезен полностью, второе условие, – что спрос каждого потребителя должен быть удовлетворён; третье условие – что объемы перевозок должны быть неотрицательными.

Системе ограничений задачи (3.3) могут соответствовать несколько допустимых планов перевозки, необходимо отыскание такого оптимального плана, при котором общие транспортные издержки будут минимальны:

Рассмотренная постановка транспортной задачи с выполнением условия (3.2) называется транспортной задачей с закрытой моделью (закрытой транспортной задачей). Однако для большинства практических ситуаций это условие не выполняется. Такие задачи называются транспортными задачами с открытыми моделями (открытые транспортные задачи). Рассмотрим их варианты.

### Вариант 2.

Запас продукции у поставщиков превышает потребности потребителей, т.е. существует следующее неравенство:

$$\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j \quad (3.4)$$

Для решения такой задачи вводят фиктивного потребителя «свалку» ( $b_{n+1}$ ).

Объем его потребности определяется по следующей формуле:

$$b_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j. \quad (3.5)$$

При этом величина транспортных издержек для данного потребителя равна нулю:  $c_{i_{n+1}} = 0$  ( $i = \overline{1, m}$ ). Условия системы ограничений (3.3) остаются без изменения.

После введения фиктивного поставщика получаем равенство (3.2).

### Вариант 3.

Потребности покупателей превышают возможности (запасы) поставщиков, т.е. имеет место следующее неравенство:

$$\sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j \quad (3.6)$$

В этом случае для обеспечения условий решения задачи вводят фиктивного поставщика ( $a_{m+1}$ ) с мощностью поставки продукции, определяемой по формуле:

$$a_{m+1} = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i. \quad (3.7)$$

Величина транспортных затрат для данного поставщика принимается равной нулю:  $c_{m+1j} = 0 \quad (j = \overline{1, n})$ . Условия системы (3.3) остаются без изменения.

После этого условие задачи сводится к первому варианту (3.2).

## 3.2 Способы решения транспортной задачи

Решение транспортной задачи – определение варианта перевозок, обладающего суммарными минимальными транспортными затратами, представляется в два этапа:

**1. Этап.** Первоначально находится допустимое (опорное) решение, согласно которому без учета фактора стоимости перевозки находится вариант организации маршрутов между поставщиками и потребителями с полным распределением всего объема продукции.

Известны несколько моделей, которые могут использоваться для поиска опорных решений: это алгоритм построения допустимого базисного решения, названный Чарнессом и Купером «правилом северо-западного угла», был предложен Дж. Данцигом, метод минимальной стоимости, метод Фогеля и другие. Алгоритмы данных моделей будут приведены ниже.

**2. Этап.** Нахождение оптимального решения (при котором стоимость перевозок будет минимальной) транспортной задачи.

Для этого используются две группы точных методов.

Первая группа методов (обычно называемая «комбинаторными методами») основана на идеях симплекс-метода. Здесь любой алгоритм начинается с отыскания рас-

пределения поставок, удовлетворяющего ограничениям, накладываемым на переменные целевой функции. Затем проверяется, не является ли это распределение оптимальным, и если нет, то дальнейший ход решения заключается в постепенном приведении его к оптимальному.

К первой группе алгоритмов относится метод потенциалов, который исторически первым был разработан (в 1949г. Л.В.Канторовичем и М.К.Гавуриным).

Методы второй группы основаны на идее метода корректировки множителей. Здесь первоначально находится распределение, которое не обязательно удовлетворяет требованиям допустимости, но строго соответствует требованиям оптимальности. В процессе решения, в очередных итерациях решения план постепенно вводится в границы допустимости при соблюдении условия оптимальности.

К данным методам относится алгоритм, предложенный в 1962 г. А.Л. Брудно и имеющий название «метод вычеркивающей нумерации».

### 3.2.1 Метод северо-западного угла

Согласно данному методу распределение продукции осуществляется в места назначения согласно приоритетам. Убывание приоритета происходит в направлениях сверху – вниз и слева – направо, т. е. в первую очередь идет заполнение тех маршрутов, поставщики и потребители которых находятся в левом верхнем углу матрицы (северо-западный угол). Затем последовательно идет заполнение следующих элементов матрицы. Для этого был разработан следующий алгоритм.

На роль первой базисной переменной в общей постановке выбирают любую  $x_{ij}$  (обычно выбирают первую переменную  $x_{11}$ ) и полагают, что  $x_{ij} = \min(a_i, b_j)$ .

При этом возможны следующие три случая:

**Случай 1.** Если  $a_i < b_j$ , то все остальные переменные в  $i$ -ой строке полагаются равными нулю, т.е.  $x_{il} = 0$  (где  $l = 1, 2, \dots, q-1, q+1, \dots, n$ ).

Выбрасываем из рассмотрения  $i$ -ую строку, переходим на строку ниже и продолжаем алгоритм с элемента, находящегося под элементом  $b_j$ . На данном шаге значение величины  $b_j$  заменяем значением разности параметров  $b_j - a_i$  и осуществляем процесс вычисления базисных параметров в уменьшенной матрице.

**Случай 2.** Если  $a_i > b_j$ , то все остальные элементы  $j$ -ого столбца полагаются равными нулю, т.е.  $x_{kj} = 0$ , (где  $k = 1, 2, \dots, p-1, p+1, \dots, m$ ). Далее переходим к за-

полнению элемента следующего столбца по строке  $i$ , в расчете значение параметра  $a_i$  заменяем на  $a_i - b_j$ , и заполнение продолжается далее.

**Случай 3.** Если  $a_i = b_j$ , то вычеркивается либо строка, либо столбец, но не оба сразу. В этом случае, если в уменьшенной матрице остается несколько столбцов и только одна строка, то выбрасывается  $j$ -ый столбец, и наоборот, если остается несколько строк и один столбец, то вычеркивается  $i$ -ая строка, и заполнение продолжается далее.

Как следует из приведенного описания алгоритма, значение целевой функции здесь не анализируется, поэтому, прежде всего, этот метод предназначен для поиска допустимых решений, соответствующих системе ограничений (3.3).

### 3.2.2 Метод минимальной стоимости

*Метод минимальной стоимости* предполагает выполнение следующей последовательности действий. В таблице тарифов из всех значений стоимости выбирается наименьшее и в клетку  $(i, j)$  с наименьшей стоимостью заносится значение  $\min(a_i; b_j)$ , т.е. наименьшее из чисел  $a_i$  и  $b_j$ . Из дальнейшего рассмотрения исключается строка  $i$ , если запас  $a_i$  вывезен полностью; или столбец  $j$ , если спрос  $b_j$  удовлетворен полностью; или строка и столбец, если  $a_i = b_j$ . Среди оставшихся клеток опять заполняется клетка с наименьшим значением стоимости и так далее, до тех пор, пока не будут выполнены все ограничения задачи и найдено опорное решение.

### 3.2.3 Метод Фогеля

Метод Фогеля заключается в поэтапном заполнении клеток таблицы. На первом этапе находятся разности между наименьшими стоимостями перевозки в каждой строке и каждом столбце таблицы. Эти разности заносятся в соответствующие дополнительные строку и столбец таблицы. Далее выбирается строка (столбец) с наибольшим значением разности и в клетку с наименьшей стоимостью записывается значение  $\min(a_i; b_j)$ , вычеркивается соответствующая строка или столбец, как в методе минимальной стоимости. На следующем этапе для оставшихся клеток снова находятся строка (столбец) с наибольшими значениями разностей минимальных значений стоимостей и так далее, пока не будет найдено опорное решение.

Метод минимальной стоимости и метод Фогеля позволяют найти опорные решения близкие к оптимальному.

### 3.2.4. Алгоритм метода потенциалов

Алгоритм решения транспортной задачи методом потенциалов базируется на второй теореме двойственности, согласно которой решение транспортной задачи будет оптимальным, если найдутся числа  $u_i^* (i = \overline{1, m})$  и  $v_j^* (j = \overline{1, n})$ , называемые соответственно потенциалами поставщиков и потребителей, удовлетворяющие условиям:

$$\begin{aligned} u_i^* + v_j^* &= c_{ij} \quad \text{для} \quad x_{ij}^* > 0; \\ u_i^* + v_j^* &\leq c_{ij} \quad \text{для} \quad x_{ij}^* = 0; \\ i &= \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}. \end{aligned} \quad (3.8)$$

Алгоритм решения задачи на основе метода потенциалов:

1. Найти опорный план одним из рассмотренных ранее методов.
2. Проверить найденный опорный план на оптимальность:
  - 2.1. Находятся потенциалы поставщиков  $u_i (i = \overline{1, m})$  и  $v_j (j = \overline{1, n})$  по значениям  $c_{ij}$  в заполненных ( $x_{ij} > 0$ ) клетках таблицы. Так как в опорном плане заполнено  $m + n - 1$  клеток таблицы, то для определения потенциалов нужно составить систему из  $m + n - 1$  линейно независимых уравнений с  $m + n$  неизвестными:  $c_{ij} - (u_i - v_j) = 0$ . Такая система является неопределенной, поэтому одной неизвестной придают нулевое значение (например,  $u_1 = 0$ ).
  - 2.2. Находятся значения характеристик  $\delta_{ij}$  свободных ( $x_{ij} = 0$ ) клеток таблицы  $\delta_{ij} = c_{ij} - (u_i + v_j)$ . Если для всех свободных клеток таблицы значения  $\delta_{ij} \geq 0$ , то опорный план является оптимальным. Если имеются значения  $\delta_{ij} < 0$ , то клетка с наименьшим значением выбирается как самая перспективная для улучшения плана (II). Так как каждая клетка матрицы является маршрутом движения, то на данном маршруте должна быть поставка груза.
  - 2.3. Строится цикл (цепь) преобразования плана поставок. К перспективной клетке строится цикл по тем клеткам матрицы, в которых есть поставки (при этом необходимо исключить те клетки с поставками, которые являются единственными при просмотре строк и столбцов). По циклу расставляются чередующиеся знаки «+» и «-», начиная с перспективной клетки (в ней всегда ставится «+»), и определяется значение перераспределения груза  $Q$ , как наименьшее значение объема перевозки груза в клетках (вершинах цикла), отмеченных знаком «-».



2.4. Осуществляется перераспределение груза по циклу на величину  $Q$ . В результате получается новый опорный план, который вновь проверяется на оптимальность согласно п.2.1, и так до тех пор, пока не будет найдено оптимальное решение. Затем определяется величина суммарных транспортных затрат:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min .$$

Решение транспортной задачи с применением информационных технологий Ms Excel с помощью надстройки «Поиск решения» приведен в файле *SOLVSAMP* (*Program Files/Microsoft Office/OFFICE11/SAMPLES/...*).

Вариант оформления рабочего листа Excel представлен на рисунке.

|    | A                  | B                           | C  | D | E | F | G                         | H | I | J |  |
|----|--------------------|-----------------------------|----|---|---|---|---------------------------|---|---|---|--|
| 1  | Исходные данные    |                             |    |   |   |   |                           |   |   |   |  |
| 2  | $b_j$              | 5                           | 12 | 6 | 4 | 7 |                           |   |   |   |  |
| 3  | $a_i$              | 5                           | 8  | 4 | 3 | 7 |                           |   |   |   |  |
| 4  | 2                  | 4                           | 5  | 3 | 6 | 2 |                           |   |   |   |  |
| 5  | 14                 | 4                           | 2  | 5 | 3 | 4 |                           |   |   |   |  |
| 6  | 8                  | 6                           | 4  | 5 | 3 | 4 |                           |   |   |   |  |
| 7  | 6                  | 5                           | 6  | 8 | 7 | 8 |                           |   |   |   |  |
| 8  | 4                  | <b>Суммарные издержки =</b> |    |   |   |   | <b>100</b>                |   |   |   |  |
| 9  | Переменные решения |                             |    |   |   |   |                           |   |   |   |  |
| 10 | $b_j$              | 5                           | 12 | 6 | 4 | 7 | Ограничения               |   |   |   |  |
| 11 | $a_i$              | -                           | -  | - | 2 | - | -                         | 0 |   |   |  |
| 12 | 2                  | 1                           | -  | 6 | - | 7 |                           | 0 |   |   |  |
| 13 | 14                 | -                           | 8  | - | - | - |                           | 0 |   |   |  |
| 14 | 8                  | -                           | 4  | - | 2 | - |                           | 0 |   |   |  |
| 15 | 6                  | 4                           | -  | - | - | - |                           | 0 |   |   |  |
| 16 | 4                  | 0                           | 0  | 0 | - | 0 | 0                         |   |   |   |  |
| 17 | Ограничения        |                             |    |   |   |   |                           |   |   |   |  |
| 18 |                    | <b>Проверка ограничений</b> |    |   |   |   | <b>=СУММ(B11:B15)-B10</b> |   |   |   |  |
| 19 |                    |                             |    |   |   |   |                           |   |   |   |  |

**Вычисление целевой функции**  
**=СУММПРОИЗВ(B3:F7;B11:F15)**

**Проверка ограничений**  
**=СУММ(B11:F11)-A11**

После оформления рабочего листа из меню «СЕРВИС» необходимо вызвать диалоговое окно «Поиск решения» и заполнить следующие его элементы:

|                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| Установить целевую ячейку | G8                         |
| Равной                    | минимальному значению      |
| Изменяя ячейки            | B11:F15                    |
| Ограничения               | G11:G15 = 0<br>B16:F16 = 0 |

В диалоговом окне «Параметры» установить флажки «линейная модель» и «неотрицательные значения», после чего запустить полученную модель на выполнение.

### Задание

1. По исходным данным, используя известные методы («северо-западного» угла, минимальной стоимости, метод Фогеля), найти исходный допустимый план перевозок, проверить его оптимальность методом потенциалов и, в случае необходимости, провести один шаг оптимизации.

2. Найти оптимальное решение с помощью надстройки Ms Excel «Поиск решения» для транспортной задачи с дополнительными условиями:

- фиксированная поставка от  $i$ -го поставщика к  $j$ -му потребителю;
- поставки с ограничениями по объему перевозимых грузов.

Дополнительные ограничения задаются по результатам поиска оптимального решения базового варианта задания. Например, целесообразно назначить обязательную поставку по маршруту, не вошедшему в оптимальный план, при этом размер перевозимого груза не должен превышать соответствующих значений спроса потребителя или запаса поставщика.

В случае введения ограничений на поставку, наоборот, целесообразно использовать маршруты оптимального плана, увеличивая значение поставки для случая ограничения «снизу» и уменьшая имеющееся значение при ограничении «сверху» (при этом размер перевозимого груза также не должен превышать соответствующих значений спроса потребителя или запаса поставщика).

Варианты задания и пример решения транспортной задачи приведены в учебно-методическом пособии Логистика: Часть 2.

## 4. *ABC – XYZ* анализы

### 4.1 *ABC – анализ*

*ABC* – анализ нашел широкое применение как метод контроля и управления запасами, который позволяет разделить номенклатуру реализуемых товарно-материальных ценностей по выбранному критерию, например, по удельному весу позиции в общем объеме реализации или в суммарной стоимости хранимых запасов и т.д. Этот метод в разных странах называют по-разному: метод Парето, метод 80/20, принцип правой руки и т.д.

Суть метода заключается в упорядочении позиций номенклатуры в порядке убывания удельного веса с последующим разделении их на три группы – *A*, *B*, *C*. В группу *A* включаются несколько позиций, на долю которых приходится преобладающая часть суммарного значения критерия. Обычно, это особая группа с точки зрения определения величины заказа по каждой позиции номенклатуры, контроля текущего запаса, затрат на доставку и хранение.

К группе *B* относятся позиции номенклатуры, занимающие среднее положение в формировании суммарного значения критерия классификации. По сравнению с позициями номенклатуры группы *A* они требуют меньшего внимания, поэтому в отношении их производится обычный контроль текущего запаса на складе и своевременности заказа.

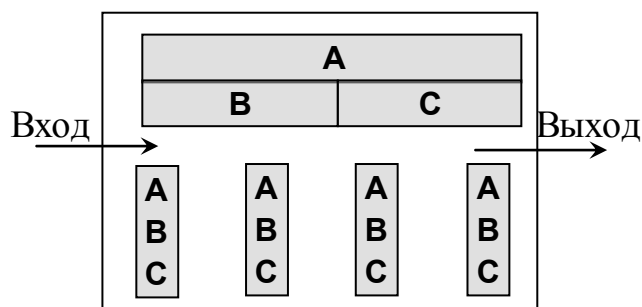
Группа *C* включает позиции номенклатуры, составляющие большую часть запасов, при этом на них приходится незначительная часть суммарного значения критерия. По позициям группы *C* осуществляется периодический контроль, расчеты оптимальной величины заказа и периода заказа не выполняются.

Метод *ABC* вполне подходит и для формирования концепции рационального размещения различного рода материальных товаров на складских зонах. Однако в таком случае необходимо учитывать двухмерность складирования: горизонтального и вертикального.

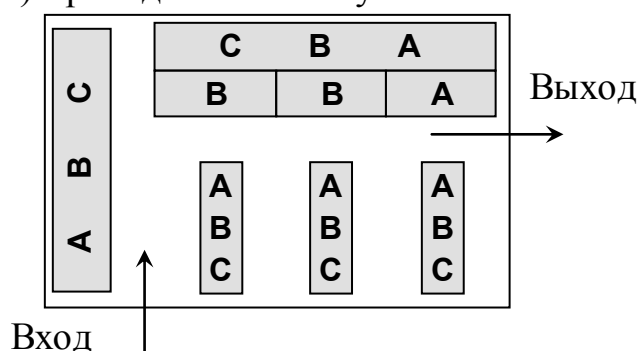
В процессе горизонтального размещения товаров решающим фактором является частота заказов на данный период. Товары, заказываемые чаще всего, должны размещаться, по возможности, наиболее близко к пункту выдачи и/или упаковки, поскольку в этом случае сумма манипуляционно-транспортных операций будет минимальной.

Вследствие этого уменьшается трудоемкость операций, что равнозначно росту эффективности функционирования складского предприятия.

а) Проходная система



б) Проходная система угловая



в) Карманная система

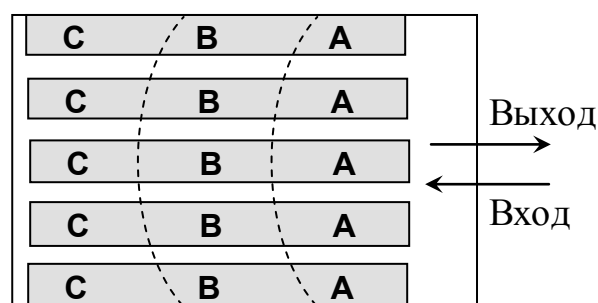
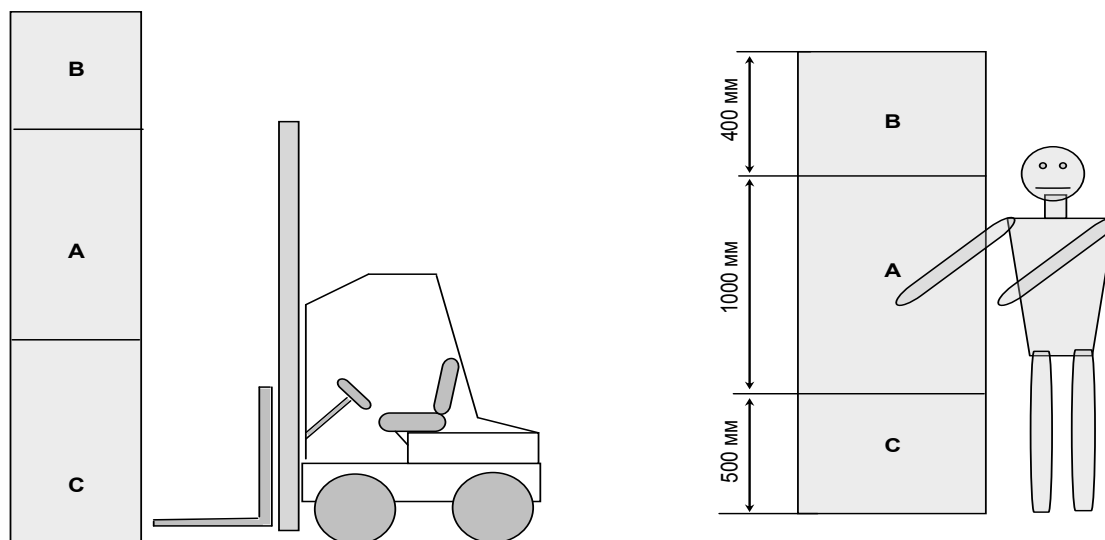


Рисунок 2. Горизонтальное размещение товарных групп *A, B, C*.

В процессе вертикального размещения товаров на первый план выдвигается количество заказов на данный период.

Товары, заказываемые в наибольшем числе, должны размещаться в зоне нормального доступа рук складского работника. Места складирования, которые требуют от работника выполнения наклонов или вытягивания вверх, должны быть зарезервированы для предметов, заказываемых в наименьших количествах. Работа складского пер-

сонала с товарами в труднодоступных местах требует увеличенных энергетических затрат и, в общем случае, не желательна с эргономической точки зрения.



а) Для стеллажей, обслуживаемых  
вилочным погрузчиком

б) Для стеллажей, обслуживаемых  
человеком

Рис. 3. Вертикальное размещение товарных групп ABC

*ABC* - анализ позволяет:

- управлять запасами путем соответствующей группировки, классификации товаров по ассортиментным критериям, например, даже по 300 000 ассортиментным позициям;
- управлять запасами путем группировки товаров по группам, требующим различных условий хранения;
- управлять запасами путем группировки товаров в зависимости от транспортных требований;
- управлять запасами в разветвленных и многоуровневых дистрибутивных сетях;
- управлять локализацией позиций в логистических центрах или на складах;
- оптимизировать издержки, связанные с замораживанием капитала;
- поддерживать соответствующую доступность товара, что оказывает влияние на уровень обслуживания клиента;
- диверсифицировать портфель поставщиков;
- диверсифицировать портфель клиентов.

## 4.2 XYZ анализ.

С помощью анализа XYZ ассортимент продукции, находящихся на складе или в магазине, распределяется в зависимости от неравномерности их потребления, в частности:

- детали класса *X* характеризуются постоянной величиной их потребности, только небольшими колебаниями в их расходе и высокой точностью предсказания;
- детали класса *Y* характеризуются заранее известными тенденциями определения потребности в них, например, сезонными колебаниями и средними возможностями прогноза;
- детали класса *Z* потребляются нерегулярно, какие-либо тенденции отсутствуют, прогнозирование их потребности неточно.

Построение этих кривых основано на анализе прошлого опыта и использовании метода наименьших квадратов для создания регрессионной зависимости. Рассчитанный, исходя из стандартных отклонений (сигма) коэффициент вариации  $K_B$  характеризует относительное распределение деталей по их частоте потребления:

$$K_B = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}}{\bar{x}} \times 100\%, \quad (4.1)$$

где  $x_i$  – значение спроса по оцениваемой позиции за  $i$ -ый период;

$\bar{x}$  – среднее значение спроса по оцениваемой позиции;

$n$  – число периодов, за которые проведена оценка.

Многокритериальная оценка сразу по двум критериям – удельному весу позиции и стабильности спроса на неё, получила название *ABC–XYZ* анализ.

## 4.3 ABC–XYZ анализ

Последовательность проведения *ABC–XYZ* анализа.

1. Сформулировать цель анализа *ABC* и определить критерий, по которому намечено провести разделение ассортимента.
2. Рассчитать доли позиций ассортимента в общем объеме запаса.
3. Выстроить ассортиментные позиции в порядке убывания их доли в общем запасе.

4. Разделить ассортиментные позиции на группы *A, B, C*. В группу *A* включают 20% позиций упорядоченного списка, начиная с наиболее значимой. В группу *B* включают следующие 30% позиций. В группу *C* включают оставшиеся 50% позиций.

5. Рассчитать коэффициенты вариации спроса по позициям  $K_B$  по формуле (4.1).

6. Выстроить ассортиментные позиции в порядке возрастания значения коэффициента вариации.

7. Разделить ассортиментный перечень на группы *X, Y, Z*.

| Группа   | Значение критерия      |
|----------|------------------------|
| <i>X</i> | $0 \leq K_e < 10\%$    |
| <i>Y</i> | $10\% \leq K_e < 25\%$ |
| <i>Z</i> | $K_e \geq 25\%$        |

8. Построить матрицу *ABC-XYZ* и выделить товарные позиции, требующие наиболее тщательного контроля при управлении запасами. Объединение результатов *ABC* и *XYZ*-классификация в матрице *ABC-XYZ* – популярный и очень информативный инструмент управления запасами.

На рисунке 4 приведена иллюстрация общепризнанного варианта составления такой матрицы.

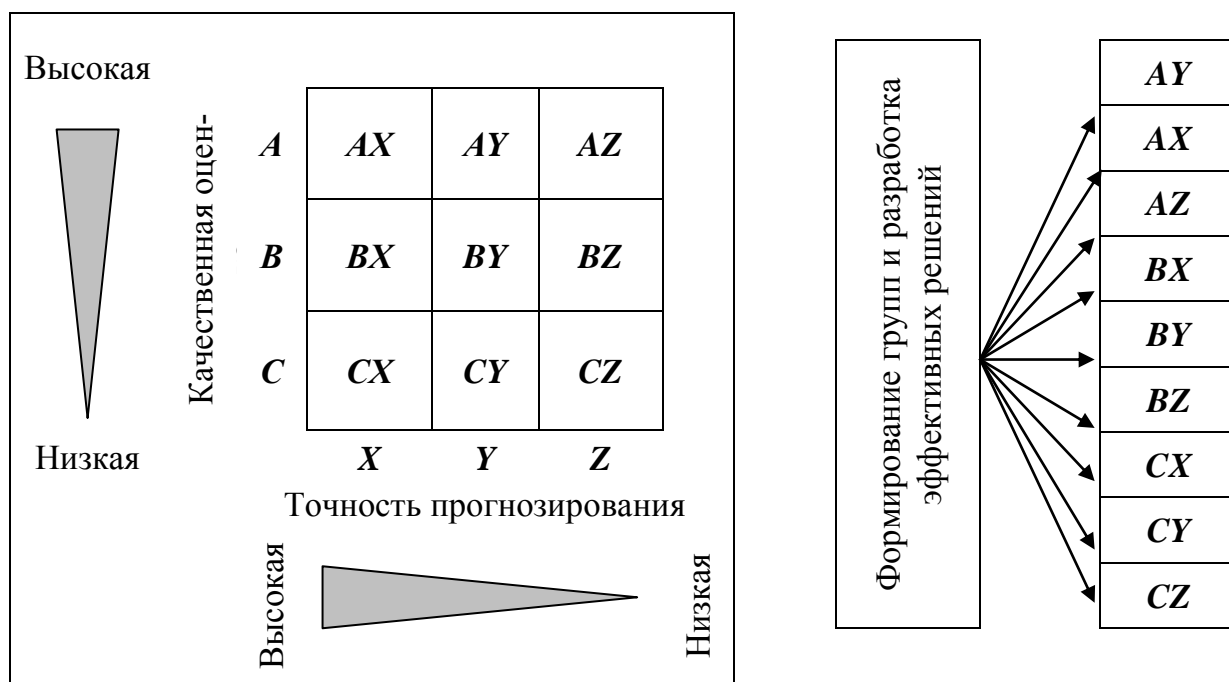


Рисунок 4. Иллюстрация составления матрицы *ABC-XYZ*.

В каждую клетку матрицы *ABC-XYZ* попадают те позиции номенклатуры, которые были отнесены к каждой из двух указанных в клетке групп номенклатуры. Например, в клетку *AX* должны быть записаны позиции, отнесенные к группе «*A*» при классификации по методу *ABC* и к группе «*X*» при классификации по методу *XYZ*. В случае если результатом классификации *ABC* было разделение более чем на три группы, состав матрицы должен быть расширен.

Очевидно, что не все клетки матрицы *ABC-XYZ* будут заполнены. Если в *ABC* - классификации присутствие групп «*A*», «*B*» и «*C*» обязательно, то при классификации *XYZ* вполне возможно отсутствие одной или даже двух групп. Если бизнес имеет традиционный характер, в идеальном случае будет преобладать группа «*X*», группа «*Y*» может быть представлена незначительно, а группа «*Z*» может отсутствовать. Если бизнес ориентирован на новую продукцию или выход на новые рынки сбыта, группа «*X*» может отсутствовать, а преобладать группа «*Y*» или (и) группа «*Z*».

Сам характер заполнения матрицы *ABC-XYZ* может многое сказать руководству о состоянии работы в организации. Отсутствие групп «*AX*» и «*AY*» может вызвать серьезные вопросы в традиционном бизнесе – это свидетельствует об отсутствии стабильного и эффективного характера работы. Наличие группы «*ZC*» по номенклатуре готовой продукции должно быть обсуждено с руководителями службы маркетинга, рекламы, отдела продаж и технического отдела.

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

Например, общая рекомендация ориентации группы «*X*» на работу «точно в срок» по подгруппе «*AX*» может привести как к блестящим результатам (в силу значимости группы «*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 замороженного капитала. С другой стороны, при отрицательной позиции к группе «*Z*» и минимизации запасов подгруппы «*AZ*» возможны серьезные потери, если в качестве критерия *ABC* - классификации были приняты по-



казатели, отслеживающие значимость реализации продукции «А»-класса. Дефицит, в таком случае, будет крайне не желателен. Поэтому для группы «Z» при наличии совмещения с классификацией ABC возможна комбинация подходов минимизации и максимизации в зависимости от групп «А», «В» и «С».

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

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

Матрица ABC-XYZ дает хорошую информацию для стратегического смещения позиций номенклатуры. Например, появление позиций группы «CZ» может быть вызвано пренебрежением отделом маркетинга к продвижению продукции группы «С», что является, в целом, целесообразным. Возможно, изучения рынка реализации подгруппы «CZ» и проведение маркетинговых мероприятий позволит сместить эти позиции в группу «СУ», имеющую выраженные тенденции спроса, что в дальнейшем может привести к перемещению их в группу «ВУ».

#### Задание

1. Провести ABC-анализ данных объёмов продаж группы товаров за год по вариантам.
2. Провести XYZ анализ объёмов продаж по квартальным отчетам.
3. Построить результирующую матрицу разделения товарных позиций на группы.
4. По результатам проведенных расчётов сделать выводы относительно тактики управления запасами по товарным позициям.

Отчет должен содержать титульный лист, постановку задачи, интерпретацию исходных данных, пояснения к расчетам и заключительные выводы. В качестве иллюстраций использовать расчётные формулы и диаграммы.

### Методические указания

Расчет коэффициента вариации спроса по формуле (4.1) может быть проведено с помощью встроенных функций Ms Excel, например, *КОРЕНЬ(...)*, *КВАДРОТКЛ(...)*, *СРЗНАЧ(...)*, *ДИСПР(...)*, *СТАНДОТКЛОНП(...)*.

Варианты задания и пример *ABC-XYZ* анализа приведены в учебно-методическом пособии Логистика: Часть 2.

## 5. Модель «точно вовремя»

Основным объектом интегрированной логистики является «цикл исполнения заказа» или «функциональный цикл» (ФЦ).

Базовая структура ФЦ одинакова для физического распределения, материально-технического обеспечения, производства и снабжения. Исследование конфигурации отдельного ФЦ позволяет выявить важнейшие взаимосвязи и линии контроля. Временные интервалы, из которых состоит ФЦ, являются случайными величинами, поэтому и сам цикл является случайной величиной.

Продолжительность цикла равна сумме времен выполнения отдельных операций, поэтому возникает задача уменьшения неопределенности, вызванной случайным характером времени выполнения отдельных операций

Среднее значение продолжительности цикла можно представить как

$$\bar{T} = \sum_{i=1}^N \bar{T}_i . \quad (5.1)$$

Среднеквадратическое отклонение продолжительности цикла

$$\sigma_T^2 = \sum_{i=1}^N \sigma_i^2 + 2 \cdot \sum_{i < j} r_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j , \quad (5.2)$$

где  $\bar{T}_i, \sigma_i$  – соответственно средние и среднеквадратические отклонения времени выполнения  $i$ -й операции;

$r_{ij}$  – коэффициент корреляции между  $i$ -й и  $j$ -й операциями ФЦ.

Суммирование распространяется на все возможные парные сочетания случайных величин.

Продолжительность цикла может быть определена с заданной доверительной вероятностью

$$T_0 = \bar{T} + x_p \cdot \sigma_T , \quad (5.3)$$

где  $x_p$  – показатель нормального распределения для значения вероятности  $P$ .

Оптимизационная модель цикла исполнения заказа может быть представлена в виде

$$\sum_{i=1}^N C_i(t) \varphi(\bar{T}_i, \sigma_i) \rightarrow \min , \quad (5.4)$$

где  $C_i(t)$  – зависимость издержек выполнения  $i$ -й операции от ее продолжительности;

$\bar{T}_i, \sigma_i$  – параметры, характеризующие продолжительность  $i$ -ой операции.

Из анализа приведенных зависимостей следует, что выполнение условия оптимальности может быть достигнуто различными способами. Например, уменьшением составляющих  $\sigma_i$ , использованием свойств отрицательной корреляции между отдельными элементами цикла, корректировкой продолжительности операций в случае, если наблюдается существенное отклонение от норматива.

При проведении статистических исследований возникает проблема достоверности результата и определения границ интервала значений, в которых может находиться истинное значение показателя с заданной вероятностью, так называемого доверительного интервала.

Доверительный интервал – это такой интервал, относительно которого с наперед заданной вероятностью  $P = 1 - \alpha$  можно утверждать, что он содержит неизвестное значение параметра  $q$ :

$$P \left( q_1 < q < q_2 \right) = 1 - \alpha, \quad (5.5)$$

где  $1 - \alpha$  – доверительная вероятность;

$\alpha$  – уровень значимости.

Доверительный интервал для среднего определяется по формуле

$$\left[ \bar{X} - t_{n,p} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; \quad \bar{X} + t_{n,p} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right], \quad (5.6)$$

где  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение;

$n$  – число наблюдений;

$t_{n,p}$  –  $t$ -значение распределения Стьюдента с числом степеней свободы  $n$  и доверительной вероятностью  $p$ .

На основе данных проведенного ретро-анализа (числовых значений исследуемой величины за некоторый промежуток времени) проведена статистическая обработка и определены неизвестные параметры для вида уравнения, описывающего данный процесс.

В работе рассматриваются три вида уравнений:

1. Нормальный закон распределения (закон Гаусса):

Функция распределения:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx. \quad (5.7)$$

Функция плотности вероятности:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}. \quad (5.8)$$

Здесь:  $x$  – исследуемый параметр;

$a$  – математическое ожидание:  $a = M[x]$ ;

$\sigma$  – среднеквадратическое отклонение:  $\sigma = \sigma[x]$ ;

$a, \sigma$  – неизвестные параметры.

Графическое представление функции плотности вероятности имеет следующий вид:

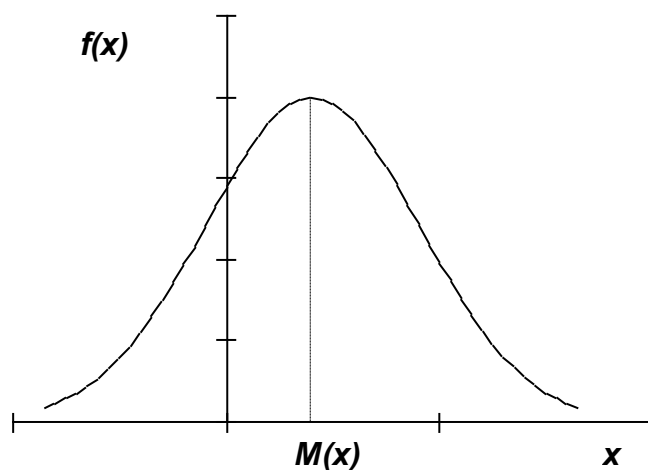


Рисунок 5. Функция плотности вероятности нормального распределения.

## 2. Трехпараметрическое распределение Вейбулла:

Функция распределения:

$$F(x) = \begin{cases} 1 - \exp \left[ - \left( \frac{x - x_o}{x_c} \right)^b \right] & x > x_o \\ 0 & x \leq x_o \end{cases} \quad (5.9)$$

Функция плотности вероятности:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{b}{c} \left( \frac{x - x_o}{x_c} \right)^{b-1} \cdot \exp \left[ - \left( \frac{x - x_o}{x_c} \right)^b \right] & x > x_o \\ 0 & x \leq x_o \end{cases} \quad (5.10)$$

Здесь:  $x_o$ ,  $x_c$ ,  $b$  – неизвестные параметры распределения;

$x_o$  – нижняя граница изменения случайной величины ( $x_o \geq 0$ );

$x_c$  – характеристический параметр (смысл центрального значения) соответствует центру тяжести фигуры и определяется как исследуемый параметр при вероятности 0,632 ( $x_c = x_{p=0,632}$ );

$b$  – параметр, характеризующий разброс значений (чем больше, тем более островершинное распределение).

Внешний вид функции плотности вероятности показан на рисунке 6.

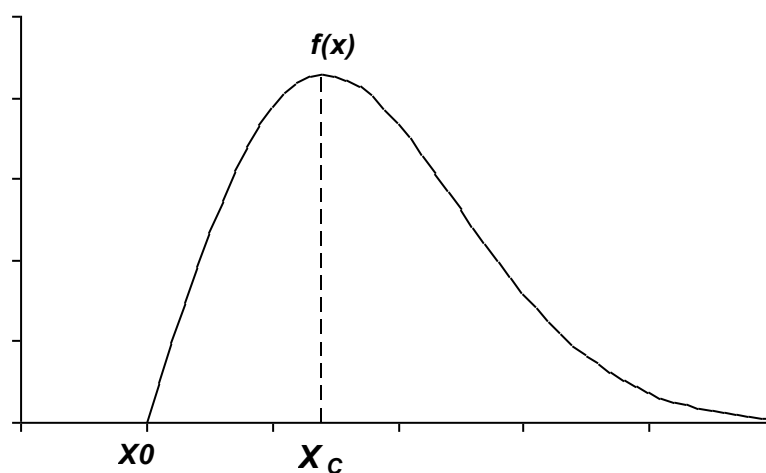


Рисунок 6. Функция плотности вероятности трехпараметрического распределения Вейбулла.

### 3. Двухпараметрическое распределение Вейбулла:

При  $x_0 = 0$  функция распределения задается выражением:

$$F(x) = \begin{cases} 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{x_c}\right)^b\right] & x > 0 \\ 0 & x \leq 0 \end{cases} \quad (5.11)$$

Функция плотности вероятности:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{b}{c} \left(\frac{x}{x_c}\right)^{b-1} \cdot \exp\left[-\left(\frac{x}{x_c}\right)^b\right] & x > 0 \\ 0 & x \leq 0 \end{cases} \quad (5.12)$$

Графическое отображение функции плотности вероятности показано на рисунке 7.

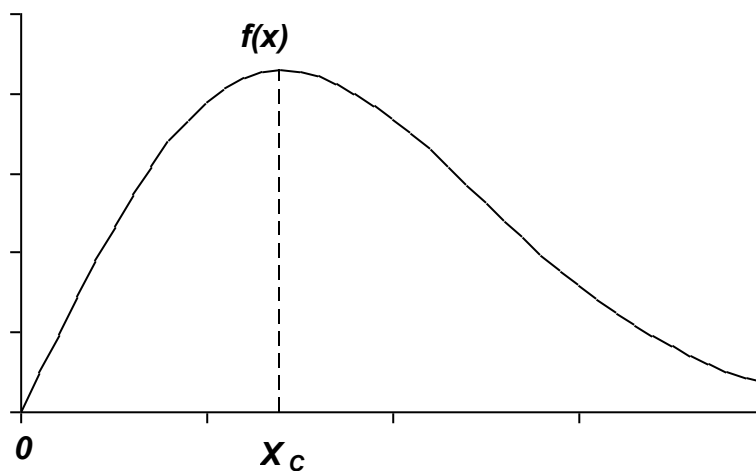


Рисунок 7. Функция плотности вероятности двухпараметрического распределения Вейбулла.

## Задание

1. Определить возможность выполнения заданной поставки в срок при условии, что время выполнения отдельных операций носит случайный характер и подчиняется нормальному закону распределения. Необходимые статистические параметры операций определить по результатам наблюдений, приведенных в задании по вариантам.
2. Сделать выводы относительно имеющихся резервов сокращения длительности функционального цикла или возможного сокращения затрат за счёт снижения требований по срокам выполнения, в зависимости от полученных результатов.
3. Определить доверительный интервал времени выполнения логистической операции по известным значениям вероятностей, указанных в задании по вариантам.
4. Используя данные наблюдений выполнения операций, рассчитать доверительные интервалы с уровнем значимости  $\alpha = 0,05$ .
5. По заданным параметрам распределения случайной величины определить доверительный интервал значений, построить графики распределения случайной величины и плотности распределения её значений.
6. По результатам проведенных расчётов сделать выводы.

### Методические указания

Расчёт статистических параметров операций по результатам наблюдений осуществить с помощью встроенных функций Ms Excel без учета взаимной корреляции

значений времени выполнения операций 
$$\sigma_T^2 = \sum_{i=1}^N \sigma_i^2$$

| Операции перевозки | Средние значения $T_i$ , час | СКО ( $\sigma_i$ ), час |
|--------------------|------------------------------|-------------------------|
|                    |                              |                         |
|                    |                              |                         |

Показатель обратного нормального распределение  $x_p$  для указанного среднего и стандартного отклонения рассчитать с помощью функции Ms Excel «НОРМОБР(вероятность; среднее; стандартное отклонение)».

Синтаксис

Вероятность – вероятность, соответствующая нормальному распределению.



Среднее – среднее арифметическое распределения.

Стандартное отклонение – стандартное отклонение распределения.

Функция Ms Excel «СТЮДРАСПОБР» возвращает  $t$ -значение распределения Стьюдента как функцию вероятности и числа степеней свободы.

Синтаксис

СТЮДРАСПОБР(вероятность; степени свободы)

Вероятность – вероятность, соответствующая двустороннему распределению Стьюдента.

Степени свободы – число степеней свободы, характеризующее распределение.

Варианты задания и пример расчета параметров модели приведены в учебно-методическом пособии Логистика: Часть 2.

## 6. Организация видов движения материальных потоков.

### Расчет параметров движения

Задачей данного этапа является овладение навыками организации видов движения материальных потоков в зависимости от внешних факторов и, в частности, времени выполнения заказа  $T_{зак}$

Исходные данные этапа:

---

|            |  |
|------------|--|
| $N_{зак}$  | – размер партии заказа (штук деталей);   |
| $p$        | – передаточная партия (от одного рабочего места к другому) (штук деталей);                   |
| $m$        | – число участков (предприятий, пунктов обслуживания),  |
| $N_{р.м.}$ | – число рабочих мест на участке непосредственно участвующих в выполнении операций;           |
| $t_{mp}$   | – время перевозок (пролеживания и т.п.), время доставки деталей от одного участка к другому; |
| $t_n$      | – нормативная трудоемкость (чел.·час, чел.·день) выполнение операции для одной детали;       |
| $T_{зак.}$ | – время выполнения заказа (длительность цикла логистической операции).                       |

---

#### Задание

1. Рассчитать время выполнения заказа для различных вариантов организации движения материальных потоков по формулам:

1.1 Последовательный вид движения:

$$T_{зак.}^{посл.} = N_{зак.} \cdot \sum_{i=1}^m \left( \frac{t_n}{N_{р.м.}} \right)_i + \sum_{j=1}^{m-1} t_{mp.j}; \quad (6.1)$$

1.2 Параллельный вид движения:

$$T_{зак.}^{пар.} = p \cdot \sum_{i=1}^m \left( \frac{t_n}{N_{р.м.}} \right)_i + \left( N_{зак.} - p \right) \cdot \left( \frac{t_n}{N_{р.м.}} \right)_{max} + \sum_{j=1}^{m-1} t_{mp.j}; \quad (6.2)$$

1.3 Смешанный вид движения:

$$T_{\text{зак.}}^{\text{смеш.}} = N_{\text{зак.}} \cdot \sum_{i=1}^m \left( \frac{t_n}{N_{\text{п.м.}}}_i \right) - N_{\text{зак.}} - p \cdot \sum_{k=1}^{m-1} \min \left[ \left( \frac{t_n}{N_{\text{п.м.}}}_k \right); \left( \frac{t_n}{N_{\text{п.м.}}}_{k+1} \right) \right] + \sum_{j=1}^{m-1} t_{\text{мп.}j} \quad (6.3)$$

2. Построить графики видов движения.

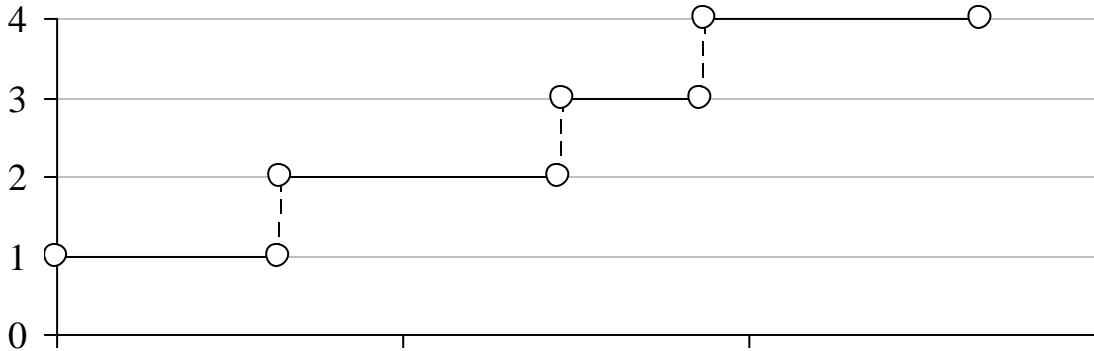


Рисунок 8. График последовательного вида движения.

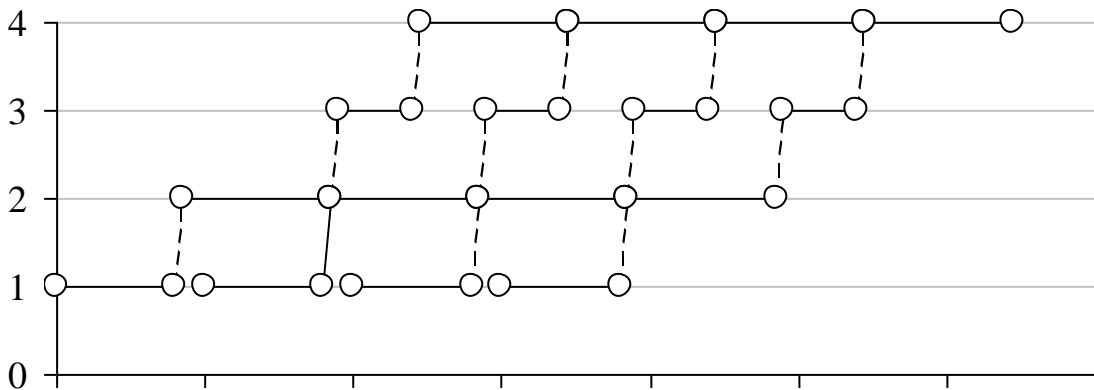


Рисунок 9. График параллельного вида движения

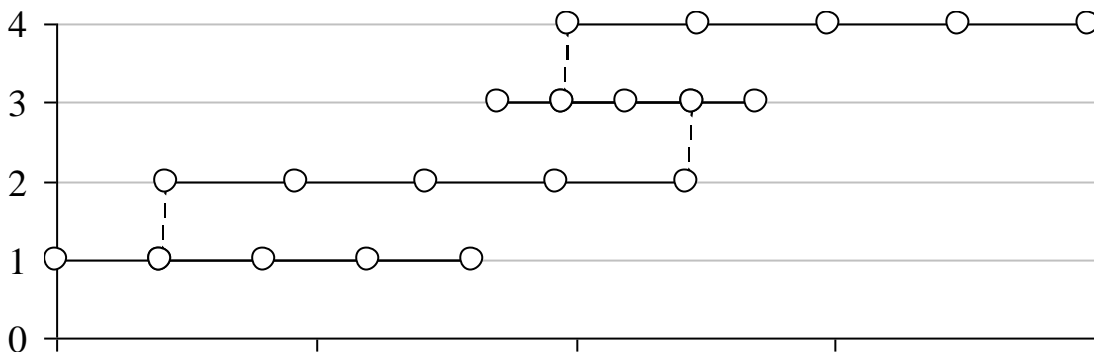


Рисунок 10. График смешанного вида движения

3. Для параллельного вида движения провести синхронизацию.

Синхронизация – это попытка выравнивания трудоемкостей работ на разных участках за счет возможной (если позволяет технология процесса) передачи части работ с одного участка на другой. Наиболее оптимальной будет величина времени, определенная по формуле средней арифметической:

$$t_{\text{синхр.}} = \frac{\sum_i^m \left( \frac{t_{n.}}{N_{\text{п.м.}}}_i \right)}{m}. \quad (6.4)$$

Оценить выигрыш от синхронизации движения можно, воспользовавшись следующим выражением:

$$\delta_{\text{синхр.}} = \frac{T_{\text{нар.}} - t_{\text{синхр.}}}{T_{\text{нар.}}} \times 100\%. \quad (6.5)$$

4. Для параллельного вида движения, варьируя число участков  $m$  в выражении (6.2), определить минимальное время выполнения заказа.

Существенным упрощением условий организации движения в данном случае является допущение о полной технологической взаимозаменяемости участков обработки деталей. В этом случае выражение (6.2) с учетом (6.4) может быть преобразовано к следующему виду:

$$T_{\text{зак.}}^{\text{нар.}} = p \cdot \sum_{i=1}^m \left( \frac{t_n}{N_{\text{п.м.}}}_i \right) + \frac{\sum_{i=1}^m \left( \frac{t_n}{N_{\text{п.м.}}}_i \right)}{m} + (n-1) \cdot t_{\text{мп.}}. \quad (6.6)$$

При изменении  $m$  полная трудоёмкость изготовления одной детали на всех участках остается неизменной, так как соответственно изменяется и время обработки детали на каждом участке:

$$t_{\text{норм.}}^{\text{полн.}} = \sum_{i=1}^m \left( \frac{t_n}{N_{\text{п.м.}}}_i \right) = \text{const}.$$

На рисунке 11 представлены два возможных варианта организации обработки детали с различным числом участков, при этом, как видно, общее время обработки детали остается неизменным.

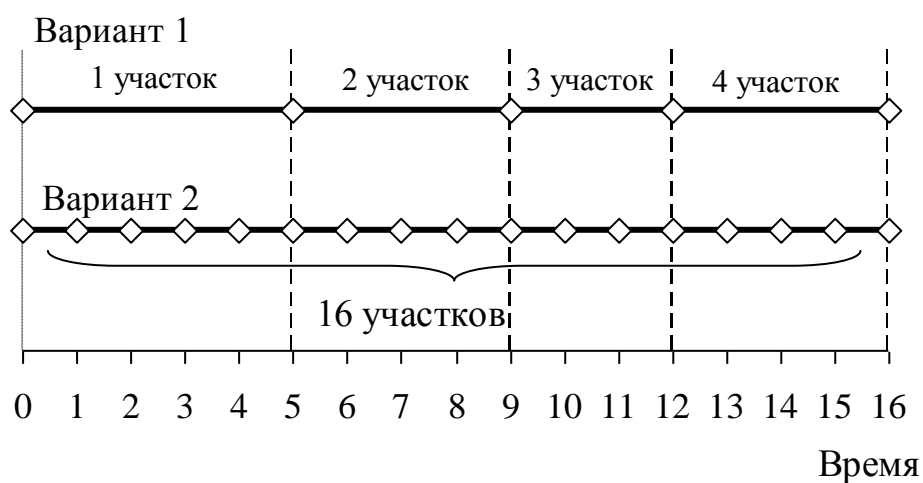


Рисунок 11. Варианты обработки детали с различным числом участков.

Анализ выражения (6.6) показывает, что его слагаемые по-разному реагируют на изменение параметра  $m$ : первое, очевидно, остается постоянным, второе изменяется обратно пропорционально, а третье – прямо пропорционально изменению  $m$ . Графическое представление этих зависимостей приведено на рисунке 12.

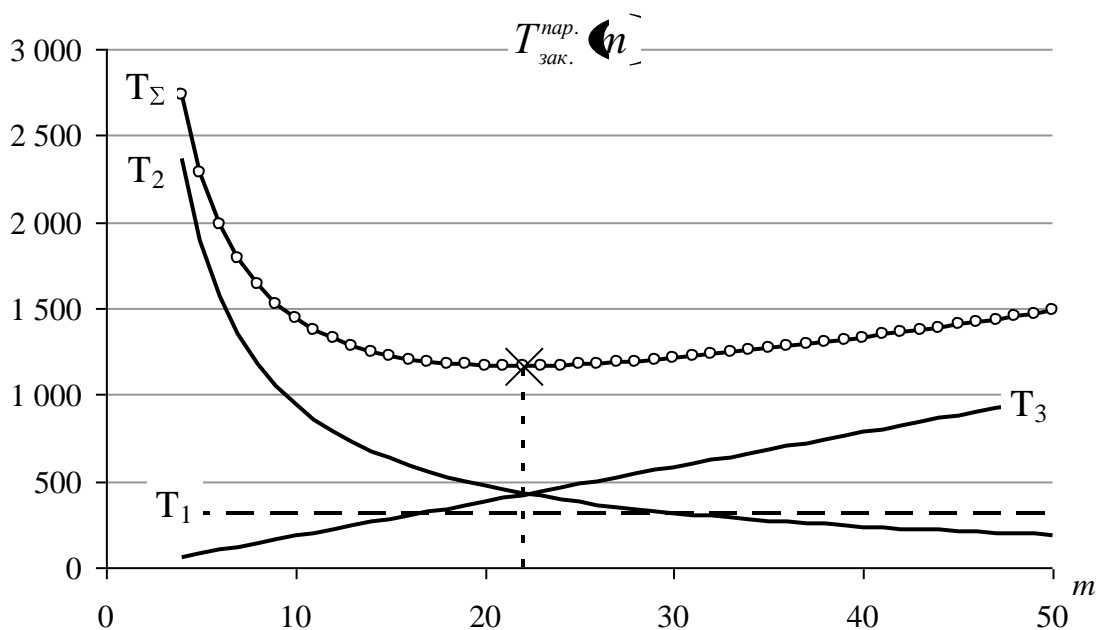


Рисунок 12. Зависимость времени обработки заказа от числа участков  $m$ .

Расчет может быть проведен несколькими способами:

а) последовательной подстановкой значений  $m$  из диапазона  $5 \leq m \leq 30$  в выражение (6.6) и отбором из полученных значений  $T_{зак}$  локального минимума.

б) расчетом множества значений  $T_{зак}(m)$  в диапазоне  $5 \leq m \leq 30$  с помощью табличного процессора Ms Excel и выбором минимального значения  $T_{зак}$ .

в) с помощью решения уравнения частной производной выражения (6.6) по  $m$ :

$$\frac{dT_{зак}^{нар.}}{dm} = \frac{N_{зак.} - p \sum_{i=1}^m \left( \frac{t_n}{N_{п.м.}} \right)_i}{m^2} + t_{мп.} = 0 \quad (6.7)$$

Из этого следует:

$$\bar{m} = \sqrt{\frac{N_{зак.} - p \sum_{i=1}^m \left( \frac{t_n}{N_{п.м.}} \right)_i}{t_{мп.}}} \quad (6.8)$$

Оценить выигрыш времени от оптимизации процесса по числу участков можно с помощью выражений (6.4) и (6.5).

5. Построить график движения по календарным дням. Задавшись временем выполнения заказа (например, 12 часов дня любого рабочего понедельника текущего года) определить дату запуска заказа.

- а) для четных вариантов предполагается 2-х сменная работа по 8 часов, 5 дней в неделю, исключая праздники:
- б) для нечетных вариантов – 1 сменная рабочая неделя, 6 дней в неделю, исключая праздники.

На рисунке 13 приведен календарный график выполнения заказа для односменного режима работы шесть дней в неделю.

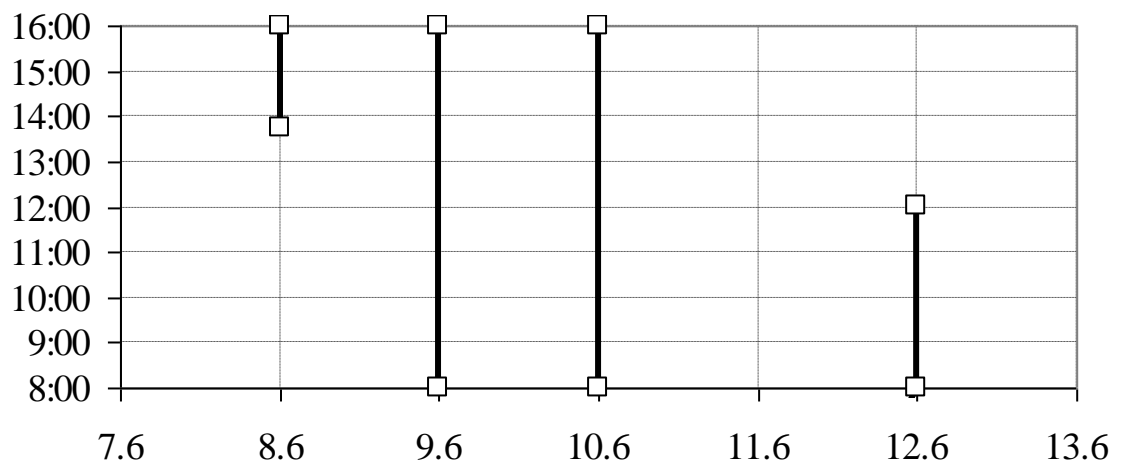


Рисунок 13. Календарный график выполнения заказа

Варианты задания и примеры расчетов приведены в методическом пособии Логистика: Часть 2.

## 7. Метод миссий

Для анализа издержек широкое применение в логистическом анализе находит метод миссий. Суть его заключается в раздельном исследовании отдельных бизнес-процессов (миссий) фирмы с целью разработки вариантов их последующего улучшения, оптимизации, реинжиниринга. При раздельном определении затрат, связанных с выполнением конкретных бизнес-процессов обеспечивается высокая точность оценки. На рисунке 14 представлены основные принципы учета затрат с ориентацией на конечный результат и при традиционном функциональном подходе.

| Миссии                           | Закупка | Складирование | Перевозки | Другие сферы деятельности | Общие издержки миссии |
|----------------------------------|---------|---------------|-----------|---------------------------|-----------------------|
| Миссия А                         | 100     | 90            | 20        | 80                        | 290                   |
| Миссия Б                         | 50      | 70            | 200       | 20                        | 340                   |
| Миссия В                         | 70      | 30            | 50        | 70                        | 220                   |
| Издержки функциональных областей | 220     | 190           | 270       | 170                       | Итого 850             |

Рисунок 14. Принципы учета затрат по миссиям фирмы и по функциональному признаку.

Как следует из приведенной схемы, базовым принципом калькуляции издержек с позиций подхода миссий является отражение материальных потоков, пересекающих традиционные функциональные границы. Существенным недостатком функционального подхода является усреднение данных и потеря информации о граничных значениях издержек. При расчете издержек методом миссий удастся определить наиболее выгодные варианты достижения стратегических целей фирмы.

Реализация метода миссий представляет анализ издержек по функциональным областям затрат для каждой миссии. В качестве учебного примера предлагается рассмотреть процесс реализации в магазине скоропортящейся продукции, при этом для



упрощения постановки задачи процесс реализации каждого продукта принимается в качестве миссии и является объектом исследования.

**Постановка задачи.** Для организации торгового предприятия предоставляется кредит из расчета 1% в сутки. Объем закупаемого товара 10 т, дальность перевозки 10 км. В состав ассортимента должно входить не менее шести наименований продукции. Погашение кредита осуществляется после продажи всех продуктов, неполные сутки при исчислении платы за хранение и кредит принимаются как полные. Плата за хранение взимается отдельно по каждому виду продуктов, рассчитывается по первоначальному объему закупок, зависит от текущего объема хранимых продуктов и прекращается после полного освобождения склада от конкретного вида продукта. Доля отходов принимается постоянной за весь срок хранения.

Приведем возможный перечень параметров, необходимых для анализа издержек.

- $C_{опт.}$  – цена оптовая, руб. за кг;
- $C_{р.}$  – розничная цена, руб. за кг;
- $V_{дн.}$  – объем продаж за день, кг;
- $C_{хр.}$  – стоимость хранения;
- $r$  – доля отходов за сутки хранения, %;
- $C_{ам.}$  – стоимость заказа автомобиля с бригадой грузчиков, руб.;
- $T_{тр.}$  – транспортный тариф, руб. за 1 т·км;
- $V_{зак.}$  – объем закупок продукции, т.;
- $T_{ф.пр.}$  – фактическое время продаж определенного вида продукта, суток;
- $T_{пр.}$  – округленное (до ближайшего целого) время продаж, суток;
- $Z_{уд.}$  – затраты на закупку одной тонны продукта, руб.;
- $Z_{пр.}$  – затраты на закупку продукта одного вида, руб.;
- $Z_{кр.}$  – затраты на кредит, руб.;
- $Z_{тр.}$  – затраты на перевозку продукции, руб.;
- $Z_{хр.}$  – затраты на хранение продукции на складе, руб.;
- $Z_{\Sigma}$  – Суммарные затраты, руб.;
- $V_{отх.}$  – объем отходов за время хранения продукта на складе, кг;
- $V_{пр.}$  – объем продаж фактически проданного продукта, кг.;
- $D$  – доход от продажи определенного вида продукта, руб.;

$\Pi$  – прибыль от продажи определенного вида продукта, руб.

Функционально в процессе движения материальных потоков можно выделить затраты на кредит, закупку, транспортировку и хранение продуктов.

Очевидно, что одним из ключевых параметров расчета издержек является время продаж конкретного продукта. Оно зависит от первоначального объема закупок, объема суточных продаж и потерь в результате естественной убыли. Процесс изменения остатков продукции на складе по отдельному виду продукта можно смоделировать с помощью электронной таблицы Ms Excel, на рисунке 15 приведен график изменения остатков продукции

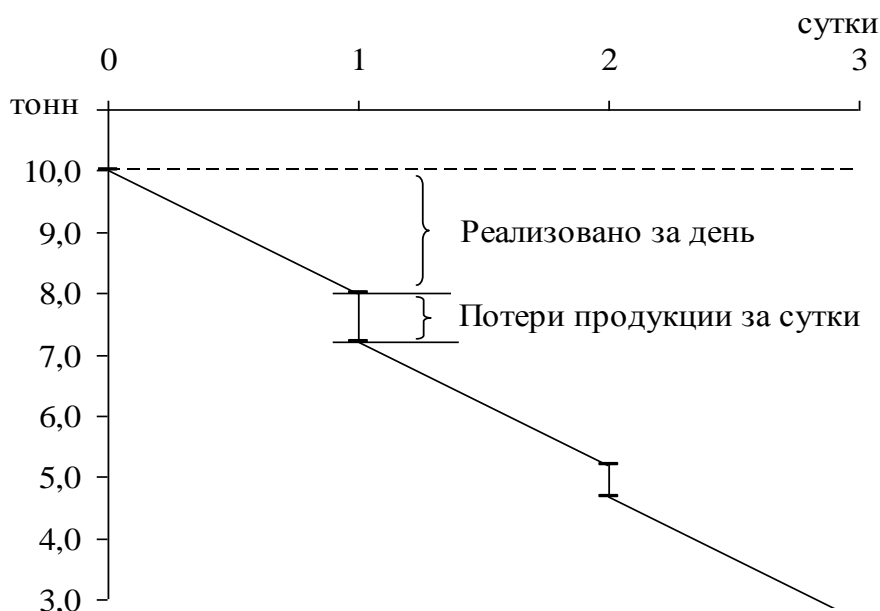


Рисунок. 15. Динамика остатков продукта в результате реализации и естественной убыли

Очевидно, что значение  $t$  можно найти, последовательно моделируя с помощью электронной таблицы Ms Excel текущий остаток продукта на каждые сутки хранения до получения в ячейке нулевого или отрицательного значения  $V_{ост.}$ .

| Показатели  | Сутки |       |       |      |      |      | ИТОГО |
|---|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
|   | 0     | 1     | 2     | 3    | 4    | 5    |       |
| $V_{пр.}, \text{ т}$  | 0     | 2,00  | 2,00  | 2,00 | 2,00 | 0,33 | 8,33  |
| $V_{отх.}, \text{ т}$   | 0,00  | 0,80  | 0,52  | 0,27 | 0,04 | 0,00 | 1,63  |
| $V_{ост.}, \text{ т}$   | 10    | 7,20  | 4,68  | 2,41 | 0,37 | 0,00 | –     |
| $Z_{хр.}, \text{ руб.}$   | 300   | 216,0 | 140,4 | 72,4 | 11,1 | 0,0  | 740   |
| Исходные данные: $V_{зак.} = 10 \text{ т}$ ; $V_{дн.} = 2 \text{ т}$ ; $r = 10\%$ ; $C_{хр.} = 30 \text{ руб. за т.}$ |       |       |       |      |      |      |       |

Другим способом расчета является составление математической модели процесса. Для этого проанализируем текущий остаток продукта на складе  $V_{ост.}$ .

Через сутки реализации и хранения

$$V_{ост.}^1 = V_{зак.} - V_{дн.} \cdot (-r); \quad (7.1)$$

через двое суток

$$V_{ост.}^2 = V_{ост.}^1 - V_{дн.} \cdot (-r) = V_{зак.} \cdot (-r) - V_{дн.} \cdot (-r) \cdot (-r) + 1;$$

через трое суток

$$V_{ост.}^3 = V_{зак.} \cdot (-r)^2 - V_{дн.} \cdot (-r) \cdot (-r) + (-r) + 1;$$

через  $t$  суток

$$V_{ост.}^t = V_{зак.} \cdot (-r)^t - V_{дн.} \cdot (-r) \cdot S, \quad (7.2)$$

где  $t$  – длительность хранения продукта;

$S$  – сумма геометрической прогрессии  $S = 1 + q + q^2 + \dots + q^{t-2} + q^{t-1}$ ,

где  $q = 1 - r$  ( $q \neq 1$ ).

После замены в (7.2)  $S = \frac{q^t - 1}{q - 1}$  получаем

$$V_{ост.}^t = V_{зак.} \cdot (-r)^t - V_{дн.} \cdot (-r) \cdot \frac{(-r)^t - 1}{r}. \quad (7.3)$$

Отсюда из уравнения (7.3) при нулевом остатке продукта находится  $t$

$$V_{зак.} \cdot (-r)^t - V_{дн.} \cdot (-r) \cdot \frac{(-r)^t - 1}{r} = 0. \quad (7.4)$$

Значение  $t$  из приведенного выражения может быть получено с помощью функции Ms Excel «Подбор параметра», либо из аналитического выражения для корня уравнения (7.4), которое выглядит следующим образом:

$$t = \frac{\ln \left[ \frac{V_{дн.} \cdot (-r)}{V_{зак.} \cdot r + V_{дн.} \cdot (-r)} \right]}{\ln (-r)}. \quad (7.5)$$

Далее определяются объем фактически реализованной продукции и количество отходов. Расчет этих параметров также может быть осуществлен в процессе моделирования текущего остатка продукции на каждые сутки хранения с помощью Ms Excel либо с помощью выражения (7.3), при этом от значения  $t$ , полученного из (7.5) отбра-

сывается дробная часть. Полученный результат отражает объем хранимого продукта на конец предпоследнего дня продаж  $V_{ост.}^{t-1}$ . Теперь остается вычесть из полученного значения потери продукции за последние сутки хранения, чтобы получить объем реализации продукта в последний день, очевидно, что он будет не более  $V_{дн.}$ .

Таким образом, объем фактически проданного продукта может быть определен с помощью следующего выражения

$$V_{пр.} = V_{зак.} + \left[ V_{зак.} - V_{зак.} \cdot (-r)^{t'} - V_{дн.} \cdot (-r)^{t'} \cdot \frac{(+r)^{t'} - 1}{r} \right] \cdot (-r)^{t'}, \quad (7.6)$$

где  $t'$  – целая часть значения  $t$  из выражения (7.5).

Количество отходов определяется как

$$V_{отх.} = V_{зак.} - V_{пр.} \quad (7.7)$$

#### Методические указания

1. Для варианта индивидуального задания рассчитайте затраты на реализацию каждого продукта, входящего в ассортимент. При этом необходимо учесть все виды затрат.

2. Для каждого вида продукта проанализируйте структуру затрат с помощью диаграммы и сделайте предварительные выводы.

3. Рассчитайте валовую прибыль и рентабельность продаж каждого продукта и всего ассортимента в целом.

4. Изменяя объем закупаемых продуктов, добейтесь увеличения целевого показателя (рентабельность продаж) относительно исходного значения и поясните за счет каких факторов, это удалось сделать.

Варианты задания и примеры расчетов приведены в методическом пособии Логистика: Часть 2.

## Библиографический список

1. Аникин Б.А., Тяпухин А.П. Коммерческая логистика.– М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2005.
2. Гаджинский А.М. Логистика.–М.: Маркетинг, 1999.
3. Козловский В.А., Козловская Э.А., Савруков Н.Т. Логистический менеджмент.– СПб.: Изд-во «Лань», 2002.
4. Костевич Л.С. Математическое программирование: Информ. технологии оптимальных решений.– Мн.: Новое знание, 2003.
5. Модели и методы теории логистики /Под ред. В.С. Лукинскогo.– СПб.: Питер, 2003.
6. Неруш Ю.М. Логистика.– М.: ЮНИТИ, 2003
7. Миротин Л.Б. Транспортная логистика. – М.: Экзамен, 2003.
8. Уотерс Д. Управление цепью поставок. Учебник. – М.: Юнити, 2003.
9. Практикум по логистике. Учебное пособие.Под ред Б.А.Аникина . – М.: ИНФРА-М, 2001.-280с.
10. Практикум по логистике. М.: Информационно-внедренческий центр «Маркетинг», 1999. -128с.
11. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2001. -288с.
12. Бауэркс Д. Дж., Клос Д.Дж. Логистика: Интегрированная цепь поставок. –М.: Олимп-Бизнес, 2001. -640с.
13. Голиков Е. А. Маркетинг и логистика. Учебное пособие. – М.: Издательский Дом «Дашков и К», 2000. – 412с.
14. Альбеков А.У., Федько В.П., Митько О.А. Логистика коммерции. Ростов на Дону: Феникс, 2001. -512с.
15. Радионов А.Р., Радионов Р.А. Логистикаб Нормирование сбытовых запасов и оборотных средств предприятия. Учебное пособие. – М.: Дело, 2002. -416с.

Часть II. Варианты индивидуальных заданий и примеры выполнения расчетов  
1. Выбор места расположения склада регионального дистрибьютора

1.1 Варианты индивидуальных заданий

Вариант № 1

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 6        | 2  | 42 |                            |    |
| 13       | 5  | 41 | x                          | y  |
| 15       | 9  | 2  | 5                          | 14 |
| 2        | 13 | 24 | 10                         | 5  |
| 17       | 8  | 32 | 8                          | 12 |
| 11       | 10 | 47 | 3                          | 11 |
| 5        | 18 | 12 | 12                         | 15 |
| 14       | 11 | 49 | 15                         | 3  |
| 8        | 17 | 51 |                            |    |
| 7        | 12 | 36 |                            |    |

Вариант № 4

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 8        | 10 | 51 |                            |    |
| 15       | 5  | 26 | x                          | y  |
| 18       | 7  | 34 | 12                         | 11 |
| 12       | 14 | 18 | 7                          | 9  |
| 10       | 5  | 13 | 11                         | 14 |
| 9        | 18 | 51 | 13                         | 6  |
| 6        | 10 | 35 | 10                         | 1  |
| 17       | 14 | 43 | 8                          | 7  |
| 4        | 7  | 25 |                            |    |
| 16       | 8  | 47 |                            |    |

Вариант № 2

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 17       | 7  | 44 |                            |    |
| 18       | 5  | 11 | x                          | y  |
| 2        | 16 | 40 | 14                         | 4  |
| 15       | 10 | 20 | 6                          | 4  |
| 11       | 5  | 8  | 14                         | 12 |
| 3        | 14 | 36 | 10                         | 8  |
| 4        | 3  | 18 | 10                         | 4  |
| 10       | 2  | 24 | 10                         | 11 |
| 9        | 5  | 16 |                            |    |
| 12       | 9  | 35 |                            |    |

Вариант № 5

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 6        | 10 | 10 |                            |    |
| 1        | 11 | 39 | x                          | y  |
| 18       | 18 | 23 | 3                          | 14 |
| 9        | 13 | 11 | 6                          | 14 |
| 7        | 7  | 36 | 13                         | 2  |
| 5        | 3  | 43 | 5                          | 6  |
| 12       | 5  | 24 | 7                          | 3  |
| 16       | 4  | 14 | 11                         | 7  |
| 5        | 11 | 52 |                            |    |
| 12       | 16 | 40 |                            |    |

Вариант № 3

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 13       | 15 | 4  |                            |    |
| 15       | 5  | 6  | x                          | y  |
| 7        | 6  | 51 | 14                         | 9  |
| 2        | 16 | 8  | 10                         | 16 |
| 17       | 12 | 52 | 4                          | 2  |
| 18       | 14 | 41 | 2                          | 1  |
| 10       | 2  | 36 | 15                         | 13 |
| 14       | 11 | 40 | 9                          | 4  |
| 7        | 16 | 19 |                            |    |
| 4        | 13 | 20 |                            |    |

Вариант № 6

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 10       | 6  | 47 |                            |    |
| 12       | 17 | 25 | x                          | y  |
| 5        | 17 | 15 | 8                          | 12 |
| 16       | 7  | 3  | 14                         | 1  |
| 16       | 10 | 25 | 14                         | 10 |
| 4        | 11 | 29 | 9                          | 6  |
| 9        | 5  | 38 | 9                          | 6  |
| 16       | 19 | 36 | 15                         | 8  |
| 10       | 17 | 39 |                            |    |
| 8        | 14 | 41 |                            |    |

Вариант № 7

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 2        | 8  | 3  |                            |    |
| 6        | 2  | 42 | x                          | y  |
| 9        | 9  | 3  | 16                         | 13 |
| 14       | 2  | 35 | 3                          | 7  |
| 12       | 7  | 17 | 11                         | 9  |
| 14       | 12 | 36 | 6                          | 14 |
| 13       | 11 | 23 | 12                         | 10 |
| 6        | 2  | 50 | 3                          | 14 |
| 10       | 10 | 33 |                            |    |
| 2        | 12 | 15 |                            |    |

Вариант № 10

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 1        | 15 | 38 |                            |    |
| 9        | 18 | 36 | x                          | y  |
| 14       | 7  | 17 | 8                          | 12 |
| 13       | 7  | 11 | 1                          | 12 |
| 17       | 16 | 40 | 10                         | 7  |
| 15       | 4  | 15 | 2                          | 15 |
| 13       | 5  | 19 | 10                         | 16 |
| 10       | 14 | 44 | 12                         | 9  |
| 2        | 2  | 12 |                            |    |
| 10       | 14 | 30 |                            |    |

Вариант № 8

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 12       | 1  | 32 |                            |    |
| 10       | 2  | 46 | x                          | y  |
| 12       | 16 | 25 | 13                         | 12 |
| 5        | 10 | 22 | 6                          | 9  |
| 5        | 11 | 28 | 13                         | 10 |
| 11       | 13 | 14 | 7                          | 9  |
| 17       | 9  | 35 | 7                          | 3  |
| 6        | 5  | 45 | 4                          | 3  |
| 1        | 14 | 12 |                            |    |
| 7        | 3  | 33 |                            |    |

Вариант № 11

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 8        | 5  | 29 |                            |    |
| 9        | 10 | 19 | x                          | y  |
| 2        | 15 | 34 | 14                         | 1  |
| 14       | 19 | 21 | 12                         | 7  |
| 9        | 5  | 28 | 7                          | 2  |
| 9        | 19 | 33 | 11                         | 15 |
| 16       | 18 | 21 | 2                          | 16 |
| 11       | 14 | 18 | 6                          | 13 |
| 16       | 12 | 35 |                            |    |
| 2        | 15 | 28 |                            |    |

Вариант № 9

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 10       | 8  | 43 |                            |    |
| 5        | 1  | 31 | x                          | y  |
| 2        | 7  | 40 | 14                         | 8  |
| 17       | 10 | 31 | 3                          | 15 |
| 12       | 4  | 49 | 11                         | 2  |
| 7        | 16 | 12 | 11                         | 15 |
| 18       | 3  | 17 | 9                          | 3  |
| 3        | 12 | 41 | 9                          | 14 |
| 13       | 3  | 21 |                            |    |
| 4        | 2  | 32 |                            |    |

Вариант № 12

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 9        | 14 | 26 |                            |    |
| 5        | 14 | 25 | x                          | y  |
| 7        | 18 | 50 | 4                          | 6  |
| 7        | 11 | 39 | 11                         | 10 |
| 11       | 19 | 14 | 2                          | 5  |
| 17       | 3  | 4  | 15                         | 10 |
| 8        | 6  | 16 | 11                         | 16 |
| 6        | 12 | 22 | 4                          | 2  |
| 12       | 7  | 49 |                            |    |
| 10       | 3  | 27 |                            |    |

Вариант № 13

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 7        | 11 | 48 |                            |    |
| 6        | 13 | 43 | x                          | y  |
| 14       | 11 | 44 | 12                         | 6  |
| 11       | 10 | 25 | 2                          | 14 |
| 8        | 9  | 4  | 6                          | 9  |
| 4        | 2  | 13 | 8                          | 8  |
| 16       | 6  | 13 | 7                          | 12 |
| 15       | 12 | 50 | 16                         | 8  |
| 4        | 11 | 3  |                            |    |
| 17       | 3  | 3  |                            |    |

Вариант № 16

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 14       | 13 | 26 |                            |    |
| 11       | 7  | 13 | x                          | y  |
| 14       | 14 | 18 | 16                         | 12 |
| 9        | 7  | 3  | 10                         | 13 |
| 16       | 12 | 3  | 2                          | 15 |
| 3        | 17 | 42 | 6                          | 5  |
| 6        | 6  | 6  | 16                         | 4  |
| 17       | 13 | 44 | 14                         | 11 |
| 1        | 14 | 32 |                            |    |
| 11       | 12 | 41 |                            |    |

Вариант № 14

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 14       | 9  | 44 |                            |    |
| 15       | 4  | 27 | x                          | y  |
| 9        | 12 | 42 | 11                         | 9  |
| 15       | 9  | 19 | 13                         | 6  |
| 14       | 5  | 44 | 4                          | 11 |
| 2        | 16 | 36 | 10                         | 4  |
| 16       | 7  | 31 | 8                          | 13 |
| 5        | 14 | 17 | 13                         | 11 |
| 2        | 4  | 5  |                            |    |
| 10       | 18 | 42 |                            |    |

Вариант № 17

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 1        | 10 | 39 |                            |    |
| 10       | 1  | 27 | x                          | y  |
| 12       | 8  | 18 | 10                         | 3  |
| 8        | 9  | 32 | 13                         | 13 |
| 5        | 3  | 29 | 10                         | 14 |
| 17       | 13 | 42 | 5                          | 7  |
| 1        | 15 | 23 | 6                          | 9  |
| 17       | 16 | 32 | 15                         | 5  |
| 11       | 7  | 26 |                            |    |
| 18       | 16 | 17 |                            |    |



Вариант № 15

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 13       | 14 | 40 |                            |    |
| 5        | 14 | 16 | x                          | y  |
| 1        | 4  | 40 | 7                          | 2  |
| 9        | 15 | 38 | 13                         | 8  |
| 12       | 17 | 28 | 2                          | 4  |
| 15       | 9  | 10 | 10                         | 15 |
| 15       | 13 | 48 | 16                         | 12 |
| 6        | 3  | 35 | 14                         | 10 |
| 9        | 12 | 15 |                            |    |
| 2        | 11 | 31 |                            |    |

Вариант № 18

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 18       | 6  | 48 |                            |    |
| 6        | 1  | 4  | x                          | y  |
| 12       | 16 | 19 | 2                          | 8  |
| 15       | 4  | 13 | 13                         | 7  |
| 4        | 15 | 12 | 9                          | 5  |
| 8        | 15 | 37 | 1                          | 2  |
| 15       | 13 | 51 | 3                          | 12 |
| 1        | 7  | 34 | 8                          | 12 |
| 11       | 12 | 16 |                            |    |
| 12       | 2  | 49 |                            |    |

Вариант № 19

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 9        | 14 | 32 |                            |    |
| 10       | 15 | 5  | x                          | y  |
| 3        | 11 | 45 | 7                          | 7  |
| 5        | 10 | 23 | 9                          | 13 |
| 4        | 5  | 19 | 5                          | 11 |
| 17       | 19 | 6  | 3                          | 16 |
| 19       | 19 | 29 | 5                          | 8  |
| 7        | 10 | 14 | 16                         | 10 |
| 4        | 2  | 3  |                            |    |
| 13       | 13 | 7  |                            |    |

Вариант № 22

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 2        | 15 | 16 |                            |    |
| 17       | 16 | 25 | x                          | y  |
| 13       | 7  | 49 | 4                          | 6  |
| 9        | 18 | 36 | 13                         | 10 |
| 1        | 16 | 8  | 13                         | 5  |
| 9        | 7  | 21 | 15                         | 9  |
| 16       | 18 | 42 | 8                          | 5  |
| 9        | 16 | 17 | 15                         | 11 |
| 6        | 10 | 48 |                            |    |
| 5        | 3  | 7  |                            |    |

Вариант № 20

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 3        | 10 | 5  |                            |    |
| 7        | 11 | 32 | x                          | y  |
| 11       | 17 | 10 | 15                         | 9  |
| 5        | 5  | 20 | 5                          | 8  |
| 16       | 12 | 30 | 13                         | 4  |
| 16       | 5  | 15 | 10                         | 14 |
| 1        | 1  | 36 | 7                          | 16 |
| 8        | 15 | 48 | 2                          | 6  |
| 16       | 2  | 27 |                            |    |
| 9        | 18 | 46 |                            |    |

Вариант № 23

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 3        | 15 | 13 |                            |    |
| 9        | 17 | 44 | x                          | y  |
| 6        | 18 | 38 | 7                          | 15 |
| 2        | 4  | 4  | 15                         | 11 |
| 11       | 4  | 50 | 3                          | 10 |
| 11       | 13 | 50 | 1                          | 10 |
| 17       | 2  | 35 | 14                         | 9  |
| 11       | 9  | 41 | 11                         | 15 |
| 15       | 18 | 27 |                            |    |
| 16       | 3  | 51 |                            |    |

Вариант № 21

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 19       | 5  | 41 |                            |    |
| 5        | 19 | 3  | x                          | y  |
| 14       | 13 | 8  | 8                          | 15 |
| 2        | 5  | 25 | 8                          | 11 |
| 1        | 6  | 52 | 5                          | 16 |
| 14       | 14 | 36 | 14                         | 15 |
| 16       | 12 | 49 | 14                         | 5  |
| 10       | 7  | 29 | 4                          | 1  |
| 5        | 13 | 43 |                            |    |
| 7        | 8  | 9  |                            |    |

Вариант № 24

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 18       | 6  | 40 |                            |    |
| 19       | 6  | 9  | x                          | y  |
| 19       | 18 | 24 | 13                         | 9  |
| 13       | 6  | 49 | 15                         | 7  |
| 16       | 11 | 34 | 13                         | 8  |
| 6        | 11 | 3  | 12                         | 1  |
| 9        | 3  | 50 | 12                         | 11 |
| 12       | 12 | 2  | 9                          | 14 |
| 11       | 9  | 42 |                            |    |
| 8        | 9  | 6  |                            |    |

Вариант № 25

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 6        | 11 | 36 |                            |    |
| 16       | 9  | 13 | x                          | y  |
| 13       | 19 | 15 | 9                          | 11 |
| 7        | 18 | 32 | 10                         | 7  |
| 11       | 19 | 23 | 3                          | 16 |
| 6        | 2  | 23 | 14                         | 9  |
| 18       | 5  | 36 | 10                         | 12 |
| 1        | 18 | 12 | 6                          | 6  |
| 9        | 4  | 29 |                            |    |
| 8        | 4  | 29 |                            |    |

Вариант № 28

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 17       | 14 | 31 |                            |    |
| 13       | 15 | 25 | x                          | y  |
| 17       | 12 | 20 | 14                         | 4  |
| 15       | 1  | 51 | 4                          | 11 |
| 7        | 7  | 27 | 5                          | 2  |
| 8        | 11 | 43 | 5                          | 10 |
| 18       | 5  | 52 | 12                         | 10 |
| 1        | 10 | 27 | 14                         | 8  |
| 4        | 13 | 14 |                            |    |
| 15       | 8  | 11 |                            |    |

Вариант № 26

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 10       | 9  | 13 |                            |    |
| 4        | 17 | 2  | x                          | y  |
| 6        | 4  | 18 | 6                          | 5  |
| 12       | 16 | 8  | 2                          | 10 |
| 13       | 18 | 34 | 14                         | 5  |
| 6        | 9  | 39 | 9                          | 7  |
| 14       | 10 | 20 | 4                          | 6  |
| 13       | 4  | 42 | 7                          | 7  |
| 2        | 7  | 21 |                            |    |
| 7        | 2  | 25 |                            |    |

Вариант № 29

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 10       | 10 | 37 |                            |    |
| 10       | 5  | 31 | x                          | y  |
| 10       | 19 | 30 | 6                          | 16 |
| 5        | 2  | 7  | 14                         | 10 |
| 2        | 4  | 47 | 3                          | 6  |
| 12       | 19 | 16 | 16                         | 14 |
| 18       | 13 | 10 | 15                         | 13 |
| 12       | 4  | 17 | 2                          | 11 |
| 16       | 9  | 19 |                            |    |
| 3        | 15 | 50 |                            |    |

Вариант № 27

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 18       | 10 | 12 |                            |    |
| 14       | 7  | 41 | x                          | y  |
| 12       | 9  | 18 | 4                          | 14 |
| 7        | 17 | 24 | 14                         | 9  |
| 10       | 12 | 10 | 9                          | 3  |
| 4        | 17 | 41 | 10                         | 2  |
| 9        | 6  | 45 | 13                         | 13 |
| 14       | 7  | 26 | 11                         | 15 |
| 5        | 15 | 42 |                            |    |
| 16       | 19 | 5  |                            |    |

Вариант № 30

| Магазины |    |    | Варианты размещения склада |    |
|----------|----|----|----------------------------|----|
| x        | y  | G  |                            |    |
| 17       | 16 | 33 |                            |    |
| 7        | 6  | 13 | x                          | y  |
| 3        | 12 | 7  | 4                          | 10 |
| 3        | 1  | 4  | 11                         | 13 |
| 11       | 5  | 5  | 4                          | 7  |
| 11       | 14 | 7  | 10                         | 9  |
| 8        | 18 | 41 | 5                          | 8  |
| 7        | 12 | 33 | 6                          | 2  |
| 10       | 13 | 18 |                            |    |
| 3        | 11 | 7  |                            |    |

Вариант № 31

Магазины

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 11 | 18 | 49 | 1,1 |
| 8  | 19 | 3  | 1,1 |
| 1  | 15 | 25 | 0,6 |
| 3  | 9  | 17 | 1,1 |
| 13 | 5  | 33 | 0,6 |
| 1  | 12 | 20 | 0,6 |
| 16 | 12 | 28 | 0,6 |
| 11 | 4  | 16 | 0,5 |
| 7  | 8  | 37 | 1,1 |
| 7  | 18 | 27 | 0,5 |

Поставщики

| x  | y  | G   | T   |
|----|----|-----|-----|
| 27 | 3  | 110 | 0,9 |
| 10 | 23 | 63  | 0,7 |
| 14 | 27 | 98  | 0,5 |

Варианты расположения склада

| x  | y  |
|----|----|
| 3  | 6  |
| 10 | 10 |
| 3  | 13 |
| 13 | 10 |
| 15 | 12 |

Вариант № 32

Магазины

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 12 | 13 | 42 | 0,5 |
| 8  | 5  | 20 | 0,5 |
| 19 | 3  | 45 | 0,5 |
| 11 | 7  | 19 | 1   |
| 5  | 18 | 34 | 1   |
| 12 | 15 | 6  | 1   |
| 5  | 11 | 36 | 0,6 |
| 6  | 17 | 32 | 0,6 |
| 15 | 5  | 32 | 1   |
| 16 | 16 | 7  | 0,5 |

Поставщики

| x  | y  | G   | T   |
|----|----|-----|-----|
| 14 | 25 | 112 | 0,8 |
| 5  | 4  | 69  | 0,6 |
| 11 | 5  | 108 | 0,9 |

Варианты расположения склада

| x  | y  |
|----|----|
| 8  | 2  |
| 11 | 5  |
| 1  | 14 |
| 11 | 6  |
| 7  | 14 |

Вариант № 33

Магазины

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 13 | 5  | 20 | 0,5 |
| 17 | 14 | 19 | 0,5 |
| 11 | 7  | 46 | 0,5 |
| 13 | 16 | 26 | 1   |
| 5  | 7  | 28 | 1,1 |
| 19 | 15 | 47 | 1,1 |
| 4  | 18 | 51 | 0,5 |
| 19 | 13 | 32 | 1   |
| 1  | 15 | 23 | 1,1 |
| 14 | 18 | 37 | 0,6 |

Поставщики

| x  | y  | G   | T   |
|----|----|-----|-----|
| 5  | 29 | 168 | 0,9 |
| 27 | 7  | 69  | 0,6 |
| 12 | 8  | 108 | 0,9 |

Варианты расположения склада

| x  | y  |
|----|----|
| 16 | 5  |
| 6  | 13 |
| 8  | 7  |
| 9  | 13 |
| 3  | 14 |

Вариант № 34

Магазины

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 13 | 10 | 43 | 1,1 |
| 17 | 9  | 38 | 0,6 |
| 5  | 2  | 36 | 1,1 |
| 2  | 18 | 5  | 1   |
| 15 | 3  | 5  | 1,1 |
| 7  | 11 | 49 | 0,6 |
| 17 | 3  | 43 | 0,6 |
| 4  | 12 | 46 | 0,5 |
| 9  | 8  | 29 | 0,6 |
| 5  | 9  | 40 | 0,5 |

Поставщики

| x  | y  | G   | T   |
|----|----|-----|-----|
| 24 | 13 | 155 | 0,7 |
| 8  | 18 | 75  | 0,9 |
| 3  | 3  | 120 | 0,7 |

Варианты расположения склада

| x  | y  |
|----|----|
| 14 | 7  |
| 9  | 14 |
| 14 | 13 |
| 6  | 9  |
| 8  | 15 |

Вариант № 35

Магазины

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 19 | 17 | 9  | 0,5 |
| 7  | 3  | 33 | 1,1 |
| 17 | 9  | 35 | 0,5 |
| 15 | 3  | 42 | 0,6 |
| 4  | 15 | 36 | 1,1 |
| 4  | 8  | 12 | 1   |
| 18 | 17 | 13 | 1   |
| 1  | 13 | 12 | 0,5 |
| 6  | 12 | 46 | 1   |
| 3  | 6  | 14 | 1,1 |

Поставщики

| x  | y  | G   | T   |
|----|----|-----|-----|
| 4  | 28 | 119 | 0,9 |
| 21 | 30 | 59  | 0,6 |
| 22 | 2  | 90  | 1   |

Варианты расположения склада

| x  | y  |
|----|----|
| 14 | 2  |
| 8  | 4  |
| 8  | 13 |
| 11 | 14 |
| 11 | 11 |

Вариант № 36

Магазины

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 3  | 8  | 11 | 1,1 |
| 9  | 12 | 43 | 0,5 |
| 9  | 4  | 43 | 0,6 |
| 16 | 6  | 6  | 1   |
| 8  | 7  | 23 | 1   |
| 12 | 5  | 39 | 1,1 |
| 17 | 11 | 50 | 0,6 |
| 9  | 19 | 35 | 0,5 |
| 14 | 5  | 39 | 0,5 |
| 9  | 8  | 20 | 1   |

Поставщики

| x  | y  | G   | T   |
|----|----|-----|-----|
| 16 | 19 | 141 | 0,6 |
| 8  | 1  | 71  | 0,7 |
| 7  | 30 | 113 | 0,6 |

Варианты расположения склада

| x  | y  |
|----|----|
| 2  | 9  |
| 3  | 16 |
| 7  | 10 |
| 8  | 15 |
| 12 | 13 |

Вариант № 37

Магазины

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 14 | 16 | 16 | 1   |
| 5  | 18 | 5  | 0,5 |
| 15 | 17 | 47 | 1,1 |
| 16 | 4  | 22 | 1,1 |
| 5  | 8  | 26 | 0,5 |
| 2  | 8  | 34 | 1,1 |
| 17 | 6  | 39 | 1,1 |
| 18 | 15 | 21 | 1,1 |
| 13 | 3  | 32 | 0,5 |
| 15 | 10 | 50 | 0,6 |

Поставщики

| x  | y  | G   | T   |
|----|----|-----|-----|
| 12 | 13 | 127 | 0,8 |
| 1  | 8  | 70  | 0,6 |
| 28 | 15 | 111 | 0,6 |

Варианты расположения склада

| x  | y  |
|----|----|
| 5  | 13 |
| 4  | 15 |
| 4  | 14 |
| 13 | 2  |
| 5  | 12 |

Вариант № 38

Магазины

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 13 | 16 | 30 | 1,1 |
| 6  | 5  | 30 | 0,6 |
| 6  | 16 | 37 | 0,6 |
| 8  | 17 | 33 | 0,5 |
| 18 | 7  | 37 | 1   |
| 9  | 9  | 37 | 0,5 |
| 17 | 6  | 32 | 1   |
| 7  | 11 | 35 | 0,5 |
| 18 | 8  | 12 | 1,1 |
| 14 | 15 | 26 | 0,5 |

Поставщики

| x  | y  | G   | T   |
|----|----|-----|-----|
| 3  | 12 | 168 | 0,8 |
| 5  | 16 | 62  | 0,9 |
| 23 | 20 | 95  | 0,7 |

Варианты расположения склада

| x  | y  |
|----|----|
| 10 | 5  |
| 5  | 9  |
| 13 | 11 |
| 4  | 7  |
| 12 | 12 |

Вариант № 39

Магазины

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 17 | 4  | 11 | 1,1 |
| 18 | 13 | 34 | 1   |
| 13 | 8  | 37 | 0,5 |
| 11 | 16 | 5  | 1   |
| 11 | 3  | 29 | 1,1 |
| 7  | 11 | 22 | 0,6 |
| 11 | 12 | 23 | 0,6 |
| 17 | 3  | 3  | 0,5 |
| 17 | 8  | 41 | 1,1 |
| 7  | 13 | 7  | 0,6 |

Поставщики

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 26 | 5  | 99 | 0,6 |
| 9  | 2  | 53 | 0,5 |
| 27 | 19 | 76 | 1   |

Варианты расположения склада

| x  | y  |
|----|----|
| 8  | 11 |
| 5  | 2  |
| 10 | 5  |
| 11 | 4  |
| 8  | 1  |

Вариант № 40

Магазины

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 12 | 4  | 20 | 1   |
| 3  | 17 | 12 | 1   |
| 16 | 6  | 9  | 0,6 |
| 11 | 10 | 44 | 0,5 |
| 5  | 4  | 21 | 1   |
| 9  | 16 | 45 | 0,5 |
| 17 | 11 | 33 | 0,6 |
| 12 | 17 | 10 | 1   |
| 8  | 9  | 14 | 1,1 |
| 18 | 2  | 42 | 1   |

Поставщики

| x  | y  | G   | T   |
|----|----|-----|-----|
| 2  | 21 | 117 | 0,7 |
| 12 | 3  | 59  | 0,7 |
| 13 | 18 | 90  | 0,8 |

Варианты расположения склада

| x  | y  |
|----|----|
| 12 | 10 |
| 6  | 10 |
| 5  | 2  |
| 4  | 9  |
| 11 | 11 |

Вариант № 41

Магазины

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 17 | 5  | 47 | 0,5 |
| 4  | 5  | 23 | 1   |
| 11 | 3  | 7  | 0,6 |
| 9  | 9  | 44 | 1,1 |
| 14 | 2  | 45 | 1   |
| 7  | 2  | 35 | 0,6 |
| 14 | 17 | 37 | 1   |
| 6  | 2  | 26 | 1   |
| 14 | 14 | 40 | 0,5 |
| 3  | 3  | 21 | 0,6 |

Поставщики

| x  | y  | G   | T   |
|----|----|-----|-----|
| 19 | 13 | 135 | 0,9 |
| 5  | 19 | 78  | 0,5 |
| 15 | 11 | 128 | 0,7 |

Варианты расположения склада

| x  | y  |
|----|----|
| 5  | 4  |
| 15 | 3  |
| 9  | 1  |
| 12 | 14 |
| 4  | 6  |

Вариант № 42

Магазины

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 17 | 3  | 18 | 0,6 |
| 4  | 17 | 44 | 0,5 |
| 19 | 3  | 10 | 1   |
| 5  | 18 | 27 | 0,5 |
| 13 | 6  | 24 | 1   |
| 17 | 17 | 36 | 0,6 |
| 5  | 10 | 49 | 1,1 |
| 5  | 3  | 18 | 1   |
| 5  | 8  | 8  | 1   |
| 15 | 9  | 19 | 1,1 |

Поставщики

| x  | y  | G   | T   |
|----|----|-----|-----|
| 8  | 19 | 135 | 0,9 |
| 10 | 28 | 54  | 0,6 |
| 30 | 11 | 80  | 0,9 |

Варианты расположения склада

| x  | y  |
|----|----|
| 6  | 12 |
| 9  | 10 |
| 13 | 5  |
| 12 | 3  |
| 5  | 11 |

Вариант № 43

Магазины

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 4  | 15 | 4  | 0,5 |
| 9  | 15 | 23 | 1,1 |
| 10 | 5  | 38 | 1,1 |
| 10 | 1  | 23 | 1   |
| 14 | 6  | 11 | 0,5 |
| 15 | 15 | 17 | 0,6 |
| 8  | 5  | 42 | 0,5 |
| 13 | 2  | 45 | 1   |
| 8  | 10 | 20 | 0,6 |
| 6  | 6  | 21 | 1   |

Поставщики

| x  | y  | G   | T   |
|----|----|-----|-----|
| 17 | 30 | 111 | 0,5 |
| 3  | 28 | 59  | 0,8 |
| 19 | 14 | 90  | 0,7 |

Варианты расположения склада

| x  | y  |
|----|----|
| 1  | 2  |
| 13 | 9  |
| 9  | 12 |
| 14 | 5  |
| 11 | 1  |

Вариант № 44

Магазины

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 11 | 14 | 33 | 0,6 |
| 2  | 19 | 46 | 1,1 |
| 15 | 15 | 35 | 0,5 |
| 14 | 9  | 44 | 0,6 |
| 17 | 12 | 42 | 1   |
| 6  | 7  | 24 | 1,1 |
| 3  | 14 | 31 | 0,5 |
| 9  | 5  | 36 | 0,5 |
| 9  | 8  | 18 | 0,5 |
| 4  | 1  | 51 | 1,1 |

Поставщики

| x  | y  | G   | T   |
|----|----|-----|-----|
| 9  | 9  | 142 | 0,7 |
| 10 | 23 | 88  | 0,5 |
| 5  | 6  | 146 | 0,6 |

Варианты расположения склада

| x  | y  |
|----|----|
| 4  | 12 |
| 12 | 15 |
| 2  | 16 |
| 6  | 12 |
| 7  | 10 |

Вариант № 45

Магазины

| x  | y  | G  | T   |
|----|----|----|-----|
| 14 | 5  | 51 | 0,6 |
| 2  | 15 | 9  | 0,6 |
| 6  | 5  | 11 | 1,1 |
| 6  | 13 | 16 | 0,6 |
| 17 | 14 | 27 | 1,1 |
| 8  | 13 | 43 | 1,1 |
| 10 | 2  | 36 | 0,5 |
| 2  | 11 | 35 | 0,5 |
| 17 | 8  | 33 | 1   |
| 13 | 3  | 2  | 0,6 |

Поставщики

| x  | y  | G   | T   |
|----|----|-----|-----|
| 27 | 5  | 111 | 0,8 |
| 22 | 18 | 66  | 0,6 |
| 9  | 9  | 102 | 1   |

Варианты расположения склада

| x  | y  |
|----|----|
| 11 | 2  |
| 9  | 5  |
| 13 | 5  |
| 7  | 15 |
| 6  | 12 |

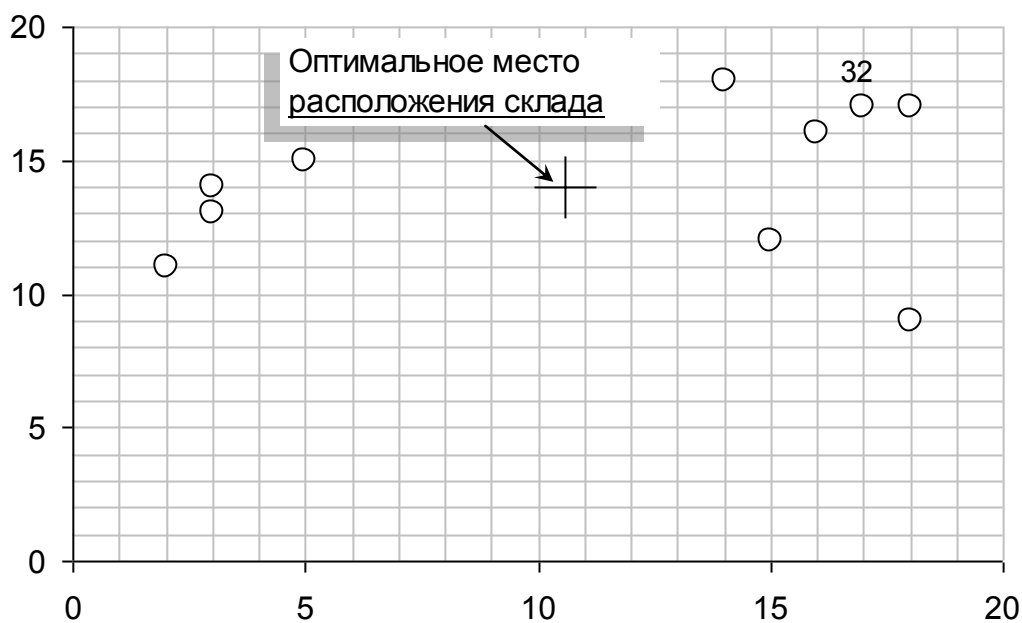


## 1.2 Пример расчета оптимального расположения склада

### 1.2.1 Исходные данные

| Магазины |    |    |
|----------|----|----|
| x        | y  | G  |
| 18       | 9  | 26 |
| 5        | 15 | 31 |
| 3        | 13 | 13 |
| 17       | 17 | 32 |
| 3        | 14 | 41 |
| 14       | 18 | 5  |
| 16       | 16 | 14 |
| 2        | 11 | 13 |
| 15       | 12 | 21 |
| 18       | 17 | 15 |

| Варианты расположения склада |    |
|------------------------------|----|
| x                            | y  |
| 12                           | 2  |
| 15                           | 11 |
| 9                            | 15 |
| 14                           | 16 |
| 7                            | 9  |
| 9                            | 11 |



### 1.2.2 Определение оптимального расположения склада

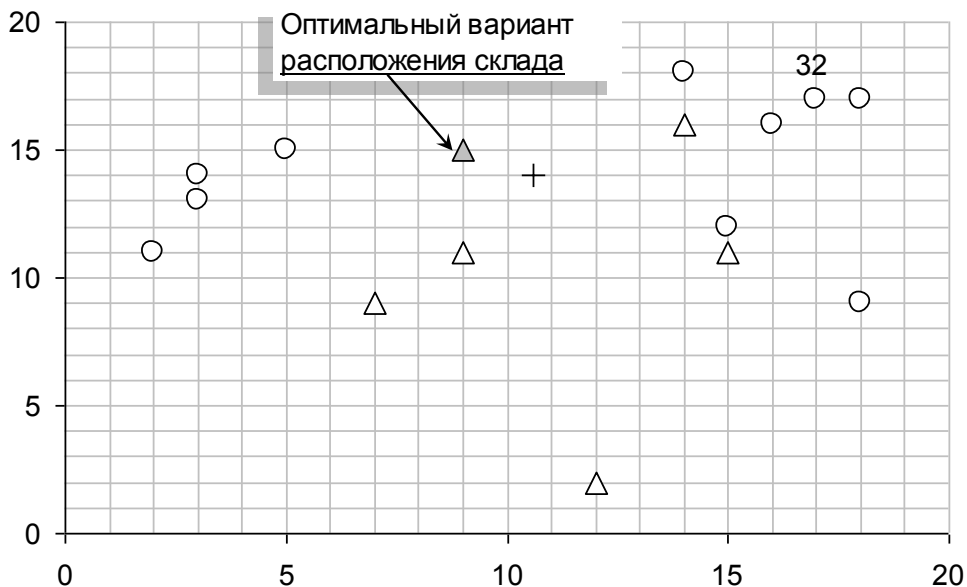
методом центра тяжести грузовых потоков

$$X_{onm} = \frac{\sum_{i=1}^n G_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n G_i} \quad Y_{onm} = \frac{\sum_{i=1}^n G_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n G_i}$$

$$x_{onm} = 10,6$$

$$y_{onm} = 14,0$$

### 1.2.3 Определение оптимального варианта расположения склада



| Вариант | $A_{jE}$ | $A_{jM}$ |
|---------|----------|----------|
| 1       | 2924,1   | 3896,0   |
| 2       | 1692,7   | 2066,0   |
| 3       | 1512,8   | 1874,0   |
| 4       | 1553,6   | 1878,0   |
| 5       | 1898,0   | 2494,0   |
| 6       | 1636,8   | 2146,0   |

=СУММ(C89:C98)

=СУММ(H73:H82)

Расстояние Эвклида

$$L_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

=КОРЕНЬ((F\$12-B5)^2+(G\$12-C5)^2)\*D5

| Магазин | Варианты |       |       |       |       |       |
|---------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | 1        | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| 1       | 239,7    | 93,7  | 281,2 | 209,6 | 286,0 | 239,7 |
| 2       | 457,7    | 333,9 | 124,0 | 280,7 | 196,1 | 175,4 |
| 3       | 184,8    | 158,2 | 82,2  | 148,2 | 73,5  | 82,2  |
| 4       | 506,0    | 202,4 | 263,9 | 101,2 | 409,8 | 320,0 |
| 5       | 615,0    | 507,1 | 249,4 | 458,4 | 262,5 | 275,0 |
| 6       | 80,6     | 35,4  | 29,2  | 10,0  | 57,0  | 43,0  |
| 7       | 203,8    | 71,4  | 99,0  | 28,0  | 159,6 | 120,4 |
| 8       | 174,9    | 169,0 | 104,8 | 169,0 | 70,0  | 91,0  |
| 9       | 219,2    | 21,0  | 140,9 | 86,6  | 179,4 | 127,7 |
| 10      | 242,3    | 100,6 | 138,3 | 61,8  | 204,0 | 162,2 |

Расстояние "Манхэттенских кварталов"

$$L_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$$

**=(ABS(\$F\$12-B5)+ABS(\$G\$12-C5))\*D5**

|         | Варианты |       |       |       |       |       |
|---------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Магазин | 1        | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| 1       | 338,0    | 130,0 | 390,0 | 286,0 | 286,0 | 286,0 |
| 2       | 620,0    | 434,0 | 124,0 | 310,0 | 248,0 | 248,0 |
| 3       | 260,0    | 182,0 | 104,0 | 182,0 | 104,0 | 104,0 |
| 4       | 640,0    | 256,0 | 320,0 | 128,0 | 576,0 | 448,0 |
| 5       | 861,0    | 615,0 | 287,0 | 533,0 | 369,0 | 369,0 |
| 6       | 90,0     | 40,0  | 40,0  | 10,0  | 80,0  | 60,0  |
| 7       | 252,0    | 84,0  | 112,0 | 28,0  | 224,0 | 168,0 |
| 8       | 247,0    | 169,0 | 143,0 | 221,0 | 91,0  | 91,0  |
| 9       | 273,0    | 21,0  | 189,0 | 105,0 | 231,0 | 147,0 |
| 10      | 315,0    | 135,0 | 165,0 | 75,0  | 285,0 | 225,0 |

2. Применение математической модели транспортной задачи для составления оптимального плана перевозок

2.1 Варианты индивидуальных заданий

Вариант № 1

| $b_i \backslash a_j$ | 22 | 94 | 14 | 19 | 16 |
|----------------------|----|----|----|----|----|
| 9                    | 9  | 5  | 3  | 4  | 0  |
| 44                   | 7  | 4  | 5  | 10 | 11 |
| 27                   | 6  | 4  | 2  | 5  | 8  |
| 65                   | 7  | 4  | 7  | 3  | 11 |
| 20                   | 3  | 8  | 4  | 4  | 10 |

Вариант № 2

| $b_i \backslash a_j$ | 9  | 77 | 19 | 28 | 13 | 16 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| 41                   | 15 | 2  | 15 | 11 | 3  | 11 |
| 50                   | 8  | 12 | 15 | 8  | 6  | 5  |
| 46                   | 3  | 14 | 7  | 16 | 4  | 9  |
| 15                   | 13 | 11 | 10 | 15 | 3  | 15 |
| 10                   | 12 | 12 | 2  | 8  | 6  | 14 |

Вариант № 3

| $b_i \backslash a_j$ | 7 | 72 | 8  | 11 | 20 |
|----------------------|---|----|----|----|----|
| 16                   | 4 | 3  | 4  | 4  | 9  |
| 42                   | 5 | 1  | 6  | 6  | 6  |
| 36                   | 5 | 4  | 2  | 4  | 3  |
| 15                   | 5 | 1  | 11 | 8  | 5  |
| 9                    | 9 | 7  | 8  | 9  | 3  |

Вариант № 4

| $b_i \backslash a_j$ | 11 | 62 | 28 | 21 | 6  | 9  |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| 4                    | 14 | 11 | 5  | 4  | 3  | 2  |
| 41                   | 2  | 15 | 10 | 12 | 9  | 13 |
| 36                   | 2  | 4  | 14 | 14 | 13 | 4  |
| 25                   | 13 | 14 | 6  | 11 | 13 | 12 |
| 31                   | 12 | 3  | 7  | 7  | 6  | 2  |

Вариант № 5

| $b_i \backslash a_j$ | 19 | 17 | 23 | 122 | 22 |
|----------------------|----|----|----|-----|----|
| 33                   | 11 | 5  | 8  | 9   | 3  |
| 68                   | 5  | 6  | 6  | 5   | 9  |
| 54                   | 7  | 11 | 8  | 3   | 4  |
| 41                   | 3  | 3  | 4  | 12  | 6  |
| 7                    | 8  | 6  | 11 | 10  | 3  |

Вариант № 6

| $b_i \backslash a_j$ | 32 | 10 | 6 | 16 | 6  | 11 |
|----------------------|----|----|---|----|----|----|
| 30                   | 3  | 6  | 5 | 9  | 10 | 5  |
| 7                    | 8  | 8  | 4 | 15 | 5  | 8  |
| 8                    | 7  | 2  | 6 | 10 | 4  | 9  |
| 16                   | 13 | 18 | 3 | 7  | 10 | 16 |
| 20                   | 5  | 4  | 6 | 3  | 10 | 5  |

Вариант № 7

| $b_i \backslash a_j$ | 35 | 15 | 28 | 26 | 7 |
|----------------------|----|----|----|----|---|
| 36                   | 13 | 5  | 7  | 14 | 2 |
| 7                    | 7  | 11 | 8  | 13 | 4 |
| 29                   | 7  | 12 | 5  | 9  | 9 |
| 22                   | 5  | 6  | 9  | 12 | 7 |
| 17                   | 13 | 6  | 13 | 3  | 2 |

Вариант № 8

| $b_i \backslash a_j$ | 29 | 62 | 17 | 14 | 31 | 14 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| 31                   | 15 | 14 | 12 | 7  | 7  | 17 |
| 36                   | 16 | 15 | 1  | 9  | 11 | 10 |
| 33                   | 17 | 16 | 18 | 19 | 16 | 11 |
| 56                   | 10 | 18 | 13 | 8  | 16 | 7  |
| 11                   | 9  | 3  | 5  | 13 | 18 | 11 |

Вариант № 9

| $b_i \backslash a_j$ | 10 | 2  | 23 | 15 | 17 |
|----------------------|----|----|----|----|----|
| 16                   | 13 | 10 | 12 | 11 | 4  |
| 11                   | 12 | 4  | 4  | 10 | 12 |
| 5                    | 8  | 5  | 11 | 10 | 2  |
| 20                   | 15 | 6  | 8  | 8  | 6  |
| 15                   | 2  | 10 | 13 | 5  | 2  |

Вариант № 10

| $b_i \backslash a_j$ | 24 | 10 | 8  | 10 | 27 | 13 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| 16                   | 4  | 11 | 7  | 10 | 17 | 16 |
| 4                    | 17 | 5  | 6  | 9  | 14 | 9  |
| 34                   | 10 | 10 | 10 | 12 | 11 | 6  |
| 17                   | 14 | 13 | 18 | 14 | 17 | 19 |
| 21                   | 6  | 9  | 17 | 16 | 18 | 13 |

Вариант № 11

| $b_i \backslash a_j$ | 10 | 84 | 21 | 16 | 7  |
|----------------------|----|----|----|----|----|
| 32                   | 16 | 23 | 2  | 7  | 19 |
| 20                   | 15 | 11 | 15 | 23 | 20 |
| 22                   | 25 | 12 | 22 | 4  | 6  |
| 39                   | 5  | 11 | 17 | 16 | 12 |
| 25                   | 21 | 9  | 24 | 2  | 21 |

Вариант № 12

| $b_i \backslash a_j$ | 9  | 64 | 37 | 30 | 36 |
|----------------------|----|----|----|----|----|
| 36                   | 19 | 13 | 18 | 23 | 25 |
| 64                   | 7  | 9  | 23 | 7  | 4  |
| 32                   | 3  | 8  | 20 | 9  | 2  |
| 34                   | 24 | 11 | 9  | 27 | 24 |
| 10                   | 15 | 5  | 13 | 13 | 22 |

Вариант № 13

| $b_i \backslash a_j$ | 39 | 98 | 41 | 37 | 21 |
|----------------------|----|----|----|----|----|
| 47                   | 5  | 2  | 18 | 2  | 2  |
| 14                   | 19 | 24 | 25 | 8  | 17 |
| 29                   | 25 | 14 | 3  | 7  | 5  |
| 96                   | 28 | 5  | 11 | 14 | 4  |
| 50                   | 23 | 27 | 4  | 3  | 12 |

Вариант № 14

| $b_i \backslash a_j$ | 16 | 78 | 9  | 33 | 28 |
|----------------------|----|----|----|----|----|
| 71                   | 14 | 9  | 25 | 2  | 28 |
| 21                   | 26 | 16 | 3  | 24 | 8  |
| 39                   | 28 | 29 | 26 | 11 | 8  |
| 2                    | 11 | 12 | 2  | 23 | 22 |
| 31                   | 25 | 6  | 3  | 5  | 19 |

Вариант № 15

| $b_i \backslash a_j$ | 5  | 98 | 22 | 7  | 48 | 49 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| 16                   | 21 | 31 | 25 | 2  | 3  | 18 |
| 70                   | 7  | 36 | 33 | 25 | 36 | 19 |
| 58                   | 18 | 3  | 30 | 30 | 16 | 7  |
| 49                   | 6  | 17 | 34 | 6  | 20 | 31 |
| 36                   | 30 | 3  | 30 | 28 | 36 | 34 |

Вариант № 16

| $b_i \backslash a_j$ | 30 | 4  | 12 | 6  | 50 | 42 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| 17                   | 20 | 21 | 8  | 32 | 35 | 2  |
| 56                   | 6  | 18 | 18 | 9  | 32 | 23 |
| 12                   | 10 | 26 | 29 | 6  | 19 | 11 |
| 57                   | 17 | 25 | 19 | 33 | 24 | 2  |
| 2                    | 5  | 30 | 20 | 5  | 8  | 8  |

Вариант № 17

| $b_i \backslash a_j$ | 43 | 6  | 24 | 17 | 28 | 26 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| 15                   | 31 | 29 | 9  | 22 | 6  | 20 |
| 47                   | 32 | 38 | 16 | 35 | 3  | 15 |
| 37                   | 21 | 32 | 28 | 7  | 17 | 6  |
| 42                   | 13 | 20 | 20 | 9  | 8  | 31 |
| 3                    | 36 | 30 | 32 | 18 | 33 | 31 |

Вариант № 18

| $b_i \backslash a_j$ | 21 | 62 | 6  | 42 | 42 | 32 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| 13                   | 23 | 14 | 3  | 23 | 8  | 6  |
| 77                   | 29 | 17 | 32 | 33 | 26 | 14 |
| 23                   | 26 | 38 | 29 | 35 | 5  | 22 |
| 81                   | 29 | 30 | 38 | 10 | 25 | 20 |
| 11                   | 17 | 36 | 13 | 4  | 19 | 3  |

Вариант № 19

| $b_i \backslash a_j$ | 36 | 10 | 23 | 31 | 16 | 53 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| 3                    | 25 | 14 | 3  | 5  | 20 | 33 |
| 69                   | 28 | 3  | 17 | 37 | 35 | 29 |
| 10                   | 2  | 35 | 6  | 29 | 5  | 27 |
| 60                   | 5  | 33 | 14 | 39 | 6  | 15 |
| 27                   | 6  | 14 | 19 | 16 | 24 | 2  |

Вариант № 20

| $b_i \backslash a_j$ | 5  | 7  | 94 | 48 | 49 | 22 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| 16                   | 21 | 2  | 31 | 3  | 18 | 25 |
| 36                   | 30 | 28 | 3  | 36 | 34 | 30 |
| 66                   | 7  | 25 | 36 | 36 | 19 | 33 |
| 58                   | 18 | 30 | 3  | 16 | 7  | 30 |
| 49                   | 6  | 3  | 17 | 20 | 31 | 34 |

Вариант № 21

| $b_i \backslash a_j$ | 53 | 112 | 44 | 41 | 10 |
|----------------------|----|-----|----|----|----|
| 84                   | 8  | 20  | 18 | 23 | 22 |
| 12                   | 45 | 33  | 46 | 49 | 28 |
| 36                   | 31 | 7   | 34 | 39 | 47 |
| 21                   | 29 | 6   | 3  | 50 | 25 |
| 107                  | 18 | 45  | 32 | 28 | 28 |

Вариант № 22

| $b_i \backslash a_j$ | 30 | 6  | 4  | 45 | 42 | 12 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| 12                   | 10 | 6  | 26 | 19 | 11 | 29 |
| 17                   | 20 | 32 | 21 | 35 | 2  | 8  |
| 51                   | 6  | 9  | 18 | 32 | 23 | 18 |
| 57                   | 17 | 33 | 25 | 24 | 2  | 19 |
| 2                    | 5  | 7  | 30 | 9  | 8  | 20 |

Вариант № 23

| $b_i \backslash a_j$ | 33 | 240 | 38 | 16 | 53 |
|----------------------|----|-----|----|----|----|
| 47                   | 23 | 26  | 29 | 4  | 9  |
| 67                   | 39 | 26  | 48 | 25 | 41 |
| 75                   | 31 | 31  | 27 | 43 | 21 |
| 87                   | 47 | 40  | 51 | 28 | 30 |
| 104                  | 42 | 34  | 9  | 22 | 2  |

Вариант № 24

| $b_i \backslash a_j$ | 39 | 17 | 6  | 28 | 26 | 24 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| 37                   | 21 | 6  | 32 | 17 | 6  | 28 |
| 42                   | 13 | 9  | 20 | 8  | 31 | 20 |
| 15                   | 31 | 22 | 29 | 6  | 20 | 9  |
| 43                   | 32 | 35 | 38 | 3  | 15 | 16 |
| 3                    | 36 | 18 | 30 | 33 | 31 | 32 |

Вариант № 25

| $b_i \backslash a_j$ | 30 | 14 | 44 | 36 | 100 | 44 | 16 |
|----------------------|----|----|----|----|-----|----|----|
| 65                   | 6  | 53 | 55 | 39 | 52  | 46 | 55 |
| 50                   | 15 | 13 | 35 | 14 | 30  | 13 | 42 |
| 114                  | 36 | 55 | 46 | 32 | 34  | 21 | 8  |
| 55                   | 52 | 2  | 56 | 37 | 45  | 46 | 26 |

Вариант № 26

| $b_i \backslash a_j$ | 13 | 9  | 61 | 16 | 10 | 67 | 18 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 38                   | 28 | 7  | 12 | 35 | 11 | 40 | 28 |
| 64                   | 37 | 55 | 30 | 10 | 55 | 14 | 47 |
| 71                   | 46 | 3  | 14 | 46 | 19 | 42 | 12 |
| 21                   | 9  | 30 | 30 | 11 | 6  | 41 | 35 |

Вариант № 27

| $b_i \backslash a_j$ | 9  | 142 | 47 | 65 | 8  |
|----------------------|----|-----|----|----|----|
| 90                   | 40 | 15  | 32 | 21 | 13 |
| 27                   | 17 | 29  | 44 | 16 | 44 |
| 51                   | 40 | 35  | 13 | 19 | 27 |
| 85                   | 11 | 23  | 6  | 40 | 35 |
| 18                   | 41 | 1   | 37 | 5  | 37 |

Вариант № 28

| $b_i \backslash a_j$ | 21 | 42 | 54 | 42 | 32 | 6  |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| 13                   | 23 | 23 | 14 | 8  | 6  | 3  |
| 75                   | 29 | 10 | 30 | 25 | 20 | 38 |
| 75                   | 29 | 33 | 17 | 26 | 14 | 32 |
| 23                   | 26 | 35 | 38 | 5  | 22 | 29 |
| 11                   | 17 | 4  | 36 | 19 | 3  | 13 |

Вариант № 29

| $b_i \backslash a_j$ | 45 | 210 | 9  | 33 | 14 |
|----------------------|----|-----|----|----|----|
| 78                   | 31 | 14  | 39 | 50 | 4  |
| 39                   | 44 | 25  | 37 | 15 | 14 |
| 61                   | 54 | 54  | 13 | 4  | 16 |
| 81                   | 4  | 46  | 11 | 27 | 35 |
| 52                   | 30 | 51  | 39 | 37 | 48 |

Вариант № 30

| $b_i \backslash a_j$ | 36 | 31 | 10 | 16 | 51 | 23 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| 10                   | 5  | 29 | 35 | 5  | 27 | 6  |
| 3                    | 25 | 5  | 14 | 20 | 33 | 3  |
| 67                   | 28 | 37 | 3  | 35 | 29 | 17 |
| 60                   | 9  | 39 | 33 | 4  | 15 | 14 |
| 27                   | 6  | 16 | 14 | 24 | 2  | 19 |

## 2.2 Примеры решения транспортной задачи

### 2.2.1 Решение транспортной задачи методом "минимальной стоимости"

#### Исходные данные

|                      |   |          |   |   |          |
|----------------------|---|----------|---|---|----------|
| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12       | 6 | 4 | 7        |
| 2                    | 5 | 8        | 4 | 3 | 7        |
| 14                   | 4 | 5        | 3 | 6 | <u>2</u> |
| 8                    | 4 | <u>2</u> | 5 | 3 | 4        |
| 6                    | 6 | 4        | 5 | 3 | 4        |
| 4                    | 5 | 6        | 8 | 7 | 8        |

#### Шаг 1

|                      |   |    |   |   |   |
|----------------------|---|----|---|---|---|
| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12 | 6 | 4 | 7 |
| 2                    |   |    |   |   |   |
| 14                   |   |    |   |   | 7 |
| 8                    |   | 8  |   |   |   |
| 6                    |   |    |   |   |   |
| 4                    |   |    |   |   |   |

#### Шаг 2

Тарифы

|              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 5            | 8            | 4            | <u>3</u>     | <del>7</del> |
| 4            | 5            | <u>3</u>     | 6            | <del>2</del> |
| <del>4</del> | <del>2</del> | <del>5</del> | <del>3</del> | <del>4</del> |
| 6            | 4            | 5            | <u>3</u>     | <del>4</del> |
| 5            | 6            | 8            | 7            | <del>8</del> |

#### Шаг 3

Тарифы

|              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 5            | 8            | <del>4</del> | <del>3</del> | <del>7</del> |
| <u>4</u>     | 5            | <del>3</del> | <del>6</del> | <del>2</del> |
| <del>4</del> | <del>2</del> | <del>5</del> | <del>3</del> | <del>4</del> |
| 6            | <u>4</u>     | <del>5</del> | <del>3</del> | <del>4</del> |
| 5            | 6            | <del>8</del> | <del>7</del> | <del>8</del> |

#### Шаг 4

Тарифы

|              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <u>5</u>     | 8            | <del>4</del> | <del>3</del> | <del>7</del> |
| <del>4</del> | <del>5</del> | <del>3</del> | <del>6</del> | <del>2</del> |
| <del>4</del> | <del>2</del> | <del>5</del> | <del>3</del> | <del>4</del> |
| <del>6</del> | <del>4</del> | <del>5</del> | <del>3</del> | <del>4</del> |
| <u>5</u>     | 6            | <del>8</del> | <del>7</del> | <del>8</del> |

#### Шаг 5

Тарифы

|              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <del>5</del> | <del>8</del> | <del>4</del> | <del>3</del> | <del>7</del> |
| <del>4</del> | <del>5</del> | <del>3</del> | <del>6</del> | <del>2</del> |
| <del>4</del> | <del>2</del> | <del>5</del> | <del>3</del> | <del>4</del> |
| <del>6</del> | <del>4</del> | <del>5</del> | <del>3</del> | <del>4</del> |
| <del>5</del> | <u>6</u>     | <del>8</del> | <del>7</del> | <del>8</del> |

В ячейки плана с минимальными значениями тарифа записывается наименьшее из двух значений  $a_i$  или  $b_j$ , после чего из дальнейшего рассмотрения исключаются строки и столбцы, для которых выполнены ограничения транспортной задачи.

В отношении оставшихся ячеек процедура повторяется.

|                      |   |    |   |   |   |
|----------------------|---|----|---|---|---|
| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12 | 6 | 4 | 7 |
| 2                    |   |    |   |   |   |
| 14                   |   |    | 6 |   | 7 |
| 8                    |   | 8  |   |   |   |
| 6                    |   |    |   | 4 |   |
| 4                    |   |    |   |   |   |

|                      |   |    |   |   |   |
|----------------------|---|----|---|---|---|
| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12 | 6 | 4 | 7 |
| 2                    |   |    |   |   |   |
| 14                   | 1 |    | 6 |   | 7 |
| 8                    |   | 8  |   |   |   |
| 6                    |   | 2  |   | 4 |   |
| 4                    |   |    |   |   |   |

|                      |   |    |   |   |   |
|----------------------|---|----|---|---|---|
| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12 | 6 | 4 | 7 |
| 2                    | 2 |    |   |   |   |
| 14                   | 1 |    | 6 |   | 7 |
| 8                    |   | 8  |   |   |   |
| 6                    |   | 2  |   | 4 |   |
| 4                    | 2 |    |   |   |   |

|                      |   |    |   |   |   |
|----------------------|---|----|---|---|---|
| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12 | 6 | 4 | 7 |
| 2                    | 2 |    |   |   |   |
| 14                   | 1 |    | 6 |   | 7 |
| 8                    |   | 8  |   |   |   |
| 6                    |   | 2  |   | 4 |   |
| 4                    | 2 | 2  |   |   |   |

$$F = 104$$

### 2.2.2 Проверка плана на оптимальность

| $b_i \backslash a_j$ | 5      | 12          | 6           | 4           | 7           | $U_j$   |
|----------------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| 2                    | 5<br>- | 0<br>8<br>2 | 2<br>4      | 0<br>3      | -2<br>7     | 4<br>0  |
| 14                   | 4      | 0<br>5<br>1 | 0<br>3      | 0<br>6<br>6 | 2<br>2      | 0<br>-1 |
| 8                    | 4      | 3<br>2      | 0<br>5      | 5<br>3      | 2<br>4      | 5<br>-4 |
| 6                    | 6      | 3<br>4<br>+ | 0<br>5<br>2 | 3<br>3<br>- | 0<br>4<br>4 | 3<br>-2 |
| 4                    | 5<br>+ | 0<br>6<br>2 | 0<br>8<br>2 | 4<br>7      | 2<br>8      | 5<br>0  |
| $V_i$                | 5      | 6           | 4           | 5           | 3           |         |

$$F = 104$$

Отрицательное значение  $C_{14} - V_4 - U_1 = -2$

указывает на неоптимальность плана и возможность его улучшения

| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12          | 6           | 4           | 7           | $U_j$   |
|----------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| 2                    | 5 | 0<br>8<br>0 | 4<br>4      | 4<br>3      | 0<br>7<br>2 | 4<br>0  |
| 14                   | 4 | 0<br>5<br>1 | 2<br>3      | 4<br>6<br>6 | 4<br>2      | 0<br>-1 |
| 8                    | 4 | 1<br>2      | 0<br>5      | 7<br>3      | 2<br>4      | 3<br>-2 |
| 6                    | 6 | 1<br>4      | 0<br>5<br>4 | 5<br>3      | 0<br>4<br>2 | 1<br>0  |
| 4                    | 5 | 0<br>6<br>4 | 2<br>8      | 8<br>7      | 4<br>8      | 5<br>0  |
| $V_i$                | 5 | 4           |             | 3           | 3           |         |

Получен оптимальный план

$$F = 100$$



### 2.2.3 Решение транспортной задачи методом Фогеля

| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12 | 6 | 4 | 7 | Этап 1 | Этап 2 | Этап 3 | Этап 4 |
|----------------------|---|----|---|---|---|--------|--------|--------|--------|
| 2                    | 5 | 8  | 4 | 3 | 7 | 1      | -      | -      | -      |
| 14                   | 4 | 5  | 3 | 6 | 2 | 1      | 1      | 1      | 1      |
| 8                    | 4 | 2  | 5 | 3 | 4 | 1      | -      | -      | -      |
| 6                    | 6 | 4  | 5 | 3 | 4 | 1      | 1      | 2      | -      |
| 4                    | 5 | 6  | 8 | 7 | 8 | 1      | 1      | 1      | 1      |
| Этап 1               | 1 | 2  | 1 | 3 | 2 |        |        |        |        |
| Этап 2               | 1 | 1  | 2 | 3 | - |        |        |        |        |
| Этап 3               | 1 | 1  | - | - | - |        |        |        |        |
| Этап 4               | 1 | 1  | - | - | - |        |        |        |        |

Результат  $F = 100$

| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12 | 6 | 4 | 7 |
|----------------------|---|----|---|---|---|
| 2                    |   |    |   | 2 |   |
| 14                   | 1 |    | 6 |   | 7 |
| 8                    |   | 8  |   |   |   |
| 6                    |   | 4  |   | 2 |   |
| 4                    | 4 |    |   |   |   |

#### Пояснения

Этап 1. Находим разности между двумя минимальными значениями тарифов в строке и в столбце и заносим их в дополнительные ячейки таблицы.

По максимальным значениям разности в дополнительных столбце и строке выбираем ячейку плана с минимальным тарифом и заносим в неё значение  $\min(a_i; b_j)$

|        | 5 | 8        | 4 | <u>3</u> | 7        | Этап 1 |
|--------|---|----------|---|----------|----------|--------|
| 4      | 5 | 8        | 4 | <u>3</u> | 7        | 1      |
| 4      | 4 | 5        | 3 | 6        | <u>2</u> | 1      |
| 4      | 4 | <u>2</u> | 5 | 3        | 4        | 1      |
| 6      | 6 | 4        | 5 | 3        | 4        | 1      |
| 5      | 5 | 6        | 8 | 7        | 8        | 1      |
| Этап 1 | 1 | 2        | 1 | 3        | 2        |        |

| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12 | 6 | 4 | 7 |
|----------------------|---|----|---|---|---|
| 2                    |   |    |   | 2 |   |
| 14                   |   |    |   |   | 7 |
| 8                    |   | 8  |   |   |   |
| 6                    |   |    |   |   |   |
| 4                    |   |    |   |   |   |

Этап 2. Вычеркиваем строки и столбцы плана, для которых уже выполнены ограничения транспортной задачи, находим разности между двумя минимальными значениями тарифов в строке и в столбце и заносим их в дополнительные ячейки таблицы и повторяем предыдущий шаг

|              | <del>5</del> | <del>8</del> | <del>4</del> | <u>3</u>     | <del>7</del> | Этап 2 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|
| <del>4</del> | <del>5</del> | <del>8</del> | <del>4</del> | <u>3</u>     | <del>7</del> | -      |
| 4            | 4            | 5            | 3            | 6            | 2            | 1      |
| <del>4</del> | <del>4</del> | <del>2</del> | <del>5</del> | <del>3</del> | <del>4</del> | -      |
| 6            | 6            | 4            | 5            | <u>3</u>     | <del>4</del> | 1      |
| 5            | 5            | 6            | 8            | 7            | <del>8</del> | 1      |
| Этап 2       | 1            | 1            | 2            | 3            | -            |        |

| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12 | 6 | 4 | 7 |
|----------------------|---|----|---|---|---|
| 2                    |   |    |   | 2 |   |
| 14                   |   |    | 6 |   | 7 |
| 8                    |   | 8  |   |   |   |
| 6                    |   |    |   | 2 |   |
| 4                    |   |    |   |   |   |

Этап 3.

|              |              |              |              |              |   |        |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---|--------|
|              |              |              |              |              |   | Этап 3 |
| <del>5</del> | <del>8</del> | <del>4</del> | <del>3</del> | <del>7</del> |   | -      |
| 4            | 5            | 3            | 6            | 2            |   | 1      |
| <del>4</del> | <del>2</del> | <del>5</del> | <del>3</del> | <del>4</del> |   | -      |
| 6            | <u>4</u>     | 5            | 3            | 4            |   | 2      |
| 5            | 6            | 8            | 7            | 8            |   | 1      |
| Этап 3       | 1            | 1            | -            | -            | - |        |

|                      |   |    |   |   |   |
|----------------------|---|----|---|---|---|
| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12 | 6 | 4 | 7 |
| 2                    |   |    |   | 2 |   |
| 14                   |   |    | 6 |   | 7 |
| 8                    |   | 8  |   |   |   |
| 6                    |   | 4  |   | 2 |   |
| 4                    |   |    |   |   |   |

Этап 4. Оставшиеся ячейки плана заполняются методом "минимальной стоимости"

|              |              |              |              |              |   |        |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---|--------|
|              |              |              |              |              |   | Этап 4 |
| <del>5</del> | <del>8</del> | <del>4</del> | <del>3</del> | <del>7</del> |   | -      |
| <u>4</u>     | 5            | 3            | 6            | 2            |   | 1      |
| <del>4</del> | <del>2</del> | <del>5</del> | <del>3</del> | <del>4</del> |   | -      |
| <del>6</del> | <del>4</del> | <del>5</del> | <del>3</del> | <del>4</del> |   | -      |
| 5            | 6            | 8            | 7            | 8            |   | 1      |
| Этап 4       | 1            | 1            | -            | -            | - |        |

|                      |   |    |   |   |   |
|----------------------|---|----|---|---|---|
| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12 | 6 | 4 | 7 |
| 2                    |   |    |   | 2 |   |
| 14                   | 1 |    | 6 |   | 7 |
| 8                    |   | 8  |   |   |   |
| 6                    |   | 4  |   | 2 |   |
| 4                    | 4 |    |   |   |   |

$F = 100$

Проверка на оптимальность

|                      |   |    |    |    |    |       |
|----------------------|---|----|----|----|----|-------|
| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12 | 6  | 4  | 7  | $U_j$ |
| 2                    | 5 | 18 | 44 | 13 | 07 | 5     |
| 14                   | 4 | 05 | 13 | 06 | 32 | 0     |
| 8                    | 4 | 22 | 05 | 43 | 24 | 4     |
| 6                    | 6 | 24 | 05 | 23 | 04 | 2     |
| 4                    | 5 | 06 | 18 | 47 | 38 | 5     |
| $V_i$                | 0 | 0  | -1 | -1 | -2 |       |

Получен оптимальный план

## 2.2.4 Решение транспортной задачи с дополнительными ограничениями

### Исходные данные

| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12 | 6 | 4 | 7 |
|----------------------|---|----|---|---|---|
| 2                    | 5 | 8  | 4 | 3 | 7 |
| 14                   | 4 | 5  | 3 | 6 | 2 |
| 8                    | 4 | 2  | 5 | 3 | 4 |
| 6                    | 6 | 4  | 5 | 3 | 4 |
| 4                    | 5 | 6  | 8 | 7 | 8 |

### Оптимальный план

**F = 100**

| $b_i \backslash a_j$ | 5   | 12  | 6   | 4 | 7   | Ограничения |
|----------------------|-----|-----|-----|---|-----|-------------|
| 2                    |     |     |     | 2 |     | 0           |
| 14                   | 1   |     | 6   |   | 7   | - 0         |
| 8                    |     | 8   |     |   |     | - 0         |
| 6                    |     | 4   |     | 2 |     | - 0         |
| 4                    | 4   |     |     |   |     | 0           |
| Ограничен            | - 0 | - 0 | - 0 | 0 | - 0 |             |

### Нижняя граница поставки

$D_{21} \geq 4$

**F = 107**

| $b_i \backslash a_j$ | 5   | 12  | 6   | 4 | 7   | Ограничения |
|----------------------|-----|-----|-----|---|-----|-------------|
| 2                    |     |     | 2   |   |     | 0           |
| 14                   | 4   |     | 4   |   | 6   | - 0         |
| 8                    |     | 8   |     |   |     | - 0         |
| 6                    |     | 1   |     | 4 | 1   | - 0         |
| 4                    | 1   | 3   |     |   |     | 0           |
| Ограничен            | - 0 | - 0 | - 0 | 0 | - 0 |             |

### Верхняя граница

$D_{32} \leq 2$

**F = 116**

| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12  | 6 | 4 | 7 | Ограничения |
|----------------------|---|-----|---|---|---|-------------|
| 2                    |   |     |   | 2 |   | -           |
| 14                   | 1 |     | 6 |   | 7 | -           |
| 8                    | 4 | 2   |   | 2 |   | 0           |
| 6                    |   | 6   |   |   |   | -           |
| 4                    |   | 4   |   |   |   | - 0         |
| Ограничен            | 0 | - 0 | 0 | - | - |             |

### Запрет поставки

$D_{23} = 0$

**F = 118**

| $b_i \backslash a_j$ | 5 | 12 | 6 | 4 | 7 | Ограничения |
|----------------------|---|----|---|---|---|-------------|
| 2                    |   |    | 2 |   |   | 0           |
| 14                   | 5 | 2  |   |   | 7 | - 0         |
| 8                    |   | 8  |   |   |   | 0           |
| 6                    |   |    | 2 | 4 |   | - 0         |
| 4                    |   | 2  | 2 |   |   | - 0         |

### 3. ABC -XYZ – анализы

#### 3.1 Варианты индивидуальных заданий

Вариант № 1

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 3 022  | 764   | 775    | 747     | 736    |
| 2  | 7 409  | 1 656 | 1 955  | 1 537   | 2 261  |
| 3  | 241    | 39    | 48     | 82      | 72     |
| 4  | 42     | 14    | 7      | 13      | 8      |
| 5  | 1 923  | 411   | 447    | 389     | 676    |
| 6  | 373    | 119   | 85     | 84      | 85     |
| 7  | 6 385  | 1 223 | 1 013  | 2 085   | 2 064  |
| 8  | 62     | 24    | 23     | 9       | 6      |
| 9  | 4 734  | 1 703 | 747    | 656     | 1 628  |
| 10 | 1 656  | 550   | 556    | 250     | 300    |
| 11 | 116    | 21    | 21     | 22      | 52     |
| 12 | 98     | 31    | 21     | 18      | 28     |
| 13 | 2 593  | 540   | 586    | 522     | 945    |
| 14 | 211    | 51    | 52     | 53      | 55     |
| 15 | 580    | 128   | 167    | 163     | 122    |
| 16 | 790    | 116   | 118    | 287     | 269    |
| 17 | 1 226  | 150   | 173    | 444     | 459    |
| 18 | 2 237  | 758   | 677    | 352     | 450    |
| 19 | 155    | 51    | 22     | 50      | 32     |
| 20 | 90     | 23    | 23     | 25      | 19     |
| 21 | 278    | 101   | 98     | 39      | 40     |
| 22 | 40     | 9     | 11     | 9       | 11     |
| 23 | 135    | 30    | 37     | 34      | 34     |
| 24 | 679    | 197   | 204    | 130     | 148    |
| 25 | 319    | 74    | 92     | 78      | 75     |
| 26 | 4 070  | 1 053 | 1 009  | 1 008   | 1 000  |
| 27 | 71     | 28    | 24     | 10      | 9      |
| 28 | 5 497  | 794   | 2 072  | 1 854   | 777    |
| 29 | 62     | 21    | 10     | 10      | 21     |
| 30 | 1 060  | 227   | 284    | 216     | 333    |
| 31 | 914    | 231   | 202    | 228     | 253    |
| 32 | 3 506  | 840   | 879    | 886     | 901    |
| 33 | 50     | 12    | 11     | 12      | 15     |
| 34 | 8 612  | 2 055 | 1 734  | 2 565   | 2 258  |
| 35 | 34     | 10    | 10     | 8       | 6      |
| 36 | 502    | 157   | 85     | 165     | 95     |
| 37 | 175    | 40    | 38     | 35      | 62     |
| 38 | 10 007 | 2 480 | 2 435  | 2 281   | 2 811  |
| 39 | 1 423  | 315   | 337    | 426     | 345    |
| 40 | 435    | 96    | 97     | 104     | 138    |

Вариант № 2

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 5 496  | 847   | 1 872  | 862     | 1 915  |
| 2  | 7 420  | 1 951 | 1 996  | 1 775   | 1 698  |
| 3  | 2 605  | 454   | 867    | 417     | 867    |
| 4  | 282    | 88    | 60     | 75      | 59     |
| 5  | 4 070  | 788   | 1 223  | 752     | 1 307  |
| 6  | 1 225  | 327   | 311    | 285     | 302    |
| 7  | 1 433  | 188   | 200    | 514     | 531    |
| 8  | 72     | 22    | 15     | 13      | 22     |
| 9  | 587    | 171   | 163    | 159     | 94     |
| 10 | 379    | 111   | 74     | 113     | 81     |
| 11 | 10 014 | 2 036 | 2 035  | 3 232   | 2 711  |
| 12 | 37     | 13    | 5      | 6       | 13     |
| 13 | 67     | 13    | 19     | 15      | 20     |
| 14 | 8 618  | 3 076 | 1 189  | 3 088   | 1 265  |
| 15 | 61     | 15    | 12     | 13      | 21     |
| 16 | 502    | 174   | 60     | 59      | 209    |
| 17 | 157    | 47    | 46     | 28      | 36     |
| 18 | 3 503  | 768   | 765    | 843     | 1 127  |
| 19 | 45     | 10    | 11     | 11      | 13     |
| 20 | 433    | 109   | 108    | 117     | 99     |
| 21 | 208    | 72    | 31     | 32      | 73     |
| 22 | 1 938  | 238   | 677    | 275     | 748    |
| 23 | 122    | 18    | 14     | 17      | 73     |
| 24 | 4 740  | 977   | 1 426  | 1 580   | 757    |
| 25 | 2 249  | 523   | 524    | 702     | 500    |
| 26 | 106    | 34    | 34     | 21      | 17     |
| 27 | 335    | 67    | 102    | 108     | 58     |
| 28 | 187    | 47    | 43     | 41      | 56     |
| 29 | 793    | 212   | 187    | 190     | 204    |
| 30 | 907    | 239   | 230    | 231     | 207    |
| 31 | 83     | 21    | 23     | 21      | 18     |
| 32 | 1 063  | 320   | 312    | 314     | 117    |
| 33 | 3 022  | 918   | 997    | 936     | 171    |
| 34 | 46     | 10    | 13     | 9       | 14     |
| 35 | 48     | 12    | 10     | 10      | 16     |
| 36 | 134    | 33    | 34     | 29      | 38     |
| 37 | 1 653  | 376   | 414    | 397     | 466    |
| 38 | 247    | 68    | 70     | 56      | 53     |
| 39 | 6 380  | 2 179 | 994    | 1 930   | 1 277  |
| 40 | 676    | 151   | 149    | 207     | 169    |

Вариант № 3

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 395    | 92    | 92     | 88      | 123    |
| 2  | 702    | 167   | 183    | 153     | 199    |
| 3  | 94     | 26    | 26     | 25      | 17     |
| 4  | 65     | 20    | 20     | 15      | 10     |
| 5  | 138    | 36    | 29     | 31      | 42     |
| 6  | 1 929  | 569   | 419    | 410     | 531    |
| 7  | 58     | 14    | 15     | 16      | 13     |
| 8  | 513    | 141   | 112    | 153     | 107    |
| 9  | 6 395  | 2 004 | 1 761  | 1 229   | 1 401  |
| 10 | 918    | 149   | 160    | 176     | 433    |
| 11 | 4 083  | 1 092 | 979    | 1 076   | 936    |
| 12 | 177    | 58    | 34     | 58      | 27     |
| 13 | 55     | 14    | 14     | 15      | 12     |
| 14 | 7 419  | 1 116 | 2 940  | 2 846   | 517    |
| 15 | 70     | 12    | 26     | 25      | 7      |
| 16 | 10 024 | 3 484 | 1 753  | 1 716   | 3 071  |
| 17 | 4 744  | 1 307 | 1 422  | 1 043   | 972    |
| 18 | 1 072  | 186   | 198    | 154     | 534    |
| 19 | 1 247  | 249   | 395    | 248     | 355    |
| 20 | 178    | 57    | 34     | 34      | 53     |
| 21 | 2 598  | 856   | 530    | 786     | 426    |
| 22 | 5 497  | 946   | 768    | 854     | 2 929  |
| 23 | 321    | 98    | 108    | 53      | 62     |
| 24 | 607    | 235   | 83     | 239     | 50     |
| 25 | 47     | 15    | 15     | 9       | 8      |
| 26 | 443    | 83    | 92     | 90      | 178    |
| 27 | 258    | 82    | 48     | 71      | 57     |
| 28 | 8 617  | 2 684 | 2 784  | 1 805   | 1 344  |
| 29 | 132    | 35    | 35     | 30      | 32     |
| 30 | 3 028  | 1 032 | 966    | 535     | 495    |
| 31 | 2 241  | 725   | 359    | 779     | 378    |
| 32 | 1 674  | 413   | 371    | 430     | 460    |
| 33 | 278    | 59    | 64     | 58      | 97     |
| 34 | 64     | 22    | 10     | 12      | 20     |
| 35 | 212    | 36    | 69     | 34      | 73     |
| 36 | 89     | 30    | 16     | 31      | 12     |
| 37 | 1 435  | 204   | 485    | 463     | 283    |
| 38 | 3 509  | 1 211 | 521    | 534     | 1 243  |
| 39 | 788    | 146   | 156    | 135     | 351    |
| 40 | 107    | 15    | 38     | 37      | 17     |

Вариант № 4

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 140    | 50    | 21     | 49      | 20     |
| 2  | 8 626  | 2 178 | 2 133  | 1 952   | 2 363  |
| 3  | 462    | 168   | 69     | 59      | 166    |
| 4  | 98     | 21    | 31     | 28      | 18     |
| 5  | 94     | 33    | 16     | 16      | 29     |
| 6  | 1 085  | 309   | 307    | 234     | 235    |
| 7  | 200    | 69    | 61     | 37      | 33     |
| 8  | 579    | 122   | 129    | 156     | 172    |
| 9  | 4 735  | 602   | 1 709  | 1 809   | 615    |
| 10 | 115    | 19    | 19     | 19      | 58     |
| 11 | 208    | 36    | 41     | 39      | 92     |
| 12 | 163    | 45    | 46     | 37      | 35     |
| 13 | 6 383  | 2 016 | 2 060  | 2 128   | 179    |
| 14 | 1 942  | 399   | 529    | 385     | 629    |
| 15 | 785    | 266   | 127    | 251     | 141    |
| 16 | 10 008 | 2 540 | 2 387  | 2 571   | 2 510  |
| 17 | 5 520  | 739   | 877    | 1 790   | 2 114  |
| 18 | 115    | 35    | 25     | 32      | 23     |
| 19 | 1 677  | 312   | 327    | 296     | 742    |
| 20 | 286    | 46    | 95     | 49      | 96     |
| 21 | 7 426  | 2 055 | 1 449  | 2 043   | 1 879  |
| 22 | 57     | 13    | 11     | 16      | 17     |
| 23 | 909    | 144   | 343    | 332     | 90     |
| 24 | 45     | 5     | 17     | 15      | 8      |
| 25 | 73     | 13    | 13     | 24      | 23     |
| 26 | 3 537  | 1 067 | 806    | 932     | 732    |
| 27 | 2 612  | 392   | 966    | 323     | 931    |
| 28 | 694    | 203   | 204    | 141     | 146    |
| 29 | 132    | 23    | 23     | 19      | 67     |
| 30 | 70     | 10    | 10     | 11      | 39     |
| 31 | 1 230  | 245   | 243    | 403     | 339    |
| 32 | 355    | 90    | 98     | 96      | 71     |
| 33 | 521    | 72    | 81     | 75      | 293    |
| 34 | 1 452  | 400   | 343    | 350     | 359    |
| 35 | 3 016  | 594   | 890    | 711     | 821    |
| 36 | 2 245  | 559   | 520    | 574     | 592    |
| 37 | 4 105  | 550   | 1 419  | 1 465   | 671    |
| 38 | 76     | 18    | 23     | 17      | 18     |
| 39 | 264    | 43    | 85     | 46      | 90     |
| 40 | 370    | 76    | 114    | 81      | 99     |

Вариант № 5

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 1 932  | 381   | 573    | 372     | 606    |
| 2  | 4 075  | 633   | 1 327  | 1 318   | 797    |
| 3  | 214    | 69    | 35     | 67      | 43     |
| 4  | 1 655  | 622   | 579    | 279     | 175    |
| 5  | 336    | 59    | 113    | 108     | 56     |
| 6  | 2 247  | 468   | 671    | 614     | 494    |
| 7  | 10 012 | 2 578 | 2 665  | 2 304   | 2 465  |
| 8  | 101    | 29    | 19     | 23      | 30     |
| 9  | 7 456  | 2 414 | 2 510  | 2 362   | 170    |
| 10 | 33     | 9     | 8      | 8       | 8      |
| 11 | 285    | 74    | 56     | 56      | 99     |
| 12 | 1 435  | 340   | 373    | 370     | 352    |
| 13 | 5 519  | 1 780 | 1 875  | 887     | 977    |
| 14 | 824    | 199   | 200    | 234     | 191    |
| 15 | 68     | 14    | 14     | 13      | 27     |
| 16 | 142    | 52    | 49     | 20      | 21     |
| 17 | 93     | 29    | 30     | 26      | 8      |
| 18 | 197    | 47    | 50     | 45      | 55     |
| 19 | 947    | 344   | 169    | 134     | 300    |
| 20 | 172    | 32    | 57     | 28      | 55     |
| 21 | 604    | 107   | 110    | 106     | 281    |
| 22 | 6 407  | 1 211 | 1 998  | 1 002   | 2 196  |
| 23 | 112    | 26    | 24     | 29      | 33     |
| 24 | 521    | 149   | 91     | 113     | 168    |
| 25 | 472    | 119   | 113    | 124     | 116    |
| 26 | 60     | 16    | 14     | 17      | 13     |
| 27 | 700    | 122   | 230    | 230     | 118    |
| 28 | 269    | 74    | 57     | 67      | 71     |
| 29 | 97     | 30    | 20     | 28      | 19     |
| 30 | 400    | 66    | 126    | 74      | 134    |
| 31 | 1 054  | 375   | 126    | 126     | 427    |
| 32 | 203    | 62    | 31     | 65      | 45     |
| 33 | 8 648  | 2 204 | 2 169  | 2 282   | 1 993  |
| 34 | 4 760  | 813   | 700    | 675     | 2 572  |
| 35 | 101    | 19    | 20     | 28      | 34     |
| 36 | 46     | 15    | 14     | 15      | 2      |
| 37 | 2 609  | 594   | 646    | 679     | 690    |
| 38 | 1 256  | 177   | 443    | 494     | 142    |
| 39 | 3 024  | 936   | 868    | 961     | 259    |
| 40 | 3 545  | 735   | 940    | 761     | 1 109  |

Вариант № 6

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 586    | 186   | 200    | 183     | 17     |
| 2  | 4 775  | 634   | 1 815  | 1 822   | 504    |
| 3  | 99     | 30    | 22     | 27      | 20     |
| 4  | 307    | 79    | 72     | 88      | 68     |
| 5  | 3 019  | 941   | 863    | 575     | 640    |
| 6  | 10 022 | 1 727 | 3 322  | 3 378   | 1 595  |
| 7  | 99     | 27    | 30     | 20      | 22     |
| 8  | 486    | 157   | 144    | 87      | 98     |
| 9  | 1 239  | 429   | 446    | 223     | 141    |
| 10 | 6 425  | 898   | 2 288  | 1 035   | 2 204  |
| 11 | 1 453  | 360   | 383    | 374     | 336    |
| 12 | 4 100  | 569   | 1 509  | 593     | 1 429  |
| 13 | 681    | 246   | 101    | 119     | 215    |
| 14 | 2 234  | 674   | 502    | 664     | 394    |
| 15 | 113    | 33    | 24     | 23      | 33     |
| 16 | 7 459  | 1 713 | 2 096  | 1 687   | 1 963  |
| 17 | 63     | 10    | 10     | 13      | 30     |
| 18 | 84     | 23    | 18     | 21      | 22     |
| 19 | 70     | 22    | 20     | 14      | 14     |
| 20 | 344    | 89    | 82     | 93      | 80     |
| 21 | 2 621  | 333   | 328    | 387     | 1 573  |
| 22 | 8 638  | 2 871 | 3 020  | 1 466   | 1 281  |
| 23 | 3 501  | 813   | 854    | 841     | 993    |
| 24 | 59     | 12    | 12     | 11      | 24     |
| 25 | 217    | 45    | 67     | 37      | 68     |
| 26 | 539    | 158   | 104    | 100     | 177    |
| 27 | 1 060  | 323   | 198    | 309     | 230    |
| 28 | 787    | 121   | 273    | 240     | 153    |
| 29 | 157    | 47    | 29     | 32      | 49     |
| 30 | 106    | 21    | 31     | 20      | 34     |
| 31 | 287    | 73    | 71     | 64      | 79     |
| 32 | 244    | 83    | 89     | 37      | 35     |
| 33 | 1 923  | 342   | 318    | 334     | 929    |
| 34 | 393    | 110   | 110    | 86      | 87     |
| 35 | 85     | 23    | 26     | 18      | 18     |
| 36 | 53     | 12    | 12     | 12      | 17     |
| 37 | 5 527  | 949   | 1 630  | 1 593   | 1 355  |
| 38 | 1 657  | 489   | 464    | 382     | 322    |
| 39 | 132    | 42    | 43     | 43      | 4      |
| 40 | 956    | 300   | 296    | 278     | 82     |

Вариант № 7

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 1 672  | 398   | 462    | 414     | 398    |
| 2  | 8 644  | 2 112 | 2 324  | 2 336   | 1 872  |
| 3  | 400    | 118   | 85     | 118     | 79     |
| 4  | 610    | 96    | 88     | 205     | 221    |
| 5  | 72     | 21    | 22     | 15      | 14     |
| 6  | 79     | 12    | 13     | 27      | 27     |
| 7  | 2 241  | 610   | 546    | 552     | 533    |
| 8  | 3 546  | 1 014 | 884    | 889     | 759    |
| 9  | 139    | 46    | 25     | 49      | 19     |
| 10 | 1 240  | 308   | 326    | 306     | 300    |
| 11 | 168    | 19    | 25     | 24      | 100    |
| 12 | 6 445  | 1 310 | 1 169  | 2 203   | 1 763  |
| 13 | 91     | 18    | 19     | 27      | 27     |
| 14 | 119    | 31    | 31     | 26      | 31     |
| 15 | 461    | 87    | 99     | 103     | 172    |
| 16 | 724    | 113   | 118    | 263     | 230    |
| 17 | 356    | 57    | 54     | 52      | 193    |
| 18 | 222    | 74    | 34     | 70      | 44     |
| 19 | 263    | 49    | 82     | 91      | 41     |
| 20 | 4 084  | 1 228 | 1 118  | 893     | 845    |
| 21 | 83     | 22    | 26     | 25      | 10     |
| 22 | 1 433  | 486   | 238    | 271     | 438    |
| 23 | 5 541  | 1 461 | 1 392  | 1 385   | 1 303  |
| 24 | 1 938  | 362   | 664    | 360     | 552    |
| 25 | 135    | 30    | 27     | 30      | 48     |
| 26 | 136    | 28    | 26     | 30      | 52     |
| 27 | 814    | 120   | 266    | 267     | 161    |
| 28 | 7 444  | 2 689 | 1 102  | 1 173   | 2 480  |
| 29 | 130    | 41    | 20     | 43      | 26     |
| 30 | 4 738  | 945   | 797    | 1 615   | 1 381  |
| 31 | 2 659  | 619   | 670    | 682     | 688    |
| 32 | 1 074  | 170   | 381    | 384     | 139    |
| 33 | 3 064  | 554   | 979    | 1 001   | 530    |
| 34 | 231    | 74    | 80     | 33      | 44     |
| 35 | 124    | 29    | 28     | 35      | 32     |
| 36 | 10 067 | 3 216 | 1 785  | 1 816   | 3 250  |
| 37 | 535    | 124   | 110    | 159     | 142    |
| 38 | 68     | 10    | 10     | 26      | 22     |
| 39 | 960    | 284   | 296    | 273     | 107    |
| 40 | 284    | 59    | 60     | 84      | 81     |

Вариант № 8

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 92     | 16    | 26     | 17      | 33     |
| 2  | 172    | 58    | 29     | 22      | 63     |
| 3  | 385    | 115   | 122    | 72      | 76     |
| 4  | 203    | 58    | 46     | 42      | 57     |
| 5  | 256    | 94    | 95     | 38      | 29     |
| 6  | 2 258  | 375   | 361    | 355     | 1 167  |
| 7  | 306    | 96    | 93     | 102     | 15     |
| 8  | 1 963  | 633   | 577    | 328     | 425    |
| 9  | 253    | 52    | 52     | 73      | 76     |
| 10 | 105    | 33    | 18     | 18      | 36     |
| 11 | 3 502  | 622   | 1 030  | 1 127   | 723    |
| 12 | 4 792  | 1 683 | 639    | 691     | 1 779  |
| 13 | 688    | 150   | 185    | 184     | 169    |
| 14 | 38     | 8     | 10     | 10      | 10     |
| 15 | 5 499  | 1 687 | 1 655  | 1 593   | 564    |
| 16 | 938    | 111   | 111    | 116     | 600    |
| 17 | 56     | 17    | 15     | 16      | 8      |
| 18 | 6 388  | 1 747 | 1 758  | 1 614   | 1 269  |
| 19 | 2 623  | 867   | 922    | 453     | 381    |
| 20 | 4 088  | 1 159 | 978    | 992     | 959    |
| 21 | 120    | 44    | 19     | 40      | 17     |
| 22 | 857    | 179   | 179    | 205     | 294    |
| 23 | 76     | 21    | 20     | 18      | 17     |
| 24 | 10 067 | 2 333 | 2 530  | 2 381   | 2 823  |
| 25 | 124    | 47    | 19     | 16      | 42     |
| 26 | 1 083  | 368   | 362    | 155     | 198    |
| 27 | 1 226  | 300   | 271    | 300     | 355    |
| 28 | 98     | 36    | 12     | 34      | 16     |
| 29 | 8 674  | 2 514 | 1 857  | 2 665   | 1 638  |
| 30 | 450    | 90    | 80     | 81      | 199    |
| 31 | 3 085  | 936   | 975    | 865     | 309    |
| 32 | 134    | 30    | 29     | 35      | 40     |
| 33 | 1 668  | 344   | 472    | 493     | 359    |
| 34 | 252    | 47    | 52     | 68      | 85     |
| 35 | 7 487  | 1 247 | 1 260  | 2 419   | 2 561  |
| 36 | 1 494  | 211   | 210    | 576     | 497    |
| 37 | 147    | 41    | 42     | 45      | 19     |
| 38 | 409    | 88    | 128    | 90      | 103    |
| 39 | 507    | 86    | 159    | 101     | 161    |
| 40 | 655    | 142   | 194    | 203     | 116    |

Вариант № 9

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 481    | 162   | 153    | 89      | 77     |
| 2  | 701    | 101   | 115    | 81      | 404    |
| 3  | 104    | 27    | 23     | 25      | 29     |
| 4  | 3 558  | 702   | 665    | 1 083   | 1 108  |
| 5  | 127    | 40    | 41     | 39      | 7      |
| 6  | 402    | 114   | 122    | 130     | 36     |
| 7  | 118    | 17    | 17     | 18      | 66     |
| 8  | 1 945  | 567   | 540    | 573     | 265    |
| 9  | 4 134  | 1 020 | 1 061  | 1 093   | 960    |
| 10 | 66     | 14    | 16     | 19      | 17     |
| 11 | 414    | 114   | 111    | 92      | 97     |
| 12 | 4 793  | 1 101 | 1 155  | 1 319   | 1 218  |
| 13 | 857    | 164   | 164    | 165     | 364    |
| 14 | 212    | 66    | 42     | 41      | 63     |
| 15 | 208    | 43    | 41     | 43      | 81     |
| 16 | 925    | 173   | 292    | 164     | 296    |
| 17 | 7 452  | 1 396 | 2 034  | 2 157   | 1 865  |
| 18 | 10 044 | 3 350 | 3 811  | 1 324   | 1 559  |
| 19 | 5 535  | 714   | 1 866  | 876     | 2 079  |
| 20 | 251    | 48    | 49     | 50      | 104    |
| 21 | 8 615  | 2 522 | 2 460  | 1 639   | 1 994  |
| 22 | 337    | 111   | 98     | 97      | 31     |
| 23 | 2 283  | 253   | 842    | 817     | 371    |
| 24 | 49     | 14    | 10     | 14      | 11     |
| 25 | 1 490  | 387   | 371    | 332     | 400    |
| 26 | 606    | 136   | 170    | 142     | 158    |
| 27 | 1 314  | 355   | 246    | 385     | 328    |
| 28 | 61     | 16    | 16     | 14      | 15     |
| 29 | 3 066  | 607   | 547    | 936     | 976    |
| 30 | 6 407  | 1 994 | 1 372  | 2 003   | 1 038  |
| 31 | 2 655  | 596   | 597    | 762     | 700    |
| 32 | 243    | 45    | 53     | 43      | 102    |
| 33 | 83     | 22    | 19     | 22      | 20     |
| 34 | 522    | 109   | 153    | 155     | 105    |
| 35 | 116    | 20    | 41     | 15      | 40     |
| 36 | 1 658  | 234   | 619    | 645     | 160    |
| 37 | 116    | 29    | 32     | 28      | 27     |
| 38 | 62     | 18    | 18     | 12      | 14     |
| 39 | 1 116  | 164   | 128    | 167     | 657    |
| 40 | 153    | 42    | 36     | 36      | 39     |

Вариант № 10

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 466    | 140   | 86     | 77      | 163    |
| 2  | 8 614  | 2 154 | 2 216  | 1 950   | 2 294  |
| 3  | 2 600  | 507   | 711    | 525     | 857    |
| 4  | 3 013  | 368   | 416    | 1 027   | 1 202  |
| 5  | 67     | 22    | 12     | 22      | 11     |
| 6  | 1 679  | 254   | 228    | 223     | 974    |
| 7  | 112    | 31    | 35     | 30      | 16     |
| 8  | 125    | 22    | 43     | 42      | 18     |
| 9  | 335    | 56    | 106    | 111     | 62     |
| 10 | 1 320  | 444   | 184    | 189     | 503    |
| 11 | 334    | 82    | 73     | 92      | 87     |
| 12 | 497    | 90    | 174    | 173     | 60     |
| 13 | 126    | 19    | 21     | 19      | 67     |
| 14 | 4 086  | 769   | 645    | 1 354   | 1 318  |
| 15 | 379    | 92    | 93     | 96      | 98     |
| 16 | 10 078 | 1 700 | 3 189  | 3 301   | 1 888  |
| 17 | 602    | 173   | 119    | 113     | 197    |
| 18 | 228    | 64    | 44     | 67      | 53     |
| 19 | 693    | 150   | 174    | 166     | 203    |
| 20 | 7 442  | 968   | 2 764  | 2 687   | 1 023  |
| 21 | 1 139  | 264   | 269    | 315     | 291    |
| 22 | 87     | 25    | 17     | 18      | 27     |
| 23 | 201    | 69    | 66     | 63      | 3      |
| 24 | 4 763  | 772   | 935    | 1 581   | 1 475  |
| 25 | 113    | 23    | 35     | 31      | 24     |
| 26 | 126    | 33    | 33     | 31      | 29     |
| 27 | 845    | 239   | 226    | 164     | 216    |
| 28 | 515    | 74    | 75     | 193     | 173    |
| 29 | 5 504  | 1 579 | 1 650  | 1 715   | 560    |
| 30 | 109    | 20    | 38     | 36      | 15     |
| 31 | 3 512  | 1 013 | 816    | 1 016   | 667    |
| 32 | 942    | 344   | 160    | 337     | 101    |
| 33 | 274    | 39    | 101    | 30      | 104    |
| 34 | 216    | 73    | 71     | 34      | 38     |
| 35 | 6 441  | 1 983 | 1 956  | 1 969   | 533    |
| 36 | 166    | 33    | 32     | 28      | 73     |
| 37 | 145    | 52    | 49     | 17      | 27     |
| 38 | 1 473  | 399   | 277    | 397     | 400    |
| 39 | 1 974  | 541   | 462    | 466     | 505    |
| 40 | 2 270  | 666   | 500    | 631     | 473    |



Вариант № 11

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 8 651  | 2 523 | 1 851  | 2 775   | 1 502  |
| 2  | 1 934  | 306   | 351    | 626     | 651    |
| 3  | 179    | 56    | 58     | 57      | 8      |
| 4  | 111    | 18    | 22     | 35      | 36     |
| 5  | 201    | 65    | 37     | 38      | 61     |
| 6  | 10 105 | 3 258 | 3 177  | 2 927   | 743    |
| 7  | 6 483  | 1 677 | 1 621  | 1 770   | 1 415  |
| 8  | 3 569  | 658   | 1 119  | 1 070   | 722    |
| 9  | 7 414  | 2 022 | 1 999  | 1 815   | 1 578  |
| 10 | 1 689  | 358   | 480    | 363     | 488    |
| 11 | 2 235  | 644   | 739    | 418     | 434    |
| 12 | 84     | 15    | 28     | 14      | 27     |
| 13 | 55     | 8     | 7      | 19      | 21     |
| 14 | 890    | 126   | 321    | 117     | 326    |
| 15 | 97     | 13    | 34     | 36      | 14     |
| 16 | 117    | 21    | 38     | 35      | 23     |
| 17 | 674    | 82    | 101    | 259     | 232    |
| 18 | 357    | 82    | 90     | 83      | 102    |
| 19 | 157    | 47    | 28     | 48      | 34     |
| 20 | 376    | 111   | 82     | 84      | 99     |
| 21 | 271    | 80    | 85     | 48      | 58     |
| 22 | 122    | 31    | 32     | 33      | 26     |
| 23 | 3 041  | 368   | 366    | 353     | 1 954  |
| 24 | 578    | 134   | 146    | 136     | 162    |
| 25 | 2 634  | 775   | 541    | 500     | 818    |
| 26 | 1 229  | 247   | 244    | 388     | 350    |
| 27 | 1 057  | 400   | 126    | 367     | 164    |
| 28 | 5 499  | 1 867 | 842    | 1 746   | 1 044  |
| 29 | 237    | 71    | 53     | 47      | 66     |
| 30 | 127    | 44    | 20     | 17      | 46     |
| 31 | 4 769  | 1 224 | 1 109  | 1 022   | 1 414  |
| 32 | 168    | 53    | 55     | 52      | 8      |
| 33 | 199    | 39    | 55     | 37      | 68     |
| 34 | 525    | 205   | 71     | 65      | 184    |
| 35 | 725    | 147   | 234    | 128     | 216    |
| 36 | 1 011  | 212   | 279    | 324     | 196    |
| 37 | 1 508  | 409   | 432    | 421     | 246    |
| 38 | 310    | 35    | 116    | 40      | 119    |
| 39 | 388    | 92    | 88     | 87      | 121    |
| 40 | 4 069  | 1 198 | 739    | 781     | 1 351  |

Вариант № 12

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 3 088  | 791   | 769    | 812     | 716    |
| 2  | 1 333  | 340   | 339    | 343     | 311    |
| 3  | 300    | 81    | 84     | 70      | 65     |
| 4  | 945    | 187   | 181    | 314     | 263    |
| 5  | 143    | 31    | 40     | 40      | 32     |
| 6  | 8 714  | 2 930 | 1 346  | 3 012   | 1 426  |
| 7  | 10 113 | 2 170 | 2 226  | 2 278   | 3 439  |
| 8  | 843    | 192   | 191    | 162     | 298    |
| 9  | 140    | 32    | 31     | 29      | 48     |
| 10 | 233    | 40    | 79     | 81      | 33     |
| 11 | 1 671  | 640   | 572    | 215     | 244    |
| 12 | 135    | 25    | 37     | 41      | 32     |
| 13 | 127    | 29    | 36     | 32      | 30     |
| 14 | 1 493  | 407   | 393    | 347     | 346    |
| 15 | 725    | 249   | 97     | 257     | 122    |
| 16 | 188    | 30    | 65     | 26      | 67     |
| 17 | 139    | 44    | 26     | 23      | 46     |
| 18 | 612    | 96    | 121    | 95      | 300    |
| 19 | 1 056  | 142   | 142    | 347     | 425    |
| 20 | 214    | 53    | 60     | 46      | 55     |
| 21 | 2 025  | 575   | 529    | 476     | 445    |
| 22 | 7 481  | 1 563 | 1 407  | 1 392   | 3 119  |
| 23 | 2 336  | 605   | 615    | 566     | 550    |
| 24 | 149    | 21    | 25     | 23      | 80     |
| 25 | 325    | 94    | 64     | 100     | 67     |
| 26 | 5 535  | 1 449 | 1 406  | 1 371   | 1 309  |
| 27 | 453    | 76    | 82     | 150     | 145    |
| 28 | 684    | 85    | 80     | 104     | 415    |
| 29 | 2 606  | 880   | 424    | 367     | 935    |
| 30 | 3 575  | 884   | 848    | 858     | 985    |
| 31 | 257    | 46    | 88     | 91      | 32     |
| 32 | 6 425  | 2 361 | 816    | 750     | 2 498  |
| 33 | 4 114  | 791   | 1 192  | 787     | 1 344  |
| 34 | 179    | 18    | 23     | 62      | 76     |
| 35 | 4 724  | 870   | 1 008  | 814     | 2 032  |
| 36 | 129    | 40    | 37     | 41      | 11     |
| 37 | 507    | 70    | 169    | 159     | 109    |
| 38 | 262    | 30    | 101    | 96      | 35     |
| 39 | 66     | 21    | 12     | 12      | 21     |
| 40 | 82     | 30    | 8      | 12      | 32     |

Вариант № 13

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 138    | 39    | 26     | 30      | 43     |
| 2  | 2 046  | 681   | 327    | 676     | 362    |
| 3  | 7 410  | 873   | 1 052  | 947     | 4 538  |
| 4  | 1 006  | 342   | 181    | 190     | 293    |
| 5  | 1 486  | 327   | 359    | 381     | 419    |
| 6  | 268    | 44    | 99     | 101     | 24     |
| 7  | 306    | 37    | 43     | 36      | 190    |
| 8  | 60     | 22    | 23     | 8       | 7      |
| 9  | 4 067  | 532   | 576    | 1 424   | 1 535  |
| 10 | 457    | 105   | 109    | 103     | 140    |
| 11 | 1 077  | 126   | 413    | 386     | 152    |
| 12 | 69     | 21    | 22     | 20      | 6      |
| 13 | 141    | 37    | 33     | 37      | 34     |
| 14 | 96     | 17    | 32     | 32      | 15     |
| 15 | 772    | 236   | 246    | 232     | 58     |
| 16 | 869    | 107   | 345    | 115     | 302    |
| 17 | 1 726  | 603   | 235    | 636     | 252    |
| 18 | 2 356  | 802   | 391    | 742     | 421    |
| 19 | 140    | 27    | 38     | 31      | 44     |
| 20 | 315    | 73    | 63     | 82      | 97     |
| 21 | 153    | 43    | 41     | 41      | 28     |
| 22 | 522    | 134   | 126    | 145     | 117    |
| 23 | 54     | 18    | 9      | 11      | 16     |
| 24 | 210    | 46    | 44     | 46      | 74     |
| 25 | 113    | 22    | 24     | 22      | 45     |
| 26 | 2 651  | 762   | 614    | 765     | 510    |
| 27 | 1 251  | 383   | 374    | 338     | 156    |
| 28 | 102    | 17    | 30     | 19      | 36     |
| 29 | 5 564  | 1 240 | 1 724  | 1 658   | 942    |
| 30 | 6 436  | 1 087 | 839    | 961     | 3 549  |
| 31 | 10 035 | 1 770 | 1 507  | 3 370   | 3 388  |
| 32 | 143    | 45    | 23     | 46      | 29     |
| 33 | 203    | 59    | 57     | 44      | 43     |
| 34 | 654    | 97    | 88     | 99      | 370    |
| 35 | 519    | 87    | 183    | 70      | 179    |
| 36 | 4 797  | 741   | 736    | 1 601   | 1 719  |
| 37 | 3 505  | 1 210 | 538    | 1 303   | 454    |
| 38 | 3 096  | 982   | 605    | 667     | 842    |
| 39 | 344    | 123   | 51     | 128     | 42     |
| 40 | 8 637  | 2 354 | 2 163  | 2 003   | 2 117  |

Вариант № 14

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 571    | 110   | 187    | 94      | 180    |
| 2  | 278    | 81    | 57     | 54      | 86     |
| 3  | 191    | 39    | 44     | 52      | 56     |
| 4  | 4 171  | 1 462 | 659    | 721     | 1 329  |
| 5  | 266    | 78    | 74     | 64      | 50     |
| 6  | 8 715  | 1 822 | 1 551  | 2 784   | 2 558  |
| 7  | 201    | 40    | 64     | 64      | 33     |
| 8  | 1 147  | 199   | 348    | 201     | 399    |
| 9  | 451    | 85    | 89     | 82      | 195    |
| 10 | 2 594  | 517   | 811    | 830     | 436    |
| 11 | 5 512  | 1 366 | 1 458  | 1 365   | 1 323  |
| 12 | 323    | 87    | 89     | 85      | 62     |
| 13 | 2 028  | 477   | 481    | 515     | 555    |
| 14 | 91     | 29    | 20     | 28      | 14     |
| 15 | 237    | 57    | 54     | 60      | 66     |
| 16 | 80     | 25    | 16     | 13      | 26     |
| 17 | 501    | 137   | 154    | 95      | 115    |
| 18 | 844    | 113   | 290    | 98      | 343    |
| 19 | 189    | 69    | 30     | 29      | 61     |
| 20 | 1 439  | 166   | 205    | 166     | 902    |
| 21 | 2 274  | 515   | 551    | 684     | 524    |
| 22 | 3 618  | 850   | 733    | 985     | 1 050  |
| 23 | 4 858  | 1 580 | 1 622  | 901     | 755    |
| 24 | 119    | 36    | 36     | 22      | 25     |
| 25 | 365    | 57    | 119    | 54      | 135    |
| 26 | 260    | 60    | 65     | 65      | 70     |
| 27 | 755    | 187   | 161    | 191     | 216    |
| 28 | 6 440  | 1 572 | 1 568  | 1 762   | 1 538  |
| 29 | 175    | 32    | 60     | 54      | 29     |
| 30 | 1 700  | 549   | 522    | 277     | 352    |
| 31 | 154    | 21    | 53     | 20      | 60     |
| 32 | 1 311  | 282   | 300    | 271     | 458    |
| 33 | 7 492  | 1 641 | 1 880  | 1 985   | 1 986  |
| 34 | 84     | 23    | 22     | 20      | 19     |
| 35 | 3 075  | 1 121 | 432    | 467     | 1 055  |
| 36 | 667    | 249   | 106    | 109     | 203    |
| 37 | 972    | 134   | 129    | 335     | 374    |
| 38 | 155    | 33    | 37     | 36      | 49     |
| 39 | 92     | 31    | 31     | 15      | 15     |
| 40 | 10 083 | 1 648 | 1 565  | 3 347   | 3 523  |

Вариант № 15

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 862    | 273   | 280    | 274     | 35     |
| 2  | 436    | 100   | 88     | 91      | 157    |
| 3  | 349    | 40    | 121    | 124     | 64     |
| 4  | 157    | 37    | 33     | 30      | 57     |
| 5  | 222    | 54    | 60     | 52      | 56     |
| 6  | 211    | 34    | 41     | 62      | 74     |
| 7  | 184    | 59    | 36     | 34      | 55     |
| 8  | 2 049  | 210   | 744    | 736     | 359    |
| 9  | 44     | 6     | 6      | 16      | 16     |
| 10 | 10 033 | 3 112 | 2 128  | 1 843   | 2 950  |
| 11 | 381    | 116   | 67     | 71      | 127    |
| 12 | 184    | 60    | 34     | 61      | 29     |
| 13 | 778    | 221   | 218    | 146     | 193    |
| 14 | 1 535  | 264   | 257    | 301     | 713    |
| 15 | 253    | 64    | 54     | 64      | 71     |
| 16 | 176    | 31    | 29     | 29      | 87     |
| 17 | 5 630  | 1 896 | 716    | 2 105   | 913    |
| 18 | 148    | 20    | 23     | 24      | 81     |
| 19 | 636    | 151   | 166    | 163     | 156    |
| 20 | 3 127  | 744   | 732    | 804     | 847    |
| 21 | 7 426  | 1 900 | 1 819  | 1 803   | 1 904  |
| 22 | 1 761  | 529   | 505    | 362     | 365    |
| 23 | 6 462  | 1 761 | 1 493  | 1 672   | 1 536  |
| 24 | 156    | 33    | 32     | 37      | 54     |
| 25 | 154    | 60    | 18     | 17      | 59     |
| 26 | 3 611  | 1 107 | 1 003  | 866     | 635    |
| 27 | 8 660  | 2 790 | 2 840  | 1 642   | 1 388  |
| 28 | 1 008  | 151   | 142    | 332     | 383    |
| 29 | 87     | 26    | 17     | 20      | 24     |
| 30 | 535    | 119   | 128    | 146     | 142    |
| 31 | 375    | 109   | 78     | 79      | 109    |
| 32 | 287    | 84    | 59     | 69      | 75     |
| 33 | 76     | 27    | 10     | 11      | 28     |
| 34 | 2 360  | 741   | 516    | 691     | 412    |
| 35 | 2 608  | 486   | 513    | 812     | 797    |
| 36 | 4 185  | 932   | 1 258  | 903     | 1 092  |
| 37 | 1 247  | 212   | 414    | 419     | 202    |
| 38 | 4 770  | 1 305 | 1 114  | 966     | 1 385  |
| 39 | 1 062  | 349   | 179    | 150     | 384    |
| 40 | 609    | 224   | 92     | 217     | 76     |

Вариант № 16

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 81     | 20    | 22     | 21      | 18     |
| 2  | 810    | 256   | 289    | 137     | 128    |
| 3  | 773    | 99    | 84     | 115     | 475    |
| 4  | 5 645  | 1 840 | 1 619  | 1 748   | 438    |
| 5  | 1 267  | 291   | 299    | 294     | 383    |
| 6  | 632    | 151   | 159    | 162     | 160    |
| 7  | 2 263  | 864   | 822    | 291     | 286    |
| 8  | 1 755  | 455   | 522    | 490     | 288    |
| 9  | 2 714  | 915   | 428    | 1 002   | 369    |
| 10 | 287    | 51    | 93     | 89      | 54     |
| 11 | 267    | 48    | 84     | 41      | 94     |
| 12 | 10 128 | 3 750 | 1 343  | 1 418   | 3 617  |
| 13 | 4 831  | 856   | 1 430  | 1 556   | 989    |
| 14 | 3 061  | 618   | 894    | 612     | 937    |
| 15 | 611    | 131   | 136    | 143     | 201    |
| 16 | 365    | 86    | 86     | 93      | 100    |
| 17 | 1 950  | 604   | 614    | 439     | 293    |
| 18 | 196    | 48    | 46     | 47      | 55     |
| 19 | 59     | 21    | 8      | 8       | 22     |
| 20 | 159    | 27    | 51     | 51      | 30     |
| 21 | 40     | 5     | 7      | 6       | 22     |
| 22 | 4 193  | 1 139 | 896    | 1 034   | 1 124  |
| 23 | 8 723  | 3 084 | 1 153  | 1 324   | 3 162  |
| 24 | 6 396  | 1 648 | 1 713  | 1 489   | 1 546  |
| 25 | 132    | 49    | 23     | 49      | 11     |
| 26 | 296    | 95    | 54     | 92      | 55     |
| 27 | 7 535  | 1 426 | 1 276  | 1 402   | 3 431  |
| 28 | 1 149  | 305   | 288    | 305     | 251    |
| 29 | 228    | 65    | 56     | 59      | 48     |
| 30 | 3 569  | 634   | 1 210  | 1 143   | 582    |
| 31 | 517    | 131   | 123    | 130     | 133    |
| 32 | 358    | 42    | 45     | 126     | 145    |
| 33 | 146    | 41    | 31     | 40      | 34     |
| 34 | 492    | 97    | 156    | 98      | 141    |
| 35 | 138    | 15    | 50     | 53      | 20     |
| 36 | 129    | 37    | 31     | 35      | 26     |
| 37 | 150    | 55    | 52     | 25      | 18     |
| 38 | 1 005  | 145   | 319    | 359     | 182    |
| 39 | 103    | 15    | 15     | 15      | 58     |
| 40 | 1 521  | 282   | 268    | 462     | 509    |

Вариант № 17

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 3 054  | 584   | 575    | 567     | 1 328  |
| 2  | 904    | 275   | 192    | 258     | 179    |
| 3  | 170    | 47    | 42     | 36      | 45     |
| 4  | 383    | 67    | 131    | 70      | 115    |
| 5  | 4 168  | 764   | 674    | 629     | 2 101  |
| 6  | 465    | 161   | 168    | 68      | 68     |
| 7  | 10 101 | 3 370 | 3 322  | 1 838   | 1 571  |
| 8  | 205    | 58    | 41     | 56      | 50     |
| 9  | 145    | 57    | 21     | 56      | 11     |
| 10 | 3 623  | 897   | 839    | 941     | 946    |
| 11 | 348    | 82    | 97     | 93      | 76     |
| 12 | 8 625  | 2 720 | 1 521  | 2 524   | 1 860  |
| 13 | 122    | 40    | 26     | 34      | 22     |
| 14 | 2 274  | 726   | 706    | 733     | 109    |
| 15 | 1 744  | 344   | 344    | 327     | 729    |
| 16 | 295    | 59    | 55     | 56      | 125    |
| 17 | 231    | 69    | 60     | 47      | 55     |
| 18 | 86     | 24    | 24     | 16      | 22     |
| 19 | 6 424  | 950   | 2 377  | 2 260   | 837    |
| 20 | 295    | 64    | 71     | 79      | 81     |
| 21 | 5 622  | 1 385 | 1 376  | 1 296   | 1 565  |
| 22 | 102    | 25    | 27     | 27      | 23     |
| 23 | 144    | 28    | 27     | 26      | 63     |
| 24 | 1 958  | 611   | 297    | 340     | 710    |
| 25 | 1 576  | 293   | 293    | 319     | 671    |
| 26 | 392    | 69    | 60     | 63      | 200    |
| 27 | 674    | 180   | 156    | 141     | 197    |
| 28 | 103    | 18    | 19     | 32      | 34     |
| 29 | 645    | 76    | 241    | 76      | 252    |
| 30 | 91     | 35    | 13     | 34      | 9      |
| 31 | 1 270  | 129   | 160    | 502     | 479    |
| 32 | 159    | 49    | 32     | 37      | 41     |
| 33 | 723    | 232   | 121    | 128     | 242    |
| 34 | 7 499  | 1 317 | 1 414  | 1 157   | 3 611  |
| 35 | 4 854  | 822   | 696    | 698     | 2 638  |
| 36 | 1 065  | 293   | 238    | 218     | 316    |
| 37 | 2 604  | 687   | 665    | 565     | 687    |
| 38 | 1 191  | 314   | 303    | 279     | 295    |
| 39 | 78     | 24    | 16     | 24      | 14     |
| 40 | 198    | 48    | 48     | 50      | 52     |

Вариант № 18

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 2 348  | 341   | 374    | 403     | 1 230  |
| 2  | 328    | 109   | 111    | 54      | 54     |
| 3  | 291    | 65    | 62     | 64      | 100    |
| 4  | 836    | 273   | 157    | 150     | 256    |
| 5  | 2 032  | 290   | 759    | 267     | 716    |
| 6  | 3 139  | 1 071 | 942    | 1 060   | 66     |
| 7  | 41     | 10    | 11     | 10      | 10     |
| 8  | 10 093 | 1 288 | 3 745  | 1 564   | 3 496  |
| 9  | 119    | 36    | 37     | 23      | 23     |
| 10 | 1 554  | 570   | 221    | 251     | 512    |
| 11 | 635    | 115   | 213    | 215     | 92     |
| 12 | 275    | 89    | 81     | 83      | 22     |
| 13 | 7 472  | 2 075 | 1 472  | 2 351   | 1 574  |
| 14 | 125    | 29    | 32     | 29      | 35     |
| 15 | 5 580  | 1 140 | 1 774  | 1 752   | 914    |
| 16 | 8 618  | 3 082 | 1 059  | 2 961   | 1 516  |
| 17 | 195    | 62    | 62     | 30      | 41     |
| 18 | 931    | 137   | 335    | 143     | 316    |
| 19 | 6 391  | 2 239 | 2 162  | 964     | 1 026  |
| 20 | 1 328  | 380   | 363    | 252     | 333    |
| 21 | 330    | 118   | 40     | 37      | 135    |
| 22 | 3 591  | 945   | 822    | 842     | 982    |
| 23 | 499    | 132   | 128    | 109     | 130    |
| 24 | 321    | 76    | 67     | 79      | 99     |
| 25 | 541    | 125   | 110    | 123     | 183    |
| 26 | 121    | 27    | 29     | 33      | 32     |
| 27 | 1 067  | 351   | 156    | 374     | 186    |
| 28 | 299    | 78    | 79     | 81      | 61     |
| 29 | 1 172  | 384   | 368    | 200     | 220    |
| 30 | 131    | 27    | 43     | 39      | 22     |
| 31 | 1 679  | 604   | 551    | 258     | 266    |
| 32 | 2 706  | 737   | 637    | 724     | 608    |
| 33 | 189    | 52    | 39     | 55      | 43     |
| 34 | 464    | 77    | 75     | 78      | 234    |
| 35 | 4 900  | 960   | 1 121  | 888     | 1 931  |
| 36 | 385    | 73    | 103    | 117     | 92     |
| 37 | 156    | 29    | 34     | 31      | 62     |
| 38 | 245    | 50    | 44     | 81      | 70     |
| 39 | 73     | 23    | 14     | 23      | 13     |
| 40 | 4 205  | 1 167 | 936    | 1 096   | 1 006  |

Вариант № 19

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 352    | 81    | 98     | 86      | 87     |
| 2  | 167    | 28    | 30     | 33      | 76     |
| 3  | 1 692  | 533   | 326    | 296     | 537    |
| 4  | 6 460  | 1 745 | 1 739  | 1 486   | 1 490  |
| 5  | 2 263  | 515   | 589    | 506     | 653    |
| 6  | 1 545  | 401   | 376    | 422     | 346    |
| 7  | 128    | 30    | 26     | 38      | 34     |
| 8  | 8 615  | 1 744 | 2 624  | 2 685   | 1 562  |
| 9  | 837    | 190   | 243    | 171     | 233    |
| 10 | 423    | 141   | 77     | 134     | 71     |
| 11 | 193    | 38    | 42     | 59      | 54     |
| 12 | 4 191  | 653   | 539    | 644     | 2 355  |
| 13 | 770    | 187   | 188    | 184     | 211    |
| 14 | 446    | 104   | 108    | 106     | 128    |
| 15 | 88     | 17    | 16     | 29      | 26     |
| 16 | 3 068  | 1 008 | 1 073  | 591     | 396    |
| 17 | 323    | 51    | 49     | 41      | 182    |
| 18 | 560    | 174   | 115    | 158     | 113    |
| 19 | 1 060  | 226   | 213    | 326     | 295    |
| 20 | 162    | 53    | 51     | 30      | 28     |
| 21 | 945    | 224   | 283    | 207     | 231    |
| 22 | 2 770  | 494   | 391    | 1 000   | 885    |
| 23 | 110    | 17    | 33     | 33      | 27     |
| 24 | 186    | 47    | 47     | 48      | 44     |
| 25 | 190    | 59    | 37     | 35      | 59     |
| 26 | 7 540  | 2 555 | 1 198  | 956     | 2 831  |
| 27 | 483    | 139   | 136    | 145     | 63     |
| 28 | 246    | 90    | 94     | 28      | 34     |
| 29 | 10 120 | 2 747 | 2 592  | 2 716   | 2 065  |
| 30 | 5 655  | 1 365 | 1 225  | 1 431   | 1 634  |
| 31 | 516    | 102   | 145    | 155     | 114    |
| 32 | 1 999  | 293   | 336    | 297     | 1 073  |
| 33 | 148    | 50    | 25     | 25      | 48     |
| 34 | 93     | 32    | 15     | 34      | 12     |
| 35 | 1 401  | 294   | 398    | 417     | 292    |
| 36 | 646    | 230   | 116    | 226     | 74     |
| 37 | 3 544  | 1 186 | 563    | 1 235   | 560    |
| 38 | 4 891  | 1 138 | 933    | 1 423   | 1 397  |
| 39 | 392    | 67    | 127    | 115     | 83     |
| 40 | 168    | 20    | 64     | 23      | 61     |

Вариант № 20

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 4 086  | 829   | 1 011  | 1 181   | 1 065  |
| 2  | 194    | 68    | 27     | 69      | 30     |
| 3  | 441    | 121   | 112    | 96      | 112    |
| 4  | 518    | 173   | 171    | 87      | 87     |
| 5  | 242    | 48    | 70     | 78      | 46     |
| 6  | 372    | 120   | 58     | 67      | 127    |
| 7  | 115    | 43    | 19     | 43      | 10     |
| 8  | 160    | 40    | 47     | 34      | 39     |
| 9  | 4 850  | 1 051 | 1 254  | 1 286   | 1 259  |
| 10 | 2 306  | 508   | 712    | 712     | 374    |
| 11 | 3 114  | 364   | 367    | 496     | 1 887  |
| 12 | 101    | 17    | 14     | 35      | 35     |
| 13 | 10 081 | 3 138 | 2 262  | 2 173   | 2 508  |
| 14 | 1 077  | 331   | 311    | 307     | 128    |
| 15 | 8 655  | 1 218 | 2 761  | 1 217   | 3 459  |
| 16 | 6 415  | 1 656 | 1 513  | 1 444   | 1 802  |
| 17 | 5 631  | 1 626 | 1 423  | 1 509   | 1 073  |
| 18 | 822    | 230   | 233    | 232     | 127    |
| 19 | 295    | 74    | 82     | 76      | 63     |
| 20 | 7 548  | 2 102 | 1 672  | 2 136   | 1 638  |
| 21 | 163    | 45    | 48     | 38      | 32     |
| 22 | 1 541  | 514   | 245    | 276     | 506    |
| 23 | 400    | 113   | 103    | 89      | 95     |
| 24 | 177    | 63    | 21     | 23      | 70     |
| 25 | 931    | 140   | 113    | 139     | 539    |
| 26 | 95     | 23    | 25     | 22      | 25     |
| 27 | 1 990  | 414   | 377    | 421     | 778    |
| 28 | 345    | 116   | 115    | 57      | 57     |
| 29 | 464    | 81    | 80     | 70      | 233    |
| 30 | 198    | 36    | 65     | 42      | 55     |
| 31 | 134    | 35    | 30     | 31      | 38     |
| 32 | 1 852  | 455   | 484    | 451     | 462    |
| 33 | 3 630  | 813   | 878    | 986     | 953    |
| 34 | 1 333  | 268   | 402    | 373     | 290    |
| 35 | 368    | 102   | 75     | 78      | 113    |
| 36 | 186    | 56    | 55     | 31      | 44     |
| 37 | 851    | 139   | 139    | 294     | 279    |
| 38 | 73     | 14    | 25     | 22      | 12     |
| 39 | 2 790  | 905   | 862    | 870     | 153    |
| 40 | 603    | 177   | 172    | 141     | 113    |

Вариант № 21

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 230    | 26    | 30     | 83      | 91     |
| 2  | 1 564  | 470   | 442    | 359     | 293    |
| 3  | 10 117 | 2 220 | 2 662  | 2 876   | 2 359  |
| 4  | 964    | 238   | 251    | 209     | 266    |
| 5  | 213    | 62    | 64     | 63      | 24     |
| 6  | 3 670  | 747   | 630    | 1 186   | 1 107  |
| 7  | 58     | 8     | 7      | 8       | 35     |
| 8  | 703    | 225   | 218    | 235     | 25     |
| 9  | 294    | 47    | 55     | 100     | 92     |
| 10 | 6 408  | 2 203 | 1 928  | 1 199   | 1 078  |
| 11 | 1 831  | 254   | 726    | 666     | 185    |
| 12 | 5 601  | 1 601 | 1 194  | 1 753   | 1 053  |
| 13 | 246    | 64    | 57     | 65      | 60     |
| 14 | 3 056  | 473   | 1 037  | 946     | 600    |
| 15 | 8 711  | 1 548 | 2 798  | 1 715   | 2 650  |
| 16 | 1 962  | 692   | 333    | 299     | 638    |
| 17 | 560    | 174   | 185    | 190     | 11     |
| 18 | 118    | 22    | 41     | 38      | 17     |
| 19 | 1 257  | 408   | 225    | 410     | 214    |
| 20 | 574    | 148   | 145    | 133     | 148    |
| 21 | 7 459  | 1 921 | 1 884  | 1 806   | 1 848  |
| 22 | 603    | 151   | 156    | 168     | 128    |
| 23 | 357    | 68    | 117    | 126     | 46     |
| 24 | 772    | 177   | 159    | 174     | 262    |
| 25 | 452    | 68    | 156    | 52      | 176    |
| 26 | 4 874  | 1 378 | 940    | 1 428   | 1 128  |
| 27 | 220    | 72    | 30     | 73      | 45     |
| 28 | 326    | 94    | 73     | 73      | 86     |
| 29 | 196    | 71    | 29     | 70      | 26     |
| 30 | 4 073  | 1 235 | 667    | 740     | 1 431  |
| 31 | 2 799  | 362   | 385    | 375     | 1 677  |
| 32 | 326    | 91    | 96     | 98      | 41     |
| 33 | 191    | 68    | 24     | 30      | 69     |
| 34 | 178    | 61    | 57     | 56      | 4      |
| 35 | 2 353  | 499   | 706    | 669     | 479    |
| 36 | 809    | 145   | 239    | 148     | 277    |
| 37 | 1 080  | 258   | 325    | 285     | 212    |
| 38 | 153    | 27    | 26     | 52      | 48     |
| 39 | 327    | 79    | 72     | 80      | 96     |
| 40 | 190    | 51    | 47     | 51      | 41     |

Вариант № 22

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 355    | 116   | 117    | 56      | 66     |
| 2  | 452    | 112   | 116    | 104     | 120    |
| 3  | 2 651  | 564   | 809    | 546     | 732    |
| 4  | 5 586  | 1 434 | 1 503  | 1 468   | 1 181  |
| 5  | 347    | 74    | 96     | 100     | 77     |
| 6  | 217    | 60    | 54     | 48      | 55     |
| 7  | 591    | 143   | 152    | 136     | 160    |
| 8  | 771    | 173   | 170    | 219     | 209    |
| 9  | 213    | 65    | 63     | 66      | 19     |
| 10 | 555    | 146   | 133    | 133     | 143    |
| 11 | 134    | 27    | 39     | 27      | 41     |
| 12 | 8 752  | 2 464 | 2 693  | 2 461   | 1 134  |
| 13 | 1 266  | 340   | 310    | 317     | 299    |
| 14 | 728    | 159   | 151    | 203     | 215    |
| 15 | 1 352  | 424   | 390    | 406     | 132    |
| 16 | 429    | 100   | 111    | 111     | 107    |
| 17 | 4 856  | 1 012 | 1 435  | 1 451   | 958    |
| 18 | 918    | 292   | 172    | 276     | 178    |
| 19 | 3 016  | 517   | 394    | 442     | 1 663  |
| 20 | 416    | 158   | 62     | 55      | 141    |
| 21 | 3 568  | 1 043 | 1 170  | 1 206   | 149    |
| 22 | 209    | 65    | 74     | 65      | 5      |
| 23 | 574    | 124   | 157    | 167     | 126    |
| 24 | 78     | 18    | 23     | 15      | 22     |
| 25 | 46     | 6     | 7      | 18      | 15     |
| 26 | 6 486  | 1 972 | 1 957  | 2 171   | 386    |
| 27 | 1 660  | 519   | 535    | 296     | 310    |
| 28 | 197    | 35    | 67     | 28      | 67     |
| 29 | 4 073  | 1 209 | 850    | 1 117   | 897    |
| 30 | 78     | 21    | 24     | 21      | 12     |
| 31 | 2 293  | 367   | 811    | 836     | 279    |
| 32 | 1 514  | 198   | 527    | 217     | 572    |
| 33 | 1 073  | 283   | 249    | 295     | 246    |
| 34 | 159    | 25    | 26     | 29      | 79     |
| 35 | 71     | 13    | 21     | 12      | 25     |
| 36 | 10 031 | 1 769 | 2 803  | 2 869   | 2 590  |
| 37 | 323    | 109   | 53     | 111     | 50     |
| 38 | 169    | 48    | 47     | 42      | 32     |
| 39 | 7 595  | 2 336 | 1 429  | 1 507   | 2 323  |
| 40 | 1 990  | 407   | 355    | 383     | 845    |

Вариант № 23

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 103    | 35    | 18     | 16      | 34     |
| 2  | 225    | 30    | 30     | 34      | 131    |
| 3  | 307    | 76    | 65     | 64      | 102    |
| 4  | 629    | 181   | 138    | 142     | 168    |
| 5  | 565    | 61    | 84     | 66      | 354    |
| 6  | 438    | 129   | 83     | 79      | 147    |
| 7  | 4 913  | 1 182 | 1 221  | 1 195   | 1 315  |
| 8  | 276    | 57    | 64     | 81      | 74     |
| 9  | 1 324  | 314   | 344    | 348     | 318    |
| 10 | 212    | 46    | 51     | 50      | 65     |
| 11 | 1 599  | 238   | 234    | 607     | 520    |
| 12 | 10 171 | 2 430 | 2 790  | 2 033   | 2 918  |
| 13 | 272    | 59    | 55     | 80      | 78     |
| 14 | 173    | 57    | 57     | 55      | 4      |
| 15 | 4 246  | 757   | 1 322  | 1 283   | 884    |
| 16 | 691    | 118   | 139    | 236     | 198    |
| 17 | 799    | 142   | 158    | 142     | 357    |
| 18 | 1 137  | 242   | 249    | 320     | 326    |
| 19 | 8 731  | 1 622 | 1 965  | 2 468   | 2 676  |
| 20 | 2 002  | 260   | 334    | 697     | 711    |
| 21 | 1 832  | 412   | 522    | 399     | 499    |
| 22 | 730    | 155   | 206    | 157     | 212    |
| 23 | 3 075  | 830   | 684    | 782     | 779    |
| 24 | 165    | 62    | 56     | 22      | 25     |
| 25 | 1 189  | 242   | 358    | 317     | 272    |
| 26 | 226    | 78    | 32     | 32      | 84     |
| 27 | 257    | 94    | 90     | 40      | 33     |
| 28 | 7 487  | 1 366 | 1 509  | 1 452   | 3 160  |
| 29 | 401    | 101   | 94     | 99      | 107    |
| 30 | 2 350  | 738   | 783    | 787     | 42     |
| 31 | 6 428  | 1 528 | 1 504  | 1 781   | 1 615  |
| 32 | 207    | 69    | 34     | 42      | 62     |
| 33 | 2 612  | 627   | 600    | 573     | 812    |
| 34 | 289    | 69    | 74     | 73      | 73     |
| 35 | 156    | 22    | 24     | 25      | 85     |
| 36 | 605    | 119   | 123    | 119     | 244    |
| 37 | 3 658  | 1 118 | 1 097  | 655     | 788    |
| 38 | 45     | 9     | 15     | 9       | 12     |
| 39 | 253    | 40    | 46     | 90      | 77     |
| 40 | 5 606  | 2 008 | 818    | 1 969   | 811    |

Вариант № 24

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 1 848  | 348   | 272    | 298     | 930    |
| 2  | 2 056  | 518   | 537    | 500     | 501    |
| 3  | 1 353  | 345   | 345    | 303     | 360    |
| 4  | 185    | 65    | 27     | 31      | 62     |
| 5  | 226    | 33    | 33     | 40      | 120    |
| 6  | 675    | 229   | 220    | 126     | 100    |
| 7  | 562    | 175   | 119    | 151     | 117    |
| 8  | 192    | 35    | 42     | 55      | 60     |
| 9  | 8 755  | 2 930 | 2 944  | 2 871   | 10     |
| 10 | 781    | 183   | 211    | 184     | 203    |
| 11 | 563    | 108   | 105    | 161     | 189    |
| 12 | 269    | 60    | 82     | 54      | 73     |
| 13 | 391    | 119   | 70     | 132     | 70     |
| 14 | 3 721  | 807   | 1 032  | 877     | 1 005  |
| 15 | 959    | 318   | 156    | 138     | 347    |
| 16 | 2 824  | 609   | 900    | 563     | 752    |
| 17 | 2 321  | 765   | 735    | 408     | 413    |
| 18 | 965    | 283   | 167    | 297     | 218    |
| 19 | 228    | 63    | 54     | 56      | 55     |
| 20 | 141    | 32    | 34     | 36      | 39     |
| 21 | 3 153  | 961   | 576    | 625     | 991    |
| 22 | 319    | 70    | 83     | 78      | 88     |
| 23 | 1 252  | 490   | 450    | 186     | 126    |
| 24 | 10 008 | 1 837 | 1 837  | 3 137   | 3 197  |
| 25 | 4 084  | 1 251 | 1 244  | 709     | 880    |
| 26 | 294    | 70    | 67     | 69      | 88     |
| 27 | 351    | 108   | 104    | 68      | 71     |
| 28 | 327    | 93    | 70     | 80      | 84     |
| 29 | 7 515  | 1 694 | 1 698  | 2 040   | 2 083  |
| 30 | 194    | 39    | 64     | 33      | 58     |
| 31 | 1 547  | 342   | 470    | 480     | 255    |
| 32 | 5 723  | 1 779 | 1 735  | 1 050   | 1 159  |
| 33 | 174    | 65    | 24     | 24      | 61     |
| 34 | 319    | 49    | 46     | 111     | 113    |
| 35 | 715    | 166   | 183    | 184     | 182    |
| 36 | 6 384  | 1 533 | 1 457  | 1 512   | 1 882  |
| 37 | 253    | 44    | 85     | 47      | 77     |
| 38 | 4 837  | 1 220 | 1 259  | 1 126   | 1 232  |
| 39 | 220    | 52    | 55     | 56      | 57     |
| 40 | 187    | 56    | 58     | 53      | 20     |

Вариант № 25

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 1 471  | 219   | 203    | 542     | 507    |
| 2  | 960    | 214   | 295    | 188     | 263    |
| 3  | 10 154 | 2 692 | 2 490  | 2 345   | 2 627  |
| 4  | 380    | 119   | 75     | 71      | 115    |
| 5  | 1 219  | 212   | 187    | 405     | 415    |
| 6  | 3 563  | 1 148 | 497    | 1 255   | 663    |
| 7  | 8 830  | 2 695 | 1 877  | 2 700   | 1 558  |
| 8  | 288    | 93    | 49     | 95      | 51     |
| 9  | 624    | 192   | 192    | 125     | 115    |
| 10 | 352    | 59    | 67     | 110     | 116    |
| 11 | 1 015  | 179   | 205    | 306     | 325    |
| 12 | 4 946  | 1 208 | 1 190  | 1 231   | 1 317  |
| 13 | 157    | 37    | 39     | 40      | 41     |
| 14 | 7 479  | 2 365 | 1 307  | 1 322   | 2 485  |
| 15 | 339    | 117   | 128    | 48      | 46     |
| 16 | 627    | 213   | 231    | 80      | 103    |
| 17 | 355    | 76    | 101    | 76      | 102    |
| 18 | 2 756  | 589   | 629    | 604     | 934    |
| 19 | 1 604  | 383   | 406    | 384     | 431    |
| 20 | 287    | 44    | 49     | 91      | 103    |
| 21 | 323    | 73    | 86     | 68      | 96     |
| 22 | 826    | 221   | 216    | 204     | 185    |
| 23 | 2 147  | 622   | 472    | 447     | 606    |
| 24 | 3 056  | 873   | 915    | 803     | 465    |
| 25 | 1 718  | 264   | 260    | 218     | 976    |
| 26 | 584    | 111   | 173    | 157     | 143    |
| 27 | 43     | 11    | 12     | 10      | 10     |
| 28 | 2 435  | 548   | 724    | 691     | 472    |
| 29 | 249    | 37    | 44     | 44      | 124    |
| 30 | 6 401  | 1 928 | 1 875  | 1 924   | 674    |
| 31 | 248    | 33    | 80     | 91      | 44     |
| 32 | 5 648  | 1 954 | 850    | 906     | 1 938  |
| 33 | 306    | 96    | 48     | 53      | 109    |
| 34 | 220    | 45    | 53     | 53      | 69     |
| 35 | 4 295  | 895   | 886    | 1 270   | 1 244  |
| 36 | 168    | 30    | 24     | 57      | 57     |
| 37 | 185    | 51    | 40     | 52      | 42     |
| 38 | 314    | 50    | 56     | 100     | 108    |
| 39 | 207    | 55    | 56     | 57      | 39     |
| 40 | 405    | 102   | 102    | 101     | 100    |

Вариант № 26

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 29     | 1     | 373    | 127     | 125    |
| 2  | 30     | 1     | 1 110  | 207     | 177    |
| 3  | 47     | 0     | 619    | 90      | 241    |
| 4  | 49     | 1     | 221    | 33      | 78     |
| 5  | 28     | 0     | 63     | 11      | 12     |
| 6  | 40     | 0     | 1 881  | 702     | 686    |
| 7  | 48     | 1     | 259    | 92      | 98     |
| 8  | 30     | 0     | 407    | 79      | 81     |
| 9  | 37     | 0     | 1 072  | 148     | 393    |
| 10 | 43     | 1     | 193    | 29      | 66     |
| 11 | 42     | 0     | 63     | 10      | 22     |
| 12 | 41     | 1     | 711    | 261     | 116    |
| 13 | 27     | 0     | 4 277  | 825     | 805    |
| 14 | 33     | 0     | 461    | 89      | 163    |
| 15 | 27     | 0     | 7 418  | 2 398   | 1 255  |
| 16 | 31     | 0     | 2 306  | 774     | 729    |
| 17 | 38     | 1     | 115    | 37      | 38     |
| 18 | 17     | 1     | 399    | 123     | 109    |
| 19 | 29     | 1     | 215    | 34      | 66     |
| 20 | 11     | 1     | 1 398  | 394     | 419    |
| 21 | 27     | 0     | 4 824  | 933     | 1 648  |
| 22 | 29     | 0     | 3 519  | 1 164   | 630    |
| 23 | 23     | 1     | 232    | 47      | 42     |
| 24 | 21     | 1     | 1 563  | 294     | 318    |
| 25 | 21     | 0     | 5 535  | 1 776   | 1 558  |
| 26 | 23     | 1     | 966    | 284     | 300    |
| 27 | 20     | 0     | 619    | 117     | 132    |
| 28 | 18     | 0     | 203    | 45      | 62     |
| 29 | 20     | 1     | 321    | 90      | 96     |
| 30 | 11     | 1     | 10 162 | 2 932   | 2 272  |
| 31 | 13     | 0     | 810    | 167     | 233    |
| 32 | 18     | 1     | 2 692  | 618     | 787    |
| 33 | 4      | 0     | 361    | 92      | 89     |
| 34 | 9      | 1     | 3 106  | 704     | 751    |
| 35 | 6      | 0     | 330    | 83      | 91     |
| 36 | 0      | 1     | 6 612  | 1 563   | 1 511  |
| 37 | 13     | 1     | 190    | 45      | 44     |
| 38 | 1      | 0     | 172    | 42      | 45     |
| 39 | 2      | 1     | 8 754  | 2 056   | 2 237  |
| 40 | 0      | 0     | 2 149  | 551     | 541    |



Вариант № 27

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 8 837  | 927   | 3 082  | 3 395   | 1 433  |
| 2  | 2 457  | 487   | 529    | 741     | 700    |
| 3  | 88     | 23    | 19     | 24      | 22     |
| 4  | 2 017  | 419   | 585    | 601     | 412    |
| 5  | 696    | 154   | 159    | 170     | 213    |
| 6  | 789    | 198   | 184    | 201     | 206    |
| 7  | 6 455  | 2 331 | 857    | 2 278   | 989    |
| 8  | 627    | 183   | 186    | 137     | 121    |
| 9  | 1 550  | 337   | 305    | 444     | 464    |
| 10 | 1 301  | 448   | 185    | 187     | 481    |
| 11 | 274    | 35    | 102    | 97      | 40     |
| 12 | 7 597  | 1 769 | 1 858  | 1 789   | 2 181  |
| 13 | 954    | 340   | 131    | 130     | 353    |
| 14 | 3 634  | 895   | 917    | 908     | 914    |
| 15 | 3 267  | 787   | 869    | 798     | 813    |
| 16 | 4 163  | 1 082 | 968    | 1 101   | 1 012  |
| 17 | 322    | 66    | 93     | 92      | 71     |
| 18 | 1 738  | 440   | 460    | 438     | 400    |
| 19 | 263    | 57    | 70     | 69      | 67     |
| 20 | 250    | 81    | 80     | 44      | 45     |
| 21 | 4 782  | 1 666 | 678    | 730     | 1 708  |
| 22 | 1 421  | 316   | 336    | 392     | 377    |
| 23 | 10 130 | 3 432 | 1 451  | 1 635   | 3 612  |
| 24 | 2 707  | 408   | 922    | 528     | 849    |
| 25 | 625    | 203   | 177    | 197     | 48     |
| 26 | 235    | 75    | 47     | 39      | 74     |
| 27 | 202    | 23    | 32     | 27      | 120    |
| 28 | 842    | 230   | 211    | 225     | 176    |
| 29 | 198    | 29    | 24     | 78      | 67     |
| 30 | 322    | 91    | 64     | 101     | 66     |
| 31 | 162    | 24    | 23     | 58      | 57     |
| 32 | 405    | 126   | 130    | 135     | 14     |
| 33 | 389    | 106   | 75     | 72      | 136    |
| 34 | 525    | 164   | 176    | 176     | 9      |
| 35 | 329    | 83    | 68     | 75      | 103    |
| 36 | 148    | 28    | 49     | 50      | 21     |
| 37 | 265    | 91    | 51     | 44      | 79     |
| 38 | 5 558  | 753   | 715    | 1 974   | 2 116  |
| 39 | 289    | 52    | 43     | 44      | 150    |
| 40 | 264    | 36    | 32     | 92      | 104    |

Вариант № 28

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 83     | 23    | 26     | 17      | 17     |
| 2  | 3 727  | 610   | 714    | 739     | 1 664  |
| 3  | 306    | 67    | 93     | 92      | 54     |
| 4  | 1 312  | 388   | 257    | 271     | 396    |
| 5  | 182    | 50    | 48     | 51      | 33     |
| 6  | 3 161  | 1 037 | 524    | 457     | 1 143  |
| 7  | 471    | 114   | 94     | 127     | 136    |
| 8  | 1 895  | 648   | 267    | 681     | 299    |
| 9  | 141    | 31    | 33     | 27      | 50     |
| 10 | 7 513  | 942   | 2 870  | 2 745   | 956    |
| 11 | 651    | 108   | 124    | 219     | 200    |
| 12 | 402    | 134   | 81     | 121     | 66     |
| 13 | 223    | 62    | 57     | 45      | 59     |
| 14 | 134    | 24    | 46     | 21      | 43     |
| 15 | 4 195  | 1 465 | 497    | 1 498   | 735    |
| 16 | 2 460  | 383   | 473    | 389     | 1 215  |
| 17 | 860    | 235   | 213    | 199     | 213    |
| 18 | 137    | 47    | 52     | 21      | 17     |
| 19 | 2 599  | 532   | 548    | 715     | 804    |
| 20 | 4 730  | 683   | 712    | 719     | 2 616  |
| 21 | 260    | 49    | 82     | 87      | 42     |
| 22 | 1 147  | 289   | 278    | 289     | 291    |
| 23 | 271    | 74    | 72     | 75      | 50     |
| 24 | 403    | 119   | 79     | 71      | 134    |
| 25 | 374    | 79    | 101    | 84      | 110    |
| 26 | 816    | 156   | 239    | 163     | 258    |
| 27 | 10 106 | 1 182 | 3 729  | 3 974   | 1 221  |
| 28 | 8 617  | 2 572 | 1 426  | 2 895   | 1 724  |
| 29 | 335    | 55    | 100    | 68      | 112    |
| 30 | 1 414  | 305   | 261    | 255     | 593    |
| 31 | 393    | 97    | 96     | 94      | 106    |
| 32 | 2 144  | 616   | 447    | 579     | 502    |
| 33 | 294    | 75    | 73     | 68      | 78     |
| 34 | 948    | 147   | 126    | 137     | 538    |
| 35 | 1 609  | 336   | 469    | 270     | 534    |
| 36 | 340    | 107   | 70     | 106     | 57     |
| 37 | 6 609  | 1 037 | 2 053  | 1 967   | 1 552  |
| 38 | 5 668  | 1 626 | 1 288  | 1 337   | 1 417  |
| 39 | 449    | 83    | 73     | 145     | 148    |
| 40 | 69     | 24    | 10     | 25      | 10     |

Вариант № 29

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 119    | 28    | 29     | 30      | 32     |
| 2  | 7 434  | 2 470 | 1 500  | 1 411   | 2 053  |
| 3  | 1 075  | 318   | 330    | 219     | 208    |
| 4  | 173    | 47    | 37     | 37      | 52     |
| 5  | 502    | 160   | 72     | 68      | 202    |
| 6  | 318    | 42    | 43     | 113     | 120    |
| 7  | 774    | 268   | 267    | 233     | 6      |
| 8  | 1 797  | 385   | 373    | 485     | 554    |
| 9  | 452    | 141   | 152    | 149     | 10     |
| 10 | 2 853  | 680   | 726    | 771     | 676    |
| 11 | 6 561  | 1 799 | 1 642  | 1 587   | 1 533  |
| 12 | 10 213 | 1 853 | 1 800  | 3 168   | 3 392  |
| 13 | 5 511  | 1 184 | 1 561  | 1 677   | 1 089  |
| 14 | 181    | 44    | 48     | 42      | 47     |
| 15 | 329    | 98    | 101    | 65      | 65     |
| 16 | 96     | 20    | 23     | 23      | 30     |
| 17 | 1 332  | 307   | 328    | 360     | 337    |
| 18 | 1 086  | 237   | 228    | 327     | 294    |
| 19 | 58     | 8     | 21     | 10      | 19     |
| 20 | 8 639  | 2 826 | 1 262  | 3 187   | 1 364  |
| 21 | 461    | 63    | 55     | 162     | 181    |
| 22 | 180    | 41    | 40     | 47      | 52     |
| 23 | 2 140  | 475   | 499    | 453     | 713    |
| 24 | 1 000  | 166   | 365    | 344     | 125    |
| 25 | 897    | 137   | 180    | 153     | 427    |
| 26 | 451    | 72    | 80     | 157     | 142    |
| 27 | 4 116  | 594   | 1 583  | 561     | 1 378  |
| 28 | 2 471  | 276   | 977    | 915     | 303    |
| 29 | 3 616  | 834   | 778    | 705     | 1 299  |
| 30 | 685    | 176   | 192    | 196     | 121    |
| 31 | 66     | 24    | 23     | 8       | 11     |
| 32 | 334    | 120   | 115    | 47      | 52     |
| 33 | 248    | 63    | 64     | 63      | 58     |
| 34 | 189    | 42    | 35     | 40      | 72     |
| 35 | 563    | 77    | 78     | 68      | 340    |
| 36 | 1 710  | 606   | 238    | 617     | 249    |
| 37 | 170    | 23    | 27     | 61      | 59     |
| 38 | 388    | 96    | 84     | 101     | 107    |
| 39 | 4 854  | 1 100 | 901    | 1 350   | 1 503  |
| 40 | 3 059  | 680   | 625    | 615     | 1 139  |

Вариант № 30

| №  | За год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. |
|----|--------|-------|--------|---------|--------|
| 1  | 1 534  | 358   | 453    | 351     | 372    |
| 2  | 8 900  | 1 485 | 1 645  | 2 829   | 2 941  |
| 3  | 3 587  | 1 179 | 569    | 596     | 1 243  |
| 4  | 32     | 6     | 8      | 6       | 12     |
| 5  | 2 430  | 698   | 547    | 678     | 507    |
| 6  | 7 648  | 2 109 | 1 684  | 1 928   | 1 927  |
| 7  | 740    | 163   | 155    | 221     | 201    |
| 8  | 369    | 62    | 120    | 121     | 66     |
| 9  | 276    | 53    | 46     | 51      | 126    |
| 10 | 248    | 85    | 89     | 41      | 33     |
| 11 | 1 902  | 462   | 502    | 499     | 439    |
| 12 | 4 844  | 1 222 | 1 178  | 1 116   | 1 328  |
| 13 | 75     | 24    | 25     | 14      | 12     |
| 14 | 2 832  | 596   | 755    | 621     | 860    |
| 15 | 369    | 102   | 78     | 110     | 79     |
| 16 | 10 054 | 1 634 | 3 202  | 3 176   | 2 042  |
| 17 | 3 184  | 989   | 1 085  | 972     | 138    |
| 18 | 410    | 66    | 122    | 134     | 88     |
| 19 | 267    | 82    | 79     | 49      | 57     |
| 20 | 280    | 76    | 66     | 70      | 68     |
| 21 | 436    | 122   | 117    | 105     | 92     |
| 22 | 1 029  | 209   | 299    | 214     | 307    |
| 23 | 832    | 214   | 234    | 204     | 180    |
| 24 | 263    | 97    | 94     | 44      | 28     |
| 25 | 4 315  | 1 317 | 841    | 1 417   | 740    |
| 26 | 688    | 171   | 172    | 160     | 185    |
| 27 | 965    | 322   | 149    | 314     | 180    |
| 28 | 765    | 108   | 268    | 107     | 282    |
| 29 | 2 120  | 384   | 711    | 405     | 620    |
| 30 | 242    | 42    | 80     | 39      | 81     |
| 31 | 231    | 63    | 72     | 43      | 53     |
| 32 | 5 692  | 1 764 | 1 180  | 1 809   | 939    |
| 33 | 329    | 82    | 78     | 79      | 90     |
| 34 | 6 456  | 1 548 | 1 525  | 1 709   | 1 674  |
| 35 | 356    | 58    | 73     | 65      | 160    |
| 36 | 1 346  | 270   | 325    | 291     | 460    |
| 37 | 369    | 74    | 81     | 66      | 148    |
| 38 | 1 241  | 280   | 357    | 354     | 250    |
| 39 | 213    | 62    | 65     | 51      | 35     |
| 40 | 511    | 77    | 69     | 176     | 189    |

### 3.2 Пример ABC-XYZ анализа ассортимента

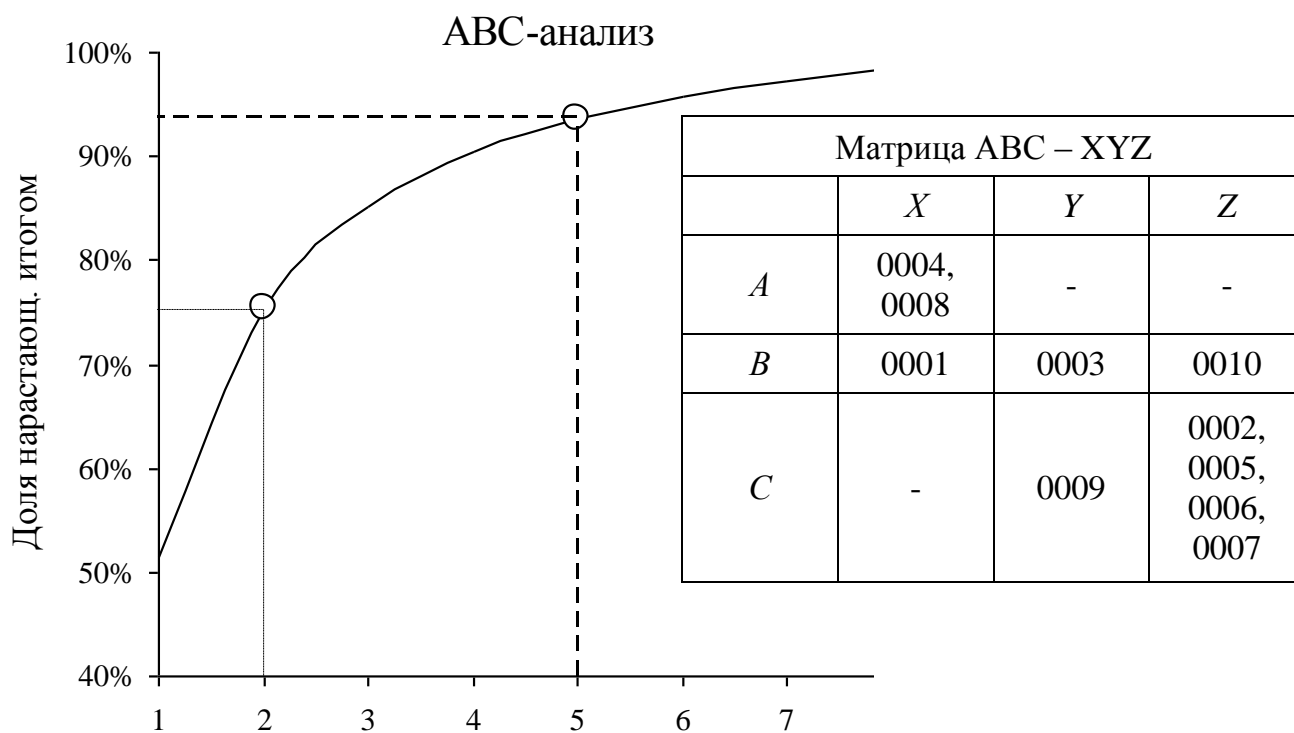
| Код позиции ассортимента | Реализация, тыс. руб. |           |           |           |           |
|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                          | за год                | 1 квартал | 2 квартал | 3 квартал | 4 квартал |
| 0001                     | 920                   | 220       | 250       | 190       | 230       |
| 0002                     | 190                   | 60        | 30        | 70        | 80        |
| 0003                     | 500                   | 140       | 100       | 120       | 140       |
| 0004                     | 4 850                 | 1 300     | 1 250     | 1 100     | 1 360     |
| 0005                     | 150                   | 40        | 20        | 60        | 30        |
| 0006                     | 60                    | 20        | 10        | 0         | 40        |
| 0007                     | 90                    | 20        | 30        | 10        | 30        |
| 0008                     | 2 260                 | 510       | 460       | 570       | 510       |
| 0009                     | 110                   | 30        | 40        | 20        | 30        |
| 0010                     | 310                   | 80        | 70        | 90        | 30        |

#### ABC анализ

| Первичный список |                   |                        | Упорядоченный список |                   |                                |                            | Группа |     |
|------------------|-------------------|------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------------|--------|-----|
| Код позиции      | Реализация за год | Доля в общем запасе, % | Код позиции          | Реализация за год | Доля позиции в общем запасе, % | Доля нарастающим итогом, % |        |     |
| 0001             | 920               | 9,7%                   | 0004                 | 4 850             | 51,4%                          | 51,4%                      | A      | 20% |
| 0002             | 190               | 2,0%                   | 0008                 | 2 260             | 23,9%                          | 75,3%                      |        |     |
| 0003             | 500               | 5,3%                   | 0001                 | 920               | 9,7%                           | 85,1%                      | B      | 30% |
| 0004             | 4 850             | 51,4%                  | 0003                 | 500               | 5,3%                           | 90,4%                      |        |     |
| 0005             | 150               | 1,6%                   | 0010                 | 310               | 3,3%                           | 93,6%                      |        |     |
| 0006             | 60                | 0,6%                   | 0002                 | 190               | 2,0%                           | 95,7%                      | C      | 50% |
| 0007             | 90                | 1,0%                   | 0005                 | 150               | 1,6%                           | 97,2%                      |        |     |
| 0008             | 2 260             | 23,9%                  | 0009                 | 110               | 1,2%                           | 98,4%                      |        |     |
| 0009             | 110               | 1,2%                   | 0007                 | 90                | 1,0%                           | 99,4%                      |        |     |
| 0010             | 310               | 3,3%                   | 0006                 | 60                | 0,6%                           | 100,0%                     |        |     |
| Итого            | 9 440             | 100,0%                 |                      |                   |                                |                            |        |     |

XYZ – анализ

| Код позиции | Реализация за квартал |           |           |           | Коэффициент вариации | Упорядоченный список |             | Группа |
|-------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|----------------------|-------------|--------|
|             | 1 квартал             | 2 квартал | 3 квартал | 4 квартал |                      | Коэффициент вариации | Код позиции |        |
| 0001        | 220                   | 250       | 190       | 230       | 9,7%                 | 7,6%                 | 0008        | X      |
| 0002        | 60                    | 30        | 70        | 80        | 31,2%                | 7,7%                 | 0004        |        |
| 0003        | 140                   | 100       | 120       | 140       | 13,3%                | 9,7%                 | 0001        |        |
| 0004        | 1300                  | 1250      | 1100      | 1360      | 7,7%                 | 13,3%                | 0003        | Y      |
| 0005        | 40                    | 20        | 60        | 30        | 39,4%                | 23,6%                | 0009        |        |
| 0006        | 20                    | 10        | 0         | 40        | 84,5%                | 31,2%                | 0002        | Z      |
| 0007        | 20                    | 30        | 10        | 30        | 36,9%                | 33,7%                | 0010        |        |
| 0008        | 510                   | 460       | 570       | 510       | 7,6%                 | 36,9%                | 0007        |        |
| 0009        | 30                    | 40        | 20        | 30        | 23,6%                | 39,4%                | 0005        |        |
| 0010        | 80                    | 70        | 90        | 30        | 33,7%                | 84,5%                | 0006        |        |



#### 4. Модель «точно вовремя»

##### 4.1 Варианты заданий к работе № 4

| Вариант №1                        | Результаты наблюдений |      |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                   | 1                     | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Операции перевозки                |                       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,59                  | 3,58 | 4,48  | 4,68  | 2,18  | 5,38  | 2,73  | 5,89  | 4,56  | 3,15  |
| Движение                          | 1,87                  | 3,18 | 5,26  | 5,06  | 2,68  | 4,23  | 3,5   | 5,06  | 3,79  | 2,28  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,6                   | 4,62 | 7,86  | 6,44  | 3,93  | 8,32  | 3,89  | 7,25  | 8,36  | 4,74  |
| Движение                          | 2,83                  | 2,92 | 3,79  | 3,92  | 1,8   | 3,03  | 1,63  | 3,73  | 3,97  | 1,97  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 13,82                 | 9,03 | 20,55 | 18,21 | 13,15 | 17,51 | 14,21 | 17,17 | 16,88 | 12,78 |
| Движение                          | 2,57                  | 2,42 | 3,08  | 3,81  | 1,97  | 4,05  | 1,66  | 3,62  | 3,4   | 2,42  |
| Прохождение пограничного перехода | 1,95                  | 2,37 | 3,84  | 3,6   | 2,79  | 4,38  | 2,09  | 3,24  | 3,98  | 2,76  |
| Движение                          | 2,1                   | 2,52 | 3,03  | 3,46  | 1,89  | 3,43  | 2,02  | 3,63  | 3,79  | 1,82  |
| Разгрузка                         | 0,74                  | 0,63 | 1,1   | 1,13  | 0,96  | 1,4   | 0,63  | 1,48  | 1,38  | 0,93  |

$$P = 0,7; \quad T_{\text{тв}} = 7; \quad T_p = 8;$$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$$a = 2; \quad X_{\text{ср, час}} = 2; \quad x_0, \text{ час} = 1,5;$$

| Вариант №2                        | Результаты наблюдений |       |       |       |       |      |       |      |      |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|
|                                   | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6    | 7     | 8    | 9    | 10    |
| Операции перевозки                |                       |       |       |       |       |      |       |      |      |       |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,61                  | 3,83  | 5,45  | 3,56  | 4,54  | 3,7  | 4,97  | 5,58 | 2,75 | 5,39  |
| Движение                          | 2,04                  | 3,22  | 5,06  | 2,3   | 3,97  | 3,5  | 3,7   | 4,38 | 3,43 | 4,53  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,76                  | 5,77  | 7     | 4,02  | 8,08  | 4,14 | 6,08  | 6,02 | 3,57 | 7,59  |
| Движение                          | 1,8                   | 2,11  | 3,37  | 2,19  | 4,09  | 2,86 | 4,15  | 3,85 | 2,27 | 3,86  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 13,48                 | 14,37 | 20,99 | 11,69 | 18,71 | 8,12 | 18,48 | 23,6 | 9,57 | 20,83 |
| Движение                          | 2,28                  | 2,69  | 3,37  | 2,65  | 3,13  | 1,6  | 2,88  | 3,54 | 1,69 | 3,01  |
| Прохождение пограничного перехода | 2,26                  | 2,04  | 4,28  | 2,1   | 3,31  | 2,6  | 3,79  | 4,5  | 2,35 | 4,06  |
| Движение                          | 2,86                  | 2,78  | 3,57  | 1,54  | 3,53  | 2,14 | 3,63  | 3,11 | 2,96 | 3,47  |
| Разгрузка                         | 1,11                  | 1,2   | 2,04  | 0,92  | 1,54  | 1,5  | 2,08  | 2,01 | 1,49 | 1,51  |

$$P = 0,8; \quad T_{\text{тв}} = 6; \quad T_p = 8;$$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$$a = 3; \quad X_{\text{ср, час}} = 22,2; \quad x_0, \text{ час} = 15;$$

| Вариант №3                        | Результаты наблюдений |       |       |       |       |      |      |       |      |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|
|                                   | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6    | 7    | 8     | 9    | 10    |
| Операции перевозки                |                       |       |       |       |       |      |      |       |      |       |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,43                  | 4,13  | 5,29  | 2,24  | 3,21  | 5,48 | 2,78 | 4,27  | 3,77 | 5,26  |
| Движение                          | 2,24                  | 3,51  | 4,41  | 2,58  | 1,52  | 3,08 | 2    | 4,5   | 2,92 | 3,36  |
| Прохождение пограничного перехода | 5,72                  | 6,76  | 8,23  | 3,44  | 4,49  | 6,87 | 3,27 | 8,66  | 3,87 | 8,36  |
| Движение                          | 1,34                  | 2,94  | 3,35  | 1,26  | 1,71  | 3,67 | 1,8  | 2,55  | 2,03 | 2,79  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 15,32                 | 21,97 | 16,46 | 15,95 | 15,89 | 16,5 | 9,57 | 21,15 | 15,9 | 18,36 |
| Движение                          | 1,48                  | 2,69  | 3,02  | 1,99  | 2,04  | 2,24 | 1,56 | 2,71  | 1,52 | 2,85  |
| Прохождение пограничного перехода | 2,62                  | 3,66  | 3,37  | 2,09  | 2,77  | 4,28 | 2,41 | 3,6   | 2,08 | 3,48  |
| Движение                          | 1,96                  | 2,68  | 3,39  | 1,35  | 1,66  | 2,9  | 1,54 | 2,81  | 2,21 | 2,68  |
| Разгрузка                         | 1,41                  | 1,95  | 2,56  | 0,96  | 0,91  | 2,28 | 1,37 | 2,05  | 1,27 | 1,99  |

$P = 0,9$ ;  $T_{TB} = 5$ ;  $T_p = 8$ ;

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 2$ ;  $X_{cp}, \text{ час} = 31,0$ ;  $x_0, \text{ час} = 30$ ;

| Вариант №4                        | Результаты наблюдений |       |       |       |      |       |      |       |      |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
|                                   | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5    | 6     | 7    | 8     | 9    | 10    |
| Операции перевозки                |                       |       |       |       |      |       |      |       |      |       |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,39                  | 5,05  | 3,76  | 2,01  | 2,98 | 4,63  | 4,24 | 5,31  | 3,28 | 4,44  |
| Движение                          | 1,87                  | 3,72  | 3,36  | 2,02  | 2,43 | 4,06  | 4,26 | 5,05  | 2,69 | 3,83  |
| Прохождение пограничного перехода | 5,56                  | 6,7   | 4,21  | 5,26  | 4,16 | 6,23  | 8,81 | 7,37  | 4,49 | 8,89  |
| Движение                          | 1,84                  | 3,55  | 2,53  | 1,57  | 2,43 | 3,48  | 3,23 | 3,62  | 2,15 | 3,48  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 12,94                 | 18,81 | 10,71 | 13,92 | 8,78 | 22,11 | 20,7 | 16,36 | 8,42 | 21,72 |
| Движение                          | 2,21                  | 2,67  | 1,26  | 2,31  | 1,81 | 2,64  | 2,79 | 3,26  | 1,28 | 2,44  |
| Прохождение пограничного перехода | 2,67                  | 3,81  | 1,84  | 2,37  | 2,2  | 3,4   | 4,03 | 4,03  | 2,22 | 4,07  |
| Движение                          | 1,47                  | 3,51  | 1,9   | 1,5   | 2,11 | 3,86  | 3,99 | 3,25  | 1,72 | 2,82  |
| Разгрузка                         | 0,92                  | 2,31  | 1,01  | 1,07  | 1,15 | 2,36  | 2,06 | 1,8   | 1,46 | 2,09  |

$P = 0,9$ ;  $T_{TB} = 6$ ;  $T_p = 10$ ;

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 4$ ;  $X_{cp}, \text{ час} = 15$ ;  $x_0, \text{ час} = 10$ ;

| Вариант №5                        | Результаты наблюдений |      |       |       |      |       |      |       |      |       |
|-----------------------------------|-----------------------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
|                                   | 1                     | 2    | 3     | 4     | 5    | 6     | 7    | 8     | 9    | 10    |
| Операции перевозки                |                       |      |       |       |      |       |      |       |      |       |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 5,54                  | 2    | 4,2   | 3,81  | 2,85 | 5,29  | 3,37 | 4,35  | 2,73 | 5,37  |
| Движение                          | 5,74                  | 2,96 | 5,53  | 4,64  | 4,97 | 7,33  | 3,91 | 6,12  | 3,11 | 5,16  |
| Прохождение пограничного перехода | 6,6                   | 3,86 | 8,26  | 4,94  | 3,78 | 8,83  | 5,84 | 6,89  | 4,97 | 6,18  |
| Движение                          | 4,59                  | 4,02 | 4,42  | 3,41  | 3,1  | 5,88  | 3,7  | 5,98  | 2,62 | 4,67  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 19,06                 | 9,56 | 21,21 | 13,62 | 11,3 | 23,59 | 9,4  | 16,77 | 9,17 | 18,91 |
| Движение                          | 4,41                  | 3,03 | 4,41  | 2,85  | 2,12 | 4,42  | 3,33 | 3,83  | 3,04 | 3,83  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,77                  | 2,67 | 3,03  | 2,07  | 2,48 | 3,5   | 2,47 | 3,8   | 2,23 | 3,7   |
| Движение                          | 5,55                  | 2,57 | 6,65  | 3,15  | 2,54 | 5,91  | 3,64 | 6,52  | 4,27 | 4,59  |
| Разгрузка                         | 1,02                  | 0,99 | 1,29  | 0,6   | 0,51 | 1,27  | 0,71 | 1,38  | 0,73 | 1,06  |

$$P = 0,8; \quad T_{TB} = 6; \quad T_p = 8;$$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$$a = 3; \quad X_{cp}, \text{ час} = 22,2; \quad x_0, \text{ час} = 15;$$

| Вариант №6                        | Результаты наблюдений |       |       |       |       |      |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
|                                   | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6    | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Операции перевозки                |                       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 5,14                  | 3,64  | 4,63  | 2,13  | 2,9   | 4,93 | 2,04  | 4,52  | 3,53  | 4,88  |
| Движение                          | 5,38                  | 2,58  | 4,83  | 3,16  | 4,15  | 5,65 | 2,75  | 4,53  | 3,17  | 5,64  |
| Прохождение пограничного перехода | 6,85                  | 3,49  | 8,62  | 3,58  | 3,79  | 8,02 | 4,05  | 7,98  | 3,26  | 6,97  |
| Движение                          | 4,29                  | 3,36  | 4,41  | 2,64  | 3,65  | 5,37 | 2,6   | 4,93  | 2,68  | 4,98  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 16,69                 | 13,83 | 17,43 | 11,16 | 10,35 | 21,1 | 11,23 | 22,31 | 10,14 | 20,41 |
| Движение                          | 3,7                   | 2,35  | 3,26  | 2,21  | 1,85  | 3,39 | 3     | 3,52  | 3,05  | 3,56  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,83                  | 2,1   | 3,66  | 1,58  | 2,86  | 3,99 | 2,94  | 3,49  | 2,38  | 3,57  |
| Движение                          | 5,91                  | 3,77  | 5,77  | 3,42  | 4,08  | 4,76 | 2,17  | 4,66  | 3,47  | 5,87  |
| Разгрузка                         | 1,47                  | 1     | 1,5   | 0,6   | 0,99  | 1,48 | 0,91  | 1,45  | 0,95  | 1,18  |

$$P = 0,8; \quad T_{TB} = 10; \quad T_p = 10;$$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$$a = 2; \quad X_{cp}, \text{ час} = 2,4; \quad x_0, \text{ час} = 1;$$

| Вариант №7                        | Результаты наблюдений |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
|                                   | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9    | 10    |
| Операции перевозки                |                       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 2,28                  | 4,84  | 3,76  | 4,74  | 3,62  | 3,16  | 4,74  | 4,96  | 2,41 | 5,03  |
| Движение                          | 3,26                  | 4,95  | 3,11  | 5,45  | 4     | 2,8   | 5,9   | 6,54  | 2,86 | 4,99  |
| Прохождение пограничного перехода | 5,87                  | 7,46  | 4,95  | 8,55  | 4,7   | 5,05  | 6,74  | 8,99  | 4,34 | 8,69  |
| Движение                          | 1,88                  | 5,3   | 3,27  | 5,11  | 2,75  | 2,16  | 4,48  | 4,78  | 2,41 | 3,98  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 13                    | 23,74 | 14,07 | 16,13 | 15,79 | 15,89 | 21,53 | 23,27 | 13,6 | 18,34 |
| Движение                          | 2,21                  | 3,92  | 2,6   | 4,68  | 2,91  | 1,7   | 3,69  | 3,69  | 1,94 | 3,2   |
| Прохождение пограничного перехода | 2,68                  | 3,34  | 1,88  | 3,71  | 2     | 1,78  | 4,47  | 3,75  | 1,98 | 4,18  |
| Движение                          | 3,99                  | 5,5   | 2,1   | 5,28  | 2,74  | 3,1   | 4,51  | 4,93  | 2,76 | 5,58  |
| Разгрузка                         | 1,37                  | 1,89  | 1,23  | 1,77  | 1,07  | 1,09  | 1,86  | 1,87  | 1,23 | 1,82  |

$P = 0,9$ ;  $T_{\text{ТВ}} = 6$ ;  $T_p = 10$ ;

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 2$ ;  $X_{\text{ср}}, \text{ час} = 26$ ;  $x_0, \text{ час} = 10$ ;

| Вариант №8                        | Результаты наблюдений |       |      |       |       |       |       |      |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
|                                   | 1                     | 2     | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8    | 9     | 10    |
| Операции перевозки                |                       |       |      |       |       |       |       |      |       |       |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 2,47                  | 4,11  | 3,51 | 3,79  | 4,71  | 3,06  | 5,02  | 3,23 | 4,47  | 4,28  |
| Движение                          | 5,16                  | 6,63  | 5,45 | 4,66  | 6,18  | 3,41  | 6,42  | 4,83 | 7,45  | 6,03  |
| Прохождение пограничного перехода | 4,51                  | 7,98  | 3,44 | 5,1   | 7,6   | 4,37  | 6,09  | 5    | 7,32  | 8,44  |
| Движение                          | 4,95                  | 5,01  | 2,84 | 4,91  | 5,44  | 4,65  | 5,31  | 4,66 | 6,16  | 5,49  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 9,49                  | 22,73 | 8,74 | 12,19 | 23,05 | 15,91 | 23,44 | 8,93 | 20,65 | 23,64 |
| Движение                          | 2,28                  | 6,19  | 3,22 | 2,25  | 4,63  | 2,95  | 4,55  | 2,68 | 6,22  | 4,31  |
| Прохождение пограничного перехода | 2,43                  | 4,29  | 1,57 | 1,55  | 3,6   | 2,53  | 3,88  | 2,67 | 3,17  | 4,24  |
| Движение                          | 4,45                  | 6,68  | 4,74 | 3,45  | 7,76  | 3,41  | 6,02  | 3,78 | 6,49  | 7,43  |
| Разгрузка                         | 1,08                  | 1,71  | 1,46 | 0,87  | 1,67  | 1,49  | 1,74  | 1,28 | 2,05  | 2,24  |

$P = 0,7$ ;  $T_{\text{ТВ}} = 9$ ;  $T_p = 10$ ;

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 5$ ;  $X_{\text{ср}}, \text{ час} = 15$ ;  $x_0, \text{ час} = 8$ ;



| Вариант №9                        | Результаты наблюдений |       |      |       |       |       |       |      |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
|                                   | 1                     | 2     | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8    | 9     | 10    |
| Операции перевозки                |                       |       |      |       |       |       |       |      |       |       |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 4,86                  | 4,95  | 3,55 | 4,27  | 3,91  | 4     | 3,52  | 3,43 | 4,84  | 3,71  |
| Движение                          | 7,35                  | 8,93  | 5,51 | 7,92  | 5,9   | 7,1   | 5,41  | 5,82 | 8,08  | 5,16  |
| Прохождение пограничного перехода | 8,7                   | 6,99  | 3,77 | 7,61  | 5,07  | 6,16  | 3,74  | 4,38 | 7,63  | 5,76  |
| Движение                          | 8,47                  | 8,2   | 3,18 | 8,02  | 4,56  | 6,22  | 5,79  | 3,99 | 6,54  | 4,55  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 21,35                 | 21,87 | 9,5  | 20,39 | 13,43 | 16,98 | 11,44 | 10,4 | 17,94 | 14,22 |
| Движение                          | 5,63                  | 5,45  | 4,48 | 6,13  | 4,77  | 4,87  | 4,47  | 2,96 | 5,31  | 2,75  |
| Прохождение пограничного перехода | 4,29                  | 4,21  | 1,62 | 3,43  | 2,58  | 3,94  | 2,73  | 2,93 | 4,41  | 1,95  |
| Движение                          | 8,32                  | 8,12  | 3,36 | 9,11  | 3,64  | 8,06  | 6     | 4,26 | 8,67  | 5,99  |
| Разгрузка                         | 1,97                  | 1,98  | 0,88 | 1,77  | 0,87  | 1,77  | 0,95  | 1,04 | 1,74  | 0,98  |

$P = 0,8; T_{TB} = 9; T_p = 10;$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 3; X_{cp}, час = 7,6; x_0, час = 6;$

| Вариант №10                       | Результаты наблюдений |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                   | 1                     | 2    | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Операции перевозки                |                       |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 2,81                  | 3,95 | 2,41 | 3,81  | 4,32  | 5,76  | 5,86  | 4,07  | 3,14  | 4,9   |
| Движение                          | 3,91                  | 3,83 | 2,05 | 3,92  | 5,45  | 4,85  | 4,13  | 5,34  | 2,3   | 4,06  |
| Прохождение пограничного перехода | 5,79                  | 3,56 | 3,84 | 4,04  | 6,92  | 6,16  | 6,38  | 8,54  | 3,31  | 6,2   |
| Движение                          | 2,63                  | 2,16 | 1,78 | 2,35  | 4,72  | 4,23  | 4,14  | 4,1   | 2,94  | 4,84  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 8,54                  | 9,49 | 9,28 | 15,62 | 23,83 | 16,59 | 18,21 | 19,66 | 14,69 | 23,18 |
| Движение                          | 1,41                  | 1,93 | 2,54 | 2,51  | 4,04  | 2,93  | 3,49  | 3,19  | 1,44  | 2,89  |
| Прохождение пограничного перехода | 1,52                  | 2,41 | 1,69 | 1,55  | 4,02  | 4,08  | 3,79  | 4,25  | 2,97  | 3,48  |
| Движение                          | 3,54                  | 1,98 | 2,57 | 2,16  | 4,12  | 4,61  | 5,08  | 3,64  | 2,27  | 4,83  |
| Разгрузка                         | 0,76                  | 0,95 | 0,81 | 1,16  | 1,79  | 1,4   | 1,6   | 1,62  | 0,96  | 1,43  |

$P = 0,9; T_{TB} = 5; T_p = 8;$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 2; X_{cp}, час = 43; x_0, час = 20;$

| Вариант №11                       | Результаты наблюдений |       |      |       |      |       |       |      |       |      |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2     | 3    | 4     | 5    | 6     | 7     | 8    | 9     | 10   |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 2,86                  | 4,81  | 3,34 | 4,02  | 3,72 | 4,73  | 3,15  | 5,66 | 3,05  | 4,89 |
| Движение                          | 2,72                  | 3,53  | 3,17 | 4,33  | 2,28 | 4,13  | 2,92  | 3,63 | 2,59  | 4,54 |
| Прохождение пограничного перехода | 3,75                  | 8,1   | 3,82 | 6,15  | 3,7  | 6,48  | 5,69  | 7,57 | 3,89  | 8,8  |
| Движение                          | 2,37                  | 4,2   | 2,66 | 3,02  | 1,91 | 3,31  | 2,72  | 4,09 | 2,77  | 3,36 |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 15                    | 22,26 | 8,55 | 21,72 | 9,5  | 20,53 | 10,29 | 22,9 | 12,15 | 16,3 |
| Движение                          | 2,12                  | 2,95  | 2,1  | 3     | 1,99 | 2,89  | 2,36  | 2,99 | 1,54  | 3,48 |
| Прохождение пограничного перехода | 2,92                  | 3,13  | 2,21 | 3,98  | 2,42 | 3,25  | 1,83  | 3,04 | 2,04  | 4,44 |
| Движение                          | 1,96                  | 3,45  | 2,39 | 3,29  | 1,85 | 3,76  | 2,5   | 3,46 | 2,7   | 4,32 |
| Разгрузка                         | 0,79                  | 0,94  | 0,65 | 1,63  | 1,13 | 1,78  | 1,28  | 0,99 | 1,22  | 1,66 |

$P = 0,9$ ;  $T_{TB} = 5$ ;  $T_p = 8$ ;

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 4$ ;  $X_{cp}, \text{ час} = 3,4$ ;  $x_0, \text{ час} = 2$ ;

| Вариант №12                       | Результаты наблюдений |       |       |       |      |       |      |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5    | 6     | 7    | 8     | 9     | 10    |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,34                  | 4,47  | 3,31  | 4,27  | 2,35 | 4,97  | 2,55 | 5,09  | 3,79  | 5,72  |
| Движение                          | 1,91                  | 3,62  | 3,08  | 4,87  | 2,41 | 3,99  | 1,93 | 3,85  | 3,32  | 5,06  |
| Прохождение пограничного перехода | 5,49                  | 7,73  | 4,63  | 7,53  | 3,83 | 7,41  | 4,13 | 7,19  | 3,04  | 8,03  |
| Движение                          | 1,49                  | 4,08  | 2,45  | 4,2   | 2,52 | 2,85  | 2,6  | 3,74  | 2,36  | 3,35  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 8,24                  | 16,42 | 15,04 | 17,04 | 8,81 | 19,42 | 9,74 | 21,99 | 10,37 | 19,39 |
| Движение                          | 1,78                  | 2,6   | 2,17  | 2,48  | 2,1  | 3,25  | 1,41 | 3,29  | 2,11  | 3,39  |
| Прохождение пограничного перехода | 2,65                  | 3,21  | 1,52  | 4,5   | 2,13 | 3,45  | 2,73 | 3,02  | 2,27  | 3,52  |
| Движение                          | 2,11                  | 4,22  | 1,63  | 3,09  | 2,16 | 4,37  | 2,28 | 3,12  | 2,04  | 3,29  |
| Разгрузка                         | 1,06                  | 2,61  | 2,5   | 2,9   | 1,65 | 1,11  | 2,94 | 1,48  | 1,76  | 2,23  |

$P = 0,9$ ;  $T_{TB} = 6$ ;  $T_p = 10$ ;

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 2$ ;  $X_{cp}, \text{ час} = 7,5$ ;  $x_0, \text{ час} = 5$ ;

| Вариант №13                       | Результаты наблюдений |       |      |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2     | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 2,31                  | 4,34  | 3,79 | 5,86  | 5,49  | 3,22  | 2,61  | 3,1   | 5,66  | 5,01  |
| Движение                          | 2                     | 4,02  | 3,24 | 3,74  | 4,83  | 2,15  | 2,6   | 1,87  | 4,15  | 4,87  |
| Прохождение пограничного перехода | 5,27                  | 6,26  | 5,57 | 8,34  | 7,48  | 4     | 3,91  | 5,21  | 7,45  | 7,55  |
| Движение                          | 2,16                  | 4,11  | 1,69 | 3,11  | 3,89  | 1,71  | 1,72  | 2,21  | 3,96  | 3,44  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 14,71                 | 22,52 | 8,76 | 21,09 | 16,09 | 15,39 | 11,78 | 14,05 | 19,86 | 17,94 |
| Движение                          | 1,92                  | 2,57  | 1,22 | 2,96  | 3,44  | 2,33  | 1,55  | 2,3   | 3,4   | 3,13  |
| Прохождение пограничного перехода | 2,81                  | 3,69  | 2,05 | 4,38  | 3,91  | 2,34  | 1,82  | 2,32  | 4,13  | 3,75  |
| Движение                          | 2,09                  | 4,14  | 1,85 | 4,11  | 4,52  | 2,54  | 2,9   | 1,83  | 4,43  | 4,03  |
| Разгрузка                         | 1,61                  | 2,74  | 1,15 | 2,54  | 2,65  | 1,14  | 1,49  | 1,05  | 2,45  | 2,39  |

$P = 0,9$ ;  $T_{TB} = 5$ ;  $T_p = 8$ ;

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 2$ ;  $X_{cp}, час = 8,2$ ;  $x_0, час = 5$ ;

| Вариант №14                       | Результаты наблюдений |       |       |       |      |      |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5    | 6    | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,33                  | 4,31  | 5,18  | 3,62  | 3,74 | 2,39 | 4,45  | 4,58  | 3,12  | 4,75  |
| Движение                          | 6,68                  | 10,77 | 10,58 | 4,44  | 6,71 | 5,7  | 8,05  | 8,26  | 6,23  | 10,64 |
| Прохождение пограничного перехода | 5,48                  | 6,9   | 8,47  | 5,47  | 3,97 | 3,97 | 6,85  | 8,42  | 4,62  | 7,47  |
| Движение                          | 4,28                  | 8,25  | 7     | 4,95  | 6,51 | 6,09 | 8,86  | 9,61  | 5,18  | 9,59  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 15,55                 | 20,02 | 19,34 | 13,22 | 15,6 | 8,93 | 20,27 | 20,06 | 12,35 | 23    |
| Движение                          | 5,16                  | 5,74  | 6     | 4,38  | 5,48 | 4,79 | 6,88  | 8,23  | 4,53  | 6,6   |
| Прохождение пограничного перехода | 2,08                  | 3,91  | 3,34  | 2,59  | 1,55 | 1,91 | 4,14  | 3,72  | 2,67  | 3,02  |
| Движение                          | 5,91                  | 7,87  | 10,34 | 3,78  | 5,42 | 4,92 | 10,83 | 10,59 | 5,19  | 9,72  |
| Разгрузка                         | 1,35                  | 2,75  | 2,1   | 1,45  | 1,7  | 1,48 | 2,77  | 2,32  | 1,94  | 2,3   |

$P = 0,8$ ;  $T_{TB} = 9$ ;  $T_p = 10$ ;

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 2$ ;  $X_{cp}, час = 26,8$ ;  $x_0, час = 20$ ;

| Вариант №15                       | Результаты наблюдений |       |       |       |      |      |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|                                   | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5    | 6    | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Операции перевозки                |                       |       |       |       |      |      |       |       |       |       |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 4,92                  | 2,69  | 2,06  | 4,53  | 2,42 | 5,32 | 5,45  | 2,23  | 2,33  | 4,84  |
| Движение                          | 12,41                 | 6,6   | 7,77  | 12,32 | 8,72 | 9,36 | 10,59 | 6,49  | 8,79  | 11,83 |
| Прохождение пограничного перехода | 6,99                  | 3,37  | 3,09  | 7,83  | 3,69 | 7,45 | 7,91  | 3,2   | 5,75  | 8,56  |
| Движение                          | 10,14                 | 5,57  | 5,77  | 8,05  | 6,46 | 9,18 | 9,79  | 5,39  | 7,27  | 7,7   |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 19,81                 | 10,15 | 13,76 | 16,04 | 9,28 | 16,3 | 16,95 | 14,29 | 11,54 | 18,24 |
| Движение                          | 7,1                   | 3,77  | 3,35  | 8,99  | 4,52 | 6,91 | 8,36  | 4,26  | 3,56  | 7,84  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,25                  | 1,56  | 1,68  | 3,32  | 2,6  | 3,1  | 4,13  | 2,73  | 1,58  | 4,07  |
| Движение                          | 8,71                  | 7,56  | 5     | 10,97 | 4,26 | 10   | 9,85  | 4,52  | 5,34  | 10,67 |
| Разгрузка                         | 2,8                   | 1,89  | 1,12  | 2,54  | 1,69 | 2,52 | 2,87  | 1,15  | 1,99  | 2,1   |

$P = 0,8$ ;  $T_{тв} = 10$ ;  $T_p = 10$ ;

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 3$ ;  $X_{cp}, час = 11,4$ ;  $x_0, час = 10$ ;

| Вариант №16                       | Результаты наблюдений |       |      |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                   | 1                     | 2     | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Операции перевозки                |                       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 5,43                  | 2,61  | 3,92 | 4,65  | 3,22  | 5,98  | 4,35  | 3,75  | 2,58  | 4,09  |
| Движение                          | 13,71                 | 7,57  | 9,46 | 13,89 | 9,13  | 10,34 | 12,94 | 8,49  | 8,35  | 11,19 |
| Прохождение пограничного перехода | 6,54                  | 5,84  | 3,77 | 6,97  | 4,43  | 8,42  | 7,31  | 3,84  | 5,72  | 6,61  |
| Движение                          | 9,53                  | 6,29  | 4,69 | 10,58 | 4,49  | 11,64 | 9,83  | 5,69  | 8,23  | 9,36  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 22,83                 | 15,87 | 8,57 | 21,69 | 14,03 | 17,66 | 23,08 | 14,65 | 12,24 | 23,43 |
| Движение                          | 8,98                  | 4,33  | 4,18 | 9,29  | 4,86  | 8,3   | 8,92  | 5,91  | 3,96  | 8,03  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,86                  | 2,33  | 2,97 | 4,15  | 2,15  | 3,06  | 3,25  | 2,22  | 2,99  | 4,39  |
| Движение                          | 11,03                 | 5,99  | 8,17 | 12,07 | 5,66  | 11,92 | 12,72 | 6,71  | 5,92  | 11,2  |
| Разгрузка                         | 1,15                  | 0,57  | 0,73 | 1,23  | 0,94  | 1,42  | 1,12  | 0,82  | 0,82  | 1,21  |

$P = 0,8$ ;  $T_{тв} = 10$ ;  $T_p = 10$ ;

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 2$ ;  $X_{cp}, час = 6,8$ ;  $x_0, час = 5$ ;

| Вариант №17                       | Результаты наблюдений |      |       |       |       |      |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2    | 3     | 4     | 5     | 6    | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 4,96                  | 2,87 | 2,2   | 5,34  | 5,52  | 2,3  | 4,97  | 2,55  | 2,66  | 5,4   |
| Движение                          | 8,81                  | 5,84 | 4,13  | 10,07 | 7,3   | 6,05 | 8,95  | 4,16  | 5,17  | 8,75  |
| Прохождение пограничного перехода | 7,29                  | 5,88 | 4,96  | 7,75  | 8,02  | 5,12 | 7,69  | 5,16  | 5,5   | 7,07  |
| Движение                          | 6,36                  | 3,5  | 3,88  | 7,77  | 8,22  | 4,57 | 7,59  | 4,53  | 4,35  | 7,43  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 17,65                 | 8,98 | 15,14 | 17,16 | 16,93 | 10,2 | 21,02 | 15,05 | 13,27 | 18,75 |
| Движение                          | 4,97                  | 4,23 | 3,33  | 4,93  | 5,53  | 4,21 | 5,39  | 4,56  | 4,17  | 6,57  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,99                  | 2,45 | 2,05  | 4,07  | 4,1   | 2,23 | 3,38  | 1,66  | 2,16  | 3,21  |
| Движение                          | 6,52                  | 5,26 | 3,2   | 6,62  | 7,99  | 5,22 | 7,79  | 6,12  | 4,79  | 6,54  |
| Разгрузка                         | 2,03                  | 1,21 | 1,2   | 2,19  | 2,81  | 1,03 | 2,64  | 1,32  | 1,53  | 2,52  |

$P = 0,7$ ;  $T_{тв} = 90$ ;  $T_p = 10$ ;

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 4$ ;  $X_{cp}, час = 13$ ;  $x_0, час = 8$ ;

| Вариант №18                       | Результаты наблюдений |      |       |       |       |       |      |       |       |      |
|-----------------------------------|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7    | 8     | 9     | 10   |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,31                  | 4,66 | 3,47  | 5,96  | 4,09  | 5,04  | 2,72 | 3,87  | 5,49  | 3,54 |
| Движение                          | 3,67                  | 7,6  | 6,92  | 9,18  | 9,93  | 7,84  | 6,72 | 6,64  | 8,98  | 4,99 |
| Прохождение пограничного перехода | 2,73                  | 6,77 | 4,11  | 7,07  | 5,17  | 6,91  | 4,14 | 2,92  | 6,77  | 4,66 |
| Движение                          | 3,36                  | 7,67 | 4,37  | 8,07  | 8,69  | 7,52  | 4    | 3,88  | 6,04  | 3,28 |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 10,68                 | 15   | 12,22 | 17,97 | 21,39 | 15,56 | 9,27 | 14,25 | 19,84 | 12,8 |
| Движение                          | 4,29                  | 7,19 | 4,59  | 6,37  | 5,99  | 4,93  | 3,88 | 4,14  | 4,99  | 4,19 |
| Прохождение пограничного перехода | 2,7                   | 5,21 | 3,1   | 5,55  | 4,88  | 4,48  | 3,01 | 2,59  | 5,78  | 3,75 |
| Движение                          | 3,85                  | 7,15 | 4,5   | 8,52  | 6,99  | 8,95  | 4,11 | 4,84  | 6,41  | 6,25 |
| Разгрузка                         | 1,61                  | 2,31 | 1,92  | 2,14  | 2,58  | 2,3   | 1,61 | 1,05  | 2,51  | 1,02 |

$P = 0,7$ ;  $T_{тв} = 8$ ;  $T_p = 10$ ;

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 2$ ;  $X_{cp}, час = 9,3$ ;  $x_0, час = 7$ ;

| Вариант №19                       | Результаты наблюдений |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,17                  | 5,82  | 3,04  | 4,79  | 2,43  | 2,02  | 5,64  | 4,48  | 2,81  | 4,77  |
| Движение                          | 3,98                  | 9,62  | 5,52  | 10,02 | 6,51  | 4,32  | 10,14 | 9,52  | 3,83  | 8,64  |
| Прохождение пограничного перехода | 4,01                  | 5,07  | 4,97  | 6,7   | 3,56  | 2,88  | 6,22  | 6,57  | 4,9   | 6,24  |
| Движение                          | 4,41                  | 7,41  | 2,98  | 6,52  | 5,49  | 4,2   | 7,2   | 8,68  | 3,31  | 8,19  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 12                    | 15,03 | 10,25 | 19,28 | 10,27 | 14,31 | 16,99 | 15,89 | 11,97 | 21,17 |
| Движение                          | 4,67                  | 7,24  | 3,36  | 6,3   | 4,36  | 2,76  | 6,89  | 5,89  | 4,62  | 6,73  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,55                  | 5,35  | 2,06  | 5,34  | 2,82  | 3,41  | 4,29  | 4,38  | 2,79  | 5,32  |
| Движение                          | 3,73                  | 9,16  | 4,67  | 8,74  | 5,59  | 3,58  | 7,46  | 9,52  | 3,37  | 9,44  |
| Разгрузка                         | 1,06                  | 2,82  | 1,4   | 2,53  | 1,7   | 1,35  | 2,4   | 2,97  | 1,66  | 2,32  |

$P = 0,9; \quad T_{TB} = 5; \quad T_p = 8;$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 2; \quad X_{cp}, \text{ час} = 6,9; \quad x_0, \text{ час} = 3;$

| Вариант №20                       | Результаты наблюдений |      |      |       |       |       |      |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2    | 3    | 4     | 5     | 6     | 7    | 8     | 9     | 10    |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 5,03                  | 3,15 | 2,02 | 2,71  | 4,47  | 3,96  | 5,76 | 4,04  | 3,88  | 5,91  |
| Движение                          | 8,33                  | 3,52 | 3,09 | 4,27  | 7,25  | 3,83  | 6,75 | 6,66  | 4,97  | 7,47  |
| Прохождение пограничного перехода | 5,34                  | 4,84 | 2,9  | 3,49  | 6,92  | 4,26  | 6,79 | 5,59  | 2,68  | 7,07  |
| Движение                          | 5,79                  | 3,7  | 4,99 | 4,04  | 5,85  | 3,42  | 6,15 | 7,11  | 2,97  | 5,99  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 19,19                 | 7,78 | 8,7  | 10,71 | 21,33 | 14,18 | 20,7 | 16,05 | 10,56 | 15,79 |
| Движение                          | 4,98                  | 2,13 | 2,11 | 3,57  | 5,7   | 2,17  | 4,33 | 5,16  | 4     | 4,66  |
| Прохождение пограничного перехода | 5,01                  | 2,31 | 3,12 | 2,15  | 4,47  | 2,69  | 4,44 | 4,25  | 3,4   | 4,21  |
| Движение                          | 7,5                   | 4,09 | 4,8  | 4,5   | 7,51  | 5,43  | 6,62 | 7,74  | 3,42  | 7,86  |
| Разгрузка                         | 2,62                  | 1,3  | 1,27 | 1,06  | 2,87  | 1,82  | 2,88 | 2,53  | 1,48  | 2,88  |

$P = 0,8; \quad T_{TB} = 6; \quad T_p = 8;$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 2; \quad X_{cp}, \text{ час} = 4,3; \quad x_0, \text{ час} = 3;$

| Вариант №21                       | Результаты наблюдений |       |      |       |       |       |       |       |      |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2     | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9    | 10    |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,86                  | 4,18  | 3,96 | 5,09  | 2,88  | 4,7   | 2,07  | 4,19  | 3    | 4,04  |
| Движение                          | 5,79                  | 6,83  | 3,77 | 7,55  | 3,29  | 7,8   | 5,05  | 8,88  | 4,53 | 8,93  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,26                  | 6,75  | 4,91 | 5,92  | 4,72  | 6,99  | 4,73  | 6,46  | 2,59 | 5,12  |
| Движение                          | 4,42                  | 5,31  | 4,22 | 7,07  | 2,53  | 7,35  | 4,6   | 5,97  | 2,71 | 6,39  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 12,04                 | 15,92 | 9,46 | 22,05 | 10,67 | 17,62 | 13,87 | 17,68 | 8,76 | 15,21 |
| Движение                          | 3,22                  | 4,35  | 3,54 | 6,03  | 2,36  | 5,12  | 2,7   | 5,71  | 2,69 | 6,05  |
| Прохождение пограничного перехода | 2,38                  | 5,29  | 3,45 | 4,72  | 3,11  | 4,52  | 3,23  | 4,11  | 3,35 | 5,47  |
| Движение                          | 4,79                  | 7,64  | 2,97 | 6,02  | 5,43  | 6,67  | 4,69  | 6,08  | 3,39 | 6,05  |
| Разгрузка                         | 2,62                  | 1,08  | 2,44 | 2,27  | 2,12  | 2,47  | 1,64  | 1,57  | 1,55 | 1,45  |

$P = 0,7; T_{TB} = 7; T_p = 8;$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 5; X_{cp}, час = 8,1; x_0, час = 5;$

| Вариант №22                       | Результаты наблюдений |       |       |       |      |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5    | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,09                  | 5,09  | 3,38  | 5,67  | 3,28 | 4,85  | 2,68  | 4,4   | 2,41  | 4,6   |
| Движение                          | 4,99                  | 6,65  | 3,88  | 6,11  | 3,92 | 7,42  | 4,55  | 6,69  | 3,97  | 7,38  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,74                  | 7,48  | 4,4   | 5,79  | 4,51 | 7,43  | 3,24  | 6,32  | 3,48  | 6,91  |
| Движение                          | 5,86                  | 6,37  | 4,74  | 7,99  | 4,87 | 8,24  | 4,26  | 6,35  | 3,66  | 6,41  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 9,51                  | 18,49 | 11,43 | 19,28 | 8,99 | 15,57 | 14,03 | 20,25 | 13,77 | 15,47 |
| Движение                          | 4,39                  | 6,2   | 3,04  | 5,85  | 2,61 | 5,04  | 3,51  | 5,42  | 2,56  | 6,64  |
| Прохождение пограничного перехода | 2,74                  | 4,94  | 2,21  | 4,48  | 3,02 | 4,44  | 3,37  | 5,77  | 3,4   | 5,13  |
| Движение                          | 4,19                  | 6,78  | 2,75  | 4,91  | 2,58 | 6,35  | 3,36  | 5,17  | 2,47  | 6,76  |
| Разгрузка                         | 0,86                  | 1,48  | 1,34  | 0,92  | 0,58 | 1,04  | 1,23  | 0,74  | 0,92  | 1,01  |

$P = 0,9; T_{TB} = 5; T_p = 8;$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 3; X_{cp}, час = 31; x_0, час = 20;$

| Вариант №23                       | Результаты наблюдений |      |       |       |      |       |      |       |      |       |
|-----------------------------------|-----------------------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2    | 3     | 4     | 5    | 6     | 7    | 8     | 9    | 10    |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,54                  | 5,22 | 3,96  | 5,71  | 2,17 | 5,29  | 2,22 | 4,45  | 2,55 | 4,66  |
| Движение                          | 4,68                  | 7,09 | 4,81  | 7,08  | 3,08 | 5,94  | 4,24 | 7,27  | 3,03 | 6,95  |
| Прохождение пограничного перехода | 4,02                  | 7,11 | 4,77  | 7,29  | 4,37 | 6,88  | 3,34 | 5,16  | 3,37 | 5,17  |
| Движение                          | 5,63                  | 8,95 | 5,14  | 7,55  | 4,05 | 6,79  | 3,04 | 8,32  | 3,02 | 7,42  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 12,13                 | 16,5 | 13,37 | 20,17 | 13,7 | 20,33 | 7,53 | 16,07 | 8,73 | 18,97 |
| Движение                          | 2,65                  | 6,15 | 4,57  | 6,86  | 3,41 | 6,6   | 3,06 | 6,55  | 2,95 | 7,25  |
| Прохождение пограничного перехода | 2,85                  | 5,55 | 2,26  | 5,69  | 2,71 | 4,1   | 3,74 | 4,51  | 2,64 | 4,45  |
| Движение                          | 3,03                  | 5,35 | 3,1   | 4,93  | 3,59 | 6,24  | 2,59 | 4,94  | 3,4  | 5,81  |
| Разгрузка                         | 1,29                  | 1,7  | 1,58  | 1,26  | 1,57 | 2,16  | 0,77 | 1,31  | 1,51 | 0,87  |

$$P = 0,8; \quad T_{\text{ТВ}} = 6; \quad T_p = 8;$$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$$a = 2; \quad X_{\text{ср}}, \text{ час} = 27; \quad x_0, \text{ час} = 15;$$

| Вариант №24                       | Результаты наблюдений |       |      |       |       |       |      |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2     | 3    | 4     | 5     | 6     | 7    | 8     | 9     | 10    |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 2,55                  | 4,63  | 3,63 | 4,33  | 2,81  | 4,17  | 2,55 | 4,93  | 3,04  | 4,33  |
| Движение                          | 3,18                  | 6,97  | 3,96 | 6,4   | 2,96  | 7,29  | 3,94 | 6,95  | 4,99  | 5,69  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,75                  | 7,11  | 2,75 | 7,17  | 4,25  | 5,54  | 2,53 | 6,76  | 4,51  | 5,33  |
| Движение                          | 4,56                  | 7,65  | 5,12 | 8,23  | 3,19  | 8,58  | 5,43 | 7,06  | 3,21  | 8,62  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 10,29                 | 19,09 | 8,44 | 15,26 | 11,02 | 22,46 | 9,42 | 16,89 | 13,79 | 19,33 |
| Движение                          | 3,92                  | 6,11  | 4,65 | 5,32  | 2,7   | 6,03  | 2,74 | 5,52  | 3,93  | 7,23  |
| Прохождение пограничного перехода | 2,14                  | 4,61  | 2,43 | 5,45  | 3,35  | 4,24  | 3,25 | 4,95  | 3,32  | 5,6   |
| Движение                          | 2,61                  | 5,32  | 4,35 | 6,69  | 3,32  | 4,81  | 4,1  | 5,69  | 2,87  | 5,38  |
| Разгрузка                         | 0,95                  | 1,2   | 1,53 | 1,33  | 2,15  | 1,04  | 1,87 | 1,25  | 1,67  | 1,87  |

$$P = 0,7; \quad T_{\text{ТВ}} = 7; \quad T_p = 10;$$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$$a = 4; \quad X_{\text{ср}}, \text{ час} = 14; \quad x_0, \text{ час} = 10;$$



| Вариант №25                       | Результаты наблюдений |       |      |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2     | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 2,91                  | 4,17  | 3,93 | 5,2   | 2,49  | 5,67  | 2,59  | 5,57  | 2,63  | 4,05  |
| Движение                          | 4,27                  | 4,89  | 3,67 | 5,12  | 4,16  | 6,55  | 2,69  | 6,73  | 3,59  | 5,99  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,29                  | 7,41  | 2,59 | 6,68  | 4,01  | 5,39  | 4,27  | 5,95  | 2,64  | 7,36  |
| Движение                          | 5,85                  | 7,69  | 5,74 | 6,21  | 4,89  | 7,76  | 3,95  | 6,61  | 5,79  | 6,32  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 11,66                 | 16,48 | 9,89 | 21,64 | 13,47 | 18,53 | 13,14 | 16,86 | 13,04 | 17,61 |
| Движение                          | 4,87                  | 5,7   | 3,64 | 6,46  | 3,97  | 6,96  | 3,27  | 7,25  | 3,82  | 5,76  |
| Прохождение пограничного перехода | 2,57                  | 4,38  | 3,47 | 5,37  | 2,91  | 5,21  | 3,47  | 5,53  | 2,12  | 5,21  |
| Движение                          | 2,68                  | 6,01  | 3,82 | 4,81  | 3,88  | 5,97  | 3,58  | 4,1   | 3,61  | 5,14  |
| Разгрузка                         | 1,14                  | 1,53  | 2,14 | 1,59  | 1,29  | 1,97  | 0,88  | 0,79  | 0,81  | 1,62  |

$$P = 0,7; \quad T_{\text{ТВ}} = 5; \quad T_p = 10;$$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$$a = 2; \quad X_{\text{ср}}, \text{ час} = 2,8; \quad x_0, \text{ час} = 1,5;$$

| Вариант №26                       | Результаты наблюдений |       |       |       |       |       |      |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7    | 8     | 9     | 10    |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,05                  | 5,46  | 2,13  | 4,22  | 2,97  | 4,77  | 3,99 | 4,38  | 3,93  | 4,24  |
| Движение                          | 2,24                  | 5,47  | 3,12  | 4,84  | 2,86  | 4,48  | 2,02 | 4,84  | 3,78  | 5,03  |
| Прохождение пограничного перехода | 2,68                  | 6,29  | 4,26  | 5,56  | 4,37  | 7,48  | 4,27 | 7,36  | 4,54  | 5,15  |
| Движение                          | 3,25                  | 6,49  | 5,78  | 6,9   | 3,28  | 7,76  | 3,06 | 8,07  | 3,55  | 6,4   |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 11,39                 | 19,52 | 14,41 | 21,69 | 11,06 | 18,85 | 10,6 | 21,54 | 12,95 | 16,62 |
| Движение                          | 4,12                  | 6,57  | 3,4   | 6,13  | 4,17  | 6,48  | 4,93 | 5,84  | 2,84  | 6,44  |
| Прохождение пограничного перехода | 2,16                  | 4,82  | 3,39  | 5,65  | 3,09  | 5,27  | 2,2  | 4,85  | 3,07  | 5,87  |
| Движение                          | 2,54                  | 4,24  | 3,37  | 4,06  | 3,24  | 4,52  | 3,51 | 4,65  | 3,56  | 5,45  |
| Разгрузка                         | 2,21                  | 1,34  | 1,82  | 1,4   | 1,92  | 0,82  | 0,76 | 2,01  | 1,36  | 1,7   |

$$P = 0,9; \quad T_{\text{ТВ}} = 5; \quad T_p = 8;$$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$$a = 2; \quad X_{\text{ср}}, \text{ час} = 2,5; \quad x_0, \text{ час} = 2;$$

| Вариант №27                       | Результаты наблюдений |       |      |       |      |       |      |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|
|                                   | 1                     | 2     | 3    | 4     | 5    | 6     | 7    | 8     | 9     | 10    |
| Операции перевозки                |                       |       |      |       |      |       |      |       |       |       |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 2,03                  | 4,44  | 2,13 | 4,69  | 2,79 | 5,92  | 2,53 | 4,61  | 2,74  | 4,24  |
| Движение                          | 3,89                  | 5,41  | 2,13 | 5,51  | 3,71 | 5,75  | 2,06 | 5,22  | 2,64  | 4,49  |
| Прохождение пограничного перехода | 5,43                  | 6,36  | 5,96 | 6,17  | 4,06 | 7,12  | 5,69 | 7,87  | 5,03  | 6,94  |
| Движение                          | 3,86                  | 7,11  | 3,99 | 6,7   | 3,53 | 8,58  | 4,35 | 8,59  | 3,32  | 6,15  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 9,12                  | 18,71 | 8,36 | 21,04 | 8,14 | 20,36 | 10,7 | 22,39 | 11,36 | 17,09 |
| Движение                          | 2,68                  | 6,58  | 3,3  | 5,56  | 2,95 | 5,93  | 4,49 | 5,47  | 3,9   | 6,74  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,47                  | 4,77  | 3,75 | 5,36  | 2,83 | 4,56  | 3,81 | 5,57  | 2,04  | 4,85  |
| Движение                          | 3,41                  | 4,2   | 3,36 | 5,07  | 2,57 | 4,92  | 2,37 | 4,7   | 3,3   | 4,92  |
| Разгрузка                         | 2,49                  | 2,91  | 1,15 | 1,39  | 1,5  | 2,81  | 1,24 | 2,03  | 1,89  | 2,63  |

$$P = 0,9; \quad T_{TB} = 5; \quad T_p = 8;$$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$$a = 2; \quad X_{cp}, \text{ час} = 19,2; \quad x_0, \text{ час} = 10;$$

| Вариант №28                       | Результаты наблюдений |      |       |       |      |       |      |       |      |       |
|-----------------------------------|-----------------------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
|                                   | 1                     | 2    | 3     | 4     | 5    | 6     | 7    | 8     | 9    | 10    |
| Операции перевозки                |                       |      |       |       |      |       |      |       |      |       |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,49                  | 4,26 | 2,78  | 4,84  | 2,48 | 5,53  | 2,53 | 5,52  | 3,38 | 5,97  |
| Движение                          | 3,76                  | 6,4  | 2,57  | 6,34  | 3,24 | 5,55  | 4,91 | 6,4   | 4,52 | 6,39  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,26                  | 6,69 | 4,15  | 7,69  | 5,76 | 6,92  | 5    | 8,79  | 3,62 | 6,98  |
| Движение                          | 5,49                  | 6,63 | 5,99  | 6,26  | 5,84 | 6,71  | 3,74 | 7,63  | 4,92 | 7,75  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 7,58                  | 20,3 | 14,73 | 16,48 | 9,9  | 16,81 | 7,54 | 21,35 | 7,57 | 15,98 |
| Движение                          | 3,05                  | 6,9  | 4,53  | 6,4   | 4,98 | 6,05  | 4,31 | 6,43  | 2,74 | 5,5   |
| Прохождение пограничного перехода | 2,72                  | 5,05 | 3,61  | 5,32  | 3,97 | 4,43  | 3,18 | 5,63  | 2,27 | 4,51  |
| Движение                          | 3,86                  | 6,62 | 4,08  | 4,93  | 4,1  | 4,77  | 2,63 | 6,41  | 3,77 | 5     |
| Разгрузка                         | 1,01                  | 1,74 | 1,47  | 1,77  | 1,09 | 1,27  | 0,61 | 0,79  | 1,09 | 1,46  |

$$P = 0,8; \quad T_{TB} = 8; \quad T_p = 10;$$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$$a = 3; \quad X_{cp}, \text{ час} = 10; \quad x_0, \text{ час} = 8;$$

| Вариант №29                       | Результаты наблюдений |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,66                  | 4,96  | 2,74  | 5,69  | 3,6   | 4,43  | 2,17  | 4,64  | 3,35  | 5,34  |
| Движение                          | 8,59                  | 10,07 | 8,22  | 11,9  | 9,85  | 13,65 | 5,76  | 12,28 | 9,66  | 14,15 |
| Прохождение пограничного перехода | 5,38                  | 8,01  | 3,35  | 8,59  | 5,45  | 8,23  | 4,12  | 7,89  | 4,65  | 8,71  |
| Движение                          | 5                     | 6,68  | 4,09  | 6,33  | 3,85  | 6,41  | 5,45  | 6,92  | 4,45  | 7,33  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 10,83                 | 21,05 | 11,43 | 18,8  | 14,86 | 21,77 | 10,18 | 21,35 | 10,95 | 20,38 |
| Движение                          | 3,39                  | 5,09  | 4,02  | 6,54  | 2,99  | 6,76  | 4,59  | 6,02  | 4,24  | 6,53  |
| Прохождение пограничного перехода | 2,07                  | 5,17  | 2,34  | 5,42  | 3,63  | 5,1   | 2,17  | 4,39  | 2,87  | 4,6   |
| Движение                          | 5,48                  | 9,34  | 6,11  | 11,33 | 6,42  | 10,62 | 8,26  | 12,28 | 5,18  | 13,29 |
| Разгрузка                         | 0,94                  | 0,6   | 1,78  | 1,78  | 0,67  | 1,8   | 0,63  | 1,66  | 0,66  | 1,77  |

$P = 0,8; T_{TB} = 8; T_p = 8;$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 2; X_{cp}, час = 6,3; x_0, час = 5;$

| Вариант №30                       | Результаты наблюдений |       |      |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Операции перевозки                | 1                     | 2     | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,15                  | 5,88  | 2,36 | 4,59  | 3,64  | 4,69  | 3,27  | 5,06  | 3,97  | 4,69  |
| Движение                          | 10,81                 | 17,67 | 6,27 | 17,98 | 8,08  | 12,91 | 9,18  | 12,87 | 10,04 | 15,07 |
| Прохождение пограничного перехода | 4,86                  | 6,76  | 3,75 | 6,32  | 5,07  | 8,27  | 3,92  | 8,85  | 4,34  | 6,26  |
| Движение                          | 3,1                   | 6,03  | 5,13 | 7,3   | 5,78  | 7,75  | 4,16  | 7,38  | 4,39  | 8,87  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 14,08                 | 16,67 | 9,84 | 17,2  | 13,09 | 20,43 | 12,06 | 17,55 | 7,77  | 15,05 |
| Движение                          | 4,48                  | 5,81  | 3,96 | 7,05  | 2,51  | 6,7   | 4,29  | 5,12  | 4,9   | 6,57  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,69                  | 4,46  | 2,85 | 4,26  | 3,93  | 4,9   | 2,61  | 5,99  | 3,78  | 5,02  |
| Движение                          | 8,51                  | 15,25 | 5,57 | 13,49 | 7,14  | 11,75 | 8,65  | 11,59 | 10,05 | 15,93 |
| Разгрузка                         | 2,2                   | 1,4   | 1,88 | 2,46  | 2,37  | 1,65  | 2,68  | 1,26  | 1,9   | 2,37  |

$P = 0,8; T_{TB} = 8; T_p = 10;$

Распределение Вейбулла (3-х параметров)

$a = 4; X_{cp}, час = 5,4; x_0, час = 5;$

## 4.2 Пример расчета параметров ЛТ-модели

Результаты наблюдений

|                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Операции перевозки                | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 3,66  | 4,96  | 2,74  | 5,69  | 3,6   | 4,43  | 2,17  | 4,64  | 3,35  | 5,34  |
| Движение                          | 3,76  | 6,4   | 2,57  | 6,34  | 3,24  | 5,55  | 4,91  | 6,4   | 4,52  | 6,39  |
| Прохождение пограничного перехода | 3,26  | 6,69  | 4,15  | 7,69  | 5,76  | 6,92  | 5     | 8,79  | 3,62  | 6,98  |
| Движение                          | 5,00  | 6,68  | 4,09  | 6,33  | 3,85  | 6,41  | 5,45  | 6,92  | 4,45  | 7,33  |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 10,83 | 21,05 | 11,43 | 18,8  | 14,86 | 21,77 | 10,18 | 21,35 | 10,95 | 20,38 |
| Движение                          | 3,39  | 5,09  | 4,02  | 6,54  | 2,99  | 6,76  | 4,59  | 6,02  | 4,24  | 6,53  |
| Прохождение пограничного перехода | 2,07  | 5,17  | 2,34  | 5,42  | 3,63  | 5,1   | 2,17  | 4,39  | 2,87  | 4,6   |
| Движение                          | 5,48  | 9,34  | 6,11  | 11,33 | 6,42  | 10,62 | 8,26  | 12,28 | 5,18  | 13,29 |
| Разгрузка                         | 0,94  | 0,6   | 1,78  | 1,78  | 0,67  | 1,8   | 0,63  | 1,66  | 0,66  | 1,77  |

$$P = 0,8; \quad T_{\text{ТВ}} = 6; \quad T_p = 8;$$

Решение

Расчет неизвестных значений с помощью функций СРЗНАЧ(...) и ДИСПР(...)

| Операции перевозки                | $T_{cp}$ | $\sigma^2$ |
|-----------------------------------|----------|------------|
| Разгрузка и таможенные процедуры  | 4,06     | 1,29       |
| Движение                          | 5,01     | 1,89       |
| Прохождение пограничного перехода | 5,89     | 2,53       |
| Движение                          | 5,65     | 1,52       |
| Таможенные процедуры и разгрузка  | 16,16    | 21,21      |
| Движение                          | 5,02     | 1,58       |
| Прохождение пограничного перехода | 3,78     | 1,40       |
| Движение                          | 8,83     | 7,46       |
| Разгрузка                         | 1,23     | 0,31       |

$$\bar{T}_0 = \sum_{i=1}^N \bar{T}_i; \quad \sigma_T^2 = \sum_{i=1}^N \sigma_i^2; \quad D_p = \frac{T_0 + x_p \cdot \sigma_T}{T_p};$$

$$T_0 = 55,62$$

$$\sigma_T = 6,26$$

Срок поставки с вероятностью  $P=0,8$  составит 6,3 дня.

$$D_p = 39,19$$

$$P_x = 0,84$$

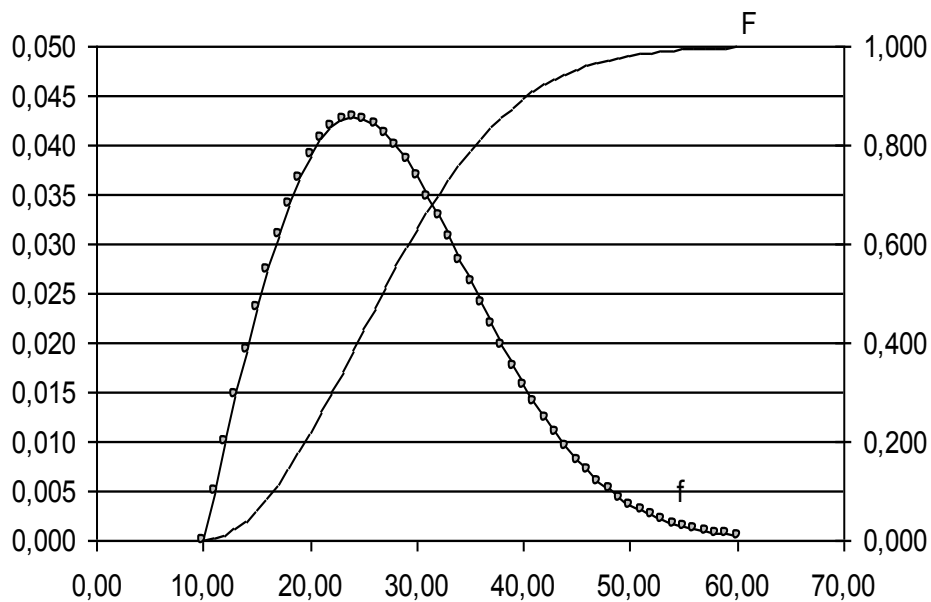
Поставка точно в срок не возможна!

Параметры распределения Вейбулла трёх параметров

$$a = 2; \quad b = 20; \quad x_0 = 10; \quad P_1 = 0,05; \quad P_2 = 0,95$$

Таблица для построения графика шаг изменения  $x - 0,05$

| x     | f     | F     |
|-------|-------|-------|
| 10,00 | 0,000 | 0,000 |
| 11,00 | 0,005 | 0,002 |
| 12,00 | 0,010 | 0,010 |
| 13,00 | 0,015 | 0,022 |
| 14,00 | 0,019 | 0,039 |
| 15,00 | 0,023 | 0,061 |
| 16,00 | 0,027 | 0,086 |
| 17,00 | 0,031 | 0,115 |
| 18,00 | 0,034 | 0,148 |
| 19,00 | 0,037 | 0,183 |
| 20,00 | 0,039 | 0,221 |
| 21,00 | 0,041 | 0,261 |
| 22,00 | 0,042 | 0,302 |
| 23,00 | 0,043 | 0,345 |
| 24,00 | 0,043 | 0,387 |
| 25,00 | 0,043 | 0,430 |
| 26,00 | 0,042 | 0,473 |
| 27,00 | 0,041 | 0,514 |
| 28,00 | 0,040 | 0,555 |
| 29,00 | 0,039 | 0,594 |
| 30,00 | 0,037 | 0,632 |
| 31,00 | 0,035 | 0,668 |
| 32,00 | 0,033 | 0,702 |
| 33,00 | 0,031 | 0,734 |
| 34,00 | 0,028 | 0,763 |
| 35,00 | 0,026 | 0,790 |
| 36,00 | 0,024 | 0,815 |
| 37,00 | 0,022 | 0,838 |
| 38,00 | 0,020 | 0,859 |
| 39,00 | 0,018 | 0,878 |
| 40,00 | 0,016 | 0,895 |
| 41,00 | 0,014 | 0,910 |
| 42,00 | 0,012 | 0,923 |
| 43,00 | 0,011 | 0,934 |
| 44,00 | 0,009 | 0,944 |
| 45,00 | 0,008 | 0,953 |
| 46,00 | 0,007 | 0,961 |
| 47,00 | 0,006 | 0,967 |
| 48,00 | 0,005 | 0,973 |
| 49,00 | 0,004 | 0,978 |
| 50,00 | 0,004 | 0,982 |
| 51,00 | 0,003 | 0,985 |
| 52,00 | 0,003 | 0,988 |
| 53,00 | 0,002 | 0,990 |



Для заданных значений вероятностей  $P_1$  и  $P_2$  с помощью функции EXCEL «Подбор параметра» находятся значения  $x$

| P    | x     |
|------|-------|
| 0,05 | 14,53 |
| 0,95 | 44,56 |

#### Расчет доверительного интервала

Наблюдения по срокам выполнения поставки

| 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 38,4 | 66,0 | 39,2 | 69,9 | 45,0 | 69,4 | 43,4 | 72,5 | 39,8 | 72,6 |

#### Расчет границ интервала ( $x_1, x_2$ )

| $T_{cp}$ | $\sigma^2$ | $\sigma$ | n  | $\alpha$ | $t_{n,p}$ | $x_1$ | $x_2$ |
|----------|------------|----------|----|----------|-----------|-------|-------|
| 55,6     | 215,0      | 14,7     | 10 | 0,05     | 2,23      | 45,3  | 65,9  |

## 5. Организация видов движения материальных потоков.

### 5.1 Варианты заданий к работе №5

| Вариант | $N_{зак}$ | $p$ | $t_{тран}$ | $m$ | Нормативное время / Число рабочих мест |    |    |    |    |    |    |
|---------|-----------|-----|------------|-----|--|----|----|----|----|----|----|
|         |           |     |            |     | $t_{норм}$                             |    |    |    |    |    |    |
| 1       | 45        | 15  | 6          | 6   | $t_{норм}$                             | 2  | 8  | 1  | 1  | 2  | 4  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 2       | 60        | 15  | 3          | 5   | $t_{норм}$                             | 2  | 6  | 10 | 1  | 2  |    |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  |    |
| 3       | 100       | 25  | 4          | 6   | $t_{норм}$                             | 2  | 8  | 6  | 15 | 12 | 4  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 1  | 2  | 1  | 3  | 4  | 1  |
| 4       | 90        | 30  | 5          | 5   | $t_{норм}$                             | 5  | 6  | 8  | 15 | 12 |    |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 1  | 1  | 2  | 3  | 4  |    |
| 5       | 120       | 30  | 6          | 6   | $t_{норм}$                             | 15 | 6  | 6  | 12 | 12 | 4  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 3  | 2  | 2  | 3  | 4  | 1  |
| 6       | 150       | 30  | 6          | 6   | $t_{норм}$                             | 8  | 6  | 8  | 1  | 2  | 4  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  |
| 7       | 210       | 30  | 7          | 5   | $t_{норм}$                             | 6  | 8  | 10 | 6  | 2  |    |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  |    |
| 8       | 100       | 20  | 7          | 6   | $t_{норм}$                             | 5  | 8  | 10 | 14 | 12 | 4  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 1  | 2  | 2  | 2  | 4  | 1  |
| 9       | 90        | 30  | 5          | 5   | $t_{норм}$                             | 5  | 6  | 8  | 15 | 12 |    |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 1  | 1  | 2  | 3  | 4  |    |
| 10      | 120       | 30  | 6          | 6   | $t_{норм}$                             | 15 | 6  | 6  | 12 | 12 | 4  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 3  | 2  | 2  | 3  | 4  | 1  |
| 11      | 200       | 40  | 5          | 6   | $t_{норм}$                             | 8  | 10 | 6  | 8  | 5  | 4  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 2  | 2  | 1  | 2  | 1  | 1  |
| 12      | 100       | 20  | 5          | 5   | $t_{норм}$                             | 5  | 10 | 12 | 2  | 5  |    |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 1  | 2  | 3  | 1  | 1  |    |
| 13      | 160       | 40  | 5          | 6   | $t_{норм}$                             | 12 | 15 | 8  | 7  | 12 | 16 |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 3  | 3  | 1  | 1  | 2  | 4  |
| 14      | 140       | 35  | 5          | 5   | $t_{норм}$                             | 20 | 10 | 8  | 16 | 5  |    |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 5  | 2  | 1  | 4  | 1  |    |
| 15      | 240       | 40  | 6          | 6   | $t_{норм}$                             | 10 | 6  | 10 | 8  | 12 | 4  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 2  | 1  | 2  | 1  | 4  | 1  |

| Вариант | $N_{зак}$ | $p$ | $t_{тран}$ | $m$ | Нормативное время / Число рабочих мест |    |    |    |    |    |    |
|---------|-----------|-----|------------|-----|--|----|----|----|----|----|----|
|         |           |     |            |     | $t_{норм}$                             | 6  | 10 | 6  | 6  | 5  | 4  |
| 16      | 180       | 30  | 5          | 6   | $t_{норм}$                             | 6  | 10 | 6  | 6  | 5  | 4  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 2  | 2  | 1  | 2  | 1  | 1  |
| 17      | 250       | 50  | 5          | 5   | $t_{норм}$                             | 12 | 10 | 15 | 6  | 5  |    |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 2  | 2  | 3  | 1  | 1  |    |
| 18      | 240       | 40  | 10         | 6   | $t_{норм}$                             | 15 | 20 | 9  | 5  | 12 | 5  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 3  | 5  | 3  | 1  | 3  | 1  |
| 19      | 250       | 50  | 10         | 5   | $t_{норм}$                             | 20 | 8  | 15 | 16 | 2  |    |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 4  | 1  | 3  | 4  | 1  |    |
| 20      | 300       | 60  | 10         | 6   | $t_{норм}$                             | 20 | 10 | 9  | 8  | 12 | 4  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 5  | 2  | 3  | 4  | 4  | 1  |
| 21      | 300       | 60  | 10         | 6   | $t_{норм}$                             | 10 | 6  | 6  | 6  | 5  | 4  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  |
| 22      | 240       | 40  | 10         | 5   | $t_{норм}$                             | 10 | 18 | 14 | 6  | 9  |    |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 2  | 3  | 2  | 1  | 3  |    |
| 23      | 360       | 60  | 10         | 6   | $t_{норм}$                             | 12 | 25 | 9  | 6  | 12 | 5  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 3  | 5  | 3  | 3  | 3  | 1  |
| 24      | 400       | 100 | 10         | 5   | $t_{норм}$                             | 20 | 8  | 15 | 16 | 5  |    |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 5  | 4  | 3  | 4  | 1  |    |
| 25      | 250       | 50  | 10         | 6   | $t_{норм}$                             | 30 | 10 | 9  | 8  | 6  | 12 |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 10 | 2  | 3  | 4  | 1  | 4  |
| 26      | 80        | 20  | 10         | 6   | $t_{норм}$                             | 30 | 40 | 50 | 20 | 5  | 4  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  |
| 27      | 120       | 20  | 10         | 5   | $t_{норм}$                             | 30 | 12 | 26 | 10 | 8  |    |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 3  | 1  | 2  | 1  | 1  |    |
| 28      | 150       | 30  | 10         | 6   | $t_{норм}$                             | 12 | 25 | 9  | 12 | 12 | 8  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 2  | 5  | 3  | 3  | 2  | 1  |
| 29      | 160       | 40  | 10         | 5   | $t_{норм}$                             | 10 | 9  | 15 | 16 | 5  |    |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 5  | 3  | 3  | 4  | 1  |    |
| 30      | 210       | 30  | 10         | 6   | $t_{норм}$                             | 25 | 16 | 9  | 8  | 6  | 8  |
|         |           |     |            |     | $N_{рм}$                               | 5  | 4  | 3  | 4  | 1  | 1  |

## 5.2 Пример расчета параметров движения материальных потоков

Исх данные

|                  |    |       |                 |                      |
|------------------|----|-------|-----------------|----------------------|
| $N_{\text{зак}}$ | 40 | $t_n$ | $N_{\text{рм}}$ | $t_{\text{оп сред}}$ |
| $p$              | 10 | 32    | 4               | 8                    |
| $t_{\text{мо}}$  | 5  | 20    | 2               | 10                   |
| $m$              | 4  | 15    | 3               | 5                    |
|                  |    | 20    | 2               | 10                   |

Последовательное движение

$$T_{\text{ц}}^{\text{посл}} = N_{\text{зак}} \cdot \sum_{i=1}^m \left( \frac{t_n}{N_{\text{р.м.}}}_i \right) + \sum_{j=1}^{m-1} t_{\text{транс.}j}$$

| $m$ | $T_{\text{ни}}$ |
|-----|-----------------|
| 1   | 320             |
| 2   | 400             |
| 3   | 200             |
| 4   | 400             |

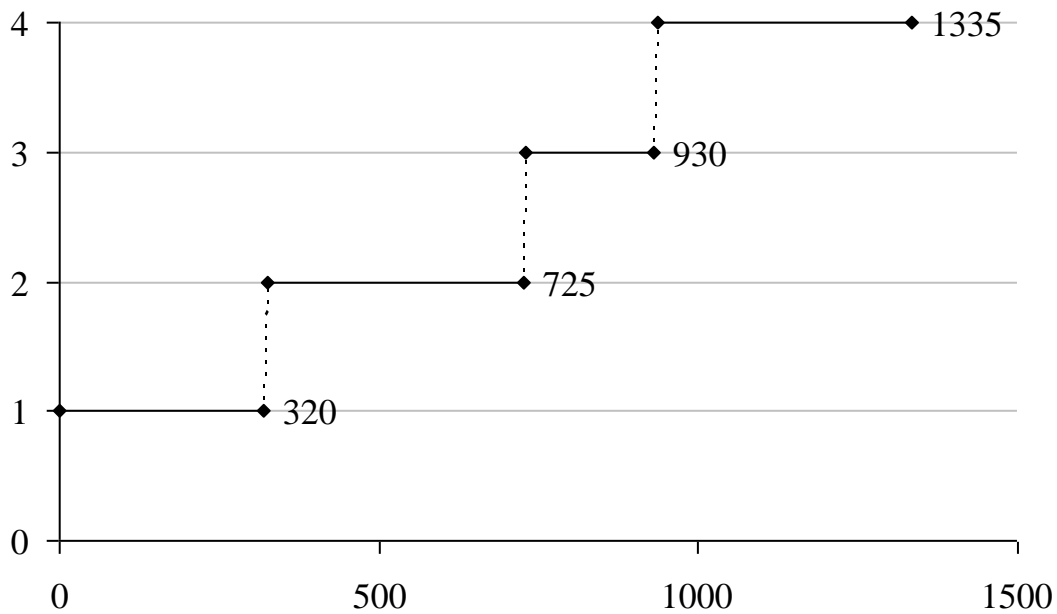
Построение графика

| $m$ | $T_n$ |
|-----|-------|
| 1   | 0     |
| 1   | 320   |
| 2   | 325   |
| 2   | 725   |
| 3   | 730   |
| 3   | 930   |
| 4   | 935   |
| 4   | 1335  |

Расчёт  $T_{\text{ц}}$  1335

Привести расчётную формулу

Продолжительность обработки заказа на участке





## Параллельное движение

| $m$ | $t_{pi}$ |
|-----|----------|
| 1   | 80       |
| 2   | 100      |
| 3   | 50       |
| 4   | 100      |

$$T_{ц}^{нар} = p \cdot \sum_{i=1}^m \left( \frac{t_n}{N_{p.м.}} \right)_i + (N_{зак} - p) \cdot \left( \frac{t_n}{N_{p.м.}} \right)_{max} + \sum_{j=1}^{m-1} t_{транс. j}$$

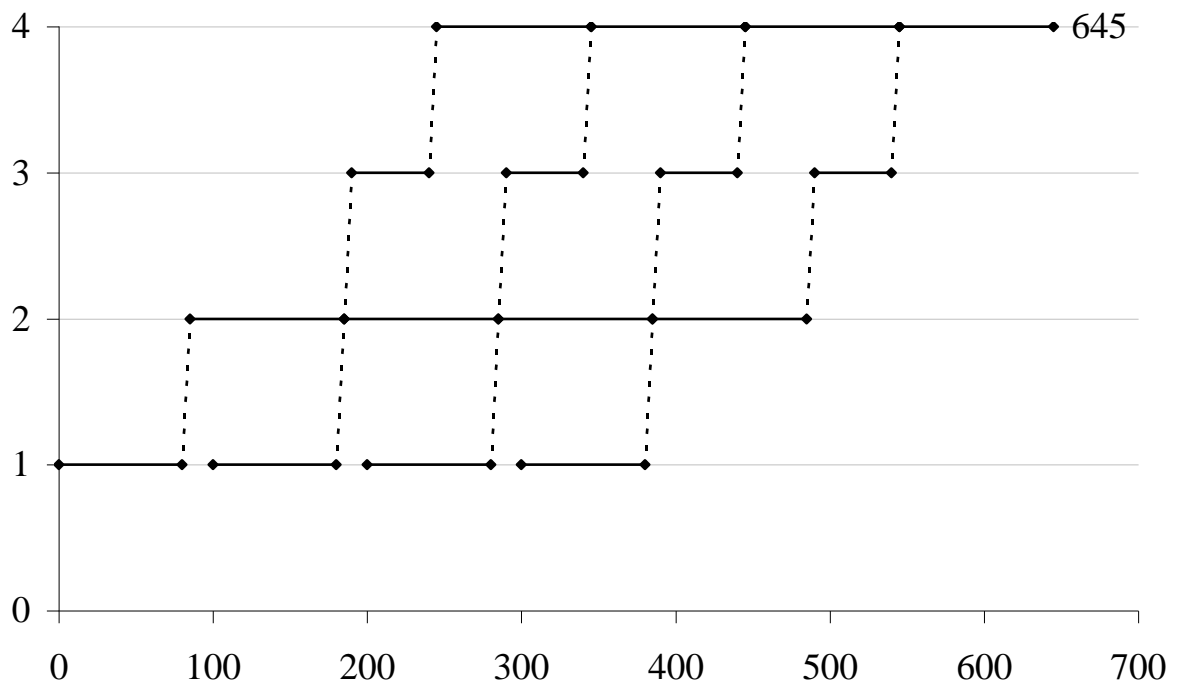
Продолжительность обработки партии на участке

## Построение графика

| m | Тр1 | Тр2 | Тр3 | Тр4 |
|---|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 0   | 100 | 200 | 300 |
| 1 | 80  | 180 | 280 | 380 |
| 2 | 85  | 185 | 285 | 385 |
| 2 | 185 | 285 | 385 | 485 |
| 3 | 190 | 290 | 390 | 490 |
| 3 | 240 | 340 | 440 | 540 |
| 4 | 245 | 345 | 445 | 545 |
| 4 | 345 | 445 | 545 | 645 |

Привести расчётную формулу

**Расчёт Тц** **645**



## Смешанное движение

| $m$ | $t_{pi}$ |
|-----|----------|
| 1   | 80       |
| 2   | 100      |
| 3   | 50       |
| 4   | 100      |

продолжительность обработки партии на участке

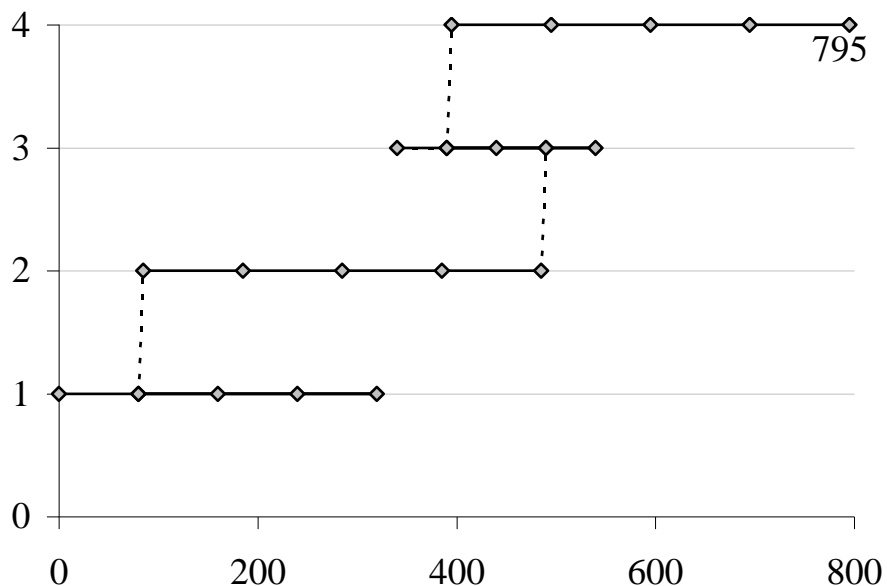
$$T_{ц}^{смеш} = N_{зак} \cdot \sum_{i=1}^m \left( \frac{t_n}{N_{p.м.}} \right)_i - (N_{зак} - p) \cdot \sum_{k=1}^{m-1} \left( \frac{t_n}{N_{p.м.}} \right)_{кор.k} + \sum_{j=1}^{m-1} t_{транс.j}$$

**Расчёт Тц 795**

Построение графика

| $m$      | $t$        |
|----------|------------|
| <b>1</b> | <b>0</b>   |
| 1        | 80         |
| 1        | 160        |
| 1        | 240        |
| 1        | 320        |
| <b>1</b> | <b>80</b>  |
| <b>2</b> | <b>85</b>  |
| 2        | 185        |
| 2        | 285        |
| 2        | 385        |
| 2        | 485        |
| <b>3</b> | <b>490</b> |
| <b>3</b> | <b>340</b> |
| 3        | 390        |
| 3        | 440        |
| 3        | 490        |
| 3        | 540        |
| <b>3</b> | <b>390</b> |
| <b>4</b> | <b>395</b> |
| 4        | 495        |
| 4        | 595        |
| 4        | 695        |
| 4        | 795        |

Привести расчётную формулу



# Расчет параметров движения материальных потоков

Исх данные

|                  |    |
|------------------|----|
| N <sub>зак</sub> | 45 |
| p                | 15 |
| t <sub>мо</sub>  | 5  |
| m                | 4  |

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| t <sub>н</sub> | N <sub>рм</sub> |
| 24             | 4               |
| 20             | 4               |
| 16             | 4               |
| 18             | 3               |

|                       |
|-----------------------|
| t <sub>оп сред.</sub> |
| 6                     |
| 5                     |
| 4                     |
| 6                     |

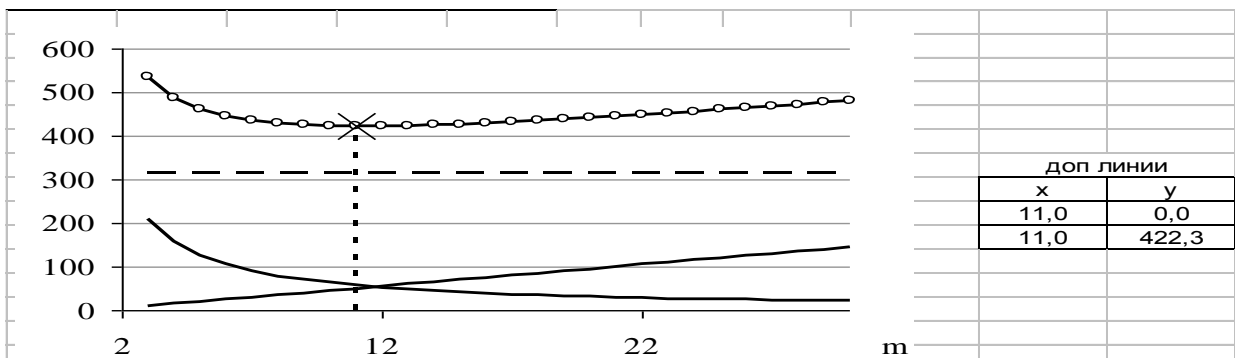
t<sub>синхр.</sub> = 5,25

| m  | T1  | T2  | T3  | T   |
|----|-----|-----|-----|-----|
| 3  | 315 | 210 | 10  | 535 |
| 4  | 315 | 158 | 15  | 488 |
| 5  | 315 | 126 | 20  | 461 |
| 6  | 315 | 105 | 25  | 445 |
| 7  | 315 | 90  | 30  | 435 |
| 8  | 315 | 79  | 35  | 429 |
| 9  | 315 | 70  | 40  | 425 |
| 10 | 315 | 63  | 45  | 423 |
| 11 | 315 | 57  | 50  | 422 |
| 12 | 315 | 53  | 55  | 423 |
| 13 | 315 | 48  | 60  | 423 |
| 14 | 315 | 45  | 65  | 425 |
| 15 | 315 | 42  | 70  | 427 |
| 16 | 315 | 39  | 75  | 429 |
| 17 | 315 | 37  | 80  | 432 |
| 18 | 315 | 35  | 85  | 435 |
| 19 | 315 | 33  | 90  | 438 |
| 20 | 315 | 32  | 95  | 442 |
| 21 | 315 | 30  | 100 | 445 |
| 22 | 315 | 29  | 105 | 449 |
| 23 | 315 | 27  | 110 | 452 |
| 24 | 315 | 26  | 115 | 456 |
| 25 | 315 | 25  | 120 | 460 |
| 26 | 315 | 24  | 125 | 464 |
| 27 | 315 | 23  | 130 | 468 |
| 28 | 315 | 23  | 135 | 473 |
| 29 | 315 | 22  | 140 | 477 |

$$T1 = p \cdot \sum_{i=1}^m \left( \frac{t_n}{N_{p.м.}} \right)_i$$

$$T2 = (N_{зак.} - p) \cdot \frac{\sum_{i=1}^m \left( \frac{t_n}{N_{p.м.}} \right)}{m}$$

$$T3 = (n - 1) \cdot t_{mp.}$$



"Поиск решения"

| m    | T1    | T2   | T3   | T     |
|------|-------|------|------|-------|
| 11,2 | 315,0 | 56,1 | 51,1 | 422,2 |

### Расчет времени запуска заказа на выполнение

#### Исходные данные

AY  
AX

| Тц, мин | Дата изготовления | Время | Количество смен | Продолжительность | Количество раб. дней |
|---------|-------------------|-------|-----------------|-------------------|----------------------|
| 1335    | 12 июн            | 12:00 | 1               | 8 час             | 6                    |

#### Расчет Т ц

| смен | час | мин | час |
|------|-----|-----|-----|
|      | 22  | 15  |     |
| 2    | 2   | 15  | 4   |

Работа в день выполнения заказа с 8:00 до 12:00

#### Построение графика

|       |       |      |       |      |       |      |      |       |
|-------|-------|------|-------|------|-------|------|------|-------|
| 8.6   | 8.6   | 9.6  | 9.6   | 10.6 | 10.6  | 11.6 | 12.6 | 12.6  |
| 13:45 | 16:00 | 8:00 | 16:00 | 8:00 | 16:00 | 0:00 | 8:00 | 12:00 |

