

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Уральский государственный университет путей сообщения
Кафедра «Мировая экономика и логистика»

М. А. Журавская
Л. В. Гашкова
П. А. Парсюрова

ЛОГИСТИКА: опыт, практика, решения



Екатеринбург
УрГУПС
2016

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Уральский государственный университет путей сообщения
Кафедра «Мировая экономика и логистика»

М. А. Журавская
Л. В. Гашкова
П. А. Парсюрова

ЛОГИСТИКА: ОПЫТ, ПРАКТИКА, РЕШЕНИЯ

Учебно-методическое пособие по дисциплине
«Основы логистики» и «Логистика» для студентов
всех специальностей и направлений подготовки

Екатеринбург
УрГУПС
2016

УДК 658.71 (043)

Ж91

Журавская, М. А.

Ж91 Логистика: опыт, практика, решения : учеб.-метод. пособие / М. А. Журавская, Л. В. Гашкова, П. А. Парсюрлова. – Екатеринбург : УрГУПС, 2016. – 98, [2] с.

Пособие предназначено для освоения теоретических основ и приобретения практических навыков решения прикладных задач логистики в рамках освоения дисциплин «Основы логистики» и «Логистика» для студентов всех специальностей и направлений подготовки всех форм обучения.

Содержится комплексный набор упражнений, практических задач, кейс-стади и деловых игр, развивающих практические навыки выработки эффективных управленческих решений на основе мирового и отечественного опыта, а также тестовых заданий и контрольных вопросов по отдельным темам дисциплины.

УДК 658.71 (043)

*Опубликовано по решению
редакционно-издательского совета университета*

Авторы:

М. А. Журавская, доцент кафедры «Мировая экономика и логистика», канд. техн. наук, УрГУПС

Л. В. Гашкова, доцент кафедры «Мировая экономика и логистика», УрГУПС

П. А. Парсюрлова, аспирант кафедры «Мировая экономика и логистика», УрГУПС

Рецензент:

А. В. Вохмянина, доцент кафедры «Мировая экономика и логистика», канд. техн. наук, УрГУПС

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	4
1. Теоретическая концепция логистической системы	6
1.1. Эволюционная модель управления бизнесом	6
1.2. Эколого-логистическая концепция устойчивого развития современного предприятия	10
2. Входная подсистема логистики – снабжение	16
3. Управление запасами в логистической системе	22
3.1. Тенденции прогнозирования для эффективного управления запасами	22
3.2. Эвристические методы	25
3.3. Техничко-экономические методы: <i>ABC – XYZ</i> -анализ	28
3.4. Формализованные или экономико-математические методы прогнозирования	35
3.5. Нейросетевые модели бизнес-прогнозирования	46
4. Система складирования и складская переработка	48
4.1. Понятие и задачи складской логистики	48
4.2. Размещение товаров на складе	49
4.3. Расчет потребной вместимости склада	51
4.4. Принятие решения о выборе своего или чужого склада на основе решения задачи « <i>Make or buy</i> »	53
5. Транспортные аспекты в логистике	57
5.1. Понятие и виды мультимодальных перевозок	57
5.2. Выбор вида транспорта	58
5.3. Контактные графики движения	65
5.4. Графики технологических процессов обработки подвижного состава в перевалочных пунктах	69
6. Производственные аспекты логистики	74
6.1. Планирование потребности в материалах, деталях и узлах ..	74
7. Выходная подсистема логистики – распределительная логистика ..	79
7.1. Определение полигона обслуживания	79
7.2. Определение количества объектов в логистической цепи ..	81
7.3. Выбор места размещения распределительного склада	84
Библиографический список	90
Приложения	92

Usus magister egregious –
Опыт – лучший учитель.

Плиний Младший

ПРЕДИСЛОВИЕ

В условиях быстро меняющегося мира руководители предприятий любой сферы деятельности должны научиться принимать эффективные управленческие решения, основанные на лучшем логистическом опыте и практике, потому что сегодня логистика пронизывает все сферы деятельности компании. Сквозное управление движением материального потока дает успешные результаты, которые не под силу другим областям менеджмента и маркетинга. Таким образом, актуализируется задача подготовки специалиста к логистической деятельности на основе системно-синергетического подхода.

Цель авторов данного пособия – выработка практических навыков принятия эффективных управленческих решений в области логистики. Практические навыки вырабатываются в процессе решения задач, участия в деловых играх, выполнения домашних заданий.

Структура пособия охватывает комплекс таких ключевых областей логистики, как:

- логистика снабжения;
- управление запасами в логистических системах;
- складская логистика;
- транспортная логистика;
- производственная логистика;
- логистика сбыта.

В пособии содержится комплексный набор заданий и упражнений, развивающих практические навыки:

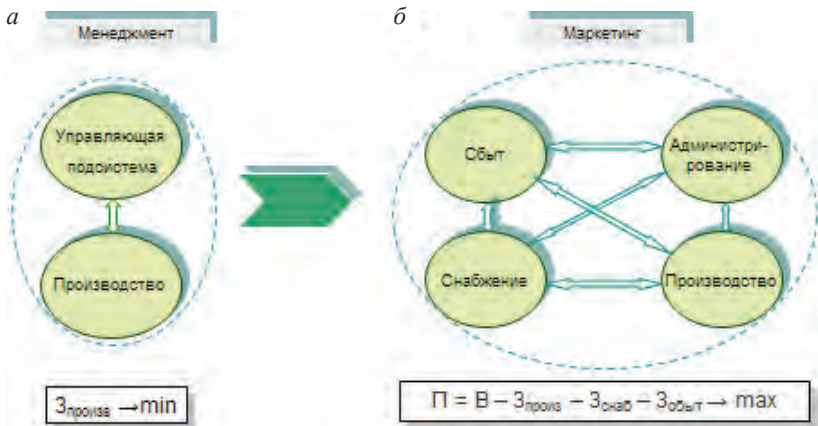
- практические задачи и примеры их решения;
- деловые игры и рекомендации по их проведению;
- кейс-стади;
- домашние задания и методические указания к их выполнению;
- методические рекомендации к выполнению курсовых работ;
- контрольные вопросы для оценки качества освоения дисциплины;
- примеры тестовых вопросов.

Качественно подготовиться к профессиональной деятельности можно, лишь имея опыт самостоятельных, активных и значимых для компании действий. Одним из главных ориентиров является выработка профессиональных компетентностей личности, которые не могут быть определены только через сумму теоретических знаний и умений. А это значит, что будущий сотрудник компании должен уметь мобилизовать в конкретной ситуации полученные знания и опыт. Для решения данной задачи и было подготовлено и введено в учебный план настоящее учебно-методическое пособие.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

1.1. Эволюционная модель управления бизнесом

Оглядываясь на историю становления рыночных концепций управления бизнесом, важно отметить ее эволюционный характер [1]. Так, на I этапе – этапе массового производства – появилась рыночная концепция управления – менеджмент, естественным ориентиром которого стала минимизация затрат на выпуск продукции (производство). На II этапе – этапе массового сбыта – появилась концепция «Маркетинг». Цель маркетинга – рост доходов, обеспечиваемый увеличением продаж и снижением затрат на производство, а также организация снабжения и сбыта (рис. 1.1).



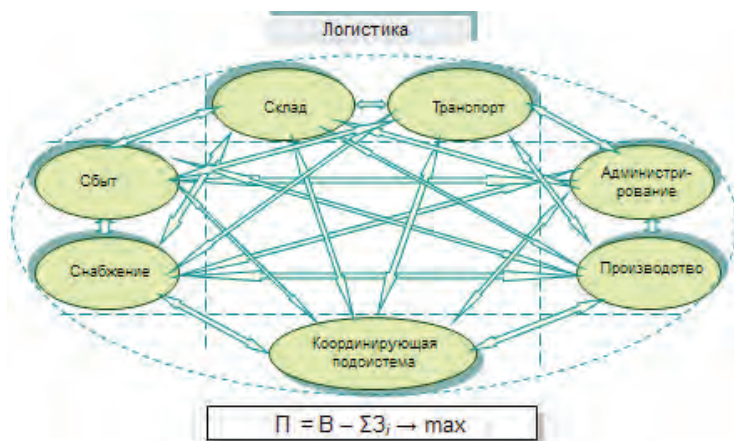
Здесь $Z_{\text{произв}}$ – суммарные затраты на выпуск продукции в максимально возможном объеме на имеющихся производственных мощностях; P – прибыль от реализации произведенной продукции или услуги; V – выручка от продаж; $Z_{\text{снаб}}$, $Z_{\text{сбыт}}$ – затраты на снабжение и сбыт продукции, соответственно.

Рис. 1.1. Этапы фундаментальных изменений в организационных функциях предприятий на этапе: а – менеджмент; б – маркетинг

Логистика как рыночная концепция сменила приоритеты и дополнила менеджмент и маркетинг в постиндустриальный период развития рынка, выявив новые возможности по повышению эффективности деятельности предприятия. Она стала актуальна тогда, когда внутренние резервы системы (передовая технология, организационно-кадровые изменения и т. д.) исчерпали себя и предприятия вынуждены были искать возможности повышения эффективности вне системы, «на стыках». Многие компании усилили использование логистического управления в качестве конкурентного способа привлечения и сохранения клиентуры.

Эффективность бизнеса достигалась координированным функционированием всех подсистем логистической системы, обеспечивающим сокращение общих затрат как синергетический результат их согласования (рис. 1.2).

Необходимо отметить, что такая модель отражает лишь технологический уровень взаимодействия подсистем. Организационно-технологический механизм функционирования логистической системы – современного предприятия – представлен на рис. 1.3.



Здесь P – прибыль от реализации произведенной продукции или услуги; V – выручка от продаж; Z – затраты в i -й функциональной подсистеме, зависящие от уровня управления данной подсистемой и степени согласованности подсистем.

Рис. 1.2. Полносвязный граф взаимодействия подсистем

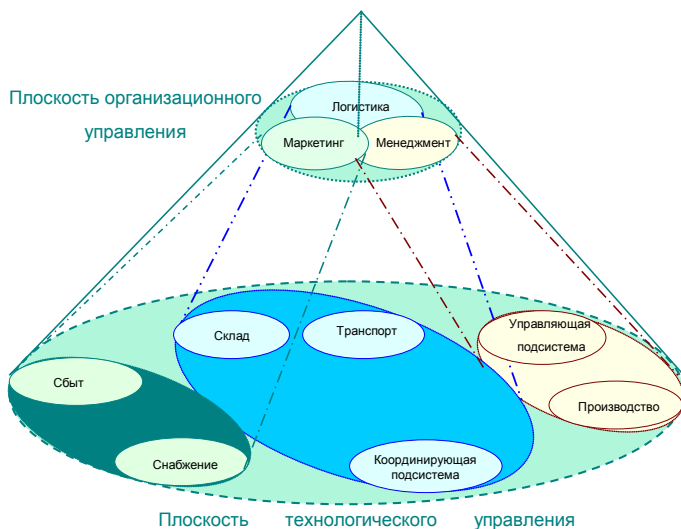


Рис. 1.3. Формирование общей структурной схемы аппарата управления

Такая структура управления обеспечивает основу для решения задач каждого звена и выработки механизма функционирования системы. Выработка решения об организационной структуре – сложный процесс. Сегодня структура, зафиксированная в уставах, используется намного реже. Потoki информации, процессы принятия решений, проектные графики становятся все более существенными. Организационную структуру можно выбрать только при комплексном подходе к изменениям предприятия и его внешней среды. С целью закрепления материала студентам предлагается проанализировать общую структурную схему аппарата управления (рис. 1.3) в ходе деловой игры.

Деловая игра 1.1. «Анализ структурной схемы предприятия с позиций управления материальными потоками»

Цель деловой игры: закрепление студентами полученных теоретических знаний и выработка системного подхода к процессу формирования оргструктуры современной организации, использующей логистические принципы управления

Для проведения деловой игры необходимы:

– комплект раздаточных материалов, содержащий описание ситуации;

– бумага, фломастеры;

– флип-чат.

Участники: все студенты учебной группы участвуют в игре. Учебная группа разбивается на команды, в каждой из которых по 3–4 человека. Занятие проводит один преподаватель.

Время: на проведение деловой игры требуется 2 академических часа.

Описание проведения деловой игры

1. Постановка проблемы – определение цели и задач занятия – 10 минут.

2. Разделение студентов на команды – 2 минуты.

3. Определение основных этапов – 3 минуты.

4. Проведение анализа оргструктуры предприятия – 20 минут.

5. Графическое представление проведенного анализа – 10 минут.

6. Презентации команд – 25 минут.

7. Анализ и обсуждение результатов работы команд – 10 минут.

8. Подведение итогов деловой игры – 10 минут.

В процессе деятельности организации в условиях рыночной экономики постоянно возникают ситуации, когда необходимо выбирать один из нескольких возможных вариантов действия. В результате такого выбора появляется решение. Высокая степень неопределенности экономического поведения субъекта рынка приводит к необходимости принимать управленческие решения на основе оценки возможных в будущем ситуаций. Разработка и осуществление эффективных управленческих решений – важнейшие предпосылки обеспечения конкурентоспособности организации на рынке, создания оптимальной структуры, осуществления обоснованной кадровой политики и рационализации других сторон деятельности.

1.2. Эколого-логистическая концепция устойчивого развития современного предприятия

В синергетике процесс развития социальных систем рассматривается по аналогии с эволюцией сложных физико-химических систем, поскольку принципиальное отличие живых и неживых систем для синергетики заключается лишь в степени их сложности, упорядоченности и структуризации. Любая система независимо от своей природы является источником неопределенности, т. е. она порождает неопределенность поведения, неопределенность отображения среды и неопределенность самоотображения.

Следовательно, влияние случайных параметров на функционирование различных подсистем предприятия неодинаково. Установлено, что производство и администрирование являются детерминированными подсистемами. А функционирование подсистем снабжения и сбыта, которые взаимодействуют с внешней средой, зависит от случайного параметра – спроса. На величину спроса влияет множество факторов, степень влияния каждого примерно одинакова. Следовательно, согласно Центральной предельной теореме теории вероятностей, величина спроса является случайной величиной, распределенной по нормальному закону (рис. 1.4).

Роль амортизатора, сглаживающего неравномерность спроса, отводится транспортно-складской составляющей системы, так называемой «логистической гармошке», которая и обеспечивает устойчивость всей системы.

От того, насколько эффективно выстроена координация действий всех подсистем, зависит степень гарантированности достижения цели всей системы, поддержания ее требуемой устойчивости. «Логистическая гармошка» может растягиваться или сжиматься, в зависимости от эффективности управления как прямыми, так и обратными материальными потоками. Управление обратными материальными потоками тесно связано с проблемой утилизации отходов и решением экологических задач. В настоящее время практически все регионы России столкнулись с проблемой размещения и утилизации отходов, так как имеющиеся полигоны вокруг крупных городов уже переполнены [2].

Согласно принципу соответствия Гермеса проведем аналогию между отдельно взятым бизнесом и государством в целом

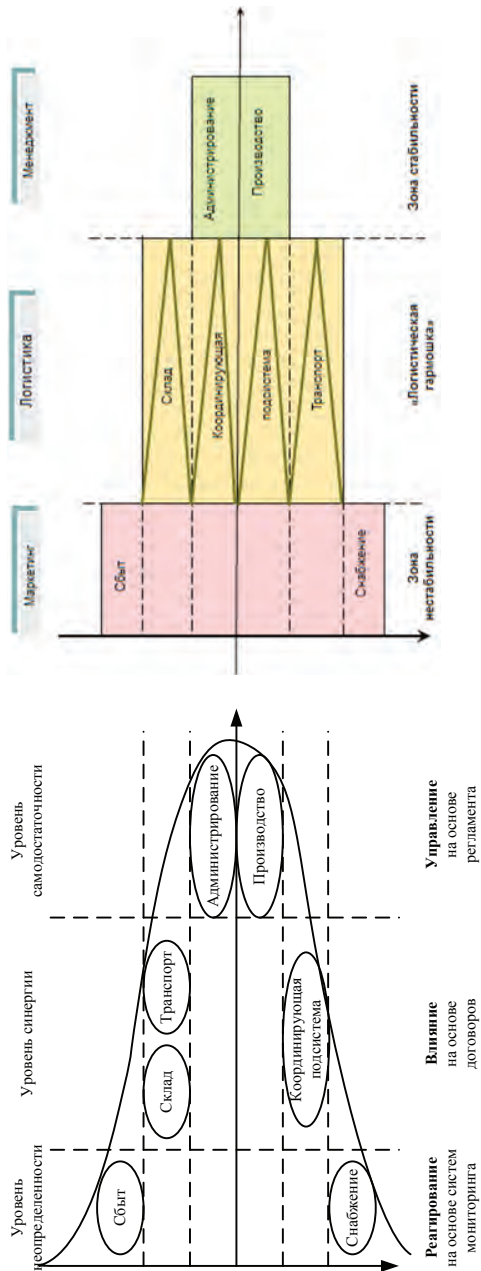


Рис. 1.4. Распределение подсистем по степени их формализации

и перейдем от рыночных концепций управления предприятием к сферам общественной жизни: тогда на место менеджмента встанет экономика, как самая детерминированная сфера общественной жизни. Место маркетинга (самой нестабильной концепции управления) занимает политика. Проблема взаимоотношения политики и экономики – важнейшая проблема жизнедеятельности общества. Она возникает всякий раз, когда формируется новая политическая сфера жизни общества. Однако на каждом исторически конкретном этапе развития общества эта проблема встает по-новому, так, на современном этапе развития общества его индикатором становится экология (рис.1.5). Именно экологии отводится роль буфера, сфере общественной жизни, способной сгладить неравномерности между политикой и экономикой. Не секрет, что объем накопленных отходов в России сегодня составляет около 90 млрд тонн. А ситуация такова, что внятные экономические стимулы для комплексной переработки отходов попросту отсутствуют [3]. В представлении многих людей существуют только два пути развития: назад к первобытному обществу, либо вперед ценой неизбежного разрушения окружающей среды. Однако

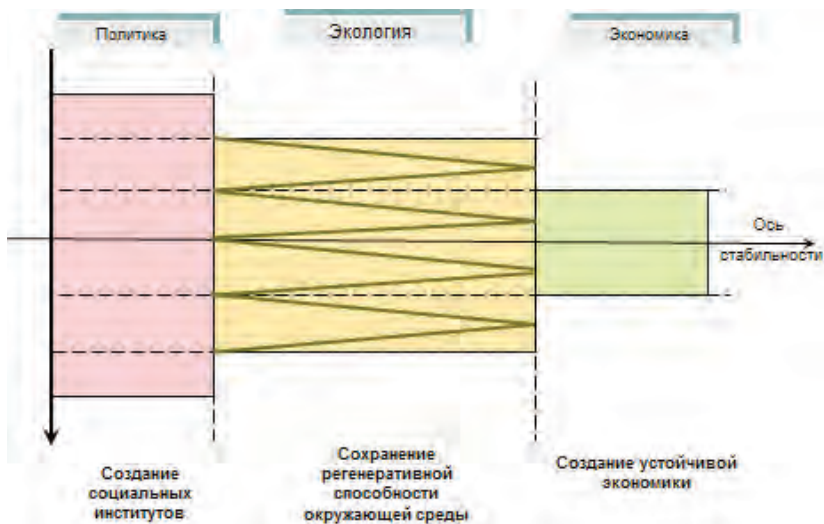


Рис. 1.5. Эколого-логистическая концепция управления изменениями в современном обществе

существует альтернатива, совмещающая сохранение окружающей среды и социальное благополучие человека – это концепция устойчивого развития (*sustainable development*).

Устойчивое развитие предполагает с одной стороны, создание устойчивой экономики, которая удовлетворит потребности человека, без добычи ресурсов или производства отходов, превышающих регенеративную способность окружающей среды; а с другой стороны, создание социальных институтов, гарантирующих безопасность и возможность социального, интеллектуального и духовного роста. Таким образом, экология становится тем буфером, или «гармошкой стабильности современного общества», и по сути занимает то же место и играет ту же роль, что и логистика, – роль комплексного индикатора устойчивости развития.

На постсоветском пространстве к социально-экологическим доминантам – индикаторам устойчивого развития – могут быть отнесены экологическая культура, экологическая этика и мораль, экодизайн окружающей среды, социально-экологическая напряженность, состояние здоровья населения, глобальное изменение климата, антропогенные экологические катастрофы и их последствия, социотехногенные нагрузки и т. д. [4].

Однако остается вопрос о том, кто должен изменить отношение человека к Среде обитания. Ответ – очевиден: только сам человек! А это возможно только в одном случае – если охрана природы станет делом выгодным, и не будет противоречить материальной заинтересованности этого человека [5].

В качестве экологической оценки был разработан метод, получивший название «Экологический след». «Экологический след» – это условное понятие, отражающее потребление человечеством ресурсов биосферы и измеряется в гектарах биологически продуктивной поверхности планеты (рис.1.6). Экологический след стал одним из главных показателей устойчивости, широко используется государственными учреждениями, неправительственными организациями и некоторыми предприятиями.

Домашнее задание 1.2

Используя различные источники информации, необходимо подготовить доклад на тему «Мой экологический след», который будет состоять из трех основных частей:



Рис. 1.6. Экологический след человека на земле [6]

1. Теоретическая часть. В этой части необходимо проработать литературные источники, нормативно-справочные источники, официальные статистические публикации, периодические издания и другие, отражающие отечественный и зарубежный опыт, источники по заданной теме. Эта часть должна содержать ответы на такие вопросы как:

Что такое «экологический след»?

Почему в последнее время поднимается проблема уменьшения «экологического следа»?

Каков экологический след в разных странах мира и др.

2. Практическая часть. В доклад также необходимо включить расчет своего экологического следа или экологического следа своей семьи, используя программы:

Калькулятор экологического следа – [7].

«Белые лебеди» – [8].

«Расчет вашего экологического следа» – [9].

Можно использовать и другие программы.

3. Проектная часть. Необходимо разработать проектные мероприятия, которые позволят уменьшить свой экологический след или своей семьи. В этой части также следует выполнить расчеты, обосновывающие ожидаемый эффект (экономический, социальный, экологический и др.) от разработанных проектных предложений. Обосновав эффективность мероприятий, необходимо сделать выводы о синергетическом воздействии всех разработанных мероприятий на снижение экологического следа одного человека, одной семьи, района, города, страны.

В соответствии с образовательным стандартом отчет дополняется списком использованной литературы, заключением, содержанием, приложениями.¹

Контрольные вопросы:

1. В какой период развития рынка появилась такая концепция управления, как «Логистика»?

2. Роль и место логистики в структуре управления современным предприятием.

3. В чем заключается эколого-логистическая концепция управления?

¹ Подраздел 1.2 написан благодаря участию авторов в международном проекте ТЕМИУС «RECOAUD»

2. ВХОДНАЯ ПОДСИСТЕМА ЛОГИСТИКИ – СНАБЖЕНИЕ

Механизм, запускающий движение (вход) материального потока в логистическую систему, обеспечивается **закупками** (*purchasing*) или **снабжением** (*procurement*). Обычно «закупки» относятся к фактической покупке, а «снабжение» имеет более широкое значение и включает в себя различные типы приобретений: закупку, аренду, выполнение по контракту и т. д.

Снабжение важно для компании не только с точки зрения обеспечения товарно-материальными ценностями, но и с экономической точки зрения. Резервы роста благосостояния компании в области закупок огромны, продемонстрируем на примере 2.1 [10].

Пример 2.1. «Рубль в закупках – шесть в продажах»

Компания N приобрела продукт A за 100 р., а продала его за 120 р. Очевидно, что прибыль составила 20 р., примем ее за 100%. Снабженцы изыскали возможность снизить цену на 1 рубль (1%) и приобретать продукт A за 99 р., тогда продавая продукт по прежней цене в 120 р., компания получает прибыль в 21 рубль. На сколько процентов увеличилась прибыль? Составим пропорцию:

$$\begin{aligned} 20 \text{ р.} & - 100 \% ; \\ 21 \text{ р.} & - x \% ; \\ x & = \frac{21 \cdot 100}{20} = 105 \% \end{aligned}$$

Вывод 1: снижение затрат в области закупок на 1% привело к росту прибыли на 5%.

Что должны предпринять менеджеры отдела продаж (сбыта), чтобы достичь такого же эффекта? Вероятно, продать на большую сумму, на какую? Снова составим пропорцию:

$$\begin{aligned}
 120 \text{ р.} & - 100 \% \\
 x \text{ р.} & - 105 \% \\
 x & = \frac{120 \cdot 105}{100} = 126 \text{ р.}
 \end{aligned}$$

Вывод 2: в данном примере усилия в области закупок на 1 рубль соответствуют 6 рублям в области продаж.

Ключевая задача логистики снабжения – «выбор поставщика». Высокоразвитая функция закупок, обеспечивающая стабильные отношения с поставщиком, строится на основе трехступенчатого процесса:

- 1) оценка поставщика;
- 2) развитие поставщика;
- 3) переговоры с поставщиком.

1 ступень: оценка поставщика. Нахождение возможных поставщиков и определение вероятности удовлетворения ими потребностей фирмы в снабжении. Она требует развития фирмой-закупщиком оценочного критерия.

Для этой цели можно использовать стандарт рейтинговой оценки поставщика (табл. 2.1) [11].

Таблица 2.1

Стандарт рейтинговой оценки поставщика

	Критерии выбора поставщика	Ранг критерия	Вес критерия
	1. Компания		
1.1	Размер/мощность		
1.2	Финансовое положение		
1.3	Прибыль от деятельности		
1.4	Производственный диапазон		
1.5	Исследовательская база		
1.6	Техническая обеспеченность		
1.7	Географическое размещение		
1.8	Уровень менеджмента		
1.9	Состояние рабочей силы		
1.10	Трудовые отношения		

Окончание табл. 2.1

	Критерии выбора поставщика	Ранг критерия	Вес критерия
	<i>Итого:</i>		
	2. Продукты		
2.1	Качество		
2.2	Цена		
2.3	Упаковка		
2.4	Единообразие		
2.5	Гарантия		
	<i>Итого:</i>		
	3. Услуги		
3.1	Доставка в срок		
3.2	Состояние груза по прибытии		
3.3	Следование инструкциям		
3.4	Обслуживание жалоб		
3.5	Соответствие дате по каталогу		
3.6	Установление цены сразу		
	<i>Итого:</i>		
	4. Торговый персонал		
4.1	<i>А. Знания</i>		
4.1.1	своей компании		
4.1.2	своего продукта		
4.1.3	отрасли закупщика		
4.1.4	компании закупщика		
4.2	<i>Б. Требования к продажам</i>		
4.2.1	объем продаж		
4.2.2	скорость оформления		
4.3	<i>В. Торговый сервис</i>		
4.3.1	получение информации		
4.3.2	быстрота расчетов		
4.3.3	сопровождение поставки		
4.3.4	прием претензий		
	<i>Итого:</i>		
	Всего:		1,00

Использование стандарта рейтинговой оценки поставщика позволяет унифицировать процедуру выбора логистического посредника и эффективно взаимодействовать с ним.

Процедура выбора поставщика представлена на рис. 2.1.

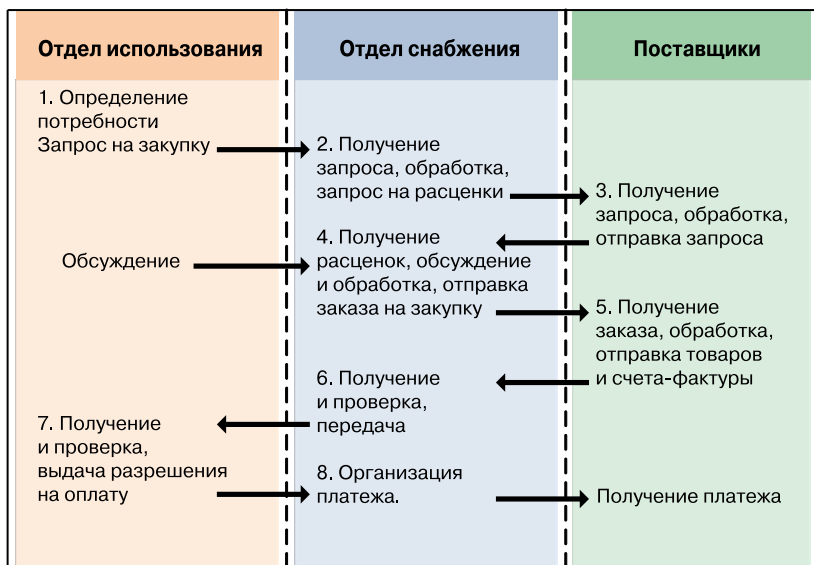


Рис. 2.1. Цикл закупок [12]

Деловая игра 2.2. «Разработка стандарта рейтинговой оценки для выбора поставщика»

В процессе деятельности организации в условиях рыночной экономики постоянно возникают ситуации, когда необходимо выбирать один из нескольких возможных вариантов действия. В результате такого выбора появляется решение. Высокая степень неопределенности экономического поведения субъекта рынка приводит к необходимости принимать управленческие решения на основе оценки возможных в будущем ситуаций. Разработка и осуществление эффективных управленческих решений – важнейшие предпосылки обеспечения конкурентоспособности организации на рынке, создания оптимальной структуры, осуществления обоснованной кадровой политики и рационализации других сторон деятельности.

Цель деловой игры: систематизация знаний студентов об оценке поставщиков и получение практических навыков.

Для проведения деловой игры необходимы:

– комплект раздаточных материалов, содержащий описание ситуации;

– бумага, фломастеры;

– флип-чат.

Участники: все студенты учебной группы участвуют в игре. Учебная группа разбивается на команды, в каждой из которых по 3–4 человека. Занятие проводит один преподаватель.

Время: на проведение деловой игры требуется 2 академических часа.

Описание проведения деловой игры

1. Постановка проблемы – определение цели и задач занятия – 10 минут.

2. Разделение студентов на команды – 2 минуты.

3. Определение основных этапов – 3 минуты.

4. Проведение анализа критериев выбора поставщика и разработка стандарта на примере (табл.2.1) – 20 минут.

5. Графическое представление проведенного анализа – 10 минут.

6. Презентации команд – 25 минут.

7. Анализ и обсуждение результатов работы команд – 10 минут.

8. Подведение итогов деловой игры – 10 минут.

2 ступень: развитие поставщика. После оценки поставщика необходимо интегрировать его в систему интересов вашей компании. Комплекс мер может быть весьма разнообразным – от финансовой или инженерной поддержки до простого согласования формата электронной передачи данных.

3 ступень: переговоры с поставщиком. Ведение переговоров между закупщиком и поставщиком с целью установления приемлемых для обеих сторон условий и цены поставки, их юридическое оформление и закрепление в контракте на поставку. Существует несколько стратегий ведения переговоров:

– на основе модели затрат поставщика;

– модели рыночных цен;

– модели конкурирующих цен;

– комбинированного использования перечисленных моделей.

В результате переговоров партнеры должны утвердиться в компетенции друг друга и взаимном доверии.

Кейс-стади 2.3. «Переговоры с поставщиком»

Завод редких металлов получает разнообразное сырье от разных поставщиков. Сырье поступает в разной таре: здесь и 200-литровые бочки, товар в мешках, еврокубы на 640 и 1000 л, бухты и бабины, складированные прямо на пол. Система хранения признана на заводе не эффективной (не полностью используется полезный объем, из-за разной тары грузопереработка осуществляется вручную и др.). Отдел логистики предложил организовать переговоры с поставщиками.

Задание. Определите, какова главная цель переговоров, сотрудники каких отделов должны принять участие в переговорах. Продумайте возможные сценарии хода переговоров в формате «аргумент – контраргумент – контр-контраргумента».

Контрольные вопросы:

1. Опишите алгоритм выбора логистического посредника на примере выбора поставщика.
2. На какие группы подразделяются критерии выбора?
3. Для чего необходимо разрабатывать стандарт рейтинговой оценки логистического посредника?

3. УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

3.1. Тенденции прогнозирования для эффективного управления запасами

Управление запасами компании – это логистическая функция, заключающаяся в определении норм запасов, контроле и своевременном пополнении. В компании должны быть определены отделы или сотрудники, управляющие запасами.

Кейс-стади 3.1. Определение нормы запаса в будущем

Определение нормы запасов в будущем или прогнозирование уровня запасов требует обоснованных решений руководителя компании или логиста.

На складе в январе находился запас в 60 единиц, в феврале – 58, марте – 68, в апреле -55. Запас «максимизировал чистую прибыль компании». Какой создать запас на май?

$$\begin{aligned}\text{Запас МАЙ} &= 0,5 \times (2 \times \text{запас АПРЕЛЬ} + \text{запас МАРТ} - \\ &\quad - \text{запас ЯНВАРЬ}) = 0,5 \times (2 \times 55 + 68 - 60) = \\ &= 59 \text{ единиц.}\end{aligned}$$

Задание. Обсудите, почему в компании предложен такой алгоритм расчета, что могли бы предложить Вы и обоснуйте свое предложение.

Существует много исследований в области прогнозирования. Наша цель – описать ключевые моменты применения аппарата прогнозирования в логистике.

Прогноз – научно обоснованное суждение о возможных состояниях (в количественной оценке) объекта прогнозирования (ОП) в будущем и/или альтернативных путях и сроках их осуществления [13].

Выделяют три основные тенденции развития типичных логистических систем (ЛС) в структуре логистики предприятия, определяющие сложность и значимость точного прогнозирования для эффективного управления.

Первая тенденция – постоянное сокращение жизненного цикла ЛС в структуре логистики предприятия составляет обычно (на Западе) несколько лет.

Вторая тенденция – это возрастание количества способов решения возникающих проблем.

Третья тенденция – рост затрат на создание и эксплуатацию подавляющего большинства ЛС. Этим вызвана проблема прогнозирования затрат для логистики предприятия, цен, тарифов, т. е. рост капитальных вложений в перспективе требует оценки эффективности для системы логистики предприятия в соответствующем периоде.

Разумеется, прогнозирование никогда не будет абсолютно точным. Поэтому разрабатывать логистическую систему нужно таким образом, чтобы она была гибкой и могла адекватно реагировать на те или иные изменения в спросе.

Известно, что точность прогнозов выше для групп продуктов, чем для индивидуальных продуктов. Трудно, например, предсказать рост первого встречного прохожего, но прогноз среднего роста ста прохожих может быть достаточно точным, поскольку в этом случае происходит «взаимопогашение» отклонений.

Точность прогнозов выше для близкой перспективы, чем для дальней. Прогнозирование подобно стрельбе: чем дальше от цели, тем труднее в нее попасть.

Для планирования производства логисту не нужно знать, какие наименования он будет производить в какой-то отдаленный период времени. Он должен знать, какие мощности ему потребуются. Этот прогноз менее сложен и вместе с тем более точен, чем детальный прогноз спроса на длительный период времени.

Матрица прогнозов спроса представлена на рис. 3.1 в зависимости от уровня детализации и горизонта планирования.

Матрица позволяет сделать следующие выводы:

1. Квадранта IV необходимо избегать.
2. Квадрант III можно использовать для долгосрочных прогнозов.

Продукт	II. Прогнозы спроса средней точности	IV. Самые неточные прогнозы спроса
	I. Самые точные прогнозы спроса	III. Прогнозы спроса средней точности
Группа продуктов	Ближний	Дальний
	Горизонт планирования	

Рис. 3.1. Матрица прогнозов спроса

3. Квадрант II можно применять для среднесрочных и краткосрочных прогнозов с вовлечением клиентов в формирование графика заказов.

4. Квадрант I – самые точные прогнозы, поэтому систему управления производством и запасами нужно проектировать таким образом (например, за счет сокращения времени на выполнение заказов), чтобы прогнозирование спроса находилось только в квадранте I.

Существуют условия, при которых прогнозировать спрос вообще не целесообразно:

- когда приемлемое время на ожидание клиентом, пока выполнится его заказ, превышает время на производство и закупку компонентов; другими словами, клиент готов ждать свой заказ столько времени, сколько организации потребуется для выполнения заказа без предварительного планирования;

- если мощности и прочие необходимые ресурсы для выполнения заказов клиентов этих организаций могут быть изменены быстро и не требуют существенных затрат.

Во всех остальных случаях без прогнозирования спроса не обойтись.

Классики логистики предлагают три группы методов определения запасов:

- эвристические (используется опыт компании на основе системы учета) см. п. 3.2;

- технико-экономические (работа строится вокруг номенклатуры товаров, разбитых на категории) см. п. 3.3;

- экономико-математические (используется статистика для определения нормы запаса в будущем) см. п. 3.4.

3.2. Эвристические методы

Экспертные методы прогнозирования основаны на экспертных оценках и по своей природе субъективны. Суть их заключается в переведении различных экспертных мнений в формулы, из которых формируется прогноз.

Под экспертными оценками понимают комплекс логических и математических процедур, направленных на получение от специалистов информации, ее анализ и обобщение с целью подготовки и выработки рациональных решений. Методы экспертных оценок можно разделить на две группы: методы коллективной работы экспертной группы и методы получения индивидуального мнения членов экспертной группы.

Методы коллективной работы экспертной группы предполагают получение общего мнения в ходе совместного обсуждения решаемой проблемы. Методы получения индивидуального мнения членов экспертной группы основаны на предварительном получении информации от экспертов, опрашиваемых независимо друг от друга, с последующей обработкой полученных данных. К экспертным методам относятся метод комиссии, «мозговая атака», анкетный опрос, метод Дельфи и др. Достоинства и недостатки методов экспертных оценок приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Методы экспертных оценок

Название метода	Суть метода	Достоинства	Недостатки
I. Методы коллективной работы экспертной группы			
1.1. «Мозговая атака» («мозговой штурм»)	Свободное выдвижение идей, направленных на решение проблемы. Выбор наиболее ценных идей	Высокая оперативность получения требуемого решения	Сложность организации экспертизы ввиду трудностей создания непринужденной обстановки и исключения влияния должностных взаимоотношений

Название метода	Суть метода	Достоинства	Недостатки
1.2. «Сценарий»	Совокупность правил по изложению в виде предложений специалистов по решаемой проблеме	Комплексный охват решаемой проблемы в доступной для восприятия форме	Неоднозначность, нечеткость излагаемых вопросов и недостаточная обоснованность отдельных решений
1.3. «Деловые игры»	Моделирование функционирования социальной системы управления	Возможность выработки решения в динамике с учетом всех этапов процесса при взаимодействии всех элементов системы	Сложность организации деловой игры в условиях, приближенных к реальной проблемной ситуации
1.4. «Совещание» («комиссия», «круглый стол»)	Совещание или дискуссия с целью выработки единого коллективного мнения по решаемой проблеме	Простота реализации	Может быть принято ошибочное мнение одного из участников в силу его авторитета, служебного положения, настойчивости или ораторских способностей
II. Методы получения индивидуального мнения членов экспертной группы			
2.1. Анкетный опрос, интервью	Использование индивидуальных способностей эксперта	Отсутствие давления со стороны авторитетов, низкие затраты на экспертизу	Высокая степень субъективности
2.2. Метод «Дельфи»	Несколько последовательных этапов опроса экспертов до этапа стабилизации ответов	Использование обратной связи в ходе опроса, что значительно повышает объективность экспертных оценок	Требуется много времени на реализацию всей многоэтапной процедуры

Для выбора экспертов используются следующие методы: самооценка, оценка группой каждого специалиста, оценка на основе результатов прошлой деятельности, определение компетентности кандидатов в эксперты. Рекомендуемое число экспертов может быть определено по формуле

$$N_{\min} = 2,5 + \frac{1,5}{E}, \quad (3.1)$$

где E – ошибка результатов прогнозирования, при условии $0 < E < 1$.

Процесс экспертного оценивания можно представить в виде алгоритма (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Основные этапы процесса экспертного оценивания

Активное практическое применение экспертного оценивания ограничено, так как участие экспертов не формализовано и колеблется в широких пределах.

3.3. Техничко-экономические методы: ABC – XYZ-анализ

3.3.1. Методика проведения ABC-анализа

Основная цель логистического анализа – классификация используемых ресурсов по ряду параметров для повышения точности планирования, организации контроля, регулирования и сокращения логистических издержек.

Управление в логистической цепи поставок связано с наличием большого количества объектов, которые, несмотря на свою однородность, по-разному влияют на результат конечной деятельности.

В специальной литературе довольно часто как синонимы используются понятия «ABC-анализ», «закон Парето», «правило 20/80». Эти категории однопорядковые, но отнюдь не идентичные. Действительно, в основе идеологии ABC-анализа лежит закон Парето, но указанный аналитический метод представляет собой реализацию на практике упомянутого закона, а не иную его редакцию.

В самом общем виде закон Парето таков: в подавляющем большинстве случаев ограниченное число элементов, составляющих явление, обуславливает его возникновение. По В. Парето, меньшая часть населения (20 %) контролирует большую часть (80 %) благосостояния. Так можно объяснить происхождение «правила 20/80». В применении к логистическому анализу это правило может быть интерпретировано следующим образом:

- 20 % промышленных компаний выпускают 80 % общего объема продукции;

- 20 % компонентов товара определяют 80 % его стоимости;

- за 20 % рабочего времени производится 80 % объема продукции;

- 20 % позиций номенклатуры хранимых на складе запасов определяют 80 % связанных с запасами затрат и т. д. Именно правило Парето положено в основу ABC-анализа, однако номенклатура при этом разделяется не на две (20/80), а на три группы: А, В и С.

ABC-анализ – начинается с вычисления общего годового использования каждой номенклатурной единицы по показателю стоимости

$$C_i = n_i \cdot Ц_i, \quad (3.2)$$

где n_i – количество единицы продукции, р./ед.;

$Ц_i$ – цена за единицу продукции, ед.

После расчета C_i все позиции номенклатуры располагаются в порядке убывания стоимостных показателей. Затем, в зависимости от выбранного варианта *ABC*-анализа, производится деление на группы. Так, продукты категории *A* окажутся на вершине списка, категории *B* – в середине и категории *C* – в конце (рис. 3.3).

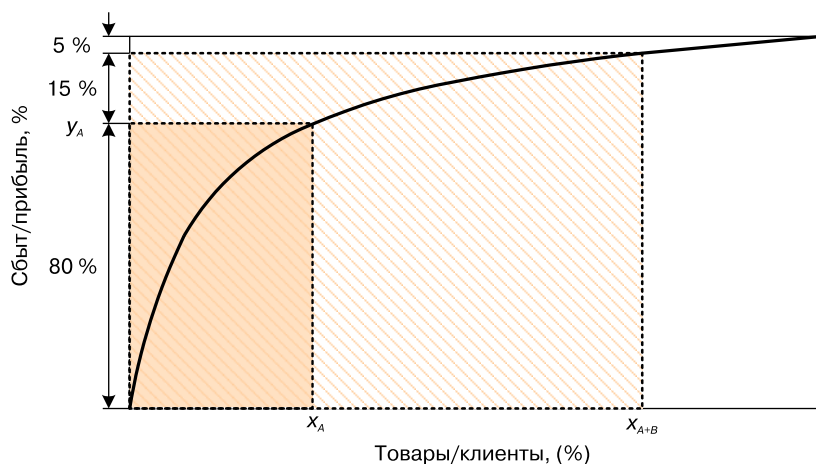


Рис. 3.3. *ABC*-анализ

Границы между категориями часто бывают расплывчатыми. В настоящее время нет общепринятого подхода определения границ номенклатурных групп, т. е. координат точек $A(x_A, y_A)$ и $B(x_{A+B}, y_{A+B})$. Наблюдается широкий диапазон значений координат для всех номенклатурных групп. Так, для группы *A* разброс по оси x (количественный показатель) составляет от 10 до 20 %, а по оси y (стоимостной показатель) от 50 до 80 %. Аналогичная картина наблюдается для групп *B* и *C*, что серьезно затрудняет реализацию метода *ABC*.

Существующие методы *ABC*-анализа условно подразделяются на три группы:

1. Эмпирический – базируется на гипотезе, что деление на группы можно выполнить по аналогии, поэтому границы групп выбираются по результатам ранее проведенных исследований (табл. 3.2).

2. Дифференциальный – может быть использован как для ранжированных показателей C_p , так и для исходной выборки. В основу метода положены соотношения, опирающиеся на средние значения показателя C_{cp} . Достоинство дифференциального метода – простота; недостаток – неопределенность выбора коэффициентов K_1 и K_2 .

3. Аналитический – деление на группы производится на основе критерия и зависит от характера интегральной кривой.

Таблица 3.2

Процентные соотношения групп ABC

Источник	$x_A/x_B/x_C$	$y_A/y_B/y_C$
Р. Н. Ballow	14,3/35,7/50	60,7/28,4/10,9
Д. Уотерс	10/30/60	70/20/10
Д. Дж. Бауэррокс	20/30/50	80/15/5
М. Кристофер	20/20/60	80/15/5
Б. А. Аникин	15-20/30/50-55	80/10-15/5-10
А. М. Гаджинский	20/20/70	75/20/5
В. И. Сергеев	10-15/20-25/60-70	75-80/15-20/5-10

Различные подходы выделения номенклатурных групп *A*, *B*, *C* структурируем в виде блок-схемы (рис. 3.4) [14].

Метод *ABC* широко используется в логистике при планировании размещения запасов в различных эшелонах гибких логистических систем, при управлении запасами в системах снабжения, при организации размещения товаров на складах, а также при решении множества других задач. Идея метода состоит в том, чтобы выделить среди множества объектов наиболее значимые (с точки зрения обозначенной цели).

Студенту предлагается применить метод *ABC* для анализа клиентской среды, проанализировать партнеров исследуемой компании – поставщиков и клиентов и сделать соответствующие выводы.

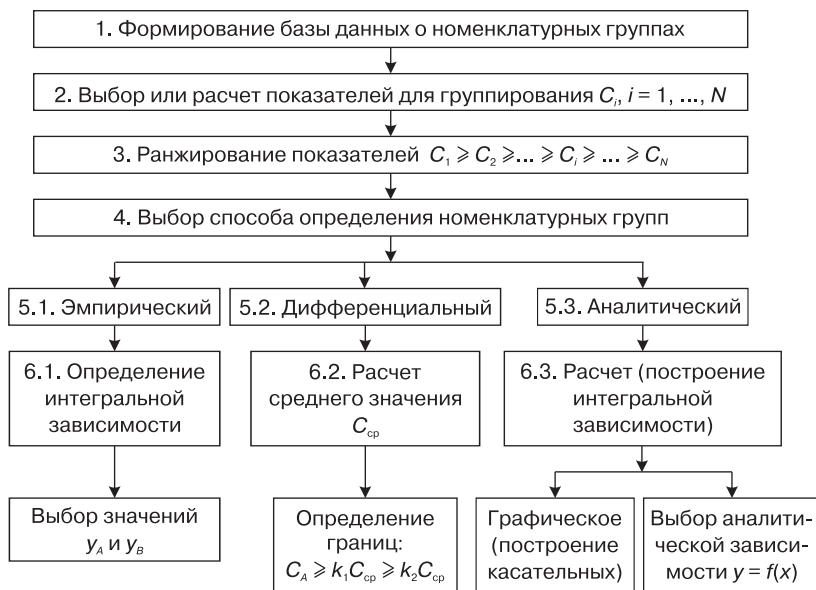


Рис. 3.4. Порядок проведения ABC-анализа [14]

3.3.2. Методика проведения XYZ-анализа

ABC-анализ позволяет дифференцировать номенклатуру ресурсов по степени влияния на интересующий признак. Для разделения товаров на группы с учетом степени неравномерности спроса используется другой тип анализа – XYZ-анализ. Основная идея XYZ-анализа состоит в группировании объектов анализа по мере однородности анализируемых параметров (по коэффициенту вариации) и точности прогнозирования. Формула для расчета коэффициента вариации

$$v = \frac{100 \cdot \sigma}{q_{cp}}, \quad (3.3)$$

где q_{cp} – среднее значение динамического ряда;

σ – среднее квадратичное отклонение; определяются по формулам

$$q_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N q_i}{N}, \quad (3.4)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (q_i - q_{cp})^2}{N}}. \quad (3.5)$$

При значении $N \leq 25$ в формулы (3.4)–(3.5) рекомендуется подставить $N - 1$. Значение квадратного корня есть не что иное, как стандартное отклонение вариационного ряда. Чем больше значение стандартного отклонения, тем дальше от среднеарифметического значения находятся анализируемые значения. Стандартное отклонение – это абсолютная мера рассеивания вариантов ряда. Если стандартное отклонение равно 20, то при среднеарифметических значениях 100 и 100 000 это будет иметь совершенно разный смысл. Поэтому при сравнении вариационных рядов между собой используют коэффициент вариации. Коэффициенты вариации 20 % и 0,2 % позволяют понять, что во втором случае значения анализируемых параметров значительно меньше отличаются от среднеарифметического значения.

Порядок проведения XYZ-анализа следующий:

1. Определить объекты анализа (Клиент, Поставщик, Товарная группа/подгруппа, Номенклатурная единица и т. п.).

2. Определить параметр, по которому будет проводиться анализ объекта (Средний товарный запас, р. Объем продаж, р. Доход, р. Количество единиц продаж, шт. Количество заказов, шт., и т. п.).

3. Определить период и количество периодов, по которым будет проводиться анализ (неделя, декада, месяц, квартал/сезон, полугодие, год).

4. Определить коэффициент вариации для каждого объекта анализа.

5. Отсортировать объекты анализа по возрастанию значения коэффициента вариации.

6. Определить группы X, Y и Z.

Рекомендуемое распределение на группы представлено на рис. 3.5.

В общем случае выбор алгоритма распределения рекомендуется осуществлять исходя из того, что указанные границы интервалов могут не отражать специфику конкретного множества. Поэтому так же, как и для ABC-анализа, предлагается построить кривую, а затем определять разделение на группы, руководствуясь участками кривой, между которыми происходит резкое изменение радиуса ее кривизны.

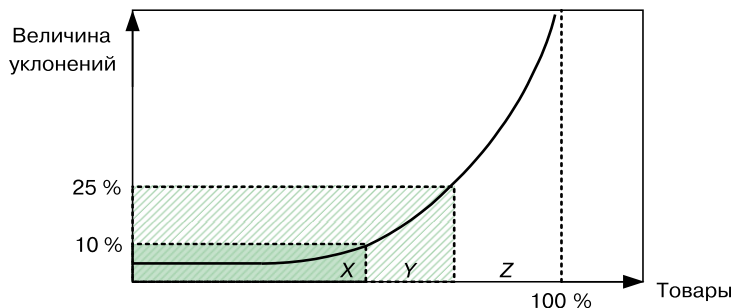


Рис. 3.5. Анализ XYZ:

зона X – [0, 10 %]: – постоянная величина потребности, высокая точность предсказания; зона Y – [10, 25 %]: – известные тенденции определения потребности, средние возможности прогноза; зона Z – [25, ∞ %]: – потребление нерегулярное, прогнозирование сложно и неточно

3.3.3. Совмещение результатов ABC- и XYZ-анализа

На основе проведенных ABC- и XYZ-анализов строится матрица ABC-XYZ, позволяющая выработать индивидуальные технологии управления и организации работы с полученными группами (рис. 3.6).

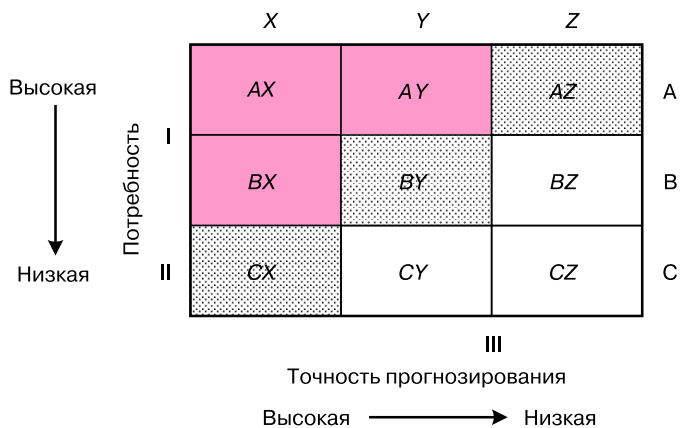


Рис. 3.6. Образование классов элементов с использованием ABC- и XYZ-анализов:

- I – Приоритетная группа, требующая большого внимания
- II – Среднестатистическая группа
- III – Малозначимая группа

Представим алгоритм проведения совмещенного анализа в виде схемы:

1. Провести *ABC*-анализ.
2. Провести *XYZ*-анализ.
3. Совместить полученные результаты.
4. Построить совмещенную матрицу.

К каждой ячейке матрицы необходим индивидуальный подход для оптимизации потоков. Прогнозы/планы продаж коммерческого отдела/отдела продаж необходимы. Матрица помогает оценить время, которое необходимо уделить данной группе. Определяем риски и допуски при управлении потоками. Затем определяем стратегии управления запасами и заказами по каждой группе/ячейке.

AX – высокая доля в объеме продаж/прибыли, но и небольшие колебания в продажах. С высокой точностью предсказуемые продажи. Оптимальный уровень сервиса 99 %. Страховой запас для обеспечения уровня сервиса, вследствие свойств товаров, попавших в ячейку, не нужен или нужен минимальный. Текущий запас – по потребности на шаг планирования.

AU – высокая доля в объеме продаж/прибыли, но уже существенные колебания в продажах. Точность прогноза продаж средняя. Оптимальный уровень сервиса 99 %. Страховой запас для обеспечения уровня сервиса, вследствие свойств товаров, попавших в ячейку, нужен.

AZ – одна из самых сложных групп для формирования запаса. Высокая доля в объеме продаж/прибыли, но уже существенные колебания в продажах. Точность прогноза продаж низкая. Желательный уровень сервиса 99 %. Страховой запас для обеспечения уровня сервиса, вследствие свойств товаров, попавших в ячейку, нужен.

Группы *BX*, *BY*, *BZ* отличаются довольно высокой долей в обороте и тем, что позиции из этих групп могут оказывать непосредственное влияние на продажи товаров из групп линейки «*A*». Более низкая цена ошибки, оптимальный уровень сервиса 85–90 %. Стратегии управления по ячейкам *BX*, *BY*, *BZ* аналогичны соответствующим стратегиям по группам линейки «*A*». Стратегии отличаются периодичностью контроля. Для снижения рисков, возникающих по вине перевозчиков и поставщиков (несвоевременная отгрузка и доставка и т. п.), в страховой запас можно включить запас на хеджирование этих рисков. Можно как арифметическую сумму рассчитать вероятности рисков и сформировать запас «по весам».

По группам линейки «С» не учитываются сезонность и новые товары. Кроме того, из линейки «С» в линейку «В» вывели товары, оказывающие значимое влияние на продажи товаров из линейки «А». Цена ошибки низкая (даже при ошибке на 10 % от объема продаж всей линейки «С» ошибка в объеме продаж составит около 0,5 %).

В данном издании продемонстрирован подход на примере управления запасами, студенту же необходимо разработать такой подход для управления взаимодействием с клиентом.

Домашнее задание 3.1

Пользуясь исходными данными приложения А, а также теоретическим материалом, изложенным в п. 3.3 пособия, построить матрицу *ABC-XYZ* для анализа клиентов и разработать комплекс мероприятий по взаимодействию с клиентами из различных групп матрицы.

Ориентируясь на потребности клиентов и идя им навстречу, предприятия нуждаются в гибкой системе управления отношениями с клиентами, позволяющей хранить и анализировать различную информацию о них, отслеживать все стадии отношений с клиентом, анализировать доходность и прибыльность по каждому клиенту, региону, рынку и группе товаров. Функциональные возможности подсистемы могут быть востребованы коммерческим директором, директором по маркетингу и сотрудниками маркетинговых и сбытовых подразделений.

3.4. Формализованные или экономико-математические методы прогнозирования¹

3.4.1. Основные понятия

Формализованные методы прогнозирования предполагают построение математической модели изучаемого процесса. Очевидным достоинством этих методов является то, что они дают объективные, научно обоснованные прогнозы. Недостатки формализованных методов связаны с тем, что всякая модель, в том числе математическая,

¹ Данный параграф написан совместно с профессором А. Л. Казаковым, д-р физ.-мат. наук.

не тождественна самому объекту. При построении такой модели часть информации о процессе не учитывается, это может оказать негативное влияние на точность прогноза.

Наиболее распространенными формализованными методами прогнозирования являются методы *экстраполяции по временным рядам*. При всем разнообразии таких методов общим для всех них является следующее: измеряется величина показателя, подлежащего прогнозированию, за один или несколько характерных для процесса промежутков времени (таким промежутком могут быть сутки, месяц, год и т. д.), и по этим данным рассчитывается прогнозное значение.

Далее рассматриваются различные методы экстраполяции по временным рядам в порядке усложнения математической модели.

Используются следующие обозначения:

y_1, y_2, \dots, y_{k-1} – известные значения временного ряда,
 y_k^* – прогнозное значение.

3.4.2. Простейшие методы

Методы основаны на предположении о том, что временной ряд подчиняется одной из нижеследующих простых закономерностей.

Метод наивного прогноза. Предполагается, что процесс со временем не меняется, прогнозное значение принимается равным последнему из известных значений временного ряда

$$y_{k+1}^* = y_k. \quad (3.6)$$

Метод арифметической прогрессии. Предполагается, что значения y_{k-1}, y_k, y_{k+1} образуют арифметическую прогрессию, т. е. прогнозное значение вычисляется по формуле

$$y_{k+1}^* = y_k + (y_k - y_{k-1}) = 2y_k - y_{k-1}. \quad (3.7)$$

Метод геометрической прогрессии. Предполагается, что значения y_{k-1}, y_k, y_{k+1} образуют геометрическую прогрессию, т. е. прогнозное значение вычисляется по формуле

$$y_{k+1}^* = y_k \frac{y_k}{y_{k-1}} = \frac{y_k^2}{y_{k-1}}. \quad (3.8)$$

3.4.3. Методы сглаживания данных

Методы основаны на предположении о том, что данные временного ряда испытывают случайные колебания, которые необходимо сглаживать при построении прогноза.

Метод скользящего среднего. Значение прогноза рассчитывается как среднее арифметическое за m последних периодов:

$$y_{k+1}^* = \frac{1}{m}(y_k + y_{k-1} + \dots + y_{k-m+1}), \quad (3.9)$$

метод скользящего среднего по m узлам. В случае, когда $m = k$, получается метод *простой средней*:

$$y_{k+1}^* = \frac{1}{k}(y_k + y_{k-1} + \dots + y_1). \quad (3.10)$$

Недостатком метода скользящего среднего является то, что все данные имеют одинаковый вес, т. е. последнее значение участвует в прогнозе так же, как и предыдущие, хотя, как правило, последние по времени значения являются более важными для прогнозирования. Указанный недостаток устранен в методе *взвешенного скользящего среднего*: данные, используемые для расчета среднего, берут с разным весом

$$y_{k+1}^* = \alpha_0 y_k + \alpha_1 y_{k-1} + \dots + \alpha_{m-1} y_{k-m+1}, \\ \alpha_0 + \alpha_1 + \dots + \alpha_{m-1} = 1, \alpha_0 > \alpha_1 > \dots > \alpha_{m-1} > 0. \quad (3.11)$$

Точные значения весовых коэффициентов $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_{m-1}$ подбирают с учетом особенностей конкретной задачи. Часто для этой цели используется *метод наименьших квадратов*.

Метод экспоненциального сглаживания. При вычислении прогнозного значения y_{k+1}^* используется прогнозное значение y_k^* , полученное на предыдущем шаге:

$$y_{k+1}^* = \alpha y_k + (1 - \alpha) y_k^*, \quad (3.12)$$

где $0 < \alpha < 1$. Причем, если наиболее значимым является последнее фактическое значение, то α следует брать близким к 1, если же данные временного ряда подвержены значительным случайным

колебаниям, то α берут близким к 0. Данную модель построения прогноза называют также *однопараметрической моделью Брауна*.

Для того чтобы воспользоваться данным методом, необходимо определить начальное прогнозное значение y_l^* , $1 \leq l \leq k$. Обычно это делают, используя один из простейших методов прогнозирования или метод скользящего среднего.

3.4.4. Метод экстраполяции тренда

Суть метода состоит в том, что выявляется закономерность, которая действует внутри рассматриваемого временного ряда, и данная закономерность *экстраполируется* (т. е. распространяется) на период прогноза. В отличие от ранее рассмотренных методов прогнозирования, появляется возможность делать прогноз не только на один, но и на два или более периода. Однако следует помнить, что *соотношение длины предпрогнозного периода и периода прогноза должно быть не менее чем 3 : 1*.

Построение тренда. Закономерность, действующую внутри временного ряда, ищут по формуле $y = f(t)$, которая называется эмпирической формулой или трендом. Задача построения тренда состоит из двух этапов:

1. *Структурной идентификации* формулы (определение конкретного вида тренда).

2. *Параметрической идентификации* формулы (определение численных значений параметров, входящих в формулу).

Далее последовательно рассматриваются оба этапа.

1. На этом этапе построения тренда определяют, в классе каких функций следует искать приближение. С этой целью на координатной плоскости переменных t , y изображают точки с координатами $(1, y_1), (2, y_2), \dots, (k, y_k)$. Сравнение точечного графика с различными кривыми, графики которых известны, дает указание на возможный вид тренда.

2. Вторая часть задачи о построении тренда – определение численных значений входящих в формулу параметров. Обычно для этого используют *метод наименьших квадратов*. Он заключается в таком выборе коэффициентов эмпирической функции, при котором сумма квадратов всех отклонений значений функции от опытных данных минимальна.

Пусть тренд задается формулой

$$y = f(t, a_0, \dots, a_m), \quad m < k, \quad (3.13)$$

где m – количество параметров эмпирической формулы (тренда), k – количество известных значений временного ряда. Величины

$$\varepsilon_i = f(i, a_0, a_1, \dots, a_m) - y_i, \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (3.14)$$

задают отклонения тренда от данных временного ряда. Наилучшими параметрами тренда принимаются те, для которых сумма

$$S(a_0, \dots, a_m) = \sum_{i=1}^k \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^k [f(i, a_0, \dots, a_m) - y_i]^2 \quad (3.15)$$

будет наименьшей. Для того чтобы определить минимум функции $S(a_0, \dots, a_m)$, следует найти ее частные производные по параметрам a_0, \dots, a_m и приравнять их к нулю. Из этого условия получается система уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial a_0} = 2 \sum_{i=1}^k [f(i, a_0, \dots, a_m) - y_i] \cdot \frac{\partial f}{\partial a_0} = 0, \\ \dots \dots \dots \\ \frac{\partial S}{\partial a_m} = 2 \sum_{i=1}^k [f(i, a_0, \dots, a_m) - y_i] \cdot \frac{\partial f}{\partial a_m} = 0. \end{cases} \quad (3.16)$$

Для линейного тренда $y = a_0 + a_1 t$ данная система имеет следующий вид:

$$\begin{cases} a_0 k + a_1 \frac{k(k+1)}{2} = \sum_{i=1}^k y_i, \\ a_0 \frac{k(k+1)}{2} + a_1 \frac{k(k+1)(2k+1)}{6} = \sum_{i=1}^k i y_i. \end{cases} \quad (3.17)$$

Это система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) относительно неизвестных a_0 и a_1 . Определитель ее всегда будет отличен от нуля, поэтому коэффициенты a_0 и a_1 определяются однозначно.

Для квадратичного тренда $y = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$ система для нахождения параметров a_0, a_1, a_2 имеет следующий вид:

$$\begin{cases} a_0 k + a_1 \sum_{i=1}^k i + a_2 \sum_{i=1}^k i^2 = \sum_{i=1}^k y_i, \\ a_0 \sum_{i=1}^k i + a_1 \sum_{i=1}^k i^2 + a_2 \sum_{i=1}^k i^3 = \sum_{i=1}^k i y_i, \\ a_0 \sum_{i=1}^k i^2 + a_1 \sum_{i=1}^k i^3 + a_2 \sum_{i=1}^k i^4 = \sum_{i=1}^k i^2 y_i. \end{cases} \quad (3.18)$$

Это также СЛАУ относительно неизвестных a_0, a_1, a_2 с определителем, отличным от нуля. Коэффициенты a_0, a_1, a_2 определяются однозначно.

Оценка качества тренда. Для оценки качества тренда используют *среднеквадратичное уклонение*. Эта величина определяется выражением

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{k - m + 1} \sum_{i=1}^k \varepsilon_i^2}, \quad (3.19)$$

где ε_i , как сказано выше, задают уклонения тренда от данных временного ряда, m – количество параметров эмпирической формулы (тренда), k – количество известных значений временного ряда. Среднеквадратичное уклонение показывает среднюю величину отклонения исследуемого тренда от известных данных временного ряда.

Величину ε используют для определения пригодности тренда. Если число параметров формулы значительно меньше, чем точек в таблице, а значение ε примерно равно точности данных, то тренд можно применять для прогнозирования. Если же величина среднеквадратичного уклонения ε намного больше, чем точность табличных значений, то следует искать другой, более удачный тренд.

3.4.5. Построение некоторых сложных трендов

В разделе 3.4.4 получены системы для определения параметров линейного и квадратичного трендов. В тех случаях, когда зависимость носит более сложный характер, обычно стараются с помощью подходящей замены переменных свести эти зависимости к линейной или квадратичной. Затем определяют параметры новых функций и возвращаются к исходным переменным.

Далее рассматриваются примеры построения некоторых нелинейных трендов путем их сведения к линейной зависимости.

Гиперболические тренды:

$$1. y = a_0 + \frac{a_1}{t}. \quad (3.20)$$

Если сделать замену переменной $x = \frac{1}{t}$, то получится линейная функция $y = a_0 + a_1 x$. Составляется таблица значений для переменных x и y , в которой значения x_i вычисляются по формуле $x_i = \frac{1}{i}$, а значения y_i остаются прежними. Неизвестные параметры a_0, a_1 определяют, применяя к полученной линейной зависимости метод наименьших квадратов. При этом решается следующая система

$$\begin{cases} a_0 k + a_1 \sum_{i=1}^k x_i = \sum_{i=1}^k y_i, \\ a_0 \sum_{i=1}^k x_i + a_1 \sum_{i=1}^k x_i^2 = \sum_{i=1}^k x_i y_i. \end{cases} \quad (3.21)$$

$$2. y = \frac{c}{at + b}. \quad (3.22)$$

Если перевернуть данную дробь, то получится равенство $\frac{1}{y} = \frac{at + b}{c} = \frac{a}{c}t + \frac{b}{c}$. После замены переменных $z = \frac{1}{y}$, $a_1 = \frac{a}{c}$, $a_0 = \frac{b}{c}$ получается линейная функция $z = a_0 + a_1 t$. Затем составляется таблица значений для переменных t и z , в которой $t_i = i$, а значения z_i вычисляются по формуле $z_i = \frac{1}{y_i}$. Коэффициенты линейной зависимости $z = a_0 + a_1 t$ определяются по методу наименьших квадратов при решении системы

$$\begin{cases} a_0 k + a_1 \frac{k(k+1)}{2} = \sum_{i=1}^k z_i, \\ a_0 \frac{k(k+1)}{2} + a_1 \frac{k(k+1)(2k+1)}{6} = \sum_{i=1}^k i z_i. \end{cases} \quad (3.23)$$

Коэффициенты гиперболы определяются по формулам $a = a_1 c$, $b = a_0 c$, где число c может быть выбрано произвольно. Если,

например, a_0 и a_1 являются обыкновенными дробями, то в качестве s можно взять их наименьший общий знаменатель, тогда все коэффициенты гиперболы будут целыми числами.

Степенной тренд: $y = at^b$.

При логарифмировании тренда получается равенство $\ln y = \ln a + b \ln t$. Вводятся обозначения $w = \ln y$, $a_0 = \ln a$, $u = \ln t$. В результате получается линейная зависимость $w = a_0 + bu$. Составляется таблица значений переменных $u_i = \ln i$, $w_i = \ln y_i$, далее по методу наименьших квадратов при решении системы

$$\begin{cases} a_0 k + b \sum_{i=1}^k u_i = \sum_{i=1}^k w_i, \\ a_0 \sum_{i=1}^k u_i + b \sum_{i=1}^k u_i^2 = \sum_{i=1}^k u_i w_i \end{cases} \quad (3.24)$$

определяются коэффициенты a_0 , b . Значение a вычисляется по формуле $a = e^{a_0}$. Это значение, как и значение b , подставляется в исходную формулу тренда.

Экспоненциальный тренд: $y = ae^{bt}$.

При логарифмировании уравнения тренда получается равенство $\ln y = \ln a + bt$. Вводятся обозначения $w = \ln y$, $a_0 = \ln a$. В результате получается линейная зависимость $w = a_0 + bt$. Вычисляются значения $w_i = \ln y_i$ и составляется соответствующая таблица. По методу наименьших квадратов при решении системы

$$\begin{cases} a_0 k + b \frac{k(k+1)}{2} = \sum_{i=1}^k w_i, \\ a_0 \frac{k(k+1)}{2} + b \frac{k(k+1)(2k+1)}{6} = \sum_{i=1}^k i w_i. \end{cases} \quad (3.25)$$

определяются коэффициенты a_0 , b . Значение a вычисляется по формуле $a = e^{a_0}$.

Оценка точности нелинейного тренда. Список возможных замен переменных и функций, позволяющих сделать замену, можно продолжить. Однако, пользуясь данным приемом, следует соблюдать следующее правило: *при оценке точности выбранного тренда надо вычислять среднеквадратичное уклонение для исходной функции, а не для той, которая получена в результате замен переменных.*

3.4.6. Экспоненциальное сглаживание с учетом тренда и сезонности

Нередко, даже при наличии некоторой общей тенденции изменения временного ряда, присутствуют также существенные случайные и (или) сезонные колебания данных. В этом случае для получения качественного прогноза недостаточно ограничиться только нахождением тренда. Случайные колебания необходимо сгладить, а сезонную компоненту учесть. Нижеследующие методы позволяют это сделать.

Метод Хольта является методом экспоненциального сглаживания с учетом тренда. Расчетная формула состоит из трех уравнений:

– сглаживание данных:

$$L_k = \alpha y_k + (1 - \alpha)(L_{k-1} + T_{k-1}), \quad (3.26)$$

– сглаживание тренда:

$$T_k = \beta(L_k - L_{k-1}) + (1 - \beta)T_{k-1}, \quad (3.27)$$

– прогноз на p периодов вперед:

$$y_{k+p}^* = L_k + pT_k, \quad p = 1, 2, \dots \quad (3.28)$$

Здесь L_k – сглаженное значение прогнозируемого показателя; T_k – оценка прироста тренда; α, β – коэффициенты сглаживания метода Хольта, $0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1$. Точные значения весовых коэффициентов подбирают с учетом особенностей конкретной задачи. При этом часто используется метод наименьших квадратов. Если $\alpha = \beta$, то такой вариант метода Хольта называется *двойным экспоненциальным сглаживанием Брауна*.

Для того чтобы воспользоваться методом Хольта, как и в простом экспоненциальном сглаживании, необходимо определить начальные условия. В данном случае это L_{k-1}, T_{k-1} .

Для нахождения L_{k-1} обычно применяют метод скользящего среднего, для определения T_{k-1} необходимо построить тренд $y = f(t)$ (обычно строится линейный тренд) по значениям временного ряда y_1, y_2, \dots, y_{k-1} (см. раздел 3.4.3). Тогда

$$T_{k-1} = \Delta f, \quad (3.29)$$

где Δf – прирост тренда за один шаг, для линейного тренда это постоянная величина, которая не зависит от номера шага.

Если $k = 2, 3$, т. е. необходимо сделать прогноз, когда данных мало, то можно взять $L_{k-1} = y_{k-1}$, $T_{k-1} = 0$.

Метод Винтерса. Метод развивает и обобщает метод Хольта, позволяя дополнительно учесть сезонные колебания. Расчетная формула состоит из четырех уравнений:

– сглаживание данных:

$$L_k = \alpha \frac{y_k}{S_{k-s}} + (1 - \alpha)(L_{k-1} + T_{k-1}), \quad (3.30)$$

– сглаживание тренда:

$$T_k = \beta(L_k - L_{k-1}) + (1 - \beta)T_{k-1}, \quad (3.31)$$

– оценка сезонности:

$$S_k = \gamma \frac{y_k}{L_k} + (1 - \gamma)S_{k-s}, \quad (3.32)$$

прогноз на p периодов вперед:

$$y_{k+p}^* = (L_k + pT_k)S_{k-s+p}. \quad (3.33)$$

Здесь L_k – сглаженное значение прогнозируемого показателя; T_k – оценка прироста тренда; S_k – оценка сезонности; s – длина периода сезонных колебаний; α, β, γ – коэффициенты сглаживания модели Винтерса, $0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1, 0 \leq \gamma \leq 1$. Точные значения весовых коэффициентов подбирают с учетом особенностей конкретной задачи. При этом часто используется метод наименьших квадратов.

Для того чтобы воспользоваться методом Винтерса, необходимо определить начальные условия. В данном случае это $L_{k-1}, T_{k-1}, S_{k-s+p}$. Значения L_{k-1} и T_{k-1} определяются, как в методе Хольта.

Начальные значения коэффициентов сезонности $S_l, l = 1, \dots, s$, равны

$$S_l = \frac{y_l}{L_s}, \quad (3.34)$$

где L_s – сглаживание данных за первый сезон.

Таким образом, возможность применения метода Винтерса, как и любого другого метода, учитывающего сезонную компоненту,

обусловлена знанием длины периода сезонных колебаний и данных временного ряда как минимум за последний такой период.

3.4.7. Интервальные прогнозы

До сих пор рассматривались методы прогнозирования, которые дают *точечные оценки* прогнозируемого показателя, т. е. оценки, которые определяются одним числом. Однако такие прогнозы, даже при использовании сложных методов прогнозирования, могут иметь значительные погрешности, особенно в случае, когда период прогноза достаточно велик или предпрогнозный период (*период наблюдения*) относительно мал. В таких случаях целесообразно применять интервальные прогнозы.

Интервальным называют прогноз, который определяется двумя числами – границами интервала прогноза. Интервал прогноза также называют *доверительным интервалом* или *доверительным интервалом прогноза*, а его границы – *доверительными границами*.

Надежность интервального прогноза характеризует *доверительная вероятность* – это вероятность того, что интервальный прогноз является верным, т. е. что доверительный интервал будет содержать истинное значение прогнозируемого показателя.

Пусть по данным временного ряда y_1, y_2, \dots, y_k построен тренд $y = f(t)$. Предполагается, что ошибка прогнозной оценки тренда распределена по нормальному закону. В этом случае доверительные границы определяются следующим образом:

$$\begin{aligned}\alpha_p &= f(k+p) - \varepsilon S(1-\gamma, k-m)K(p); \\ \beta_p &= f(k+p) + \varepsilon S(1-\gamma, k-m)K(p).\end{aligned}\tag{3.35}$$

Здесь p – период прогноза, ε – среднее квадратичное уклонение тренда (см. раздел 3.4.4), k – продолжительность периода наблюдений (т. е. число известных значений временного ряда), m – количество параметров тренда (см. раздел 3.4.4), γ – доверительная вероятность, $S(1-\gamma, k-m)$ – табличное значение критерия Стьюдента (см. табл.). Наконец, коэффициент $K(p)$ определяется по формуле

$$K(p) = \sqrt{\frac{k+1}{k} + \frac{3(k+2p-1)^2}{k(k^2-1)}}.\tag{3.36}$$

В частности,

$$K(1) = \sqrt{\frac{k+1}{k} + \frac{3(k+1)^2}{k(k^2-1)}} = \sqrt{\frac{(k+1)(k+2)}{k(k-1)}},$$

$$K(2) = \sqrt{\frac{k+1}{k} + \frac{3(k+3)^2}{k(k^2-1)}} = \sqrt{\frac{(k+2)(k^2+2k+13)}{k(k-1)(k+1)}}.$$

Таблица 3.3

Таблица значений критерия Стьюдента $S(\alpha, n)$

$\alpha \backslash n$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,1	2,35	2,13	2,01	1,94	1,89	1,86	1,83	1,81	1,80	1,78	1,77	1,76	1,75
0,05	3,18	2,78	2,57	2,45	2,36	2,31	2,26	2,23	2,20	2,18	2,16	2,14	2,13

Домашнее задание 3.2

Пользуясь исходными данными приложения Б и теоретическим материалом, изложенным в п. 3.4, построить прогноз на 4, 5 и 6 год, используя методы:

- арифметической прогрессии;
- геометрической прогрессии;
- скользящего среднего по трем узлам;
- взвешенного скользящего среднего по трем узлам с коэффициентами 0,6; 0,3; 0,1;
- экспоненциального сглаживания с коэффициентом 0,25; 0,5; 0,75.

Вычислить среднее квадратическое отклонение для каждого из методов и выбрать наилучший из них. Сделать прогноз на седьмой год.

3.5. Нейросетевые модели бизнес-прогнозирования

Говоря об общепризнанных методах прогнозирования, нельзя не отметить появившиеся в конце 1980-х гг. нейросетевые системы (нейронные сети). Сфера применения таких технологий очень многогранна – оценка рисков, контроль технологических процессов, управление роботами и многое другое.

Одним из успешных приложений нейронных сетей стало прогнозирование временных рядов. Их основные преимущества:

- при использовании нейронных сетей легко исследовать зависимость прогнозируемой величины от независимых переменных;
- эксперт не является заложником выбора математической модели поведения временного ряда. Построение нейросетевой модели происходит адаптивно во время обучения, без участия эксперта. При этом нейронной сети предъявляются примеры из базы данных, и она сама подстраивается под эти данные.

Недостатком нейронных сетей является их недетерминированность, т. е. имеется «черный ящик», который каким-то образом работает, но логика принятия решения нейросетью скрыта от эксперта.

В настоящее время можно с уверенностью сказать, что применение нейронных сетей при прогнозировании дает ощутимое преимущество по сравнению с более простыми статистическими методами.

Однако в данном пособии эти модели не рассматриваются.

Примеры тестовых вопросов

- 3.1. Для оценки качества тренда используют...
 - среднеквадратичное уклонение;
 - среднее арифметическое;
 - среднее геометрическое;
 - среднеквадратичное изменение
- 3.2. Соотношение длины предпрогнозного периода и периода прогноза должно быть не менее чем:
 - 1:2;
 - 1:3;
 - 2:1;
 - 3:1
- 3.3. В анализе *ABC*, группе *A* соответствуют позиция:
 - 20 % качества : 80 % количества;
 - 80 % качества : 20 % количества;
 - 15 % качества : 30 % количества;
 - 50 % качества : 50 % количества
- 3.4. В анализе *XYZ*, группе *Y* соответствуют коэффициент вариации:
 - до 10 %;
 - от 10 % до 25 %;
 - от 25 % до 50 %;
 - свыше 50 %.

Quod habet non numerat –
что имеем не ценим.

Марк Манилий

4. СИСТЕМА СКЛАДИРОВАНИЯ И СКЛАДСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА

4.1. Понятие и задачи складской логистики

Склад является важнейшим элементом инфраструктуры товарных рынков и активно формирующихся в России логистических систем. Со склада начинаются и складом заканчиваются, как правило, все функциональные области логистических систем товаропроизводителей и предприятий оптовой торговли. Наряду с транспортными расходами, затраты на хранение, управление запасами и складскую грузопереработку составляют подавляющую часть общих логистических издержек.

Склад – это сложное техническое сооружение (здание, разнообразное оборудование и другие устройства), предназначенное для приемки, размещения, накопления, хранения, переработки и отпуска продукции потребителям.

Основные задачи логистики складирования:

- оптимальное использование площади склада;
- определение оптимального количества подъемно-транспортного оборудования;
- определение оптимальной загрузки подъемно-транспортного оборудования;
- разработка стратегии, тактики оптимального использования полезной площади склада;
- сокращение времени хранения продукции;
- увеличение коэффициента оборачиваемости склада.

Рассмотрим задачу оптимального использования площади склада.

4.2. Размещение товаров на складе

Рационализация материальных потоков на складе – это резерв повышения эффективности. Использование метода Парето позволяет минимизировать количество перемещений на складе посредством разделения всего ассортимента на группы, требующих большого количества перемещений, и группы, к которым обращаются достаточно редко.

Как правило, часто отпускаемые товары составляют небольшую часть ассортимента (20 %) и располагать их необходимо в удобных, приближенных к зонам отпуска местах вдоль так называемых «горячих линий» (рис. 4.1).

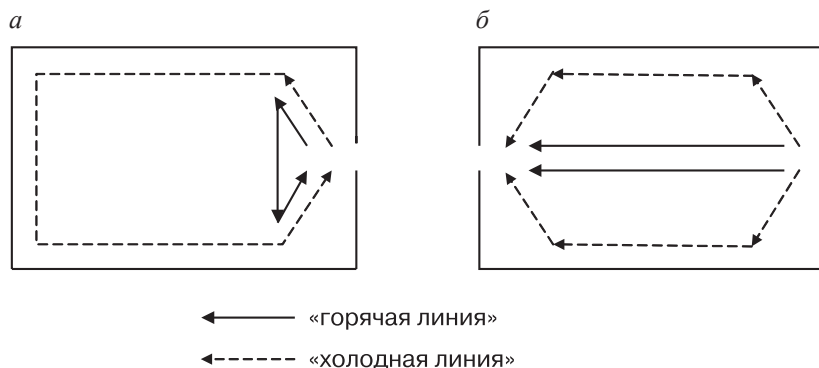


Рис. 4.1. Размещение «горячей линий» в разных типах складов:
a – склад тупикового типа, *б* – сквозного типа

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

Практическая задача и пример ее решения 4.1

Рассмотрим небольшой склад, ассортимент которого пятилитровые банки краски девяти цветов. В торце стеллажа – место кладовщика. Ежедневный спрос представлен на рис. 4.2. Необходимо разработать общую схему стеллажа при условии, что краска хранится в контейнерах шириной 5 м. Как изменится схема, если размер контейнера будет меняться с изменением ежедневного спроса?

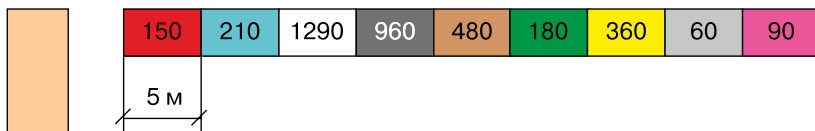


Рис. 4.2. Расположение красок и недельная потребность в них

Решение. Цель – минимизировать расстояние, которое надо преодолеть кладовщику, учитывая, что каждая банка краски требует отдельной операции. Краски следует разместить таким образом, чтобы часто спрашиваемые цвета, располагались ближе к участку выдачи, поэтому целесообразно разместить краски в следующем порядке:

белая, черная, коричневая, желтая, голубая, зеленая, красная, розовая и серая. Полагая, что краски находятся в середине контейнера, определим общее расстояние, которое будет проходить кладовщик за неделю

$$2 \cdot (2,5 \cdot 1290 + 7,5 \cdot 960 + 12,5 \cdot 480 + 17,5 \cdot 360 + 22,5 \cdot 210 + 27,5 \cdot 180 + 32,5 \cdot 150 + 37,5 \cdot 90 + 42,5 \cdot 60) = 86\,400 \text{ м} = 86,4 \text{ км.}$$

Вывод: недельная экономия составит 50,4 км.

Практическая задача и пример ее решения 4.2

Планировка склада соответствует форме табл. 4.1. Ассортимент склада – 100 позиций, размещенных в случайном порядке в разных секциях стеллажей (ячейки таблицы). Числа в ячейках таблицы указывают на количество заказов по данной позиции за период, длина ячейки стеллажа – 1400 мм.

Таблица 4.1

Случайное размещение товарных позиций на складе

Участок отгрузки	9	48	32	53	31	863	35	16	157	29
	18	731	21	13	29	26	48	37	30	45
	44	446	47	43	3	426	450	58	26	5
	22	525	311	52	49	20	852	50	22	1
	41	768	14	971	32	41	31	947	51	56
	45	10	36	53	17	53	27	49	16	358
	17	31	434	9	45	33	6	352	34	27
	51	853	16	55	49	12	33	30	7	574
	672	36	36	15	41	53	38	26	30	344
	31	54	19	492	43	34	25	22	59	47

Необходимо разместить часто отпускаемый товар вдоль «горячей линии» и подсчитать экономию. Для товара находящегося в 1 ряду на 6-й позиции пробег механизма составит: $1,4 \cdot 6 \cdot 863 \cdot 2 = 14\,500$ м или 14,5 км.

Проведя частичную оптимизацию на данном складе, получим.

Таблица 4.2

Частичная оптимизация на складе

Участок отгрузки	863	492	32	53	31	33	35	16	54	29
	446	450	21	13	29	26	48	37	30	45
	971	947	47	43	3	45	17	58	26	5
	853	434	36	52	49	20	41	50	22	1
	311	426	14	9	32	41	31	18	51	56
	768	358	36	53	17	53	27	49	16	10
	731	352	31	9	45	44	6	31	34	27
	672	344	16	55	49	12	33	30	7	51
	574	853	36	15	41	53	38	26	30	22
	525	157	19	48	43	34	25	22	59	47

Тогда пробег механизма для груза, размещенного на нашей ячейке, составит: $1,4 \cdot 1 \cdot 863 \cdot 2 = 2\,400$ м или 2,4 км.

Экономия от перемещения груза на «горячую линию» только по одной позиции составила

$$14,5 - 2,4 = 12,1 \text{ км.}$$

Рассчитайте общее количество километров, сэкономленных при проведении мероприятий по оптимальному размещению товара на складе.

4.3. Расчет потребной вместимости склада

Все параметры складов зависят от их потребной вместимости, то есть от величины складских запасов, одновременно хранящихся на складе. В настоящее время величина складских запасов грузов I обычно определяется на основании нормативных сроков хранения грузов:

$$I = \frac{Q_{\text{год}}}{365} \times t_{\text{хр}}, \quad (4.1)$$

где $Q_{\text{год}}$ – годовой грузопоток по прибытию, т/год;

$t_{\text{хр}}$ – срок хранения грузов на складе, сут.

Нормы хранения грузов на складе устанавливают постоянную величину запасов грузов и не отражают реальных условий работы складов. В действительности складские запасы являются функцией времени и параметров грузопотоков прибытия и отправления грузов со склада

$$I = I\{t, Q_{\text{пр}}, Q_{\text{от}}\}. \quad (4.2)$$

Поскольку прибытие и отправление грузов со склада, как правило, являются процессами стохастическими, а сам склад представляет собой сложную вероятностную систему, то и складские запасы изменяются во времени случайным образом.

Если рассмотреть работу склада за определенный период времени (например, за месяц, квартал, год), то можно составить статистику количества запасов грузов, одновременно хранящихся на складе.

При этом должно выполняться условие:

$$\sum_{i=1}^5 P(W_n) = 1.$$

Состояния складской системы и их вероятности отражены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Состояния складской системы в зависимости от величины запасов, одновременно хранящихся на складе

№ состояния скл. системы	Описание состояния	Обозначение состояния	Величина запаса	Вероятность состояния
1	На складе одновременно хранится I_1	W_1	$I_1 = 1000$	$P(W_1) = 0,1$
2	На складе одновременно хранится I_2	W_2	$I_2 = 1200$	$P(W_2) = 0,15$
3	На складе одновременно хранится I_3	W_3	$I_3 = 1400$	$P(W_3) = 0,25$
4	На складе одновременно хранится I_4	W_4	$I_4 = 1600$	$P(W_4) = 0,35$
5	На складе одновременно хранится I_5	W_5	$I_5 = 2000$	$P(W_4) = 0,15$
Всего				1

Вычислив математическое ожидание $M(I)$, находим величину среднего складского запаса \bar{I} :

$$\bar{I} = M(I) = \sum_{i=1}^5 I_i \times P(I_i), \quad (4.3)$$

$$\begin{aligned} \bar{I} &= I_1 \cdot P_1 + I_2 \cdot P_2 + I_3 \cdot P_3 + I_4 \cdot P_4 + I_5 \cdot P_5 = \\ &= 1000 \cdot 0,1 + 1200 \cdot 0,15 + 1400 \cdot 0,25 + 1600 \cdot 0,35 + 2000 \cdot 0,15 = 1490. \end{aligned}$$

Неточность расчета складских запасов (на основе нормативных сроков хранения) может означать, что в какие-то сутки складская система не сможет принять грузопоток (например, с автотранспорта или железнодорожного транспорта), что может повлечь за собой серьезные потери, связанные с простоем транспортных средств и порчей грузовой партии, если ее вовремя не поместить в склад. На сегодняшний день потеря денежных средств, связанная с простоем вагона на погрузо-выгрузочном пути, составляет около 100 долларов за вагон в сутки. Сюда входят и амортизационные отчисления, связанные с содержанием пути, и недополученная прибыль от вагона, если бы он не простаивал, а перевозил грузы.

Таким образом, важно правильно выбрать метод расчета складских запасов, чтобы в дальнейшем были верно рассчитаны основные параметры, такие как длина, ширина, высота зоны хранения, а следовательно, и потребная емкость. На первом этапе проектирования склада очень важно выбрать наиболее рациональный способ определения складских запасов, чтобы впоследствии избежать финансовых потерь.

4.4. Принятие решения о выборе своего или чужого склада на основе решения задачи «*Make or buy*»

При определенной величине грузооборота, для предприятия становится безразлично иметь собственный склад или пользоваться услугами наемного склада. Определение действительной стоимости грузопереработки на складе позволяет принимать обоснованные решения по критической величине склада.

Оптовому сегодня часто приходится выбирать между организацией собственного склада и использованием для размещения

запаса склада общего пользования. В последнем случае владелец склада включает выполнение логистических операций в стоимость хранения.

Выбор между собственным и наемным складом можно определить из графика, представленного на рис. 4.3.

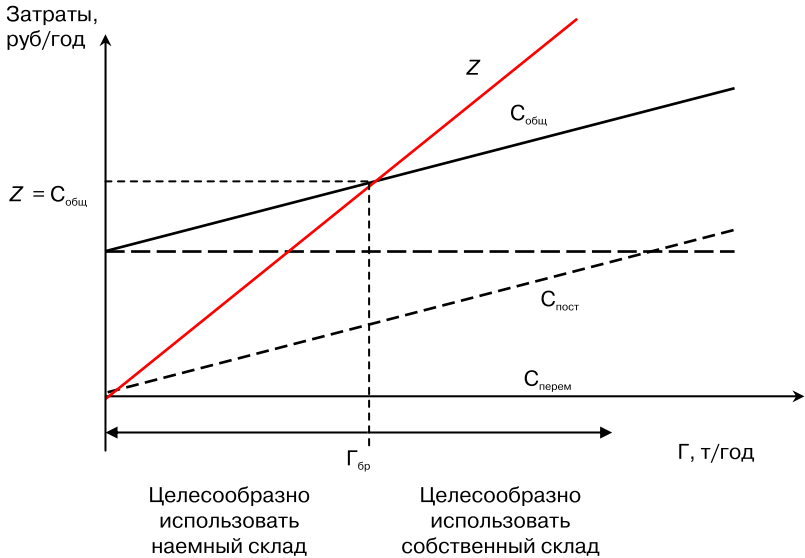


Рис. 4.3. Принятие решения о пользовании услугами собственного или наемного склада

Данная задача решается с достаточной степенью точности лишь в случае, если известен характер зависимости затрат на грузопереработку на собственном складе от объема соответствующих работ, т. е. если на складе налажен пооперационный учет издержек на логистику.

Домашнее задание 4.1

Определить грузооборот, при котором предприятие одинаково устраивает, иметь ли собственный склад или пользоваться услугами наемного склада ($\Gamma_{\text{бр}}$ — «грузооборот безразличия»).

Задание выполняется графически и аналитически. Функция $C_{\text{перем}}$ — переменные затраты, рассчитывается по формуле

$$C_{\text{перем}} = k \cdot \Gamma, \quad (4.4)$$

где Γ – годового грузооборот, т/год,

k – удельная стоимость грузопереработки на собственном складе (у.д.е./т).

При построении графика функция $C_{\text{пост}}$ – величина условно-постоянных затрат, не зависит от грузооборота, (у.д.е./год.).

График функции Z строится на основании тарифной ставки за хранение товаров на наемном складе.

Зависимость Z (зависимость затрат по хранению товаров на наемном складе от объема грузооборота) определяется по следующей формуле:

$$Z = \alpha \cdot S_{\text{н}} \cdot 365, \quad (4.5)$$

где α – суточная стоимость использования 1 м² грузовой площади наемного склада (тариф на услуги наемного склада);

365 – число дней хранения на наемном складе за год.

$S_{\text{н}}$ – потребная площадь наемного склада, м², определяется по формуле:

$$S_{\text{н}} = \frac{q \cdot \Gamma}{D \cdot p}, \quad (4.6)$$

где q – размер запаса в днях оборота, дней;

D – число рабочих дней в году;

p – нагрузка на 1 м² площади при хранении на наемном складе.

Пользуясь данными приложения В принять решение о пользовании услугами склада, если $D = 254$ дня, $k = 4$ у.д.е./т, $\Gamma_{\text{max}} = 5000$ т/год.

Примеры тестовых вопросов:

4.1. Технология «горячая линия» позволяет...

- минимизировать перемещения по складу;
- повысить эффективность работы склада;
- все ответы верны.

4.2. К задачам складской логистики не относятся:

- определение полезной площади склада;
- выбор поставщика;
- сокращение времени хранения;
- все ответы верны.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятия «склад».
2. Дайте определение «горячей линии» на складе.
3. Приведите современную классификацию складов.
4. Какое управленческое решение позволяет принять задача «*Make or buy*» в складской логистике?

Recta linea est brevissima.
Recta via est tutissima.
Прямая линия – самая короткая,
прямая дорога – самая безопасная.

5. ТРАНСПОРТНЫЕ АСПЕКТЫ В ЛОГИСТИКЕ

5.1. Понятие и виды мультимодальных перевозок

Главный принцип транспортной логистики – доставка груза «от дверей до дверей» («*from door to door*»). Сегодня на основе логистики формируется научно-практическое направление, ее инструментом становится мультимодализм, как средство концентрации грузопотоков на оптимальных географических коммуникациях. Мультимодальными (от англ. *multi* – много и *mode* – вид) в зарубежной терминологии называются перевозки грузов с использованием различных видов транспорта – в отличие от унимодальных (*uni* – один). В отечественной терминологии доставка груза несколькими видами транспорта называется перевозкой в смешанном сообщении. Наибольший эффект дает перевозка под ответственностью одного перевозчика, по единому транспортному документу и по единой сквозной ставке. В Гражданском кодексе РФ такие перевозки определяются термином «прямое смешанное сообщение». За рубежом их также называют мультимодальными, кроме того, используются термины комбинированные (буквально – смешанные) и интермодальные (межвидовые) перевозки. Термин «интермодальный» в значительной мере определяет технологию грузовой перевозки, здесь имеют дело не с грузом вообще, а с грузовой единицей (грузовым модулем, транспортной частью). Участие отдельного вида транспорта в перевозке может быть разовым, двойным, а схема перевозки включать в себя более трех этапов, например, автомобильно-железнодорожно-автомобильно-водно-автомобильная перевозка (рис. 5.1).

Мультимодальные перевозки – явление рыночной экономики; наиболее эффективны в условиях рынка, характеризующегося большим числом продавцов и покупателей, доступностью товаров и услуг, информационной открытостью, справедливой конкуренцией. В свою

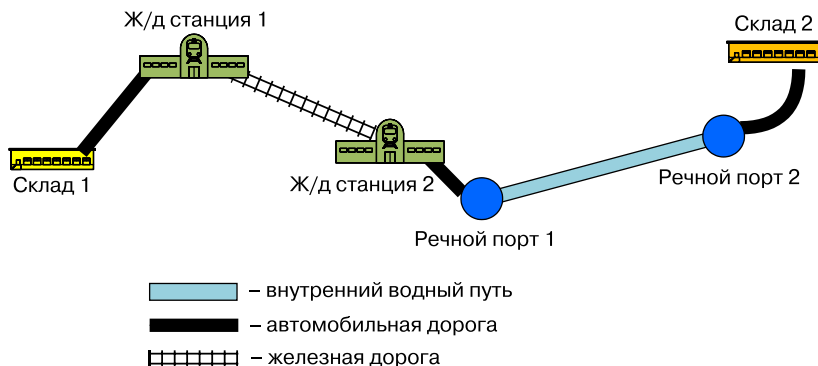


Рис. 5.1. Схема мультимодальной перевозки

очередь само развитие мультимодальных перевозок оказывает все большее влияние на экономику [15]. Основная концепция мультимодальных перевозок тесно связана с формированием современных теорий менеджмента, маркетинга, логистики. Интеграция сфер производства, транспортировки, снабжения и сбыта создали необходимые условия для получения дополнительных конкурентных преимуществ. Прежде всего, это использование возможностей каждого вида транспорта с точки зрения скорости, точности, экономичности доставки, поэтому логист должен знать достоинства и недостатки различных видов транспорта, уметь организовывать такую перевозку с максимальным эффектом.

5.2. Выбор вида транспорта

Существует пять основных видов транспорта: железнодорожный, водный (морской и речной), автомобильный, воздушный и трубопроводный. Сравнительная оценка эксплуатационных показателей для различных видов транспорта с точки зрения пользователя приведена в табл. 5.1 [16].

Каждый вид транспорта, участвующий в мультимодальной перевозке, характеризуется как сферой исключительной деятельности, так и сферой взаимозаменяемости. Необходимость выбора вида транспорта возникает, следовательно, при отношениях

Таблица 5.1

Эксплуатационные показатели видов транспорта

Показатель	Морской	Железнодорожный	Речной	Автомобильный	Воздушный	Трубопроводный
Пропускная способность	Неограниченная	Высокая	Высокая	Невысокая	Малая	Ограниченная
Себестоимость перевозок	Низкая	Низкая	Низкая	Средняя	Высокая	Высокая / низкая
Скорость перевозок	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Очень высокая	Высокая
Регулярность перевозок	Иногда ограниченная	Стабильная	Сезонная	Контролируемая	Лимитируется погодой	Неограниченная
Дальность перевозок	Межконтинентальная	Внутриконтинентальная	Внутри водного бассейна	Небольшая	Неограниченная	Внутриконтинентальная
Объем перевозок	Большой	Большой	Большой	Небольшой	Небольшой	Большой
Необходимость в специальной сети дорог	Не требуется	Требуется	Не требуется	Требуется	Не требуется	Требуется
Необходимость в специальных терминалах	Требуется портовое хозяйство	Требуется терминалы на станциях	Требуется терминалы на пристанях	Не требуется	Требуется аэропорты	Требуется насосные станции

взаимозаменяемости. Следует различать экономические и внеэкономические критерии выбора вида транспорта. К последним относятся политические, демографические, географические, социальные, экологические и некоторые другие критерии [17]. Что же касается экономического критерия оптимальности, то обычно им служит минимум провозных плат, который изменяется линейно, включает в себя постоянную F и изменяется пропорционально общему тарифу d по формуле

$$P_i = F_i + Q \cdot d, \quad (5.1)$$

где P_i – провозная плата i -м видом транспорта;

F_i – постоянные затраты i -го вида транспорта;

Q – покилометровый сбор;

d – тариф перевозки.

Наряду с величиной общих издержек товародвижения отмечаются и факторы, требующие учета при выборе вида транспорта:

– характер перевозимых товаров (наличие тяжеловесных и опасных для перевозки грузов и т. п.);

– стоимость перевозимых грузов и подверженность риску хищений;

– «фактор времени» (скорость доставки альтернативными видами транспорта);

– наличие грузовых линий и частота отправок грузов;

– предусмотренные контрактами и иные ограничения;

– возможности подгруппировки отдельных мелких партий грузов в крупнотоннажные отправки с целью снижения провозной платы.

На практике вопрос о выборе вида транспорта на микроэкономическом уровне может быть решен графически или аналитически.

При помощи графического построения может быть определен предпочтительный вид транспорта с учетом размера отправки (рис. 5.2). Точка CP (*change point*), показывающая объем транспортируемых товаров, при превышении которого второй вид транспорта перестает быть экономичным, получила название «точки прорыва» (*break-point*) или «точки смены» (*change point*) сценария транспортного обслуживания.

Наряду с графическим методом выбора вида транспорта зарубежными исследователями предложена формула, позволяющая принять подобное решение. В данном случае, как и при использовании

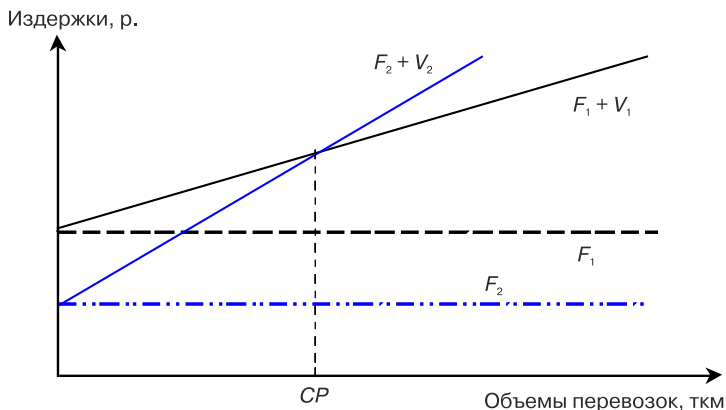


Рис. 5.2. Зависимость между объемами и издержками перевозки при выборе вида транспорта

графических построений, необходимой предпосылкой является выделение из общей величины затрат постоянных и переменных издержек. Такая формула имеет следующий вид:

$$CP = \frac{F_1 - F_2}{V_2 - V_1}, \quad (5.2)$$

где CP – «точка смены» транспортного сценария;

F_1, F_2 – общие постоянные затраты 1-го/2-го вида транспорта;

V_1, V_2 – переменные затраты 1-го/2-го вида транспорта.

Практическая задача и пример ее решения 5.1

Английский экспортер, располагающий собственными складами в Бельгии, имеет возможность осуществить поставку товаров с использованием альтернативных схем: морским путем из Англии в Гент, где находится склад, и далее автотранспортом до получателя либо воздушным транспортом из Англии до ближайшего к импортеру аэропорта с последующей доставкой также автотранспортом.

Затраты приведены в таблице.

Вид транспорта	Общие постоянные издержки, у.д.е	Переменные издержки, у.д.е на тонно-милю
Воздушный	5000	1,00
Автомобильный	20000	0,25
Морской	30000	0,05

Таким образом, число единиц товара (или количество тонн груза), при превышении которого автомобильный транспорт при прочих равных условиях является предпочтительным по отношению к воздушному транспорту, составит

$$((20\,000 - 5\,000)/(1,0 - 0,25)) = 20\,000 \text{ тонно-милей,}$$

а соответствующая величина, служащая точкой разграничения сфер применения морского и автомобильного видов транспорта, составит

$$((30\,000 - 20\,000)/(0,25 - 0,05)) = 50\,000 \text{ тонно-милей.}$$

Структура постоянных и переменных издержек каждого вида транспорта показана в табл. 5.2 [18].

Таблица 5.2

Структура издержек различных видов транспорта

Вид транспорта	Издержки	
	Постоянные	Переменные
Железнодорожный	Высокие расходы на подвижной состав, терминалы, путь и пр.	Низкий уровень
Автомобильный	Низкие издержки (шоссе уже построены и поддерживаются из дорожных фондов)	Средний уровень (горючее, тех. обслуживание и пр.)
Водный	На среднем уровне (суда и оборудование)	Низкий уровень (возможна разовая перевозка большого тоннажа)
Воздушный	Низкий уровень (самолеты, погрузочно-разгрузочное оборудование, контейнеры)	Высокий уровень (горючее, оплата труда, тех. обслуживание и пр.)
Трубопроводный	Самый высокий уровень (земля, строительство, насосные станции, система контроля и управления)	Самый низкий уровень (затраты на оплату труда крайне незначительны)

Схема расчета себестоимости перевозок на автотранспортном предприятии представлена в табл. 5.3. Графы 4, 5, 6 являются калькуляцией себестоимости автомобильных перевозок.

Таблица 5.3

**Расчет себестоимости перевозок
на автотранспортном предприятии**

Статья затрат	Полная себестоимость, тыс. р.	Калькуляция себестоимости		
		1 т-км	1 км	1ч
1	2	3	4	5
1. Заработная плата водителей	+	+	-	(условно) +
Переменные расходы				
2. Топливо	+	+	+	-
3. Смазочные и оптирочные материалы	+	+	+	-
4. Техобслуживание и ремонт подвижного состава	+	+	+	-
5. Восстановление и ремонт шин	+	+	+	-
6. Амортизация подвижного состава (в части, предназначенной на капитальный ремонт)	+	+	+	-
Постоянные расходы				
7. Накладные расходы	+	+	-	+
8. Амортизационные отчисления (в части, предназначенной на полное восстановление)	+	+	-	+
Итого				

Размер затрат по итоговой строке этих граф определяют делением суммы расходов по статьям на количество единиц транспортной

продукции. Так, себестоимость 1 т-км рассчитывают делением полной себестоимости на транспортную работу, т. е. на общее число выполненных тонно-км за рассматриваемый период.

Знание работниками организации влияния эксплуатационных показателей на себестоимость 1 т-км позволяет правильно использовать транспортные средства при доставке продукции потребителям и тем самым снизить себестоимость перевозок грузов.

С увеличением технической скорости и сокращением времени простоя под погрузкой и разгрузкой возрастают пробег и производительность транспортного средства при неизменной сумме постоянных расходов, что позволяет снизить себестоимость перевозок, приходящихся на 1 т-км.

При повышении коэффициентов использования грузоподъемности и пробега подвижного состава резко снижается себестоимость перевозок, так как при этом уменьшается сумма и переменных и постоянных расходов, приходящихся на 1 т-км.

Поскольку себестоимость перевозок зависит от объема выполненной работы и затраченных на нее средств, основным условием ее снижения являются рост производительности труда водителей и других работников транспортных предприятий, экономия материальных ресурсов (снижение затрат топлива, материалов, запасных частей и т.п.), а также сокращение административно-управленческих расходов путем рационализации управления транспортными предприятиями.

Огромную роль в снижении себестоимости перевозок играют эффективная организация перевозок и комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ.

Домашнее задание 5.2

Пользуясь данными таблиц 5.1–5.3 и исходными данными приложения Г, разработать схемы расчета транспортных затрат для разных сценариев транспортного обслуживания компании и представить в виде табл. 5.4. Построить графики для сценариев: «аутсорсинг», «аренда» и «лизинг» подвижного состава.

Таблица 5.4

**Схема транспортных затрат на 1 транспортную единицу
в компании «N»**

Статья затрат	Аутсорсинг	Аренда	Лизинг
1	2	3	4
Переменные расходы, тыс. р./год			
1. Заработная плата водителей			
2. Топливо			
3. Смазочные и обтирочные материалы			
4. Техническое обслуживание и ремонт подвижного состава			
5. Восстановление и ремонт шин			
6. Амортизация подвижного состава (в части, предназначенной на капитальный ремонт)			
Постоянные расходы, млн р./год			
1. Заработная плата водителей			
2. Накладные расходы			
3. Амортизационные отчисления (в части, предназначенной на полное восстановление)			

5.3. Контактные графики движения

5.3.1. Роль и значение контактных графиков

Функцию согласования работы взаимодействующих видов транспорта в перевалочных пунктах выполняют контактные графики движения. Выступая в роли инструмента транспортной логистики, они выполняют функцию координации в транспортных узлах, морских и речных портах, где происходит перевалка грузов с одного вида транспорта на другой. Контактные графики являются своего рода законом движения транспортных составов. Контактные графики позволяют обеспечивать оперативный контроль и учет количественных

и качественных показателей использования подвижного состава в пунктах перевалки [15]. От соблюдения графика зависит время подхода транспортных средств к месту контакта, время их простоя под погрузочно-выгрузочными операциями и время отправления. Задержка в выполнении любой из этих операций влечет к увеличению потребности в подвижном составе, сбоям в доставке грузов и росту объемов запасов. Таким образом, контактные графики служат основой для оперативного руководства движением составов и работой перевалочных пунктов. На базе контактных графиков разрабатываются суточные планы-графики работы перевалочного порта.

С точки зрения логистики контактные графики движения в смешанных перевозках обеспечивают согласованность во времени прибытия и нахождения соответственного количества подвижного состава в перевалочных узлах с учетом по возможности равномерного или во всяком случае ритмичного его прибытия и отправления. Соблюдение такого условия несомненно позволит не только наиболее эффективно использовать производственные средства перевалочных узлов, но и сокращать время нахождения товарной массы «на колесах» и общее время доставки грузов потребителям.

5.3.2. Построение контактных графиков

Методика и форма построения контактных графиков движения в мультимодальных перевозках имеет некоторые особенности. Они вытекают из условия одновременности прибытия в перевалочные пункты подвижного состава. Сущность этого требования легко понять из анализа контактного графика движения, представленного на рис. 5.3.

На контактном графике представлены движение и остановки составов в смешанном сообщении. Из графика видно, что для обеспечения перевалки в пункте Б по схеме «суда – вагоны» и в пункте В по схеме «вагоны – автомобили» необходимо одновременное нахождение в этих пунктах соответственного количества судов, вагонов и автомобилей. Но для того чтобы осуществить одновременность прибытия судов и вагонов в пункт Б, вагонов и автомобилей в пункт В, необходимо рассчитать сроки своевременного отправления подвижного состава в эти пункты.

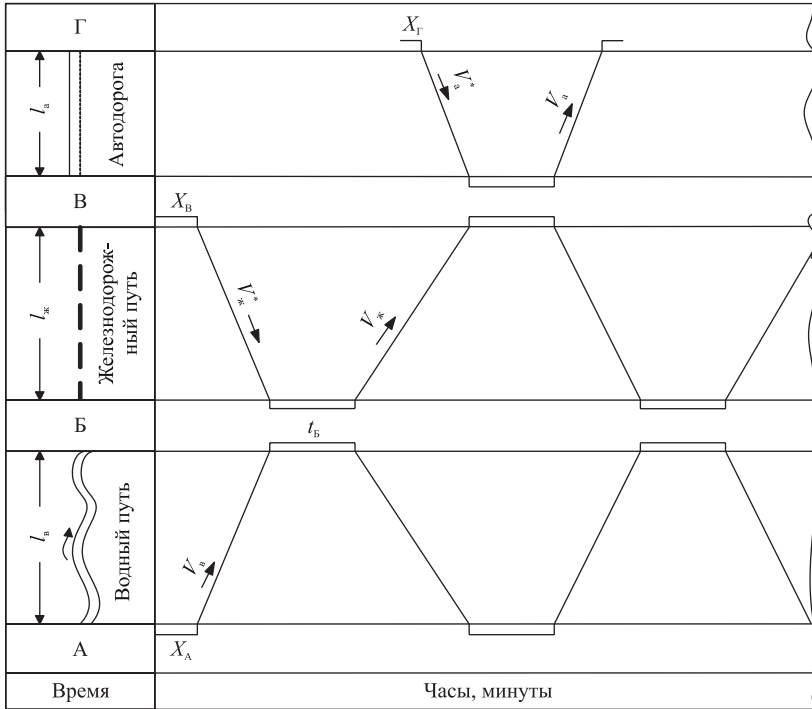


Рис. 5.3. Схема контактного графика движения в автомобильно-железнодорожно-водном сообщении

Допустим, что X_A – намеченный срок отправления судов из порта А в перевалочный порт-станцию Б:

l_c – расстояние пробега судов, l_p – поездов; l_a – автомобилей соответственно;

V_c, V_p, V_a – скорость хода судов, поездов и автомобилей соответственно в груженом направлении;

V_c^*, V_p^*, V_a^* – скорость хода судов, поездов и автомобилей соответственно в обратном направлении;

t_b – время перевалки груза из судов в вагоны в перевалочном порту-станции Б.

Тогда искомый срок отправления поезда X_B со станции В определится из решения уравнения, определяющего одновременный срок прибытия вагонов и судов в порт-станцию Б:

$$X_A + \frac{l_c}{V_c} = X_B + \frac{l_{\Pi}}{V_{\Pi}^*}$$

или

$$X_B = X_A + \frac{l_c}{V_c} - \frac{l_{\Pi}}{V_{\Pi}^*}. \quad (5.3)$$

Аналогично этому для расчета сроков отправления автомобилей из пункта Г на станцию В необходимо решить уравнение, определяющее одновременный срок прибытия на эту станцию поездов и автомобилей:

$$X_A + \frac{l_c}{V_c} + t_B + \frac{l_{\Pi}}{V_{\Pi}} = X_{\Gamma} + \frac{l_a}{V_a}$$

или

$$X_{\Gamma} = X_A + \frac{l_B}{V_B} + t_B + \frac{l_{\Pi}}{V_{\Pi}} - \frac{l_a}{V_a}. \quad (5.4)$$

Особенность построения контактных графиков движения для мультимодального сообщения заключается в необходимости тщательной увязки сроков одновременной обработки подвижного состава в перевалочных пунктах.

Практическая задача и пример ее решения 5.3

Определить время отправления поездов X_B и автомобилей X_{Γ} из пункта Г, если известно, что суда из порта А отправляются в перевалочный порт-станцию Б в 2 ч, т.е. $X_A = 2$. Расстояние пробега судов l_c составляет 240 км, поездов $l_{\Pi} = 400$ км и автомобилей $l_a = 20$ км. Скорости движения судов, поездов и автомобилей в груженом направлении соответственно равны: $V_c = 40$ км/ч, $V_{\Pi} = 80$ км/ч и $V_a = 90$ км/ч, а в порожнем направлении скорость судов V_c^* составляет 45 км/ч, поездов $V_{\Pi}^* = 100$ км/ч, автомобилей $V_a^* = 100$ км/ч. Продолжительность перевалки груза из судов в вагоны t_B в перевалочном порту-станции Б равна 2 ч. Подставляя соответствующие значения в формулы 5.3 и 5.4, определяем время отправления поездов из пункта В:

$$X_B = X_A + \frac{l_c}{V_c} - \frac{l_{\Pi}}{V_{\Pi}^*} = 2 + 240/40 - 400/100 = 4 \text{ ч.}$$

И время отправления автомобилей из пункта Г:

$$X_{\Gamma} = X_A + \frac{l_c}{V_c} + t_B + \frac{l_n}{V_n} - \frac{l_a}{V_a} = \\ = 2 + 240/40 + 2 + 400/80 - 20/100 = 14,8 \text{ ч.}$$

Для определения времени перевалки груза необходимо знать графики технологических процессов.

5.4. Графики технологических процессов обработки подвижного состава в перевалочных пунктах

Графики технологических процессов обработки подвижного состава в перевалочных пунктах играют весьма существенную роль. Они обеспечивают наиболее эффективное выполнение контактных графиков движения составов. Кроме того, графики технологических процессов должны обеспечить:

во-первых, наиболее выгодные производственные взаимосвязи и последовательность выполнения отдельных рабочих операций в обработке транспортных единиц (вагонов, автомобилей, судов), начиная с момента их прибытия в район перевалочных участков до момента отправления из них;

во-вторых, рациональное выполнение отдельных рабочих операций и всего технологического процесса по обработке подвижного состава с минимальной затратой норм времени и средств на их выполнение.

Для составления графиков технологических процессов обработки подвижного состава в перевалочных пунктах используют следующий алгоритм:

1) первоначально устанавливаются производственные схемы взаимной расстановки транспортных единиц на перевалочном участке;

2) затем определяются отдельные технологические рабочие операции по каждой намеченной производственной схеме по обработке подвижного состава, в соответствии с перечнем операций устанавливается последовательность их выполнения, утверждается список должностных лиц, ответственных за своевременность и успешность выполнения технологических операций;

3) определяются нормы времени на выполнение намеченных операций и на весь технологический процесс в целом;

4) оформляются графики технологических процессов обработки подвижного состава.

Определение норм времени на рабочие операции обработки транспортных единиц проводится на основе хронометражных наблюдений с обязательным обобщением опыта передовых методов работы, с учетом возможного совмещения рабочих операций по времени.

Графики технологических процессов обработки подвижного состава в перевалочных пунктах составляются для конкретных схем взаимного размещения транспортных единиц.

Пример построения графика технологических процессов обработки железнодорожных составов, прибывающих в расформирование на припортовую станцию (рис. 5.4) и составов судов, прибывающих в порт (рис. 5.5).

Из контактных графиков и графиков технологических процессов обработки подвижных составов в перевалочных пунктах нетрудно увидеть, что для обеспечения согласованности темпов обработки подвижного состава различных видов транспорта важное значение имеет не только необходимость одновременного прихода составов к перевалочному участку, но и обязательная согласованность норм погрузочно-разгрузочных работ для различных видов транспорта, участвующих в этом сообщении.

Допустим, что на перевалочном участке проводятся перегрузочные работы с одного вида подвижного состава на другой, например из судна в вагоны, при следующих условиях:

Q_1 – фактическая нагрузка одного судна, т;

Q_2 – фактическая нагрузка одного вагона, т;

$M_1; M_2$ – количество судов и вагонов;

T_1 – время, потребное для грузовых операций и соответствующих маневров с судном;

T_2 – время, потребное для грузовых операций и соответствующих маневров с вагоном;

Тогда условию согласованности норм грузовых работ на перевалочном участке должно соответствовать следующее уравнение:

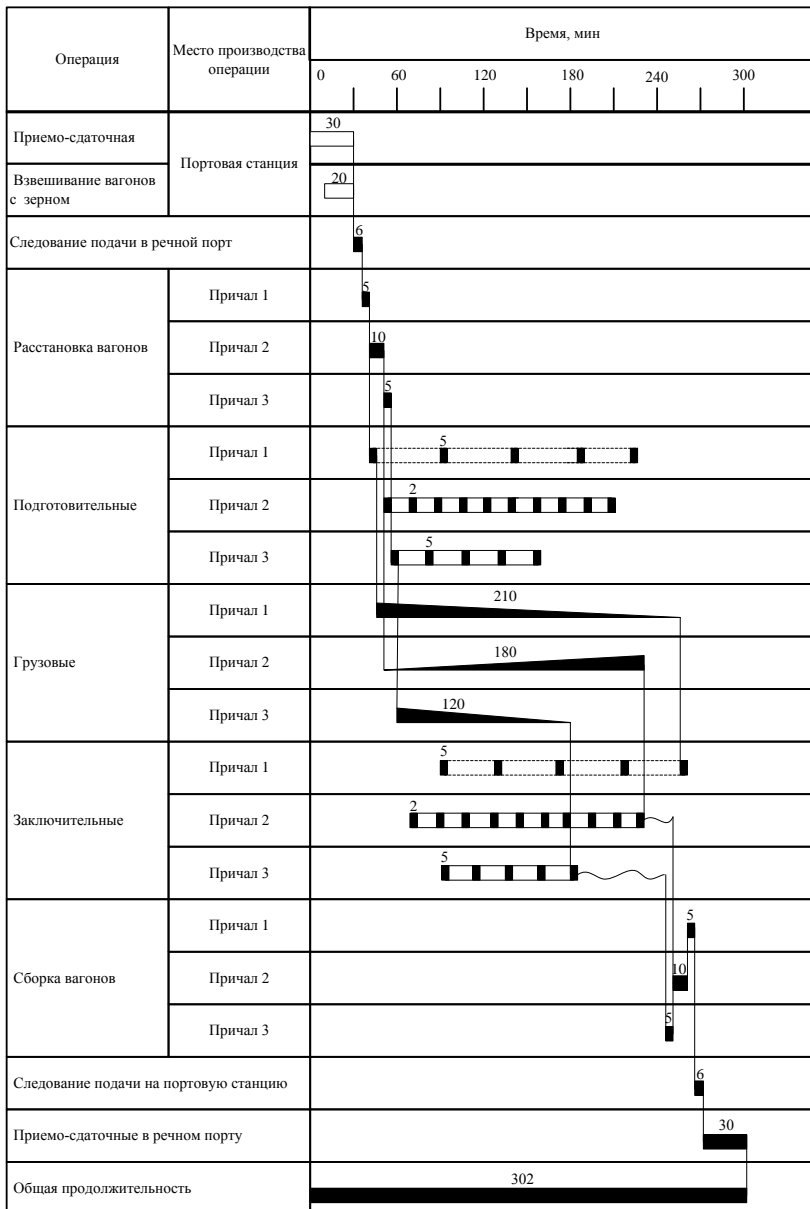


Рис. 5.4. Технологический график обработки подачи вагонов в речной порт

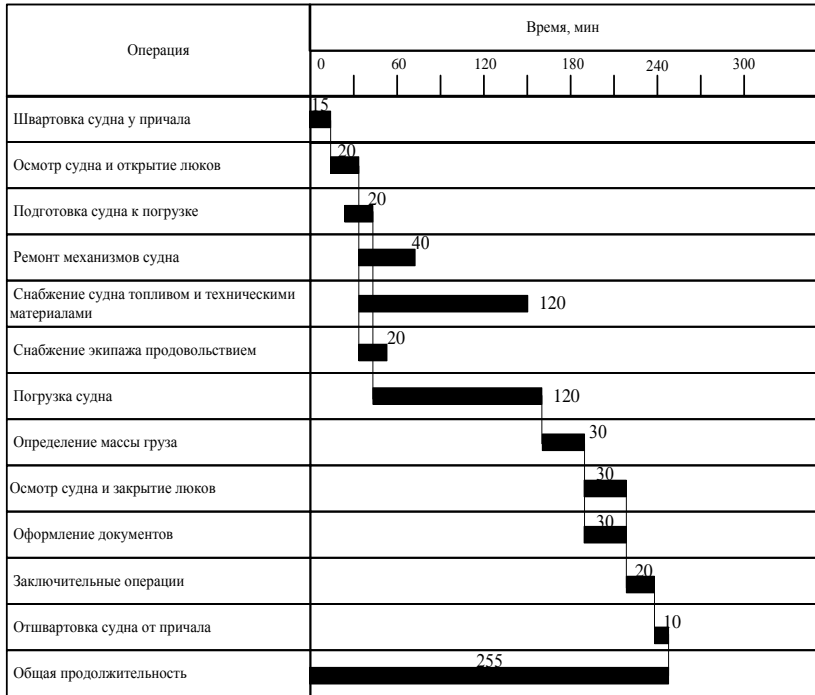


Рис. 5.5. Технологический график обработки судна

$$\frac{Q_1 M_1}{T_1} = \frac{Q_2 M_2}{T_2}$$

или

(5.5)

$$T_1 = \frac{Q_1 M_1}{Q_2 M_2 \times T_2},$$

где $M_1 / M_2 = m$ – количество вагонов, одновременно размещающихся на участке судов.

Таким образом, согласование одновременного прихода составов к перевалочному пункту и согласование норм погрузочно-разгрузочных работ для различных видов транспорта отвечают такому важному принципу логистики, как координация.

Примеры тестовых вопросов:

- 5.1. Первые мультимодальные перевозки возникли в связи...
 - с появлением автотранспорта;
 - железнодорожного транспорта;
 - морского транспорта;
 - воздушного транспорта.
- 5.2. Первые интермодальные перевозки возникли в связи...:
 - с появлением автотранспорта;
 - разделением автотранспорта на два модуля;
 - появлением контейнеров;
 - все ответы верны.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение смешанной перевозке.
2. Назовите общие и отличительные черты мульти- и интермодальных перевозок.
3. Что такое «контактный график»?
4. Какое управленческое решение позволяет принять задача «*Make or buy*» в транспортной логистике?

Malum est consilium.
Quod mutari non potest.
Плохо то решение,
которое нельзя изменить.

Публий Сир

6. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЛОГИСТИКИ

Одной из главных задач производственной логистики является определение величины оптимальных партий деталей и изделий, запускаемых в производство.

Существуют две принципиальные технологические производственные системы, которые, с одной стороны, оптимизируют и ускоряют производственный процесс, а с другой, значительно зависят от поставщиков и рынка сбыта:

1. «Тянущая» – ее принцип «точно во время» (*just in time*), которая впервые была применена автомобилестроительными компаниями Японии. Ярким представителем такой системы является система *KANBAN*. Внедрение системы может быть реализовано только на высокодисциплинированном поточном технологическом производстве.

2. «Толкающая» – основана на базовой концепции, разработанной в США и называемой «планирование материальных ресурсов – МРП» (*materials resource planning – MRP*). Электронная программа представляет собой план-график производства готовой продукции, увязанной со спросом и запасами материальных ресурсов.

6.1. Планирование потребности в материалах, деталях и узлах

Менеджер Боинг Аиркрафт, планируя производство одного самолета в неделю, знает всю потребность в компонентах вплоть до заклепки. Для эффективного использования *MRP* требуется знать:

- 1) производственный график (что должно быть сделано и когда);
- 2) спецификации или ведомость применяемых материалов (как сделать продукт);
- 3) наличие материалов на складе (что на складе и в каком количестве);
- 4) материалы в заявке (что заказано);
- 5) текущее время (как много его потребуется на получение компонента).

6.1.1. Производственный график

Он может быть выражен в терминах:

- последней единицы – в компаниях с непрерывным процессом;
- заказа покупателя – для компаний с единичным производством;
- количества модулей – для массового производства.

Практическая задача и пример ее решения 6.1

Требуется произвести компонент *A* в количестве 50 штук на 8-й неделе. Для этого необходимо составить план чистой потребности в материалах на основе *MRP*.

Производственный график для компонента *A* представлен в виде табл. 6.1.

Таблица 6.1

Общая наибольшая потребность изделия *A*

Неделя	7	8	9	10
Количество	0	50	40	35

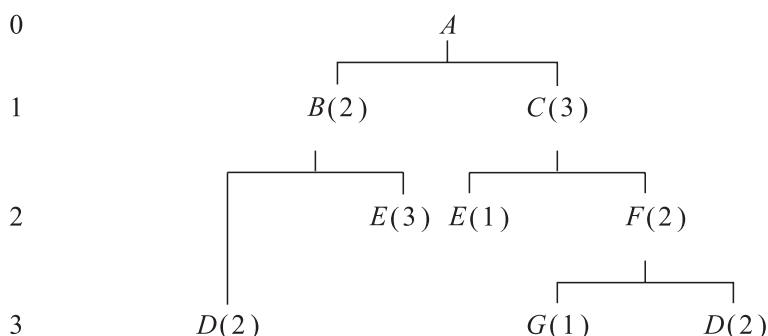
6.1.2. Спецификация или ведомость состава изделия

Ведомость состава изделия определяет структуру изделия, которая определяет требования для каждого отдельного компонента. Эта проблема была в свое время описана и представлена с помощью матричной алгебры. Продолжим решение примера.

Спрос на изделие A составляет 50 единиц. Каждая единица A требует 2 единицы B и 3 единицы C . Каждая единица B требует 2 единицы D и 3 единицы E . Далее, каждая единица C требует 1 единицу E и 2 единицы F . И каждая F требует 1 единицу G и 2 единицы D . Таким образом, потребность B, C, D, E, F, G полностью зависят от спроса на A . Имея эту информацию, сконструируем структуру изделия A .

Уровень

Структура единицы изделия A



Имея развернутую структуру, необходимо определить требуемое количество штук каждой единицы:

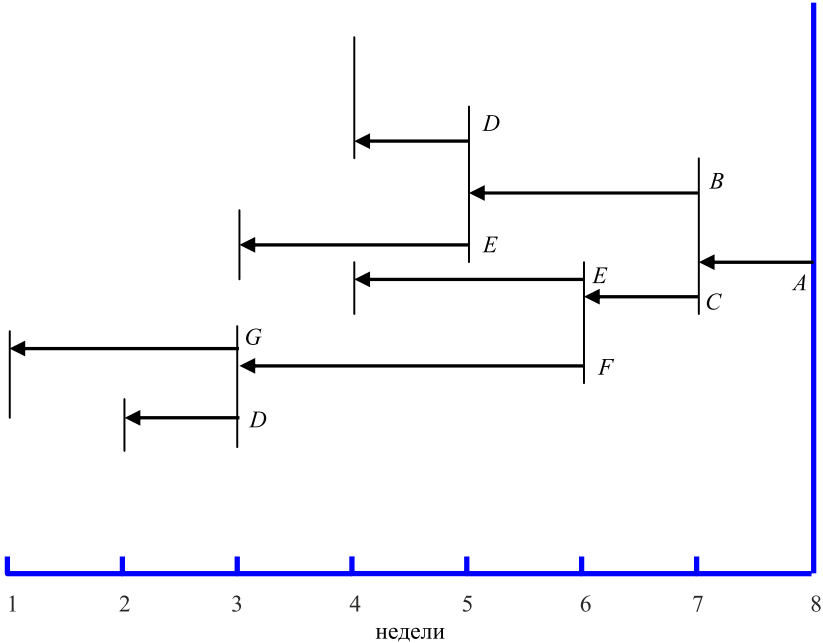
Часть	Требуемое количество
B	$2 \times A = 2 \times 50 = 100$
C	$3 \times A = 3 \times 50 = 150$
D	$2 \times B + 2 \times F = 2 \times 100 + 2 \times 300 = 800$
E	$3 \times B + 1 \times C = 3 \times 100 + 1 \times 150 = 450$
F	$2 \times C = 2 \times 150 = 300$
G	$1 \times F = 1 \times 300 = 300$

Зная время изготовления каждого компонента (табл. 6.2) и полную ведомость состава изделия A , составим временную структуру товара.

Таблица 6.2

Время изготовления для продукта *A*

Компонент	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>
Время изг., нед	1	2	1	1	2	3	2



Располагая следующими запасами (табл. 6.3), построим план чистой потребности.

Таблица 6.3

Хранение в заделе (запасе)

Компонент	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>
Количество	10	15	20	5	10	5	0

Необходимо составить план чистой потребности в материалах по образцу, как для компонента *A*, заполнив нижеприведенную таблицу.

Наименование	Недели							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Полная потребность <i>A</i> Задел Чистая потребность План начала	10	10	10	10	10	10	10	50 10 40
Полная потребность <i>B</i> Задел Чистая потребность План начала								
Полная потребность <i>C</i> Задел Чистая потребность План начала								
Полная потребность <i>D</i> Задел Чистая потребность План начала								
Полная потребность <i>E</i> Задел Чистая потребность План начала								
Полная потребность <i>F</i> Задел Чистая потребность План начала								
Полная потребность <i>G</i> Задел Чистая потребность План начала								

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение тянущим и толкающим производственным системам.
2. Назовите общие и отличительные черты тянущих и толкающих производственных систем.
3. Опишите алгоритм *MRP*.

Deliberandum est saepe,
staduendum semel.
Обдумывать нужно многократно,
Решать – один раз.

7. ВЫХОДНАЯ ПОДСИСТЕМА ЛОГИСТИКИ – РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ ЛОГИСТИКА

7.1. Определение полигона обслуживания

7.1.1. Определение базового рынка и рационального радиуса действия регионального склада

Распределительная логистика охватывает весь комплекс задач по управлению материальным потоком на участке «поставщик – потребитель», начиная от момента постановки задачи реализации и заканчивая моментом выхода поставленного продукта. Основной удельный вес занимают задачи управления материальными потоками, решаемые в процессе продвижения уже готовой продукции к потребителю.

Состав задач распределительной логистики на микро- и макроуровне различен. На уровне предприятия, т. е. на микроуровне, логистика ставит и решает следующие задачи:

- 1) планирование процесса реализации;
- 2) организация получения и обработки заказа;
- 3) выбор вида упаковки, принятие решения о комплектации, а также организация выполнения других операций, непосредственно предшествующих отгрузке;
- 4) организация отгрузки продукции;
- 5) организация доставки и контроль за транспортированием;
- 6) организация послереализационного обслуживания.

На макроуровне к задачам распределительной логистики относятся:

- 1) выбор схемы распределения материального потока;
- 2) определение оптимального количества распределительных центров (складов) на обслуживаемой территории;

3) определение оптимального места расположения распределительного центра(склада) на обслуживаемой территории;

4) ряд других задач, связанных с управлением процессом прохождения материального потока по территории района, области, страны, материка или всего земного шара.

Для определения базового рынка необходимо воспользоваться результатами прогнозирования и анализом рынка посредством метода *ABC–XYZ*. Анализируя рынок, необходимо учитывать, что он состоит из абсолютного потенциала (емкости) и текущего потенциала.

Абсолютный потенциал – это объемы продаж, которые мог бы воспринять рынок, т. е. предел, к которому стремится спрос на рынке. Текущий потенциал рынка соответствует ожидаемому спросу при суммарном маркетинговом давлении.

Для расчета текущего потенциала рынка можно воспользоваться логистической функцией (рис. 7.1) [19].

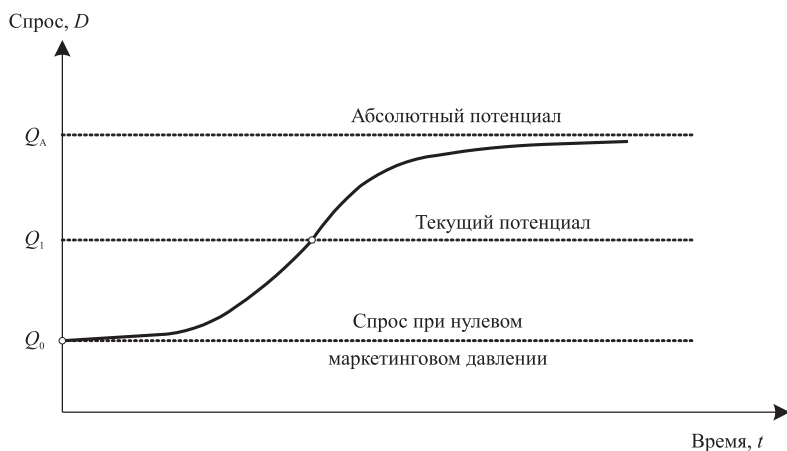


Рис. 7.1. Абсолютный и текущий потенциалы рынка

В основе логистической функции лежит закономерность, выраженная уравнением Ферхюльста:

$$y = \frac{A_e}{1 + 10^{a+bx}} + C, \quad (7.1)$$

где y – значение функции (текущий потенциал рынка);

x – время (рассматриваемый период);

A_e – расстояние между верхней и нижней асимптотами (емкость рынка);

C – нижняя асимптота, предел, с которого начинается рост логистической функции;

a и b – параметры, определяющие наклон и изгиб.

Уравнение логистической функции выражается в следующей логарифмической форме:

$$\lg\left(\frac{A}{y-C} - 1\right) = a + bx. \quad (7.2)$$

Обозначив левую часть этого уравнения через $\lg Z$, получим параболу первого порядка:

$$\lg Z = a + bx. \quad (7.3)$$

Для определения параметров a и b используется система нормальных уравнений, решаемая МНК:

$$\begin{aligned} \sum \lg Z &= na + b \sum x_1, \\ \sum x \lg Z &= a \sum x + b \sum x^2. \end{aligned} \quad (7.4)$$

7.2. Определение количества объектов в логистической цепи

Самостоятельным вопросом, решение которого предшествует выбору места расположения, является определение количества необходимых объектов (складов) на полигоне обслуживания. Число складов и их географическое размещение определяются местоположением потребителей и производителей, а также особенностями продукта. Главными критериями работы склада являются обеспечение должного качества обслуживания или минимизация логистических затрат [21].

Как правило, наличие складов в логистической системе оправдано в том случае, когда:

$$\sum \left[(P_{\bar{y}} + T_{\bar{y}}) / N_{\bar{x}} \right] + W_{\bar{x}} + L_{\bar{x}} = \sum P_{\bar{x}} + T_{\bar{x}}, \quad (7.5)$$

где $N_{\bar{x}}$ – число средних отправок в консолидированной отправке;

затраты на: $P_{\bar{y}}$ – грузопереработку консолидированной грузовой отправки;

$T_{\bar{y}}$ – транспортировку консолидированной грузовой отправки;

$W_{\bar{x}}$ – складское хранение средней грузовой отправки;

$L_{\bar{x}}$ – местную доставку средней грузовой отправки;

$P_{\bar{x}}$ – грузопереработку средней грузовой отправки;

$T_{\bar{x}}$ – транспортировку средней грузовой отправки.

Для определения необходимого количества распределительных центров применяют маржинальный анализ (анализ по предельным показателям). С помощью методов моделирования проверяют различные прогнозы спроса и способность каждого объекта распределения и всей цепи поставок предотвращать дефицит и обеспечивать определенный минимальный уровень обслуживания. При этом проверке необходимо выполнять для всей системы в целом.

Варьируя уровни обслуживания, можно обнаружить, что для каждого уровня есть своя оптимальная система распределения, существенно отличающаяся от других. В аналитической форме критерий оптимальности может быть описан следующей системой целевых функций:

$$\begin{cases} \sum_i^p \sum_j^f \sum_k^z 3_{ijk} \rightarrow \min \\ \sum_i^p \sum_j^f \sum_k^z y_{ijk} \rightarrow \max \\ \sum_i^p \sum_j^f \sum_k^z K_{ijk} \rightarrow 1 \end{cases} \quad (7.6)$$

при ограничениях:

$$\begin{cases} \sum_i^p \sum_j^f 3_{ij} \leq \sum_i^p R_i \\ \sum_i^p \sum_k^z y_{ik} \leq \sum_i^p P_i \\ \sum_i^p \sum_k^z K_{ik} \leq \sum_k^z N_k \end{cases} \quad (7.7)$$

где Z_{ijk} – логистические затраты по i -й операции j -й функции k -го заказа;

U_{ijk} – объем логистических услуг по i -й операции j -й функции k -го заказа;

K_{ijk} – качество обслуживания i -операции j -функции k -заказа;

$\sum R_i$ – суммарные ресурсы предприятия;

$\sum P_i$ – суммарные возможности предприятия по выполнению логистических операций;

$\sum N_k$ – требования клиентов к качеству обслуживания заказов;

p – количество логистических операций;

f – количество логистических функций;

z – количество обслуживаемых заказов потребителей.

Появление в логистической системе дополнительных складов в конечном итоге ведет к сокращению суммарного транзитного времени, а значит, и объема запасов. Конкретный результат зависит от особенностей ситуации. Базовая концепция оптимального количества складов на обслуживаемой территории отражена на рис. 7.2.

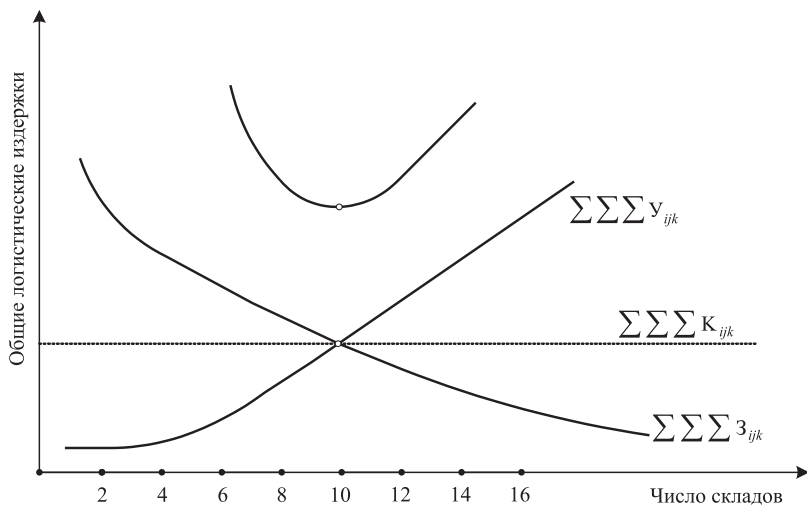


Рис. 7.2. Определение оптимального количества складов на обслуживаемой территории

7.3. Выбор места размещения распределительного склада

Одна из наиболее интересных задач теории логистики – определение места расположения склада. Предполагается, что известны:

- координаты поставщиков (x_p, y_p) и потребителей (x_j, y_j) ;
- объемы производимой (Q_i) и потребляемой клиентурой (P_i) продукции;
- характеристики транспортной сети региона;
- затраты (или тарифы) на транспортные услуги (T_i) .

Задача размещения распределительных центров решается с помощью разнообразных методов, выработанных наукой и практикой логистики. Краткую характеристику некоторых из них представим в виде табл. 7.1.

При выборе места расположения решаются и другие вопросы. Юристам следует тщательно проверить право собственности. Инженеры-строители должны изучить участок с точки зрения проведения на нем капитального строительства, архитекторы – обосновать тип здания будущего склада и т. д.

Задача определения места расположения распределительного центра на обслуживаемой территории может формулироваться как поиск оптимального решения или как поиск субоптимального (близкого к оптимальному) решения. Наукой и практикой выработаны различные методы решения задач обоих видов.

Задача выбора оптимального места расположения решается полным перебором и оценкой всех возможных вариантов размещения распределительных центров и выполняется на ЭВМ методами математического программирования. Однако на практике в условиях разветвленных транспортных сетей данный метод может оказаться неприменимым, так как число возможных вариантов по мере увеличения масштабов сети, а с ними и трудоемкость решения, растут по экспоненте.

Гораздо менее трудоемки субоптимальные методы определения места размещения распределительных центров. Эти методы эффективны для решения больших практических задач. Они не обеспечивают оптимального решения, однако дают хорошие, близкие к оптимальным, результаты при невысокой сложности вычислений.

Таблица 7.1

**Методы определения месторасположения складов
в распределительных логистических системах**

Название метода	Суть метода	Математическое описание
1. Полного перебора	Полный перебор и оценка всех возможных вариантов размещения распределительных центров	Математическое программирование
2. Эвристический	В основе метода лежит человеческий опыт и интуиция	Правило Парето-20/80 (отказ от большого количества очевидно неприемлемых вариантов)
3. Определения центра тяжести	Метод аналогичен определению центра тяжести физического тела	$x_{ц} = \frac{(\sum Q_i x_i + \sum P_j x_j)}{(\sum Q_i + \sum P_j)}$ $y_{ц} = \frac{(\sum Q_i y_i + \sum P_j y_j)}{(\sum Q_i + \sum P_j)}$
4. Пробной точки	Последовательная проверка каждого отрезка обслуживаемого участка, прямоугольной формы	$Q_{лев} \geq Q_{прав}$
5. «Манхэттенское расстояние»	Определение минимального значения транспортной работы	$P_c = \begin{cases} Q_i x_i - x_{ц} \rightarrow \min; \\ Q_i y_i - y_{ц} \rightarrow \min \end{cases}$

7.3.1. Метод «пробной точки»

Сначала на примере отдельного участка транспортной сети разберем суть метода. Пусть на участке дороги, длиной 100 км (участок *KP* на рис. 7.3), имеется четыре потребителя материального потока *A, B, C* и *D*. Месячный грузооборот каждого из них указан в скобках. Оптимальное место расположения распределительного склада легко определить методом, который можно назвать как «метод пробной точки».

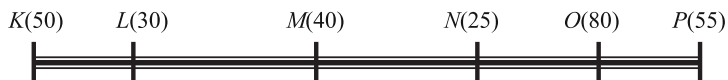


Рис. 7.3. Определение оптимального места расположения распределительного склада на участке обслуживания

Суть метода состоит в последовательной проверке каждого отрезка обслуживаемого участка.

Введем понятие пробной точки отрезка, а также понятия левого и правого грузооборотов пробной точки.

Пробной точкой отрезка назовем любую точку, находящуюся на этом отрезке и не принадлежащую его концам (т. е. пробная точка не совпадает с точками K, L, M, N, O, P).

Левый грузооборот пробной точки – грузооборот потребителей, расположенных на всем участке обслуживания слева от пробной точки.

Правый грузооборот пробной точки – грузооборот потребителей, расположенных справа.

Участок обслуживания проверяют с крайнего левого конца. Сначала анализируют первый отрезок участка (в нашем случае – отрезок KL). На данном отрезке ставится пробная точка и подсчитывается сумма грузооборотов потребителей, находящихся слева и справа от поставленной точки. Если грузооборот потребителей, находящихся справа, больше, то проверяется следующий отрезок. Если меньше, то принимается решение о размещении склада в начале анализируемого отрезка.

Проверка пробных точек продолжается до тех пор, пока не появится точка, для которой сумма грузооборотов потребителей с левой стороны не превысит сумму грузооборотов потребителей с правой стороны. Решение принимается о размещении склада в начале этого отрезка, т. е. слева от пробной точки. В нашем примере – это точка N .

Очевидны недостатки метода:

- не учитываются расстояния перевозки;
- метод хорош только, когда объекты расположены вдоль одной линии.

7.3.2. Метод определения центра тяжести

Основным (но не единственным) фактором, влияющим на выбор места расположения склада, является размер затрат на доставку товаров со склада. Минимизировать эти затраты можно, разместив склад в окрестностях центра тяжести грузопотоков.

Найдем координаты точек, в которых размещены объекты – потребители материального потока. Координаты центра тяжести грузовых потоков ($X_{\text{склад}}, Y_{\text{склад}}$), т. е. точки, в окрестностях которой может быть размещен распределительный склад, определяются по формулам:

$$X_{\text{склад}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Gamma_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n \Gamma_i}, \quad (7.8)$$

$$Y_{\text{склад}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Gamma_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n \Gamma_i}, \quad (7.9)$$

где Γ_i – грузооборот i -го потребителя;

X_i, Y_i – координаты i -го потребителя;

n – число потребителей.

Недостатки метода:

– точка территории, обеспечивающая минимум транспортной работы по доставке, в общем случае не совпадает с найденным центром тяжести, но, как правило, находится где-то недалеко;

– моделируемый район должен иметь развитую сеть дорог, иначе будет нарушен принцип подобия модели и моделируемого объекта.

На практике при выборе места расположения склада наибольшее внимание уделяется транспортным расходам. Для их учета в технико-экономических расчетах формулы 7.8 и 7.9 корректируются следующим образом:

$$X_{\text{склад}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Gamma_i \cdot X_i \cdot T_i}{\sum_{i=1}^n \Gamma_i \cdot T_i}, \quad (7.10)$$

$$Y_{\text{склад}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Gamma_i \cdot Y_i \cdot T_i}{\sum_{i=1}^n \Gamma_i \cdot T_i}, \quad (7.11)$$

где T_i – транспортный тариф на перевозку груза, у.д.е./ткм.

Домашнее задание 7.1

Фирма, занимаясь реализацией продукции на рынках сбыта K_A , K_B , K_C , имеет постоянных поставщиков $П_1$, $П_2$, $П_3$, $П_4$, $П_5$ в различных регионах. Увеличение объема продаж заставляет фирму поднять вопрос о строительстве нового распределительного склада. Пользуясь исходными данными приложения Д, определить место расположения распределительного склада на обслуживаемой территории методом центра тяжести, если транспортные тарифы поставщиков $T_{П_1} = 1$ у.д.е./т км; транспортные тарифы клиентов: $T_{K_A} = 0,8$; $T_{K_B} = 0,5$; $T_{K_C} = 0,6$;

Грузооборот $\Gamma_{П_1} = 150$ т.; $\Gamma_{П_2} = 75$ т.; $\Gamma_{П_3} = 125$ т.; $\Gamma_{П_4} = 100$ т.; $\Gamma_{П_5} = 120$ т.; $\Gamma_{K_A} = 200$ т.; $\Gamma_{K_B} = 350$ т.; $\Gamma_{K_C} = 125$ т.; координата Y поставщиков $Y_{П_1} = 247$; $Y_{П_2} = 314$; $Y_{П_3} = 19$; $Y_{П_4} = 571$; $Y_{П_5} = 146$.

Для построения координат склада воспользуйтесь электронными таблицами Excel – мастером диаграмм.

Кроме классических методов логистики по выбору места расположения склада необходимо также учесть:

- 1) товаропоток по основным направлениям (трассам);
- 2) пропускную способность и загруженность трасс;
- 3) наличие транспортных развязок;
- 4) наличие рабочей силы поблизости;
- 5) перспективные градостроительные планы;
- 6) наличие необходимых коммуникаций (электричество, газ, вода, канализация).

Примеры тестовых вопросов:

- 7.1. Суть метода пробной точки сводится к определению...
 - средневзвешенной оценки;
 - суммарного грузооборота;

- общего расстояния;
 - все ответы верны.
- 7.2. Суть метода гравитации сводится к определению...
- средневзвешенной оценки;
 - суммарного грузооборота;
 - общего расстояния;
 - все ответы верны.

Контрольные вопросы:

1. В чем различие между «маркетингом» и «сбытовой логистикой»?
2. Какие существуют методы определения местоположения логистического центра?
3. Что такое «емкость рынка»?
4. Как определить оптимальное количество складов в логистической системе?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Журавская М. А. Организационно-технологический механизм формирования транспортных межлогистических систем : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 : защищена : 30.05. 07 : утв. 14.12.07 / Журавская Марина Аркадьевна. – Екатеринбург, 2007. – 215 с.
2. Официальный портал ФГУП РАМИ «РИА Новости» / Объем отходов в РФ за 5 лет вырос в 1,5 раза – до 3,5 млрд тонн.– 05.10.2014. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ria.ru/danger/20100527/239219525.html>.
3. Полтавская М. Экология как индикатор зрелости общества // Кольский никель. – 05.10.2014 – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kn51.ru/news/society/ecology/2013/5/02/ekologiya-kak-indikator-zrelosti-obshchestva.html>.
4. Александрова К. Звенья одной цепи // Международный партнер РЖД № 3(39), 2014. – Р. 38–39.
5. Сосунова И. А. Социально-экологические проблемы России: пост-чернобыльская ситуация // Социальная политика и социология, 2008. – № 1(37). – 05.10.2014 – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cawater-info.net/ecoindicators/pdf/sosunova.pdf>.
6. Quelle: Wackernagel, M. / Rees, W.: Our Ecological Footprint – Reducing Human impact on the Earth, Gabriola Island. – 1996. – Р. 67.
7. URL: <http://jalajalg.positium.ee/?lang=RU>.
8. URL: <http://www.belyelebedi.lt/index.php/ru/statji/97-ekologsled>.
9. URL: <http://www.wwf.ru/resources/footprint/calculator>.
10. Старченко В. Логистика: бизнес-класс / В. Старченко. – Ростов н/Д: Феникс, 2014. – 190 с.
11. Козловский В. А. Логистический менеджмент : учеб. пособие / В. А. Козловский, Э. А. Козловская, Н. Т. Савруков. – 2-е изд., доп. – СПб. : Лань, 2002. – 272 с.
12. Уотерс Д. Логистика. Управление цепью поставок : пер. с англ. – М. : Юнити-Дана, 2003. – 503 с.
13. Казаков А. Л. Модели и методы управления цепями поставок : метод. указания / А. Л. Казаков, М. А. Журавская. – Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2009. – 56 с.
14. Модели и методы теории логистики : учеб. пособие. – 2-е изд. / под ред. В. С. Лукинского. – СПб. : Питер, 2008. – 448 с.

15. Федоров Л. С. Общий курс транспортной логистики : учеб. пособие / под общ. ред. Л. С. Федорова – 2-е изд. – М.: КНОРУС, 2013. – 312 с.
16. Канке А. А. Логистика : учебник / А. А. Канке, И. П. Кошечая. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 352 с.
17. Журавская М. А. Логистические методы управления материальными потоками : метод. указания / М. А. Журавская, С. С. Шавзис, Н. А. Тушин. – Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2011. – 56 с.
18. Щербакова Т. С. Логистика : учеб. пособие / Т. С. Щербакова. М. : РУДН, 2009. – 258 с.
19. Неруш Ю. М. Практикум по логистике : учеб. пособие / Ю. М. Неруш, А. Ю. Неруш. – М. : ТК Велби; Проспект, 2008. – 304 с.
20. Мате Э. Логистика : пер. с франц. / под ред. Н. В. Куприенко / Мате, Д. Тиксье. – СПб. : Нева; М. : Олма-пресс Инвест, 2003. – 128 с.
21. Смородинцева Е. Е. Организация работы мультимодального терминала : учеб.-метод. пособие / Е. Е. Смородинцева [и др.]. – Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2010. – 36 с.
22. Иванов Д. А. Логистика. Стратегическая кооперация / Д. А. Иванов. М. : Вершина, 2006. – 176 с.
23. Галанов В. А. Логистика : учебник / В. А. Галанов. М. : Форум; Инфра-М, 2007. – 272 с.
24. Гаджинский А. М. Практикум по логистике. – 6-е изд., перераб. и доп. / А. М. Гаджинский. М. : Дашков и К⁰, 2008. – 304 с.
25. Саркисов С. В. Управление логистикой : учеб. пособие / С. В. Саркисов. М. : Дело, 2004. – 368 с.
26. Логистика: тренинг и практикум : учеб. пособие / Б. А. Аникин [и др.]; под ред. Б. А. Аникина, Т. А. Родкиной. – М. : ТК Велби, Изд-во Проспект, 2007. – 448 с.
27. Внешнеторговые транспортные операции и логистика : учеб. пособие / Д. С. Николаев [и др.]. – М. : Анкил, 1998. – 318 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1

**Исходные данные для домашней работы 3.1
(ABC-XYZ-анализ)**

Клиенты	Объем в квартал, тыс. ед.				Годовой объ- ем, тыс. ед.	Средняя цена, у. д. е.
01	67,20	87,80	80,40	68,50	303,90	25
02	15,80	8,40	18,80	20,40	63,40	711
03	86,70	87,50	85,90	88,80	348,90	128
04	98,30	70,80	88,40	86,50	344,00	305
05	16,50	31,20	23,80	14,70	86,20	810
06	85,50	84,90	86,00	85,30	341,70	190
07	101,00	106,00	104,00	105,00	416,00	97
08	73,40	74,90	79,10	71,50	298,90	219
09	43,90	44,50	43,80	42,70	174,90	585
10	21,80	29,50	33,40	35,10	119,80	613
11	16,78	19,27	19,54	15,02	70,61	480
12	6,31	7,07	3,34	4,11	20,83	1209
13	20,55	22,46	21,73	19,44	84,18	687
14	22,11	23,74	22,71	23,99	92,55	864
15	5,94	6,58	5,76	4,59	22,87	718
16	150,00	125,00	25,00	250,00	550,00	9,87
17	22,34	20,56	21,87	21,10	85,87	654
18	24,61	26,21	25,32	23,30	99,44	528
19	18,62	19,40	17,91	14,43	70,16	344
20	95,50	85,50	19,03	69,07	270,00	54,5
21	11,54	12,13	10,87	11,11	45,65	681

Окончание табл. А.1

Клиенты	Объем в квартал, тыс. ед.				Годовой объ- ем, тыс. ед.	Средняя цена, у. д. е.
22	8,01	9,02	8,39	6,77	32,19	927
23	30,46	62,64	37,83	25,44	126,37	258
24	11,45	11,98	6,47	6,96	36,86	317
25	37,30	38,05	42,07	32,93	150,35	436
26	40,13	40,22	43,97	40,64	164,95	395
27	10,78	11,15	11,15	7,78	40,85	834
28	40,55	24,83	22,34	45,74	133,46	512
29	44,67	44,40	49,02	39,47	177,56	333
30	33,43	32,86	34,67	24,44	125,41	543
31	20,95	20,55	21,04	18,82	81,36	578
32	18,01	15,28	16,24	11,47	61,00	836
33	58,15	41,85	37,64	62,36	200,00	52
34	14,14	25,86	23,17	26,83	90,00	144
35	210,00	190,00	240,00	260,00	900,00	19

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1

Исходные данные для выполнения домашней работы 3.2 (прогнозирование)

Вариант	Объем в год, тыс.т					
	1	2	3	4	5	6
1	24,3	25,5	26,6	27,4	28,8	30
2	101	119	125	131	134	135
3	9,17	8,78	8,52	8,01	7,64	7,45
4	32,4	31,1	30,8	31,7	33,1	35,6
5	17,5	23,4	30,1	35,4	41,8	47,8
6	42	44,8	45,7	46,1	46,7	47,1
7	81,3	79,5	78,2	76,7	75,8	75
8	41,6	42,5	43,4	44,2	45	46,1
9	68,1	67,8	68,8	70,1	71,4	72,8
10	54,2	62,3	69,1	74,8	79,6	83,4
11	28,4	32,2	35,5	39	42,7	46,2
12	39,9	36,9	34,1	31,5	29	26,7
13	3,43	4,33	5,37	6,71	8,34	10,44
14	9,01	10,58	14,1	19,3	26,2	35,4
15	140	112,5	103,5	98,8	96,1	94,5
16	108	81,7	73	68,6	66	64,1
17	14,7	19,8	26,7	36,1	48,7	66,1
18	8,5	11,8	20,1	33,2	51,4	74,4
19	59	49,2	39,4	29,9	19,8	10,2
20	26,1	26,8	28,1	30,1	32,3	34,9
21	32,6	37,1	42	47,4	53,9	60,9
22	90,2	51,1	38	31,3	27,4	24,7
23	1	8,2	21,1	38,9	62,1	90,8
24	29,1	38,1	51,2	60,7	72,8	84,2
25	14,1	16,3	18,9	21,8	25,2	29,3
26	11,2	13,1	14,8	16,5	18,1	19,6
27	73,5	99	133,5	180,5	243,5	328,5
28	1,7	2,3	4,2	6,6	10,4	14,8
29	119,7	116,4	113,1	110	106,6	103,4
30	104,4	107,8	113,1	120,4	129,1	139,6

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1

Принятие решения о пользовании складом (задание 4.1)

Вариант	ρ , т/м	α , уд.е/кв. м в сут.	$C_{\text{носк}}$ у. д. е./год	q , дней
1	2,0	0,4	24800	61
2	2,3	0,1	27300	58
3	2,5	0,6	24300	56
4	2,9	0,4	21400	59
5	3,4	0,2	26900	62
6	2,3	0,5	27500	62
7	2,1	0,8	27100	63
8	2,6	0,3	28300	57
9	2,0	0,6	26700	61
10	2,2	0,8	23500	58
11	3,7	0,9	22300	60
12	3,0	0,7	24500	58
13	1,5	0,5	26100	53
14	1,4	0,7	27200	57
15	3,1	0,8	24300	59
16	1,3	0,4	28000	65
17	1,6	0,2	26000	60
18	2,7	0,5	25300	60
19	3,2	0,6	25100	61
20	3,5	0,5	22100	63
21	2,8	0,3	23400	58
22	2,4	0,4	28000	57
23	3,1	0,7	24560	45
24	4,4	0,45	28100	64
25	1,5	0,6	25750	62
26	0,8	0,5	21800	59
27	1,1	0,82	23600	55
28	2,8	0,4	27400	68
29	1,7	0,54	26400	64
30	2,4	0,91	28050	51

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Г.1

Исходные данные для домашнего задания 5.1

Вариант		Переменные расходы						Постоян. расходы		
		1	2	3	4	5	6	1	2	3
1	Аутсорсинг	0,25	0,15	0,15	0,2	0,05	0,17	0	0	0
	Аренда	0,25	0,15	0,05	0,05	0,015	0	0,02	0,01	0,005
	Лизинг	0,05	0,15	0,005	0,005	0,001	0,005	0,1	0,02	0,02
2	Аутсорсинг	0,19	0,18	0,24	0,2	0,04	0,17	0	0	0
	Аренда	0,2	0,18	0,07	0,05	0,012	0	0,02	0,012	0,007
	Лизинг	0,05	0,18	0,003	0,005	0,001	0,005	0,1	0,03	0,018
3	Аутсорсинг	0,23	0,175	0,15	0,2	0,1	0,17	0	0	0
	Аренда	0,23	0,175	0,05	0,05	0,02	0	0,02	0,008	0,012
	Лизинг	0,055	0,175	0,005	0,005	0,001	0,005	0,1	0,02	0,03
4	Аутсорсинг	0,29	0,135	0,15	0,22	0,05	0,17	0	0	0
	Аренда	0,29	0,135	0,05	0,035	0,015	0	0,029	0,01	0,006
	Лизинг	0,045	0,135	0,005	0,01	0,001	0,005	0,17	0,02	0,02
5	Аутсорсинг	0,235	0,16	0,15	0,2	0,05	0,217	0	0	0
	Аренда	0,235	0,16	0,05	0,05	0,015	0	0,019	0,017	0,011
	Лизинг	0,05	0,15	0,005	0,005	0,001	0,005	0,1	0,03	0,02
6	Аутсорсинг	0,223	0,18	0,15	0,22	0,05	0,17	0	0	0
	Аренда	0,223	0,18	0,05	0,015	0,013	0	0,02	0,01	0,005
	Лизинг	0,09	0,16	0,005	0,003	0,001	0,005	0,1	0,02	0,02
7	Аутсорсинг	0,18	0,21	0,15	0,2	0,05	0,2	0	0	0
	Аренда	0,18	0,21	0,06	0,05	0,015	0	0,03	0,017	0,006
	Лизинг	0,065	0,21	0,005	0,005	0,007	0,007	0,12	0,08	0,041
8	Аутсорсинг	0,275	0,135	0,15	0,2	0,05	0,17	0	0	0
	Аренда	0,275	0,135	0,03	0,05	0,011	0	0,012	0,016	0,011
	Лизинг	0,077	0,135	0,005	0,005	0,001	0,005	0,17	0,024	0,017

Окончание табл. Г.1

Вариант		Переменные расходы						Постоян. расходы		
		1	2	3	4	5	6	1	2	3
9	Аутсорсинг	0,243	0,119	0,15	0,2	0,05	0,17	0	0	0
	Аренда	0,243	0,119	0,05	0,05	0,017	0	0,023	0,014	0,006
	Лизинг	0,009	0,119	0,005	0,028	0,001	0,01	0,1	0,02	0,02
0	Аутсорсинг	0,268	0,194	0,15	0,2	0,05	0,17	0	0	0
	Аренда	0,268	0,194	0,05	0,05	0,015	0	0,02	0,013	0,007
	Лизинг	0,05	0,194	0,004	0,003	0,001	0,005	0,17	0,02	0,024

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица Д.1

Исходные данные для решения задачи 7.1

Вариант	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	Π_5	K_A		K_B		K_C	
	X	X	X	X	X	X	Y	X	Y	X	Y
1	78	630	58	11	10	0	570	300	500	550	600
2	455	258	604	75	517	330	200	100	430	230	50
3	126	710	591	456	472	40	50	80	110	100	130
4	318	361	14	528	300	420	150	520	230	320	320
5	104	523	38	196	30	110	70	220	440	130	440
6	509	86	168	178	421	330	90	50	340	30	120
7	468	195	504	555	14	280	120	420	190	530	240
8	77	624	361	406	189	210	510	10	310	100	20
9	645	352	20	58	300	310	310	210	450	80	80
10	320	189	300	604	402	60	60	540	70	410	350

Учебное издание

Журавская Марина Аркадьевна
Гашкова Людмила Вячеславовна
Парсюрова Полина Александровна

ЛОГИСТИКА: ОПЫТ, ПРАКТИКА, РЕШЕНИЯ

Учебно-методическое пособие по дисциплине
«Основы логистики» и «Логистика» для студентов
всех специальностей и направлений подготовки

Редактор С. В. Пилюгина
Верстка С. Н. Наймушиной

Подписано в печать 05.04.16. Формат 60×84/16
Усл. печ. л. 5,8. Электронная версия. Заказ 105

УрГУПС
620034, Екатеринбург, Колмогорова, 66