

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФГБОУ ВПО
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра САПР

А.Е. ПЕТРОВ

ЛОГИСТИКА В САПР

ЧАСТЬ 1. ЛОГИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА

Учебно-методическое пособие

Москва 2012

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра САПР

Утверждено Советом
МГГУ по методической работе и
качеству образования

А.Е. ПЕТРОВ

ЛОГИСТИКА В САПР

ЧАСТЬ 1. ЛОГИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА

Учебно-методическое пособие по дисциплине

«Логистика производства»

для инженеров техники и технологий по специальности

230104 – «Системы автоматизированного проектирования»

для бакалавров и магистров техники и технологий по специальности

552800 – «Информатика и вычислительная техника»

Москва 2012

Петров А.Е.

Логистика в САПР. Часть 1. Логистика производства: учебно-методическое пособие – М.: МГГУ, 2011. – 92 с.

Изложены методологические, математические, информационные основы автоматизированного проектирования в системах логистики производства. Дан анализ основных понятий, история, этапы развития и современного состояния логистики. Рассмотрены функциональные циклы в логистике снабжения, материально-технического обеспечения производства и физического распределения.

Представлены понятия и методы управления материальным потоком в процессе производства, концепция доставки продукции «точно в срок»; методика бережливого производства, принцип Парето и его приложения, ABC-анализ, XYZ-анализ. Рассмотрены математические основы управления материальными потоками производства, разработки оптимального плана транспортировки продукции.

Предназначено для подготовки бакалавров и магистров техники и технологий по специальности «Информатика и вычислительная техника»; инженеров техники и технологий по специальности «Системы автоматизированного проектирования», исследователей систем планирования производства, специалистов по управлению; аспирантов.

Рецензенты:

А.Е. Арменский, д.т.н., профессор, заместитель начальника отдела Федерального агентства по науке и инновациям;

Б.Е. Большаков, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой устойчивого инновационного развития Международного университета природы, общества и человека «Дубна»

© Петров А.Е., 2012
© МГГУ, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 4 |
| 1. Предмет и метод логистики..... | 5 |
| 1.1. Зачем нужна логистика | 5 |
| 1.2. Как появилась логистика..... | 9 |
| 1.3. Логистика сегодня..... | 11 |
| 1.4. Функциональный цикл логистики..... | 18 |
| 2. Логистика производства..... | 30 |
| 2.1. Основные понятия управления материальным потоком | 30 |
| 2.2. Концепция «точно в срок» | 33 |
| 2.3. Бережливое производство (lean production) | 38 |
| 2.4. Принцип Парето и его приложения..... | 43 |
| 2.5. ABC-анализ | 49 |
| 2.6. XYZ-анализ | 51 |
| 3. Основы систем автоматизации управления материальными потоками | 56 |
| 3.1. Модель пяти сил Портера..... | 59 |
| 3.2. Логистика транспортировки продукции..... | 61 |
| 3.3. Оптимальный план транспортировки продукции | 63 |
| 3.4. Транспортная задача в логистике производства..... | 72 |
| 3.5. Разработка логистической стратегии..... | 83 |
| Приложения | 89 |

ВВЕДЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие подготовлено на кафедре «Системы автоматизированного проектирования» (САПР) Московского государственного горного университета (МГГУ). Изложены методологические, математические, информационные основы методов логистики, управления логистическими цепями, логистических систем управления производством.

Логистика – сложная деятельность, состоящая из многих отдельных операций. Для создания системы логистики необходимо организовать систему сбора, обработки и передачи информации; организовать транспортировку материальных потоков, проводить операции, связанные с размещением запасов, их хранением на складах, грузопереработкой и упаковкой.

Практическая работа логистики носит функциональный характер, где циклы снабжения, материально-технического обеспечения производства и физического распределения определяют планирование, движение, управление материальными, информационными потоками. Необходимо организовать взаимодействие функциональных областей для достижения общей интеграции и повышения эффективности производства.

Представлены понятия и методы управления материальным потоком в процессе производства, концепция доставки продукции «точно в срок»; методика бережливого производства, математические основы управления материальными потоками производства, разработка оптимального плана транспортировки продукции на примере решения задачи оптимизации, методов решения транспортной задачи. Даны примеры современных систем управления логистическими процессами на предприятии и деятельности логистической цепи в целом.

Разные виды деятельности представлены в разных разделах логистики. Для систем автоматизированного проектирования важность предмета отражена в том, что промышленная логистика включена в Государственный образовательный стандарт по специальности САПР. Она характеризуется как наука, которая охватывает все основные потоки в процессе производства: материальные, энергетические, информационные, финансовые, которые должны отражаться в моделях систем автоматизированного проектирования.

Согласно требованиям стандарта по дисциплине «Промышленная логистика» студенты должны получить знания и навыки, включая: менеджмент, управление в проектной деятельности: технико-экономическое обоснование проектных решений; структуры управления в проектных организациях; информационные потоки в управленческих структурах; функции корпоративных автоматизированных систем логистики и делопроизводства; анализ состояния рынка и формирование цены средств САПР; методы прогнозирования развития средств автоматизированного проектирования и организации инженерного труда.

В приложении приведен список экзаменационных вопросов по дисциплине и рекомендуемая литература.

1. ПРЕДМЕТ И МЕТОД ЛОГИСТИКИ

Логистика представляет собой область управления материальными и информационными потоками, т.е. вид деятельности, которой непрерывно, круглосуточно и круглогодично занимаются повсюду в мире. Современная логистика охватывает практически все сферы деловых операций, обладая уникальной сложностью внутренних взаимосвязей и планетарным масштабом.

1.1. Зачем нужна логистика

Рассмотрим определения логистики, которые показывают ее цели, содержание и назначение с различных сторон, хотя и не охватывают всего многообразия функций данного предмета.

Определения

Логистика (Logistics) – теория и практика управления материальными потоками (МП) и информационными потоками (ИП) в процессе производства и транспортировки продукции (товаров и услуг).

Логистика вносит существенный вклад в процесс создания потребительной стоимости. Смысл применения логистики состоит в том, что интеграция потоков всей системы обеспечивает лучшие результаты деятельности, чем разрозненное управление отдельными функциями и подразделениями.

Логистика производства – регулирование производственного процесса в пространстве и во времени, а именно планирование движения материальных потоков и управление ими, организация транспортировки внутри производства; создание и поддержание на складах запасов сырья, материалов и незавершенного производства; планирование процессов производства на стадиях поставки ресурсов, обработки и сборки готовой продукции (ГП).

Логистическая система (ЛС) – сквозная система управления материальным потоком по всем элементам логистической цепи.

Логистическая система рассматривается с трех точек зрения:

1) общей теории систем и кибернетики – это адаптивная система с обратной связью, которая выполняет логистические функции и операции, состоит, как правило, из подсистем и имеет развитые связи с внешней средой;

2) экономики – это система, элементами которой являются материальные, финансовые и информационные потоки, над которыми выполняются логистические операции, соединяющие эти элементы на основе общих целей и критериев эффективности;

3) бизнеса – это сложная экономическая система, состоящая из элементов и звеньев, взаимосвязанных в едином процессе управления материальными и другими сопутствующими потоками, границы и задачи которых объединены конкретными целями организации бизнеса.

Логистика весьма глубоко проникла в различные сферы хозяйственной деятельности, поэтому сложились и другие трактовки этого понятия, например:

Логистика – наука об оптимизации материальных потоков, потоков услуг и связанных с ними информационных, финансовых и других потоков и управлении ими в определенной микро-, мезо- или макроэкономической системе для достижения поставленных перед ней целей.

Логистика – наука о планировании материальных и нематериальных операций, об управлении этими операциями и контроле над ними, которые совершаются в процессах: доведения сырья и материалов до производственного предприятия; переработки сырья, материалов и полуфабрикатов внутри производства; доведения готовой продукции до потребителя, передачи, хранения и обработки соответствующей информации.

Логистика – интегральный инструмент, способствующий достижению стратегических, тактических или оперативных целей организации бизнеса за счет эффективного управления (снижения общих затрат и удовлетворения требований конечных потребителей к качеству продуктов и услуг) материальными, сервисными, а также сопутствующими им потоками (финансовыми, информационными и т.п.).

Логистика – совокупность различных видов деятельности с целью получения с наименьшими затратами необходимого количества продукции, в котором существует потребность в установленное время и в установленном месте.

Объектом изучения логистики являются сквозные МП, потоки услуг и сопутствующие им финансовые и информационные потоки, а также разработка методов автоматизированного проектирования систем управления МП и их применения в практической хозяйственной деятельности.

Предметом изучения логистики является управление и оптимизация МП, потоков услуг и сопутствующих им финансовых и информационных потоков.

Далее будем расширять понятие логистики по мере необходимости.

Задачи и функции логистики

Конечную цель логистического управления описывают так называемые «*шесть правил логистики*» (за рубежом этому соответствуют *правила 7 R в логистике*). Представим для сравнения эти правила в табл.1.1.

Таблица 1.1

| <i>Шесть правил логистики</i> | <i>7 R в логистике</i> |
|---|--|
| 1. <i>Груз</i> – нужный товар | The right product (нужный товар) |
| 2. <i>Качество</i> – необходимого качества | The right quality (правильное качество) |
| 3. <i>Количество</i> – в необходимом количестве | The right quantity (надлежащее количество) |
| 4. <i>Время</i> – доставить в нужное время | The right time (нужное время) |
| 5. <i>Место</i> – доставить в нужное место | The right place (правильное место) |
| 6. <i>Затраты</i> – с минимальными затратами | The right price (подходящая цена) |
| | The right customer (правильный клиент) |

Отличие в том, что минимальным затратам в *6 правилах* соответствуют подходящая цена, а также правильный клиент в *правилах 7 R*. Вообще говоря, доставка в нужное место должна предполагать, что там расположен правильный клиент. Возможно, что это не всегда так.

Для практической реализации целей логистики необходимо решить ряд задач, которые по степени значимости разделяются на две группы: глобальные и частные (локальные) задачи.

К *глобальным задачам* логистики относятся следующие задачи:

- создание комплексных, интегрированных систем материальных, информационных, а также других сопутствующих потоков;
- стратегическое согласование, планирование и контроль использования логистических мощностей в сферах производства и обращения;
- достижение высокой системной гибкости;
- постоянное совершенствование логистической концепции.

К *частным задачам* логистики относят управление всеми видами потоков (материальными, людскими, энергетическими, финансовыми и др.), существующими в экономических, производственных системах.

Логистика как наука разрабатывает научные принципы, методы, математические модели, позволяющие планировать, контролировать и управлять транспортированием, складированием и другими материальными и нематериальными операциями, совершаемыми в процессе:

- доведения сырья и материалов до производственного предприятия;
- внутризаводской переработки сырья, материалов и полуфабрикатов;
- доведения готовой продукции (ГП) до потребителя;
- передачи, хранения и обработки соответствующей информации.

Логистика как хозяйственная деятельность – это процесс управления движением и хранением сырья, материалов, полуфабрикатов и ГП в хозяйственном обороте от первичного источника сырья до конечного потребителя ГП, а также связанной с этими операциями информацией.

Основным объектом управления логистикой, как хозяйственной деятельностью, является *сквозной материальный поток*, т. е. материальный поток (МП), проходящий по логистической цепи (ЛЦ), начиная от первичных источников сырья через все промежуточные процессы производства вплоть до поступления к конечному потребителю.

Отличие логистического подхода к управлению МП от существовавших до этого методов управления состоит в следующем:

- объединение разрозненных МП в единый сквозной МП;
- выделение единой функции управления сквозным МП;
- техническая, экономическая, информационная интеграция отдельных звеньев ЛЦ в единую систему. На макроуровне осуществляется интеграция различных предприятий, на микроуровне – различных служб предприятия.

Выделение МП в качестве объекта управления и связанное с этим абстрагирование от ряда факторов приводят к упрощению описания хозяйственных процессов и к существенному сокращению размерности задач моделирования. Это позволяет проектировать сквозные ЛЦ, решать задачи сквозного мониторинга движения грузов, начиная от первичного источника сырья через все промежуточные процессы вплоть до поступления к конечному потребителю. В целом это открывает новые возможности формализованного исследования экономических процессов.

Многообразие задач логистики определяется представленной выше целью управления в логистике. Классификация этих задач на категории *глобальные, общие, частные* и примеры приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Классификация и примеры задач, решаемых в логистике

| Глобальные | Общие | Частные |
|--|---|---|
| 1. Достижение максимального эффекта функционирования ЛС с минимальными затратами | 1. Создание интегрированной системы регулирования МП и ИП | 1. Снижение уровня страховых запасов |
| | 2. Разработка способов управления потоками продуктов (товаров и услуг) | 2. Сокращение времени хранения продукции в запасах |
| 2. Моделирование ЛС и условий их надежного функционирования | 3. Определение стратегии и технологии физического перемещения товаров | 3. Сокращение времени перевозки |
| | 4. Создание систем учета и анализа логистических издержек | 4. Оптимальное количество складов на обслуживаемой территории |
| | 5. Внедрение системы качества на предприятии | 5. Поиски, выбор поставщиков |
| | 6. Прогнозирование объемов производства, перевозок, спроса | 6. Организация разгрузки, складирования МП |
| | 7. Выявление несбалансированности между потребностями и возможностями | 7. Повышение текущего уровня сервисного обслуживания потребителей |
| | 8. Организация предпродажного и послепродажного обслуживания потребителей | 8. Выбор места расположения торговой точки |
| | 9. Оптимизация структуры автоматизированных складских комплексов | 9. Кратковременное увеличение мощности ЛС |
| | 10. Внедрение систем управления движением МП: MRP, ERP, CRM, JIT и их модификаций | 10. Устранение непроизводительных участков |
| | 11. Планирование мощности ЛЦ | 11. Оформление заказов |
| | 12. Контроль МП | 12. Выбор торговых посредников |
| | 13. Координация деятельности подразделений предприятий | 13. Выбор вида транспорта для перевозки грузов |
| | 14. Внешняя и внутренняя интеграция | 14. Выбор маршрута перевозки |
| | 15. Разработка логистической стратегии | 15. Оформление внешнеторговой сделки |

Виды логистики

В логистике принято выделять следующие разделы:

- закупочная (снабженческая) логистика;
- логистика производственных процессов (*логистика производства*);
- сбытовая (распределительная) логистика;
- логистика запасов;
- логистика складирования (складская логистика);
- транспортная логистика;
- информационная логистика.

Вместе с тем положение логистики производства является центральным в системе технологий создания конечной продукции. Другие виды логистики обеспечивают снабжение производства ресурсами, транспортное, информационное сопровождение, а также складирование ресурсов и продукции, доставку продуктов (товаров и услуг) потребителям.

1.2. Как появилась логистика

Считается, что происхождение слова «логистика» восходит к Древней Греции. Тогда логистика представляла собой «счетное искусство» или «искусство рассуждения, вычисления», а чиновников, которые осуществляли контроль за хозяйственной, торговой и финансовой деятельностью, называли логистами. По свидетельству Архимеда, в Древней Греции было 10 логистов.

Аналогично применяли термин «логистика» и в Римской империи – в качестве обозначения правил распределения продовольствия; служители, которые этим занимались, носили титул «логисты» или «логистики».

Процветание Угарита, одного из важнейших в XIV веке до н. э. древних городов Ближнего Востока, связывают не только с его удачным географическим расположением, но и с развитием науки. Найденные среди руин Угарита тысячи глиняных табличек представляют собой хозяйственные, дипломатические, юридические и экономические документы, записанные на восьми языках с использованием пяти видов письма. Расшифровка экономических документов свидетельствует о существовании еще тогда логистики, под которой понимали науку о перемещении товаров как внутри города, так и между городами сопредельных государств. На многих табличках изображены схемы путей доставки товаров морскими путями и через пустыню. Указаны время прибытия судов с товаром в порт Угарита и время отправки его караванами в города сопредельных государств.

В первом тысячелетии нашей эры в ряде стран термин «логистика» связывали с деятельностью по обеспечению вооруженных сил материальными ресурсами. Во времена византийского императора Льва VI (866–912 гг. н. э.) считалось, что задачами логистики являются вооружение армии, снабжение ее военным имуществом, своевременная забота о потребностях в продовольствии, подготовка каждого акта военного похода. Военные победы императора Льва VI связывают с умелым перемещением и материально-техническим снабжением войск, которые осуществлялись на основе использования правил и принципов логистики. В армии Византийской империи существовала специальная должность – «логистас».

В ходе освободительной войны тринадцати английских колоний (1775–1783 гг.), было создано независимое государство США. В составе британской армии на американском континенте действовало около 12000 боевых отрядов. Поскольку эти отряды находились в подчинении британского правительства, то продовольствие, обмундирование, боеприпасы доставлялись из Англии. Ход войны показал, что материально-техническое снабжение английских войск было обеспечено плохо. Сегодня военные аналитики считают основной причиной поражения Англии в этой войне незнание военачальниками принципов логистики, то есть неудовлетворительное снабжение войск как продовольствием, так и военной амуницией.

Первые труды по логистике издал французский военный теоретик Антуан Анри Жомини (1779–1869). Некоторое время он работал в России под именем Генриха Вениаминовича Жомини. Он утверждал, что логистика охватывает широкий круг вопросов, включающих планирование, управление, материальное, техническое и продовольственное обеспечение войск, а также определение места их дислокации, строительство дорог, укреплений и др.

Хотя некоторые принципы логистики применялись и в армии Наполеона, но как военная наука логистика сформировалась лишь к середине XIX в. В наиболее широких масштабах принципы и подходы логистики в военном деле получили развитие во время Второй мировой войны. Особенно умело это продемонстрировала американская армия. Большинство англо-русских словарей до сих пор переводят слово «логистика» как военный термин, обозначающий организацию и осуществление работы тыла. Благодаря согласованному взаимодействию военно-промышленного комплекса, транспортной системы и баз снабжения США удалось организовать устойчивое обеспечение дислоцированных в Европе союзных войск продовольствием, оружием, боеприпасами, снаряжением и военной техникой.

Большое значение имело применение прогрессивных методов и способов транспортировки, в частности использование контейнерных перевозок. Под военной логистикой понимают совокупность средств и способов доставки людей, техники, боеприпасов к месту боевых действий, а также планирование и организацию мероприятий по подготовке и осуществлению связанных с этим процессов. Исторически сложилось так, что в XIX в. термин «логистика» стал параллельно применяться и в невоенной области.

Другая трактовка термина «логистика», в значении математическая логика, использовалась в работах немецкого математика Г. Лейбница (1646–1716). Такой смысл был закреплен на философском конгрессе в Женеве в 1904 г. В данном качестве логистика широко используется при изучении математических закономерностей, конструировании технических систем, вычислительной техники, в робототехнике и т. п.

В начале 50-х гг. XX в. термин «логистика» стал применяться в бизнесе, где закрепился в 70-е годы. Страны Западной Европы и Америки в тот период переживали энергетический кризис и, как следствие, спад производства, рост безработицы, снижение спроса, т.е. ухудшение состояния экономики в национальных и транснациональных масштабах. Все это не только создавало угрозу социального взрыва, но и послужило катализатором для разработки мер

по улучшению экономической ситуации. Ускорилось развитие логистики как науки, комплексно координирующей взаимодействие материально-технического обеспечения, производства, распределения, транспорта, коммуникационной инфраструктуры и рынка.

1.3. Логистика сегодня

Предназначение логистики заключается в обеспечении и получении продуктов и услуг там, где они необходимы, и тогда, когда они требуются. Для описания логистических по своей сути действий часто используются разные термины, которые можно рассматривать в качестве синонима термина «логистика». К ним относятся:

- физическое распределение, ныне это синоним термина «дистрибьюция»;
- материальный менеджмент;
- логистический инжиниринг;
- логистический менеджмент;
- менеджмент логистической цепи;
- тотальное распределение;
- управление материалами;
- рохрематика (rlochrematics) – изучение процессов движения материалов от первичного источника к конечному потребителю; наука об управлении материальными потоками с помощью экономико-математического моделирования.

Общая для всех этих направлений цель состоит в том, чтобы сократить цикл производства, т.е. время прохождения материального потока от исходного сырья до потребителя, а также затраты на перемещение, хранение, упаковку, распределение сырья, полуфабрикатов, готовой продукции.

В XX в. развитие логистики прошло несколько периодов.

1. В период с 20-х до начала 50-х гг. идеи логистики развивались фрагментарно, в направлении снижения отдельных составляющих затрат, например в производстве, в транспортировке, а не как интегральный инструмент снижения общих затрат и управления материальными потоками.

В данный период развитые страны имели быстрый рост рынка с внедрением новых производственных технологий (например, в автомобилестроении), с высоким уровнем специализации, при изобилии природных ресурсов. Это поддерживало хороший инвестиционный климат, при минимальном государственном регулировании экономики. Производители товаров и услуг получили рынок на стадии растущих потребностей платежеспособного спроса, при почти неограниченных ресурсах. Главным был поиск технических и технологических резервов для производства продукции. Развитие методов управления закупками, запасами, распределения и доставки продукции, которые влияют на общие затраты организации, на удовлетворенность потребителя еще не имело решающего значения.

Вместе с тем возникли предпосылки для внедрения концепций логистики:

- рост запасов и транспортных расходов при распределении товаров;
- возрастание транспортных тарифов;
- разработаны концепции маркетинга;
- развивались теория и практика военных приложений.

Появились первые логистические организации. Старейшей организацией в мире является Национальная ассоциация проблем управления закупками (основана в США в 1915 г.); в 1967 г. преобразована в Национальную ассоциацию агентов снабжения.

2. В период становления логистики с середины 1950-х по 1970-е гг. происходило интенсивное развитие ее теории и практики, особенно в США. Рост конкуренции потребовал от бизнеса улучшения физического распределения с целью снижения затрат.

Распространению логистики способствовало развитие концепции всеобщих затрат в производстве и дистрибуции. Дело в том, что издержки отдельных логистических операций связаны между собой. Например, экономия на транспортных расходах может привести к значительному росту затрат при хранении запасов на складах (при выборе между автомобильным или воздушным транспортом); экономия на упаковке ведет к потерям, вызванным повреждением грузов при доставке и т.д. Поэтому необходимо интегрировать различные формы движения материального потока и обеспечить при этом оптимальное соотношение затрат отдельных звеньев логистической цепи.

Таким образом, смысл концепции общих затрат заключается в том, что при оптимальном выборе действий общий результат деятельности превосходит сумму прибыли или убытков на отдельных этапах продвижения товаров от производителя к потребителю. Позднее эта концепция стала основой концепции интегрированной логистики.

Вместе с тем возникли предпосылки дальнейшего развития логистики:

- определяющее влияние потребительского спроса в моделях бизнеса;
- развитие олигополистических рынков (когда на рынке доминирует небольшое количество продавцов, олигополистов);
- влияние роста затрат на конкурентоспособность производства;
- рост производительности ЭВМ и развитие информационных технологий;
- формирование стратегий снижения складских запасов;
- накопление опыта военных применений.

К концу данного периода были разработаны основные принципы бизнес-логистики и некоторые компании начали успешно применять их на практике.

Вместе с тем логистический метод контроля движения материального потока и уменьшения затрат был воспринят не сразу. Внедрение координации логистической цепи в некоторых фирмах встретило сопротивление. Менеджеры, которые привыкли выполнять традиционные функции, такие как закупка, транспортировка, обработка грузов, противились организационным изменениям, необходимым для реализации сквозного управления материальным потоком с целью снижения общих затрат. Кроме того, системы бухгалтерского учета были не приспособлены для выделения и контроля

логистических издержек и оценки финансовых результатов от применения операций логистики.

3. В период интеграции с 1980-х до середины 1990-х гг. логистика приобрела статус концептуальной стратегии, основанной на интеграции всей хозяйственной деятельности в единую систему прохождения материального потока. Новизна стратегии логистики заключалась в том, что главным стал процесс в форме материального, информационного и других видов потоков. Эта концепция позволила перейти от дискретного управления на отдельных этапах к сквозному управлению по всей продуктовой цепи.

В этот период возросло время прохождения товара по совокупности каналов материально-технического обеспечения (свыше 90% всех затрат времени на производство). Отсюда возросла необходимость управления материальными потоками на основе логистики. Такое управление позволяет на 30–50% сократить запасы материальных ресурсов, уменьшить время движения продукции от источника сырья до конечного потребителя (на 25–40%) и период оборота капитала, снизить затраты на производство, доставку и обслуживание после продажи, чтобы повысить конкурентоспособность, удовлетворить запросы потребителей в отношении качества товаров и сервиса.

Кроме того, на повсеместное распространение логистики и ее дальнейшую эволюцию оказывают влияние изменения в мировой экономике и прогресс в развитии технологий. Основными из них являются:

- быстрое развитие информационно-компьютерных технологий: сначала с применением персональных компьютеров, далее сети Интернет и телекоммуникаций, причем здесь прогресс ускоряется;
- глобализация рынков и развитие мировых интеграционных процессов;
- углубление специализации в промышленности, при росте партнерства и стратегических союзов;
- усиление конкуренции во всех сферах;
- изменения в государственном регулировании инфраструктуры экономики;
- распространение философии TQM (тотальное управление качеством);
- новые методы и системы организации бизнеса.
- выстраивание отношений с торговыми партнерами на основе организации сотрудничества, долгосрочных контрактов и новых форм менеджмента;
- ускоренное обновление продукции благодаря автоматизации и роботизации производств, внедрению систем автоматизации проектирования;
- применение принципов логистики в индустрии сервиса.

В настоящее время для продвижения методологий и теоретических исследований в практику логистического менеджмента с целью координации работы ученых и специалистов созданы и функционируют различные логистические сообщества, организации, ассоциации, институты. Среди них: Американское общество проблем управления производством и запасами, Американский совет по проблемам менеджмента, Американское общество транспортировки и логистики, Международное общество материального менеджмента, Институт логистики и управления дистрибьюцией

(Великобритания), Французская ассоциация логистики в производстве, ассоциации логистики в Голландии, Италии, Швейцарии, Германии, Финляндии и ряде других стран. В России создан Координационный совет по логистике.

На пути логистики возникают препятствия. Финансовые, экономические кризисы, подобно кризису 2008–2009 гг., тормозят прогресс в развитии и применении логистики, но не могут его остановить. Значительный ущерб логистическим связям наносят природные катастрофы. Печальным примером в этом отношении стало развитие событий в экономике Японии после землетрясения и цунами 11.03.2011. Налаженные структурные связи между партнерами и привычка работать по системе «точно в срок», без больших запасов на складах, в условиях разрушения транспортной инфраструктуры стали одной из причин резкого падения производства, например в электронной промышленности, автомобилестроении.

Вместе с тем прошедшие периоды интеграции и дальнейшего развития сделали логистику важным инструментом в конкурентной борьбе. Те, кто применял новации в логистике, укрепили свои позиции на рынке.

В современных условиях логистика расширяет сферу применений, свою «зону ответственности». Это приводит к изменению определений логистики. Они охватывают все новые сферы, которые прежде относили, например, к тактическому, оперативному и стратегическому управлению.

По одному из таких новых определений логистика представляет собой общую точку зрения на компанию и партнеров по бизнесу (стратегическую, оперативную и тактическую) с материальными и информационными потоками в качестве интегратора. По другому определению логистика, например ее составляющая – информационная логистика, предстает как информационно-аналитическая система управления предприятием.

Информационная логистика осуществляет сбор фактических данных, проводит первичный анализ производства и потребления, динамики производства, спроса на определенный вид продукции, по определенному виду предприятий, а также осуществляет функциональный анализ продукции, со стороны потребителя, спроса на определенный вид продукции.

Логист, используя данные информационной системы, проводит анализ новых рынков сбыта, проводит анализ и прогнозирование функционирования предприятия, обобщенный анализ технологических, сбытовых, сырьевых возможностей производства, общий анализ и прогноз производства, сбыта определенной продукции. Таким образом, логист в этой трактовке является управленцем (менеджером) стратегического уровня.

Развитие логистики в России

Одним из первых примеров применения в СССР принципов логистики, таких как ЛТ (точно в срок), является разработка самолета-гиганта АН-124 «Руслан». Генеральный конструктор О.К. Антонов при производстве этой машины запретил перевыполнять планы (а перевыполнение планов было

политикой КПСС). Например, запретил досрочно изготавливать и доставлять в сборочный цех крылья самолета. Дело в том, что их негде было хранить из-за огромных размеров. Крылья, так же как и другие части самолета, следовало доставлять точно в тот срок, когда они нужны для монтажа при сборке изделия. Для выполнения этой задачи были разработаны методы, маршруты и графики перевозки крупногабаритных изделий в заданные сроки. Осуществлялся выбор средств доставки – водным или железнодорожным транспортом.

Этому соответствует один из главных принципов современной логистики – доставка точно в срок. Для реализации проекта АН-124 были созданы многие специальные производства, даже целые города. В результате и сегодня Россия имеет приоритет в авиaperевозках тяжелых и габаритных грузов. Даже на территории США, куда не принято допускать иностранных авиaperевозчиков.

В СССР логистику на государственном уровне осуществлял ГОССНАБ (Государственный комитет по снабжению), хотя логистикой это не называлось. Все ресурсы были ограничены, а потому подлежали централизованному распределению между отраслями народного хозяйства, а также между отдельными предприятиями. Это породило необходимость борьбы за любые ресурсы, необходимые для работы предприятий. Многочисленные снабженцы, или так называемые толкачи, были массовым явлением, важным фактором обеспечения ресурсами производства. В условиях дефицита всего, включая поставки комплектующих, материальные, энергетические, трудовые ресурсы, надо было использовать фактор личного присутствия, а лучше личного знакомства для организации производства. Чтобы обеспечить и контролировать выделение необходимых лимитов, ускорить движение ресурсов, материалов и комплектующих для нужд собственного производства.

В рыночной экономике России, в условиях свободы выбора партнеров, поставщиков, способов доставки и сетей распределения продукции в условиях конкуренции методы и системы логистики по управлению материальными, информационными, финансовыми потоками приобрели статус средства достижения конкурентного превосходства.

Теоретические разработки и конкретные методики применения идей логистики, прошедшие практическую проверку, активно внедряются в деятельность фирм и компаний во многих странах, включая Россию. Научно-исследовательские разработки и информационно-аналитические системы логистики в области управления потоковыми процессами в сетевых структурах применяются не только в промышленности, торговле и на транспорте, но также в сфере услуг, банковском и страховом деле, организации послепродажного сервиса, в коммунальном хозяйстве, в области туризма и т.д.

Парадигмы логистики

Парадигма (от греческого – пример, модель, образец) – осмысление мира на основе идей, взглядов и понятий. Парадигмы логистики возникали в связи с этапами ее эволюционного развития. К таким парадигмам относятся:

- аналитическая;
- технологическая (информационная);

- маркетинговая;
- интегральная.

Вокруг этих основных парадигм за рубежом сложились научные школы и сообщества логистики.

Аналитическая парадигма представляет собой классический подход к логистике как науке управления материальными потоками в производстве и обращении. В рамках аналитической парадигмы проводят исследования американские университеты, где логистика – одна из ключевых дисциплин.

Теоретической основой аналитической парадигмы стали методы и модели математической статистики, теории управления запасами, исследования операций, экономической кибернетики и др. Аналитическая парадигма основана на применении экономико-математических моделей, которые отражают особенности предметной области. Для таких моделей разрабатывают алгоритмы принятия решений на основе больших объемов исходной информации. Практически их применяют в логистических системах управления производством. Аналитическая парадигма как составная часть может входить в состав систем, основанных на интегральном подходе к логистике.

Технологическая парадигма появилась в 1960-х гг. в результате развития информационно-компьютерных технологий. Методология данной парадигмы состоит в том, что необходимо не только сформулировать общую проблему управления материальным потоком в виде математической модели, но и создать информационно-компьютерное обеспечение для ее решения.

Системный подход считается теоретической основой технологической парадигмы. Он применяется для моделирования объектов логистики, а также для создания систем информационно-компьютерной поддержки. При этом стараются автоматизировать простые задачи и использовать их для решения более сложных задач логистики с помощью информационных средств. Осуществляется автоматизация не всего процесса управления материальным потоком, а при планировании и управлении запасами внутри хозяйствующего субъекта, закупках материальных и других ресурсов, а также при поставках готовой продукции.

Технологическая парадигма на практике применяется при создании систем MRP (Manufacturing Requirements/Resource Planning) и DRP (Distribution Requirements/Resource Planning), т.е. при планировании и управлении запасами внутри фирмы, управлении закупками материальных ресурсов, а также поставками готовой продукции потребителям. Логистические системы, построенные на принципах данной парадигмы, не имеют достаточной гибкости относительно возрастания динамизма рыночной экономики.

Маркетинговая парадигма применяется для создания логистических систем в ряде развитых стран с начала 1980-х гг. и до настоящего времени. На базе данной парадигмы логистическая система должна реализовать стратегическую цель фирмы – достижение и сохранение превосходства в конкуренции на рынке сбыта готовой продукции. Для этого необходимо решение маркетинговых задач определяющих положение фирмы в

окружающем мире: изучение состояния и тенденций изменения рынка, определение позиций фирмы на рынке, прогнозирование спроса на продукцию и других подобных вопросов.

Теоретическая база маркетинговой парадигмы – экономические и социальные дисциплины (экономика и организация производства, управление персоналом и качеством продукции, изучение рыночной конъюнктуры). Математической основой являются математическая статистика, теория вероятностей и т.п. Модели на основе маркетинговой парадигмы достаточно абстрактны, имеют большую размерность, требуя значительных ресурсов ЭВМ. Вместе с тем многие переменные носят качественный характер, что затрудняет практическое применение.

Примером использования маркетинговой парадигмы за рубежом является LRP-система (Logistics Requirements Planning) – система контроля входных, внутренних и выходных материальных потоков на уровне фирмы, территориально-производственных объединений и макрологистических структур. Система известна также под названием «Supply Chain Management System» (система управления логистической цепью).

Многие хозяйствующие субъекты на практике, как правило, комбинируют использование всех трех парадигм. В результате распространилась новая, *интегральная* парадигма логистики. Она развивает достоинства трех парадигм, особенно маркетинговой. При этом учитывает новые тенденции в развитии бизнеса, к которым можно отнести следующие:

- механизмы рынка и возможности логистики стали стратегическими элементами в конкурентных возможностях фирмы;
- складываются новые организационные отношения по интеграции партнеров в логистической цепи;
- возрастают технологические возможности, в частности развиваются гибкие производства и информационно-компьютерные технологии, усиливая контроль и управление во всех сферах производства и обращения продукции.

На интегрированном подходе основаны известные концепции JIT (just-in-time – точно в срок), TQM (Total Quality Management – всеобщее управление качеством), интегрированные системы дистрибуции и др.

Логистическая система ISCIS (Integrated Supply Chain Information System) – интегрированная информационная система обслуживания логистической цепи – также основана на этой парадигме. ISCIS осуществляет координацию логистических подсистем на микро- и макроуровнях как по материальным, так и по информационным потокам с помощью обработки сообщений в телекоммуникационных сетях в режиме реального времени.

Интегральная парадигма успешно используется при синтезе макрологистических структур. В качестве примера можно привести создание мировой сети центров торговли (Trade Point) в рамках международной программы ООН по повышению эффективности мировой торговли (программа UNCTAD 1995–2005 гг.).

1.4. Функциональный цикл логистики

Основной объект интегрированной логистики – ее *функциональный цикл*, или цикл исполнения заказа. Для понимания особенностей функционального цикла рассмотрим понятия логистической операции и логистической функции.

Логистическая операция (ЛО) – самостоятельная часть функционального цикла логистики, выполняемая на одном рабочем месте и/или с помощью одного технического устройства; обособленная совокупность действий, направленных на преобразование материального и/или информационного потоков. К ЛО относят расфасовку, погрузку, транспортировку, разгрузку, распаковку, комплектацию, сортировку, складирование, упаковку и др.

Логистическая функция (ЛФ) – совокупность однородных логистических операций, которые отличаются от других групп логистических операций. Классификация основных функций логистики приведена в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Классификация функций логистики

| Признак классификации | Виды | Описание |
|------------------------------|-------------------|---|
| Выполняемые задачи | Оперативные | Организация работ, непосредственное управление, контроль потоков |
| | Координационные | Выявление и сопоставление потребностей и мощности ЛС, согласование целей и координация действий подразделений внутри предприятия и всех звеньев ЛЦ |
| Содержание функций | Базисные | Снабжение ресурсами; производство, сбыт продукции |
| | Ключевые | Управление закупками, определение объемов и направлений МП, прогнозирование спроса, управление запасами, физическое распределение продукции, определение порядка движения продукции по складам, перевозка и операции с грузом в пути, управление производством, создание и поддержание хозяйственных связей по товарам или услугам |
| | Поддерживающие | Поддержание стандартов обслуживания, организация и размещение складов, сдача и приемка грузов, управление складскими операциями, сортировка, подготовка необходимого ассортимента, упаковка, маркировка, погрузочно-разгрузочные работы, защитная упаковка, обеспечение возврата товара, обеспечение запасными частями и сервисное обслуживание, информационно-компьютерная поддержка |
| Концептуальный смысл функции | Системообразующие | Система управления потоками всех ресурсов – материальных, финансовых, информационных и т.д. |
| | Интегрирующие | Объединение, согласование действий участников логистического процесса на предприятии и по всей ЛЦ |
| | Регулирующие | Экономия ресурсов, минимизация потерь всех видов (потери времени, неэффективные операции, отходы) |
| | Результирующие | Направлена на достижение конечной цели управления - выполнение шести правил логистики |

Приведенная классификация ЛФ системно представляет рассмотренные выше *функциональные области* логистического управления: закупочная

логистика; производственная логистика; распределительная логистика; транспортная логистика; логистика запасов; логистика складирования; логистика сервиса; информационная логистика.

Реализуют ЛФ следующие организации:

- предприятия-изготовители;
- транспортные предприятия;
- торговые предприятия;
- коммерческо-посреднические организации;
- специализированные внешние логистические организации.

Предприятие с его поставщиками и потребителями связывают информационные и транспортные сети, потоки в которых можно рассматривать как совокупность *функциональных циклов*. Интеграция функциональных циклов позволяет рассматривать (моделировать) динамику МП, взаимосвязи и решения, которые образуют систему логистики всей совокупности бизнес-процесса предприятия, фирмы.

Сети образуют каналы связи между объектами инфраструктуры логистики. Когда эти объекты взаимосвязаны функциональным циклом, их называют *узлами*. Для функционального цикла логистики требуются *запасы*, т.е. активы, предназначенные для поддержки логистических операций. Общий объем запасов складывается из текущих (базовых) запасов и страховых (буферных) запасов, создаваемых для защиты от неопределенности. Запасы накапливаются и перемещаются между объектами, для этого необходимы грузопереработка и хранение с использованием таких логистических мощностей, как склады.

Снижение объема запасов за счет организации точного взаимодействия поставщиков и потребителей является одним из главных вкладов логистики в создание (увеличение) добавленной стоимости в процессе производства.

Циклы играют большую роль как в экономике в целом, так и в логистике в частности, хотя не всегда учитываются в современных теориях, которые оказались не в состоянии предсказать глобальный кризис. Наблюдаемый мир, включая промышленное производство, представляет собой многомерный процесс, состоящий из локальных процессов, примыкающих друг к другу. *Цикл* обеспечивает целостность, развитие и процесс.

На протяжении функционального цикла его составляющие могут менять тип, содержание и размерность, но вместе с тем они составляют единое целое. Например, река 3-мерная, но для пилота самолета это 2-мерная лента, у которой берега образуют 1-мерную линию. Гидролог исследует 2-мерный рельеф дна, имеются 1-мерные мелкие притоки, трубы водоснабжения, а точки водозабора нульмерные. С рекой связана хозяйственная деятельность – товарные и финансовые потоки. Когда весь этот многомерный процесс впадает в море, с водной глади начинается испарение. Тогда стартует новый процесс – перемещение водных испарений в атмосфере, который заканчивается дождями в верховьях реки. Этим завершается цикл такого процесса, как река [10, с. 36].

Целостность процесса состоит в том, что он инвариантен по отношению к своим частям. У реки могут появляться и исчезать притоки, рукава, возникать

плотины и появляться искусственные моря. Она может распадаться на рукава, пересыхать, но пока фундаментальный цикл не разомкнулся, она не теряет качества *реки*.

Развитие. Цикл представляет не только саму целостность в ее полном развитии, но и ее элемент, как бы зародыш, в котором целостность находится в «свернутом» виде. Т.е. это как бы минимальный набор условий, который полностью определяет ситуацию данной предметной области. Подобно тому, как молекула есть минимальная часть, которая еще содержит все свойства данного вещества, а при дальнейшем дроблении уже не содержит.

Процесс. Такой цикл есть не одноразовое явление, а возобновляемый процесс, который может продолжаться бесконечно (пока, например, действует данное производство), воспроизводя условия своего существования.

Динамику функциональным циклам придает необходимость согласования потребностей в ресурсах «на входе» и «на выходе». В современной экономике рынок продавца, который предлагает то, что произвел, сменился на рынок покупателя, который заказывает производителю то, что ему нужно. Потребности функционального цикла «на входе» определяются заказом на заданное количество конкретных продуктов и материалов, которые заданы спросом покупателя.

Для исполнения заказа большого объема логистическая система должна создать и комбинировать ряд функциональных циклов, включающих в себя на разных стадиях разные сделки и операции. Если потребности определены или относительно малы, тогда конфигурация функциональных циклов, обеспечивающих логистическую деятельность, может быть проще. Для исполнения заказов крупных предприятий (например, «Норильский никель», «Северсталь») или сетевых предприятий розничной торговли (например, «Магнит» или «Пятерочка») необходима более сложная общая структура функционального цикла, чем для обслуживания потребностей компании, занимающейся торговлей по прямым заказам, например, «Утконос».

В соответствии с технологическим процессом производства функциональные циклы делятся на циклы в снабжении, производственном процессе, распределении (и обслуживании) готовой продукции.

Функциональный цикл в снабжении

Регулярное поступление потока материалов, компонентов или готовых продуктов на производственные предприятия и объекты сферы распределения требует определенных вспомогательных действий, к которым относятся: выбор источника ресурсов, поставщика; размещение и отсылка заказа; транспортировка; получение поставки. Все эти действия необходимы для полного завершения снабженческого процесса, как показано на рис. 1.1. Как только материалы или продукты, предназначенные для последующего использования, или перепродажи, получены, то возникает потребность в их хранении, обработке и транспортировке для обеспечения производственного или распределительного процесса, которые относятся к другим функциональным циклам.

Из-за ограниченной области приложения снабженческих операций их зачастую называют логистикой «на входе». Логистика на входе способствует успешной хозяйственной деятельности в целом. Отметим, что каждой операции с материальным потоком соответствует операция с финансовым потоком, пути которого через банковскую систему отличаются от путей движения материального или энергетического потока.

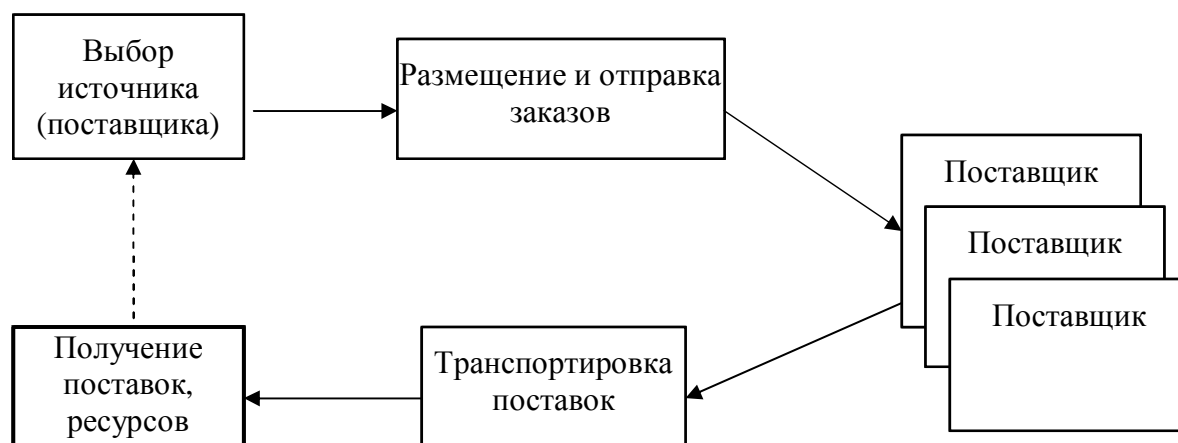


Рис. 1.1. Функциональный цикл снабжения

Функциональный цикл снабжения отличается от цикла обработки заказов. В первую очередь снабжение отличается сроками доставки, размерами грузоперевозок, способами транспортировки и стоимостью задействованных продуктов. Процесс снабжения может потребовать крупных грузоперевозок с привлечением таких транспортных средств, как баржи, глубоководные суда, товарные поезда и автоколонны. Как правило, задача снабжения представляет собой логистические операции с минимальными издержками.

Относительно более низкая стоимость материалов и компонентов по сравнению с готовыми продуктами позволяет маневрировать при выборе соотношения между издержками содержания запасов в пути и использованием дешевых способов транспортировки. Затраты на содержание большинства видов материалов и компонентов в расчете на день пути ниже затрат на содержание готовых продуктов, поэтому в снабжении, как правило, не целесообразно платить за ускоренную транспортировку по повышенному тарифу. Функциональный цикл процесса закупок обычно продолжительнее цикла исполнения заказов клиентов.

Вместе с тем, если в производстве используются дорогостоящие компоненты (как при производстве авиационной или автомобильной техники), то закупки производятся более мелкими партиями в точном соответствии с потребностью, в нужные сроки и под строгим контролем. В подобных случаях высокая стоимость материалов и компонентов оправдывает применение более дорогих и надежных способов доставки с высокой скоростью.

Производитель автомобилей вполне может закупать отдельные сложные компоненты, например крыши с автоматически открывающимся окошком, по мере возникновения потребности в них. Комплект, составляющий такую крышу, индивидуален для каждого автомобиля, и стоимость каждого комплекта относительно высока. По этой причине стоит заказывать малые партии, даже по одному комплекту за один раз, чтобы избежать накопления запасов и доплачивать за ускоренную доставку.

Другое дело, если предприятие, занимающееся производством готовых смесей для выпечки тортов, использует в качестве сырья муку в значительных объемах. Поскольку мука – продукт относительно недорогой, то стоит закупать ее крупными партиями и доставлять дешевле (по железной дороге). Нет смысла делать мелкие закупки, упуская скидку с цены, предоставляемую за крупный заказ, и переплачивая за транспортировку небольших грузов.

В зависимости от сферы производства численность поставщиков может быть меньше числа потребителей, но может быть и наоборот. В сфере обслуживания, когда продуктом являются услуги, клиентская база компании может насчитывать тысячи и миллионы человек, а поставщиков у нее всего сотни. При этом функциональный цикл в снабжении обычно имеет простую конфигурацию. Материалы и компоненты зачастую закупаются прямо у производителя либо у специализированного оптового торговца. При проектировании логистической системы необходимо учитывать возможность использования таких прямых каналов снабжения.

При проектировании и производстве сложной техники – шагающих экскаваторов, карьерных самосвалов, морских, речных судов, самолетов и т.д., наоборот, численность поставщиков может составлять сотни тысяч и миллионы, а производят такие изделия в количестве десятков и сотен. В этих условиях функциональный цикл в снабжении по своей логистике многократно превосходит по сложности логистику продажи и обслуживания.

В зависимости от назначения конкретного функционального цикла необходимые для его завершения действия и операции могут находиться в полном ведении одной фирмы, а могут потребовать участия нескольких фирм.

Функциональный цикл материально-технического обеспечения

Этот цикл предназначен для логистической поддержки производственных процессов. В схеме хозяйственной деятельности производство располагается между снабжением и физическим распределением. Задача логистической поддержки производства – обеспечить движение регулярных потоков продуктов, материалов и полуфабрикатов между производственными мощностями для выполнения производственного графика с минимальными издержками. Создание, размещение и своевременное пополнение запасов на производственном предприятии для передачи следующему звену цепочки создания стоимости подобно снабжению и физическому распределению.

Вместе с тем материально-техническое обеспечение производства представляет собой наиболее сложный элемент внутренней логистики.

Анализ функционального цикла обеспечения производства необходим сегодня, когда помимо задачи экономии за счет масштабов деятельности возникли такие критерии, как гибкость и способность к быстрому обновлению выпускаемых продуктов и производственных технологий. Реализация подобных стратегий выдвигает новые требования к логистике. Напомним, что задача логистической поддержки заключается в наиболее эффективном и экономичном удовлетворении потребностей производства.

В материально-техническом обеспечении производства циклы, как правило, контролируются одним предприятием. В функциональных циклах для снабжения или физического распределения, помимо самого предприятия, также участвуют поставщики или потребители, поведение которых нельзя полностью контролировать. Одна из задач интеграции состоит в том, чтобы объединить совокупность функциональных циклов в единую снабженческо-сбытовую (логистическую) цепочку и связать всех ее участников. Для этого разработаны методы стимулирования всех участников создания готовой продукции, которые заключаются в том, чтобы каждый имел интерес достичь конечного результата в заданные сроки и с наименьшими затратами.

На производственном предприятии снабжение отвечает за поступление материалов и компонентов со стороны в нужное место и в нужное время. Когда производственный процесс приведен в действие, обслуживание всех возникающих после этого потребностей в перемещении материалов и полуфабрикатов внутри предприятия относится к материально-техническому обеспечению производства. Операции логистики теперь состоят в погрузочно-разгрузочных работах и перевозках запасов между производственными участками, а также в хранении запасов на промежуточных этапах.

После завершения производства запас готовой продукции доставляется непосредственно потребителям либо на распределительные склады для последующей перевозки потребителям. Всеми этими потоками ведает уже физическое распределение.

У фирмы, которая владеет комплексом предприятий, специализирующихся на отдельных производственных операциях, система материально-технического обеспечения производства может состоять из сложной комбинации функциональных циклов. Если эти предприятия отвечают за разные стадии производственного процесса (от нулевого этапа до окончательной сборки готовых изделий), для его завершения необходимо множество разнообразных взаимодействий и сделок. Их обслуживание и есть логистическая поддержка производства, функциональные циклы которого могут образовать более сложную структуру, чем в физическом распределении или снабжении.

Разным функциональным циклам соответствует разная частота (интенсивность) операций. Если цикл предназначен для одноразовой покупки или продажи, то цикл планируется, осуществляется и по завершении сделки прекращает свое существование. Другие функциональные циклы предназначены для исполнения долгосрочных контрактов в условиях серийного

или массового производства продукции. Кроме того, любая операция или объект в рамках конкретного логистического контракта одновременно могут иметь отношение к другим функциональным циклам. Скажем, складское предприятие или продавец компьютерной техники могут регулярно приобретать товары сразу у нескольких производителей. Точно так же владелец грузовиков или самолетов, предоставляющий транспортные услуги по найму, может обслуживать несколько функциональных циклов, осуществляя перевозки в интересах многих отраслей.

Эффективность функционального цикла определяется тем, в какой мере исполнено его предназначение. Производительность функционального цикла связана с затратами ресурсов, необходимых для выполнения задач логистики. Эффективность и производительность функционального цикла (цикла исполнения заказа) – ключевые показатели в логистическом менеджменте.

Для крупного предприятия национального или международного масштаба, продающего многообразные продукты множеству потребителей и к тому же закупающего материалы и компоненты для своего производства на мировом рынке, трудно выделить отдельный функциональный цикл, связывающий между собой все операции. И весьма сложно представить все множество функциональных циклов, из которых складываются логистические системы таких корпораций, как General Motors и IBM, или Магнитогорский металлургический комбинат и Братский алюминиевый завод.

На рис. 1.2 показана структура цикла исполнения заказа в трех основных функциональных областях логистики производства.

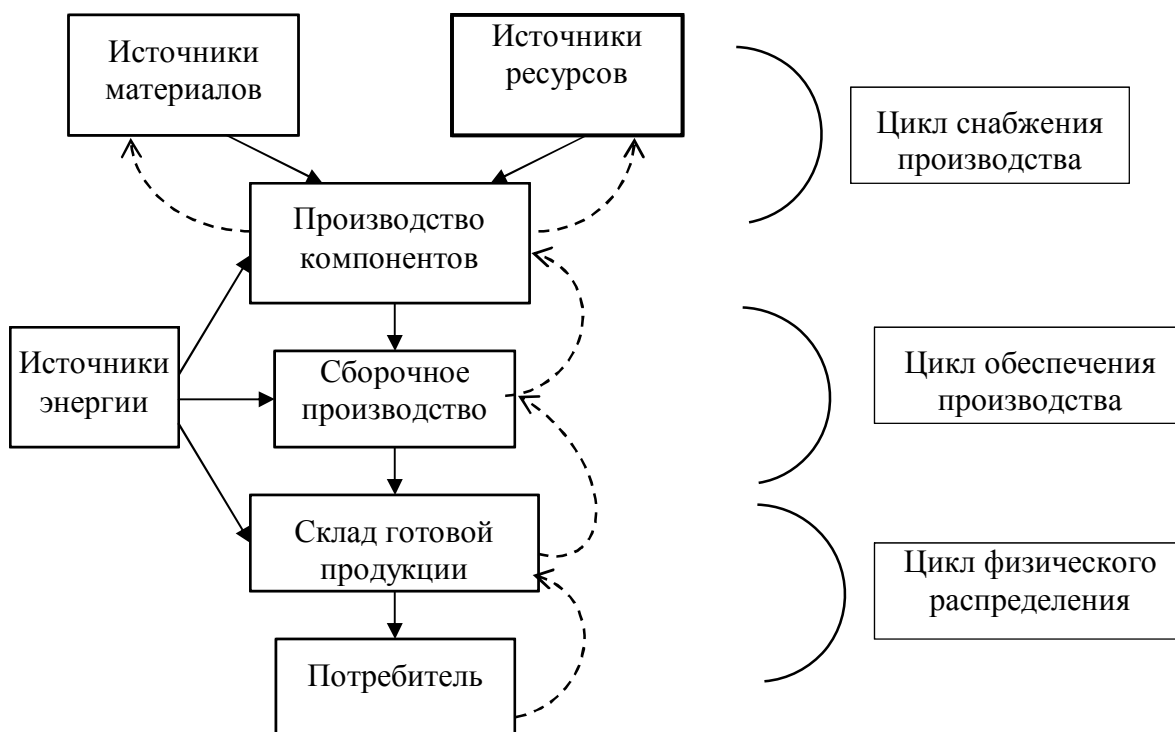


Рис. 1.2. Функциональные циклы логистики производства
Пунктиром показаны потоки заказов, сплошными линиями – материальные потоки

При производстве крупных, сложных по технологии изделий, таких как, например, в авиастроении, судостроении, автомобильной промышленности, энергомашиностроении, производстве компьютеров, оргтехники и т.д., структура функциональных циклов в материально-техническом обеспечении производства значительно сложнее, чем в физическом распределении или снабжении.

Вне зависимости от количества и видов функциональных циклов, обеспечивающих логистические потребности производства, необходимо планирование их структуры, оперативного управления и контроля исполнения. Функциональный цикл исполнения заказа – основной объект планирования и оперативного управления в логистике, который определяет структуру интегрированной логистики.

Логистической системе присущи три обстоятельства. Во-первых, цикл исполнения заказа (функциональный цикл) является основой интеграции логистических функций. Во-вторых, базовая структура функционального цикла одинакова и для снабжения, и для материально-технического обеспечения производства, и для физического распределения. Отличается, однако, степень контроля фирмы над разными типами функционального цикла. В-третьих, в любой логистической системе необходимо выявить важнейшие взаимосвязи и линии контроля отдельного функционального цикла – для обеспечения интеграции всех видов циклов.

На рис. 1.3 представлен пример комбинации таких циклов в многоуровневой логистической системе.

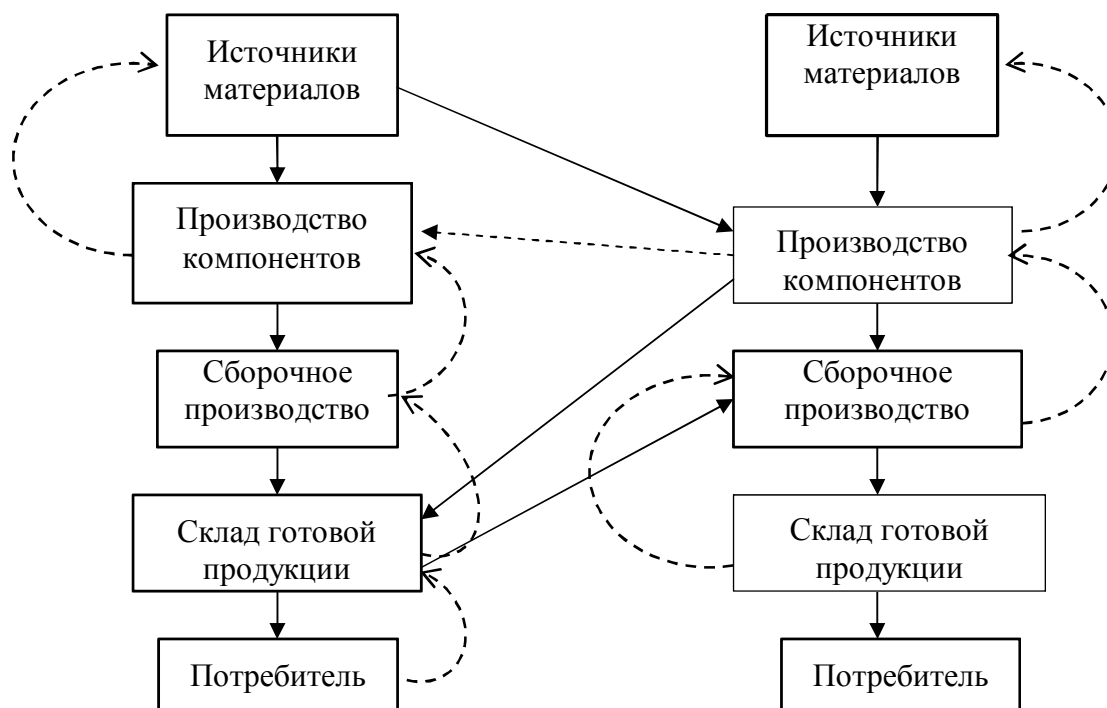


Рис. 1.3. Функциональные циклы структуры многоуровневой гибкой системы логистики производства

Работы по обеспечению производства, в отличие от распределения и снабжения, не выходят из сферы внутреннего контроля менеджеров фирмы. Неопределенность, порождаемая поступлением случайных заказов или сбоем в деятельности поставщиков, поддается контролю и управлению, что позволяет вести операции равномерно и своевременно, а также способствует общему сокращению страховых запасов.

Функциональный цикл в физическом распределении

Физическое распределение состоит в обработке и исполнении заказов потребителей вплоть до непосредственной поставки продукции (а также после продажного обслуживания). Физическое распределение является неотъемлемым элементом маркетинга и продаж, своевременно обеспечивая доступность товаров. Вся деятельность, связанную с привлечением и сохранением клиентов, можно грубо разделить на две составляющие: заключение сделок и их реальное исполнение. Заключение сделок - это функция рекламы и продаж. Физическое распределение ведает реальным исполнением сделок и складывается из таких видов деятельности, как передача, обработка, комплектование заказов, транспортировка заказанных грузов, доставка потребителям. Базовый цикл физического распределения представлен на рис. 1.4.

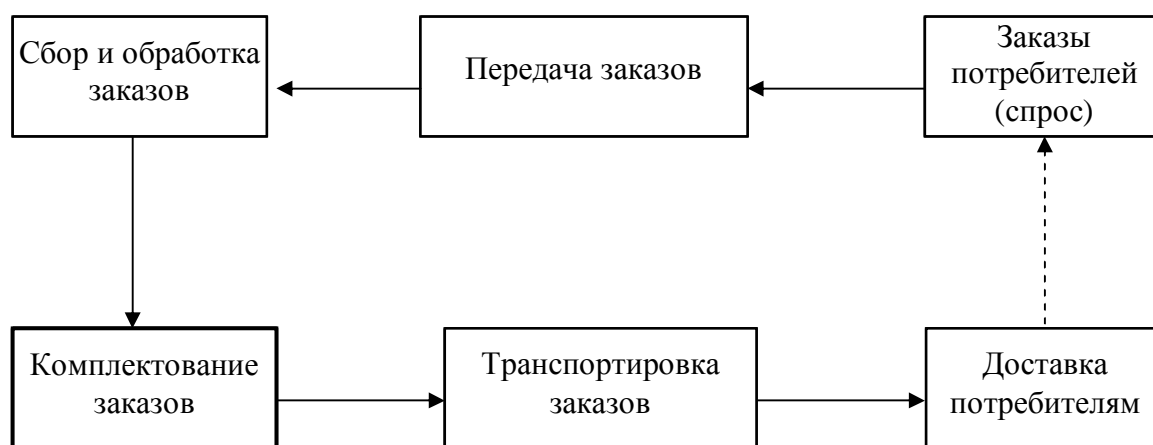


Рис. 1.4. Функциональный цикл физического распределения

Физическое распределение как элемент логистики обеспечивает связь с потребителями, а также согласует производство и маркетинг. Дело в том, что специалисты по маркетингу и продажам ради удовлетворения спроса потребителей могут требовать производства широкого ассортимента продуктов и поддержания крупных запасов для выполнения любого заказа. При этом они не учитывают потенциальную прибыльность каждого продукта. Если запасы ГП не находят своевременного спроса, то это снижает прибыль производства, ведет к убыткам.

Добиться контроля над издержками позволяет долгосрочный и стабильный массовый выпуск продукции. Непрерывное производство обеспечивает экономию за счет масштабов деятельности, а также минимальные удельные издержки. Это возможно при массовом производстве небольшого ассортимента продуктов. Таким образом, массовое производство и индивидуальные заказы входят в противоречие.

Крупнейшие состояния в мире были созданы за счет производства простых и не очень простых продуктов массового потребления. От известных напитков и средств упаковки до персональных компьютеров.

Один из вариантов принципа Парето утверждает, что 20 процентов номенклатуры продукции приносят 80 процентов прибыли. Вместе с тем переход от рынка продавца к рынку покупателя требует от современного производства создавать продукцию индивидуального заказа по цене массовой продукции и с нулевым процентом брака.

Функциональный цикл физического распределения охватывает те звенья снабженческо-сбытовой цепочки, которые тянутся от производителя к потребителю. По этой причине запасы, попавшие в систему физического распределения, при правильном размещении приобретают наивысшую стоимость, которая вообще может быть создана в логистике. Вместе с тем продукты отправляются на склады в соответствии с прогнозами потребностей в них, при этом возможны ошибки в распределении – поставки не на тот рынок или в неправильное время. Создается определенный риск этой деятельности по сравнению с материально-техническим обеспечением производства.

Для сокращения неопределенности, свойственной физическому распределению, и облегчения операций и сделок в этой сфере очень важно следить за динамикой спроса, т.е. динамикой заказов потребителей. Для этого нужно повышать точность прогнозов; разработать программу координации с потребителями, на основе которой строить управление заказами, – это тоже способствует сокращению неопределенности. Кроме того, функциональный цикл физического распределения следует планировать так, чтобы максимально приспособить его к требованиям рынка.

Заказы потребителей, т.е. спрос на продукцию, являются основой динамики функционального цикла физического распределения. Способность логистической системы продавца оперативно реагировать на заказы клиентов определяет его компетентность в общей маркетинговой стратегии. Вместе с тем большое влияние на успех маркетинга оказывает управление информацией о новой продукции. Информация может оказаться преждевременной! Вот пример этому, ставший классическим.

Энтузиаст, изобретатель и предприниматель Адам Осборн посещал тот же калифорнийский компьютерный клуб (Homebrew Computer Club), что и учредители Apple Стив Джобс и Стив Возняк. Осборн создал компанию, которая в 1981 году выпустила первый коммерческий портативный компьютер. Он назывался Osborne 1, весил 12 килограммов и продавался за 1795 долларов. Эта цена была почти вдвое ниже цены других компьютеров с похожими характеристиками. Носящая имя Осборна

компания в 1981–82 годах продавала более 10 тыс. компьютеров ежемесячно – по тем временам это был огромный успех.

Осборн одним из первых понял, что основная масса потребителей компьютеров – это не энтузиасты компьютерной техники, а домашние и бизнес-пользователи. А в то время даже ориентированная на большой бизнес IBM продавала компьютеры чуть ли не по частям, не говоря о том, чтобы ставить на компьютеры прикладные программы. Портативный «Осборн 1» стал первым компьютером с установленными редакторами для текста и таблиц. Так Осборн задал несколько важных тенденций, которые определяли развитие индустрии в будущие десятилетия.

Несмотря на такой успех, Осборн довёл свою компанию до банкротства. Причиной краха стала маркетинговая ошибка: в 1983 году он объявил, что готовит новую, более совершенную модель своего компьютера – Vixen. Покупатели, в ожидании более совершенного продукта, перестали покупать Osborne 1, тысячи которых ждали на складах своих покупателей. Не получая доходов и не имея средств на разработку и выпуск новой модели, компания Осборна обанкротилась. С тех пор этот маркетинговый эффект, когда утечки о новых разработках вредят продажам текущих продуктов, называют *«эффектом Осборна»*.

Сегодня производители боятся повторить судьбу Осборна. Как тщательно они скрывают информацию о дате выхода и характеристиках своих новых продуктов! Что мы знали о новых изделиях, например, iPhone 5 или iPad 3 до их выхода? Все данные были основаны на слухах и утверждениях разных источников (часто безответственных и сделанных с целями саморекламы).

Переход к рыночной экономике в России открыл новые возможности создания информационной продукции хозяйственного назначения, но выдвинул жесткие требования к логистике этой деятельности. Начиная с 1990 года информационное агентство «Мобиле» создало в Москве технологию распространения информации о предложениях продажи продукции высоких технологий. Бюллетени «Компьютеры и комплектующие», «Оргтехника», далее «Банки и финансы», «Медицина и оборудование», «Строительство», «Недвижимость» выходили с частотой от одного раза в месяц двух раз в неделю. Информацию по компьютерам и оргтехнике, например, операторы собирали по телефону, факсам и другим средствам связи до 18.00. В 11 утра следующего дня готовая продукция в виде отпечатанных бюллетеней объемом несколько сот страниц с информацией о предложениях почти тысячи фирм уже лежала на столах клиентов и пользовалась огромным спросом благодаря оперативности и достоверности.

Логистика снабжения включала в себя сбор и обработку информации непосредственно от участников рынка, а также через СМИ и другие источники информации. Логистическая цепочка обеспечивала прямой интерес участников рынка, который заключался в том, чтобы попасть в бюллетени, поэтому они проявляли высокую оперативность в снабжении, т.е. предоставлении информации, а также платили и за постановку информации в базы данных и бюллетени, и за готовую информационную продукцию. Для оперативной обработки данных были разработаны собственные классификаторы

информации по компьютерам, оргтехнике, медицинским препаратам и оборудованию.

Логистика производства включала в себя оперативную верстку и корректуру бюллетеней, вывод на печать и развоз макетов, затем ночную печать в своей типографии и ряде сторонних типографий по договорам, а также доставку на склад готовой продукции, подготовку к распределению.

Логистика физического распределения включала в себя доставку курьерами, почтой, прямыми посылками поездами и самолетами, а также прямыми продажами в сети киосков, в которые с ночи выстраивались очереди клиентов за свежими бюллетенями. Превосходство в рекламе и маркетинге обеспечивала полноцветная информационно-аналитическая газета «Модус», которая печаталась в Финляндии, и бесплатно распространялась в местах массового посещения потенциальных клиентов – на выставках и в салонах, в посольствах и на иностранных рейсах «Аэрофлота». В государственных интересах в 1996–2003 гг. издавали журнал «Промышленность России», позднее – «Наука и промышленность России», а также информационно-аналитический бюллетень «Экономическое обозрение для федеральных органов государственной власти», который бесплатно распространялся по ограниченному списку организаций. Со временем, разумеется, приоритет получили электронные средства передачи информации.

Для полноты охвата страны была создана Ассоциация региональных информационных агентств, которая объединила более 15 аналогичных агентств, действовавших в различных регионах. По мере развития сети Интернета и электронных коммуникаций менялись методы сбора информации и поставки клиентам готовой информационной продукции.

Для автоматизации проектирования САПР систем логистики, логистических цепочек производственных процессов необходимо создать сетевую модель структуры материальных потоков.

2. ЛОГИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА

В системе автоматизации проектирования систем логистики основой является функциональный цикл материально-технического обеспечения. Необходимо рассмотреть особенности этого функционального цикла.

2.1. Основные понятия управления материальным потоком

Рассмотрим понятия и терминологию, которые отличают логистику промышленного производства от других видов логистики и характеризуют основные отношения между понятиями в этой области.

Логистика производства (определена в первой главе) – регулирование производственного процесса в пространстве и во времени, а именно планирование движения материальных потоков и управление ими, организация внутрипроизводственной транспортировки, буферизации (складирования) и поддержание на складах запасов (заделов) сырья, материалов и незавершенного производства; планирование производственных процессов на стадиях заготовки и поставки ресурсов, обработки и сборки готовой продукции (ГП).

Анализ – совокупность методов формирования и обработки данных о логистической деятельности, для объективных оценок, тенденций развития, выявления резервов повышения эффективности их использования.

Материальный поток (МП) – движение материальных ресурсов в пространстве и во времени между стадиями производственного процесса.

Производственная система – комплекс материальных объектов, коллектива людей, производственных, научно-технических и информационных процессов, имеющих целью выпуск конечной продукции и обеспечение эффективного протекания производственного процесса.

Производственный процесс – определенным образом упорядоченный в пространстве и во времени комплекс трудовых и естественных процессов, направленных на изготовление продукции необходимого назначения, в определенном количестве и качестве и в заданные сроки.

Тип производства – комплексная характеристика технических, организационных и экономических особенностей производства, обусловленных степенью специализации, сложностью и устойчивостью изготавливаемой номенклатуры изделий, размером и повторяемостью выпуска продукции.

Производственная структура – взаимосвязанная система цехов и служб предприятия. Цеха и службы осуществляют различные функции, обеспечивающие выполнение планов в строго установленные сроки в соответствии с производственным расписанием (планом производства). Цеха располагают своей производственной структурой, в которую входят участки, а в структуру участков входят рабочие места – первичные звенья структуры.

Поточное производство – форма организации производственного процесса, при котором все операции согласованы во времени, повторяются через строго установленные интервалы, все рабочие места являются специализированными и располагаются в соответствии с ходом

технологического процесса. Применяется обычно в крупносерийном и массовом производстве.

Непоточное производство применяется в основном в единичном, мелкосерийном и серийном производстве. Часто это неупорядоченное движение предметов труда в пространстве, сочетаемое с прогнозированным движением во времени.

Календарный метод планирования предназначен для определения конкретных сроков процесса производства (запуска, выпуска изделий; опережений запуска, выпуска изделий, сборочных единиц относительно выпуска рассматриваемого изделия) каждого наименования выпускаемой продукции.

Объемно-календарный метод планирования обеспечивает в системе производства взаимную увязку сроков и объемов производимых работ с потенциальной мощностью (пропускной способностью) производственных подразделений в целом на весь рассматриваемый период времени.

Объемно-динамический метод планирования позволяет одновременно учитывать сроки, объем и динамику производства работ в соответствии с плановой номенклатурой выпуска, чтобы полнее использовать имеющиеся производственные мощности.

«Выталкивающие» системы планирования и управления МП (выталкивающая парадигма логистики) основаны на том, что предметы труда в производственном процессе передаются с предыдущей на последующую производственную стадию согласно заданному расписанию на плановый период. И так по цепочке от *первой* до *последней* производственной операции. В результате на рынок поступает продукция, на которую спрос ожидается, но не гарантирован. Это рынок продавца, который предлагает покупателям ту продукцию, которую он сам производит.

«Вытягивающие» системы планирования и управления МП (вытягивающая парадигма логистики) основаны на том, что обработка предметов труда на предыдущей стадии производственного процесса начинается по команде (по мере необходимости) от последующей стадии, и так по цепочке от *последней* до *первой* производственной операции.

В результате на рынок поступает продукция, спрос на которую со стороны потребителей подтвержден сделанными заказами, т.е. гарантирован. Это рынок покупателя, который требует у продавца ту продукцию, которую он сам желает приобрести. На *клиента* ориентированы современные системы планирования.

Система KANBAN (карточка) – система организации производства и снабжения, позволяющая в полной мере реализовать концепцию «точно в срок» (ЛТ – just in time); относится к «вытягивающим» системам.

Рассмотрим основные определения, связанные с управлением материальными потоками в процессе промышленного производства.

Аутсорсинг логистических услуг – передача части или всех логистических функций (обычно непромышленного характера) внешним сервисным логистическим организациям.

Внешние микрологистические системы – решают задачи, связанные с управлением и оптимизацией материальных и сопутствующих потоков от их источников к пунктам назначения вне технологического цикла производства.

Внутренние микрологистические системы – оптимизируют управление материальными потоками в пределах технологического цикла производства продукции.

Интегрированные микрологистические системы – системы, границы которых определяются производственно-распределительным жизненным циклом продукции. Он включает процессы закупки материальных ресурсов и организации снабжения, логистику на производстве, логистические операции по продаже готовой продукции потребителям и послепродажному сервису.

Контроллинг – упорядоченный и непрерывный процесс обработки данных, обеспечивающий информацией управленческий персонал для достижения целей логистической системы предприятия, согласования и оптимизации материальных финансовых, информационных потоков.

Макрологистическая система с гибкой связью – движение материальных потоков от поставщиков сырья и других необходимых компонентов к производителю, а от него к потребителю может осуществляться как непосредственно, так и через соответствующих посредников.

Макрологистическая система с прямыми связями – движение материальных потоков от поставщиков сырья и других компонентов к производителю и далее к потребителю осуществляется без посредников.

Эшелонированная макрологистическая система – движение материальных потоков от поставщиков сырья и других необходимых компонентов к производителю, а от него к потребителю осуществляется через посредников.

Риск – вероятность наступления страхового случая, а также возможный размер ущерба от него.

Страхование – система обеспечения интересов физических и юридических лиц, подверженных рискам.

Затраты (издержки) – ресурсы, необходимые для производства продукции (товаров и услуг).

Удельные издержки – затраты в натуральном или денежном выражении ресурса на производство единицы продукции.

Общие логистические издержки – логистическая концепция, суть которой заключается в оптимизации суммарных издержек за счет перегруппировки затрат по логистическим операциям.

Прибыль – превышение доходов над расходами за определенный период времени.

Специальность «САПР – Системы автоматизированного проектирования» содержит специальные требования к знаниям студентов по дисциплине «Промышленная логистика» согласно стандарту ГОС ВПО. Согласно стандарту студенты должны получить знания и навыки по следующим вопросам.

Менеджмент, управление в проектной деятельности:

- технико-экономическое обоснование проектных решений;

- структуры управления в проектных организациях;
- информационные потоки в управленческих структурах;
- функции корпоративных автоматизированных систем логистики и делопроизводства;
- анализ состояния рынка и формирование цены средств САПР.

Включены также методы прогнозирования развития средств автоматизированного проектирования и организации инженерного труда.

В процессе разработки научных основ и практических применений логистики производства был создан целый ряд концепций, методик, технологий, которые позволили повысить эффективность, снизить запасы и резервы, организовать управление материальными потоками. Рассмотрим наиболее важные из этих подходов.

2.2. Концепция «точно в срок» (JIT)

Ряд компаний, в числе первых была Toyota, в 1970-е годы разработали концепцию «точно в срок» (just in time, или сокращенно JIT), другое название «точно вовремя». Подход оказался настолько эффективным, что все крупные организации в настоящее время в той или иной степени его используют.

Традиционный подход к организации работы предполагает, что запасы – это важный элемент всей системы, гарантирующий отсутствие сбоев при выполнении операций. Чем выше степень соответствия между поставками и спросом, тем меньше потребуются запасы. Если удастся установить соответствие между поставками и спросом, то запасы не нужны. Цель концепции «точно в срок» – минимизация затрат по созданию запасов.

Отсутствие запасов является не только достоинством, но и уязвимым местом данной системы. Отметим, что в результате землетрясения и цунами в Японии в марте 2011 года, которые разрушили транспортные пути, данная система практически оказалась парализована на длительное время, что нанесло производству в Японии, да и в других странах, где потребляется продукция японских предприятий, значительный ущерб. Для повышения надежности системы необходимо иметь планы подключения резервных путей доставки, резервных производств, резервных транспортных средств. Но это требует дополнительных расходов, снижает эффективность. Таким образом, уход от запасов и резервов повышает эффективность, но снижает надежность. И наоборот. С учетом этих факторов надо создавать системы управления производством.

Можно иллюстрировать суть системы «точно в срок» на примере работы газовой плиты на газе в баллоне и на газе, поступающем по трубопроводу. В первом случае иногда возникает несоответствие между наличием топлива в баллоне и потребности в нем. Чтобы устранить перебои, надо заранее закупать газовые баллоны, т.е. создавать запас. Во втором случае поставка газа точно соответствует спросу и никакого запаса горючего у потребителя нет.

В основе концепции лежит гипотеза, что запасы возникают из-за плохого управления, плохой координации работ, и поэтому управленцы пытаются проблемы спрятать в запасы. Если найти причины, вызывающие разницу между предложением и спросом, улучшить выполнение операций, то запасы исчезнут. В более широком значении концепция «точно в срок» рассматривает

предприятие как набор проблем, мешающих эффективному выполнению операций, например длительность выполнения заказов, нестабильность доставки заказов, несбалансированные друг с другом операции, ограничения в мощности, поломки оборудования, бракованные материалы, перерывы в работе, ненадежные поставщики, низкое качество ГП, большой объем бумажной работы и многое другое.

Проблемы пытаются решить за счет новых расходов: создавая дополнительные мощности, запасы, устанавливая резервное оборудование, приглашая специалистов по кризисам. Чтобы избежать подобных расходов, концепция «точно в срок» требует изменений по следующим направлениям:

- *Запасы.* Организации должны уменьшить запасы до минимальных (нулевых) запасов: ресурсов, незавершенного производства, ГП.
- *Качество.* Необходимо добиваться полного отсутствия брака на основе комплексного управления качеством.
- *Поставщики.* Заказчики должны доверять своим поставщикам, поэтому им необходимо устанавливать долгосрочные партнерские соглашения с надежными поставщиками.
- *Объем партий.* Необходимо искать способы снижения объемов производственных партий, добиваться коротких производственных циклов, чтобы излишек производства не накапливался в запасах ГП.
- *Время выполнения заказов.* Необходимо снижать время выполнения заказов, чтобы снизить факторы неопределенности, которые могут изменить ситуацию за время долгой поставки.
- *Надежность.* Все операции должны выполняться непрерывно без сбоев, т.е. не должно быть поломок оборудования, брака, прогулов и т.п.
- *Работники.* Необходим дух сотрудничества как между рабочими, так и между менеджерами и рабочими, поскольку благосостояние всех зависит от общего результата, ко всем работникам должно быть одинаковое отношение. Поощряются творческие инициативы любого работника по поводу возможных усовершенствований в работе.
- *Информационная поддержка* должна позволять оперативно обмениваться информацией и синхронизировать все процессы поставки МР, производства и сборки, поставки ГП.

Таким образом, концепция «точно в срок» – это не только способ минимизации запасов, но и устранение потерь по любым видам ресурсов, улучшение координации и повышение эффективности деятельности.

Пример использования концепции «точно в срок»

У американской компании Harley-Davidson, производящей мотоциклы, в 1970-х годах обострилась конкуренция с японскими компаниями: Honda, Yamaha, Suzuki и Kawasaki. Большинство ранее стабильных компаний в этой отрасли обанкротились. Японские компании могли поставлять свои мотоциклы практически в любую точку мира с более высоким качеством и по более низкой цене, чем у конкурентов. Когда компания Harley-Davidson в 1978 г. попыталась доказать в суде, что японские

компании продают мотоциклы по демпинговым ценам, т.е. ниже их себестоимости, то выяснилось, что операционные издержки у японских компаний на 30% ниже, чем у нее. Одной из основных причин такого положения дел было использование ими режима работы JIT. В 1982 г. Harley-Davidson начала разрабатывать и внедрять программу «материалы по мере необходимости», аналог JIT. Вначале компания столкнулась с трудностями, но за 5 лет она снизила время переналадки оборудования на 75%, сократила гарантийные затраты и расходы, связанные с отходами, на 60%, снизила запасы незавершенного производства на 22 млн. долларов. За тот же период производительность компании выросла на 30%, в результате компания выдержала конкуренцию на рынке.

Преимущества концепции «точно в срок». В некоторых организациях, внедривших JIT, произошло сокращение запасов на 90%; площадей, на которых выполняются работы, – до 40%; затрат на снабжение – до 15% и т.д. К преимуществам JIT также относятся:

- сокращение запасов материалов и незавершенного производства;
- сокращение времени пополнения запасов;
- сокращение времени производства продукции;
- повышение производительности;
- повышение загрузки оборудования;
- повышение качества материалов и ГП;
- возрастает производственная дисциплина сотрудников;
- возрастает дисциплина отношений с поставщиками;
- создается стиль конструктивного решения возникающих проблем.

Проблемы реализации и внедрения JIT состоят в следующем.

- высокие затраты на внедрение (современное оборудование, затраты на подготовку специалистов и повышение заработной платы, рост затрат на производство вследствие небольших партий выпуска и т.д.);
- непредвиденные обстоятельства (поломки, забастовки работников, задержки и срывы поставок, природные катастрофы и др.);
- возрастает зависимость от качества поставляемых материалов;
- необходима стабильная работа производства при колебаниях спроса;
- необходима гибкая реакция на изменение запросов потребителей;
- трудно сократить сроки переналадки и связанные с этим затраты;
- не все поставщики способны работать в данном режиме;
- трудность привязки к информационным системам партнеров;
- работа сотрудников в обстановке повышенного стресса;
- необходимо сотрудничество и доверие между работниками;
- сотрудники должны нести большую ответственность.

Необходимые условия реализации концепции «точно в срок»

- Наличие в экономической системе надежных поставщиков. Американские и европейские производители смогли внедрить эту концепцию на 10-15 лет позже японцев из-за низкой надежности поставок.
- Отношения партнерства между организациями в цепи поставок.
- Использование систем обмена информацией о требуемых МП, например, канбан для JIT и электронный обмен данными для реакции на запросы потребителей, ECR.

- Высокая скорость физической доставки МП, в том числе за счет сокращения времени промежуточного хранения и ожидания грузопереработки.
- Точная информация о текущем состоянии производства, точные прогнозы на ближайшее будущее. Для этого при организации и оперативном управлении производственных процессов должны использоваться надежные телекоммуникационные системы и информационно-компьютерная поддержка.

Концепция эффективной реакции на запросы потребителей (ECR)

Концепция «точно в срок» требует от поставщиков изменения стиля работы: поставки надо осуществлять быстрее, но с полной надежностью, а меньшие партии должны обладать высоким качеством, поскольку резервы на случай брака и задержек в пути не предусмотрены. Для этого самим поставщикам целесообразно применять методы «точно в срок». Тогда вся система будет работать согласованно на основе одних и тех же целей и принципов. Концепция *эффективной реакции на запросы потребителей* (efficient consumer response, или ECR) как раз и предполагает расширение зоны ЛТ на всю цепь поставок. Другие названия концепции: быстрая реакция (quick response, QR), планирование непрерывного пополнения (continuous replenishment planning, CPR). Концепция ECR соединяет производственную и информационную логистику: сообщение о требуемых материалах идет назад через цепь поставок, в результате чего МП перемещаются вперед, т.е. ECR «протягивает» МП через организации, входящие в ЛЦ.

В 1985 г. в США было создано одно из первых в мире партнерств по ECR с участием розничного торгового предприятия, производителя тканей и производителя одежды. В результате они повысили объем продаж на 20%, сократили объем запасов на 50%. Интерес к ECR возник в 1990-х годах. Теперь в супермаркетах, использующих этот подход, когда покупателю продают утюг, то касса автоматически отправляет сообщение поставщику заменить этот утюг, далее его система отправляет сигнал своему поставщику, т.е. сигнал идет по цепи назад. В частности, производителям корпуса утюга, нагревательного элемента, соединительного шнура; а далее предприятиям металлургии, химической промышленности и т.д. Так возникла технология запасов, управляемых продавцом.

Проблемы внедрения ECR

- Сезонность производства некоторых поставляемых ресурсов, например сельскохозяйственных культур.
- Несогласие одной или нескольких организаций ЛЦ (не хотят или не могут) работать в режиме ECR прерывает поток.
- Если ЛЦ пересекает границу, где МП тормозится или сталкивается с другими проблемами, снижающими производительность, то ECR не работает.

Недостатки концепции «точно в срок»

Недостатки концепции «точно в срок» являются следствием ее достоинств и были отмечены выше. Японские производители давно перешли на эту систему, что позволило отказаться от собственных складов взамен на поставки компонентов по графику. Срыв таких поставок приводит к остановке производства. После землетрясения и цунами в Японии в марте 2011 года, помимо прямых разрушений, начались перебои с электричеством, вызванные остановкой ряда АЭС. За ними последовали веерные отключения электроэнергии, объявленные японским правительством. Далее возникли проблемы с логистикой – дефицит бензина затруднил подвоз компонентов и вывоз готовой продукции, а также доставку рабочих.

Согласно статистике доля Японии в мировом производстве потребительской электроники достигает 17%. Хотя эта доля и снижалась в последние годы, но производства в Китае, странах Юго-Восточной Азии еще не способны обойтись без японских комплектующих и компонентов. Помимо этого, доля Японии в мировом производстве дисплеев составляет 25%, электрических компонент – 40%, аудио- и видеооборудовании – 44%, компьютерах – 18%, NAND flash – 36%, DRAM – 14% и т.д. Кроме того, для выпуска производится электронный компас, специальное стекло, закрывающее экран, и батареи. Возникли проблемы и в автомобильной промышленности. Это привело к сбоям производства не только в Японии, но и в США, в Китае, странах Юго-Восточной Азии в связи с отсутствием запасов на складах и сбоями в системе поставок, причиной которых стала природная катастрофа, переросшая в техногенную катастрофу. Проблемы также стали возникать в других, казалось бы, неожиданных областях, вроде производства телевизоров, профессионального телевизионного оборудования, например, Sony и Panasonic, носителей для записи информации и др.

Все это показывает взаимосвязь и уязвимость глобальной экономики, в которой ни один из секторов не застрахован от «эффекта домино».

2.3. Бережливое производство, Lean Production

Бережливое производство (от англ. lean – постный, без жира, стройный; в русской версии lean – лин, бережливое) – логистическая концепция менеджмента, сфокусированная на оптимизации бизнес-процессов с максимальной ориентацией на рынок и учетом мотивации работников. Бережливое производство составляет основу новой философии менеджмента. Целью такого производства является достижение минимальных затрат труда, минимальных сроков по созданию новой продукции, гарантированной поставки продукции заказчику, получить высокое качество при минимальной стоимости.

Отцом бережливого производства считается Тайити Оно, начавший работу в Toyota Motor Corporation в 1943 году. В середине 1950-х годов он начал выстраивать особую систему организации производства, названную Производственная система Toyota, или Toyota Production System (TPS). Система Toyota стала известна в западной интерпретации как Lean production, Lean manufacturing, Lean. Вклад в развитие теории бережливого производства внёс соратник и помощник Тайити Оно – Сигео Синго, создавший в числе прочего метод SMED.

Идеи бережливого производства были высказаны ещё Генри Фордом, но они не были восприняты бизнесом, поскольку значительно опережали время. Крупные компании успешно используют опыт Toyota: Alcoa, Boeing, United Technologies (США), Porsche (Германия), Инструм-рэнд (Россия) и многие другие. Сначала концепцию бережливого производства применяли в отраслях с дискретным производством, прежде всего в автомобилестроении. Затем концепция была адаптирована к условиям непрерывного производства, а потом в торговле, сфере услуг, коммунальном хозяйстве, здравоохранении, вооружённых силах и государственном секторе [27].

Бережливое производство вышло за рамки промышленного предприятия. При помощи бережливого производства оптимизируют сферу услуг и процесс общения потребителя и поставщика, процесс доставки и обслуживания продукции. Распространению идей *Лин* способствуют регулярные международные и региональные конференции, многие из которых проводятся по инициативе Lean Enterprise Institute (США) и Lean Enterprise Academy (Англия). Многие страны оказывают государственную поддержку распространению бережливого производства. В условиях высокой конкуренции и кризиса, предприятия всего мира должны, используя лучшие технологии управления, создавать продукты, максимально удовлетворяющие клиентов по качеству и цене.

Использованию бережливого производства содействуют Российские Лин Форумы, которые проводит Центр Оргпром, специалисты которого употребляют термин «лин». Форум является одной из крупнейших площадок по обмену передовым опытом бережливого производства. Большое значение в распространении *Лин* в России имеют Российские Лин-школы. Итогом VIII сессии Российской *Лин* Школы (Санкт-Петербург 8–11 июня 2010 г.) стало

учреждение общественного движения «Лин-форум». Его инициаторами стали «АвтоВАЗ», «Центр «Оргпром», ряд других компаний и организаций.

По данным исследования Института комплексных стратегических исследований (ИКСИ) о распространении бережливого производства в России в марте–апреле 2006 года, из 735 опрошенных российских промышленных предприятий 32% использовали японский опыт. Предприятия, которые первыми начали применять методы бережливого производства: Горьковский автомобильный завод (Группа «ГАЗ»), РУСАЛ, ЕвразХолдинг, Еврохим, ВСМПО-АВИСМА, ОАО «КУМЗ», Северсталь-Авто, КАМАЗ, НефАЗ, Сбербанк России ОАО и др. Настоящим прорывом стала целевая программа внедрения *Лин*, принятая правительством Татарстана.

Задача бережливого производства состоит в том, чтобы сохранить только те операции, во время которых создается реальная ценность продукта для конечного потребителя продукта (товара или услуги). А это происходит при непосредственной обработке, изготовлении технических элементов и т.д. А главное – устранить потери, то есть любую деятельность, которая потребляет ресурсы, но не создает ценности. Например, потребителю не нужно, чтобы готовый продукт лежал на складе. Но в традиционной системе управления складские издержки, а также все расходы, связанные с переделками, браком, и другие косвенные издержки перекладываются на потребителя.

В соответствии с данной концепцией вся деятельность предприятия делится на: операции и процессы, добавляющие ценность для потребителя, и операции и процессы, не добавляющие ценности для потребителя. Всё, что не добавляет ценности для потребителя, с точки зрения бережливого производства классифицируется как потери и должно быть устранено.

Цели бережливого производства:

- сокращение затрат, в том числе трудовых,
- сокращение сроков разработки новой продукции,
- сокращение сроков создания продукции,
- сокращение производственных и складских площадей,
- гарантия поставки продукции заказчику,
- максимальное качество при определённой стоимости либо минимальная стоимость при определённом качестве.

Бережливое производство выделяет *восемь типов потерь*:

1. Потери перепроизводства (избыточное производство продукции).
2. Потери транспортировки (избыточное перемещение сырья, продукции).
3. Потери времени из-за ожидания (в рабочее время нет работы).
4. Потери из-за запасов (избыточное количество сырья, материалов).
5. Потери из-за производства продукции с дефектами (брак).
6. Потери из-за лишних этапов обработки, не приносящей ценности.
7. Потери на лишние движения (не связанные напрямую с осуществлением производственной деятельности).
8. Потери творческого потенциала (неполное использование возможностей человеческого ресурса).

Также принято выделять ещё два источника потерь – «перегрузку» и «неравномерность»:

Неравномерность выполнения работы, например колеблющийся график работ, вызванный не колебаниями спроса конечного потребителя, а режимом производственной системы, или неравномерный темп работы по выполнению операции, заставляющий операторов сначала спешить, а затем ждать. Во многих случаях менеджеры способны устранить неравномерность за счёт выравнивания планирования и внимательного отношения к темпу работы.

Перегрузка оборудования или операторов, возникающая при работе с большей скоростью или темпом и ростом усилий в течение долгого периода времени – по сравнению с расчетной нагрузкой (проект, трудовые нормы).

Подход Лин к устранению потерь

Лин предлагает следующий порядок устранения потерь:

- Разработка карт потоков создания ценности (подробных описаний механизмов создания потребительской ценности выпускаемой продукции или предоставляемых услуг).
- Разработка контрольных листков, помогающих выявить причины потерь на каждом этапе (документальных свидетельств, отражающих результаты наблюдений за выполнением той или иной операции).
- Сбор статистических сведений о времени создания ценности и времени потерь, а также любой другой информации, свидетельствующей о наличии потерь, при помощи разработанных контрольных листков (контрольные листки заполняются независимыми наблюдателями, чтобы исключить субъективную составляющую наблюдений).
- Построение будущих карт потоков создания ценности (без потерь).
- Анализ причин потерь и устранение процедур, не создающих ценность.

Стандартизация рабочих процедур.

Суть бережливого производства в виде пяти принципов [30]:

1. Определить ценность конкретного продукта.
2. Определить поток создания ценности для этого продукта.
3. Обеспечить непрерывное течение потока создания ценности продукта.
4. Позволить потребителю вытягивать продукт (система заказов).
5. Стремиться к совершенству.

Применяются также и другие принципы:

- Превосходное качество (сдача с первого предъявления, система «ноль дефектов», обнаружение и решение проблем там, где они возникают).
- Гибкость производства.
- Установление долговременных отношений с заказчиком (путем деления рисков, затрат и информации).

Инструменты бережливого производства (инструменты *Лин*)

Для устранения потерь (или предупреждения их возникновения) в данном подходе разработаны методики рациональной организации производства. Наиболее известны следующие:

1. Инструмент *Лин*: 5S = 5C – организация рабочих мест (система наведения порядка, чистоты и укрепления дисциплины, разработана в Японии, характеризуется пятью словами, начинающимися с буквы C):

- 1) сортируй (избавляйся от ненужного);
- 2) соблюдай порядок (у каждой вещи свое место);
- 3) содержи в чистоте;
- 4) стандартизируй (процедуры поддержания чистоты и порядка);
- 5) совершенствуй.

2. Инструмент *Лин*: TPM (Total Productive Maintenance) – всеобщее производительное обслуживание оборудования.

- Вовлеченность всего персонала в работы по обслуживанию оборудования (включая руководителей).
- Состояние оборудования – показатель уровня культуры специалиста.
- Обслуживание – залог бесперебойной работы оборудования.

3. Инструмент *Лин*: SOP – стандартные операционные процедуры.

- Документирование последовательности выполнения операций.
- Краткость и наглядность (схемы, рисунки, фотографии).
- Поддержание актуальности.
- Привлечение к разработке исполнителей процедур.

4. Инструмент *Лин*: Just-In-Time – Точно в срок (рассмотрен выше).

5. Инструмент *Лин*: Kaizen – Кайдзен – непрерывное плановое улучшение малыми шагами (противоположность инновациям).

- Небольшие изменения, не требующие больших затрат.
- Ежедневная плановая деятельность.
- Улучшения планируются и исполняются на местах (работниками, а не менеджерами).
- Быстрые, видимые результаты.

6. Инструмент *Лин*: Управление качеством продукции (услуги) непосредственно в процессе ее производства (предоставления).

- Система оповещения о сбоях.
- Использование методов предотвращения ошибок персонала и проявлений недостатков технологий (Рока-Йоке).
- Исполнитель может остановить производственный цикл (предоставление услуги) при возникновении брака.
- Стандартизация процедур контроля качества на каждом шаге, возложение обязанностей по контролю на непосредственных исполнителей.

Алгоритм внедрения бережливого производства (по Джиму Вумеку)

1. Найти проводника перемен (нужен лидер, способный взять на себя ответственность);
2. Получить необходимые знания по системе *Лин* из надежного источника.
3. Хорошим мотивом внедрения *Лин* служит кризис в организации.
4. Составить карту всего потока создания ценности для каждого продукта.
5. Как можно быстрее начинать работу по основным направлениям (информация о результатах должна быть доступна персоналу организации).

6. Стремиться быстро получить результат.
7. Осуществлять непрерывные улучшения по системе Кайдзен (переходить от процессов создания ценностей в цехах к административным процессам).

Типичные ошибки при внедрении бережливого производства

Установлено семь видов основных ошибок:

1. непонимание роли руководства при внедрении системы *Лин*.
2. Построение «Системы», не обладающей необходимой гибкостью.
3. Начало внедрения не с «основ».
4. Изменяются рабочие места, но не меняются привычки.
5. Все измерять (собирать данные), но ни на что не реагировать.
6. Бесконечный анализ ситуации, вместо непрерывных улучшений.
7. Обходиться без поддержки.

Бережливое производство невозможно без бережливой культуры. Главное в *Лин-культуре* – человеческий фактор, коллективная работа. Существенную поддержку этому оказывает эмоциональный интеллект (EQ) работников.

В целом использование принципов бережливого производства может дать значительные эффекты. Применение инструментов и методов бережливого производства позволяет добиться значительного повышения эффективности деятельности предприятия, производительности труда, улучшения качества выпускаемой продукции и роста конкурентоспособности без значительных капитальных вложений.

Результатами внедрения *Лин-преобразований* становятся:

- Сокращение административных циклов на 50–90%.
- Сокращение брака на 50%.
- Сокращение цикла создания нового продукта на 75%.
- Сокращение капитальных затрат на 50%.
- Сокращение производственных циклов на 75%.
- Увеличение производительности на 15–35% в год.
- Сокращение складских запасов более чем на 75%.

Примеры использования

Лин-производство в медицине. По экспертным оценкам, около 50% времени у медицинского персонала не используется прямо на пациента. Необходим переход на персональную медицину, при которой пациент получает помощь «в нужный момент и в нужном месте». Медицинские учреждения должны располагаться так, что пациенту не надо тратить время на многочисленные переезды и ожидания в других местах. Сейчас это приводит к значительным финансовым тратам у пациентов и снижению эффективности лечения. В 2006 году по инициативе Lean Enterprise Academy (Великобритания) состоялась первая в ЕС конференция по проблеме внедрения *Лин* в сфере здравоохранения.

Лин-почта. В почтовом ведомстве Дании, в рамках бережливого производства, проведена стандартизация предлагаемых услуг для повышения производительности труда, ускорения почтовых пересылок. Для идентификации и контроля почтовых услуг введены «карты поточного создания их ценности». Разработана и внедрена эффективная система мотивации почтовых служащих.

Лин-офис. Методы бережливого производства все шире используются не только в производстве, но и в офисах (бережливый офис), а также в местных и центральных органах государственного управления.

Лин-строительство представляет собой управленческую стратегию бережливого производства в строительной области, направленную на повышение эффективности всех этапов строительства.

Лин-дом. Использование *лин* технологии в быту позволяет сделать быт экологически чистым, свести энергозатраты до минимального уровня. Пассивный дом является характерным примером бережливого быта. В энергоэффективном доме расходы на отопление составляют около 10% от обычного энергопотребления, что практически делает его энергонезависимым. Теплопотери пассивного дома составляют менее 15 кВт. час/ кв. м в год (для сравнения, в доме старой застройки 300 кВт. час/ кв. м в год), а потребность в незначительном отоплении дома возникает только при отрицательных температурах наружного воздуха. Пассивный дом при морозе минус 20 градусов остывает на 1 градус в сутки.

2.4. Принцип Парето и его приложения

Этот универсальный принцип, связывающий, например, результаты и усилия по их достижению, сформулировал итальянский экономист и социолог Вилфредо Парето в 1897 г., а позднее развил англичанин Ричард Кох, который представил свои результаты в книге «Принцип 20/80: секреты достижения больших результатов при затрате меньших усилий». Он расширил наблюдения Парето, первоначально касавшиеся исключительно экономических и социологических вопросов, и вывел ряд следствий принципа, которые сейчас нередко употребляются как самостоятельные эмпирические правила.

Принцип Парето (его еще называют «принцип наименьших усилий»), не имеет строго математического выражения, но часто встречается в самых разных областях. Например, если все предметы разместить в порядке их ценности, то 80% ценности приходится на 20% от общего числа предметов, а 20% ценности приходится на оставшиеся 80% предметов. Как отмечалось в принципах бережливого производства, вещи должны располагаться на рабочем столе настолько близко, насколько часто ими пользуются. И так далее:

- 80% прибыли дают 20% клиентов;
- 80% прибыли дают 20% продуктов;
- 80% людей погибли в 20% войн;
- 80% производства обеспечивают 20% предприятий;
- 80% пользователей посещают 20% сайтов;

- 80% времени, пропущенного по болезни, приходится на 20% сотрудников;
- 80% документов нужны в 20% рабочих ситуаций;
- 80% следствий происходит из 20% причин.

Распределение богатства предсказуемо несбалансированно: 20% людей обладают 80% капитала, материальных ценностей, 10% – 65%, 5% – 50%.

В 1800 году экономист Сэй писал: «антрепренер перебрасывает экономические ресурсы из сферы малой продуктивности в сферу большой продуктивности, и пожинает плоды; прибыль можно многократно увеличить за счет выгодной продукции и лучших работников». Крупные агрохолдинги США производят 80% урожая, а фермеры и мелкие хозяйства – 20%. Крупные авиакомпании России перевозят около 85% пассажиров, а средние и малые – только 15%, как раз на них и приходится почти все авиационные происшествия. В этих утверждениях принципиальны не приведённые числовые значения, а сам факт их существенного различия.

В 1931 году Джордж Ципф из Гарварда писал, что ресурсы (люди, товары, время, знания, любые источники продукции) самоорганизуются так, чтобы свести к минимуму затраченную работу. Таким образом, 20-30% ресурса производят 70-80% деятельности, связанной с ним.

Отметим некоторые следствия из принципа Парето.

Значимых факторов немного, а факторов тривиальных множество, таким образом, лишь единичные действия приводят к важным результатам.

Большая часть усилий не даёт желаемых результатов. То, что мы видим, не совсем соответствует действительности, всегда имеются скрытые факторы.

Большинство удачных событий обусловлено действием небольшого числа высокопроизводительных сил; большинство неприятностей связано с действием небольшого числа разрушительных сил.

Следует отметить и недостатки. С точки зрения математики закон Парето не вполне корректный. Скорее это эмпирическое правило, имеющее практическое значение. В «качественной» формулировке (то есть без учёта конкретных значений 20/80) это тривиальное наблюдение: когда на результат действует много факторов, то вклад каждого из них часто бывает различным.

«Количественная» часть закона математически также недостаточно строгая. Действительное распределение вклада большей и меньшей части факторов в реальной жизни вовсе не обязательно равно 20/80. Конкретные значения распределения могут меняться, даже если, например, изменить правила группировки значений одних и тех же данных. Кроме того, основное следствие закона Парето, на котором базируется его применение: факторов, дающих наибольший вклад в результат, всегда немного – это эмпирическое наблюдение, которое в каждом конкретном случае не всегда сбывается.

Помимо сказанного, в реальных системах такие свойства, как «полнота», «качество», «функциональность», описываются некоторой совокупностью параметров. Даже если вклады различных факторов в эти параметры по отдельности определяются законом Парето, то вклады одного и того же фактора в различные параметры, как правило, неодинаковы. Один и тот же

фактор для одного параметра может быть незначительным, а для другого стать определяющим. Поэтому, отсекая вроде бы ненужные части, надо проверить, не влияют ли они на другие существенные параметры системы.

Закон Парето не является строгим законом природы с определенными параметрами, это ограничивает его применимость. Смысл и польза его, как общего принципа, в том, что необходимо обращать внимание на неравномерность вклада разных факторов в результат и уделять различное внимание разным по важности факторам.

Применение принципа Парето

Принцип Парето лежит в основании идеи компьютерных RISC-процессоров (возможно, что авторы идеи повторно изобрели его сами). В то время электронная промышленность создавала всё более сложные микропроцессоры с объёмными системами сложных команд, чтобы обеспечить выполнение как можно большего числа сложных операций одной командой. А создатели RISC технологии обратили внимание на то, что в течение большей части машинного времени процессор выполняет команды, составляющие очень небольшое подмножество всей системы команд. Оказалось, что правило 20/80 применимо к работе процессора: «в течение 80% времени работы процессор выполняет 20% от общего числа реализованных в нём команд». Возникла естественная идея: выбросить из схемы процессора реализацию 80% редко используемых команд, оставив только 20% используемых часто, и за счёт упрощения схемы сделать её более производительной.

Диаграмма Парето

Диаграмма Парето, основанная на принципе Парето, предназначена для выделения наиболее важных проблем и факторов, которые в наибольшей степени влияют на деятельность и эффективность предприятия, а потому подлежат наиболее жесткому контролю.

В деятельности фирм, предприятий постоянно возникают различные проблемы, решению которых может способствовать использование диаграммы Парето: трудности с оборотом кредитных сумм, с освоением новых правил принятия заказов; появление брака, неполадок оборудования; удлинение сроков сбыта партии изделий; наличие на складах продукции, которая не продается; прилагаются усилия повысить качество, но поступление рекламаций не уменьшается; задержка сроков поставок исходного сырья и материалов и т.д.

Диаграмма Парето используется и в противоположном случае, когда положительный опыт отдельных цехов и подразделений хотят внедрить на всем предприятии. С помощью диаграммы Парето выявляют основные причины успехов и широко пропагандируют эффективные методы работы.

Диаграмма Парето для решения таких проблем, как появление брака, неполадки оборудования, контроль деталей на складах и т.д., строится в виде столбчатого графика. Диаграмма составляется в разных вариантах. Рекомендуется составить несколько вспомогательных диаграмм, входящих в состав группы А, с тем чтобы, последовательно анализируя их, в конечном

итоге составить отдельную диаграмму Парето для конкретных явлений недоброкачества.

На рис. 2.1 изображена диаграмма Парето при производстве ламп накаливания. Из диаграммы видно, что наиболее часто встречающийся брак – разбита колба лампы (45%), возможно, происходит из-за неаккуратного обращения с лампами.

Диаграмма (карта) Парето. Данные по дефектам ламп накаливания

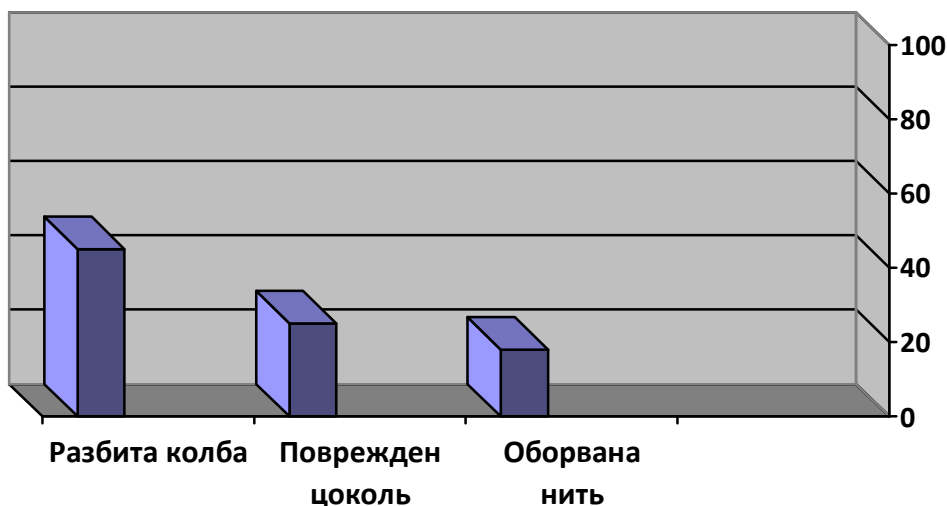


Рис. 2.1. Диаграмма Парето при производстве ламп накаливания

Диаграмму Парето целесообразно применять вместе с *причинно-следственной диаграммой*. Чтобы решить проблему, связанную с низким качеством изделия, необходимо понять сущность явления по каждому конкретному виду дефекта.

Причинно-следственная диаграмма

В Японии для работников первой линии производства процесс представляют как взаимодействие 4 М:

Material + Mashine + Man + Method,

или: материал + оборудование + оператор + метод.

Каждая из этих четырех составляющих оказывает свое влияние на ход производства и качество выпускаемой продукции. Необходимо определить направление и степень влияния этих составляющих; как их можно разбить на причины и факторы, какие воздействия, в какой степени и в какое время применить для устранения вредных воздействий. Чтобы представить все это наглядно, создается *причинно-следственная диаграмма*.

Причинно-следственную диаграмму можно представить графически. Схема причинно-следственной диаграммы представлена на рис. 2.6, на которой рассмотрены основные причины и факторы, которые оказывают влияние на

качество продукции при производстве металлической фольги. Такую диаграмму иногда называют «рыбья кость». На рис. 2.2 представлены характеристики качества, являющегося следствием, по которым определяют различные причины, влияющие на качество. Например, причину «Строчные отверстия», или причину «Удлинения» и т.д.

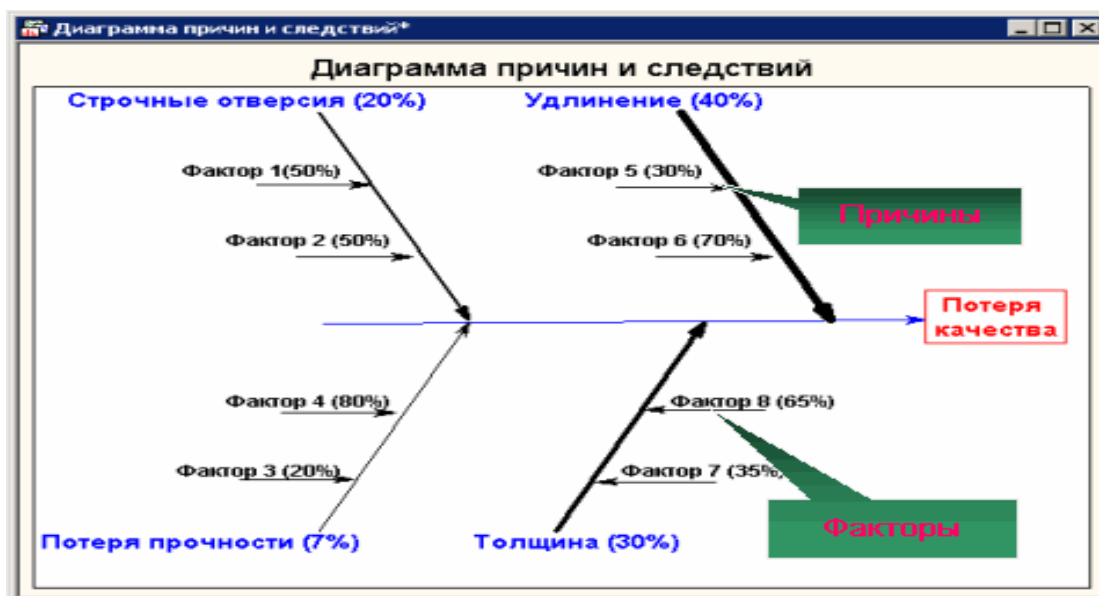


Рис. 2.2. Причины потери качества при производстве фольги

Эти причины являются, в свою очередь, следствием других причин, которые обозначим Фактор 1, Фактор 2 – для следствия «Строчные отверстия»; или Фактор 5, Фактор 6 – для следствия «Удлинение» и т.д.

При поиске причин важно помнить, что характеристики, являющиеся следствием, обязательно испытывают разброс. Поиск среди этих причин факторов, оказывающих особенно большое влияние на разброс характеристик (т.е. на результат), называют исследованием причин.

При составлении причинно-следственной диаграммы подбирают максимальное число факторов, имеющих отношение к характеристике, которая вышла за пределы допустимых значений.

Для исследования причин снижения качества необходимо привлекать не только работников данного производства, но и третьих лиц, не имеющих непосредственного отношения к работе, так как у них, в отличие от лиц, привычных к данной рабочей обстановке, может возникнуть неожиданный подход к выявлению причин низкого качества изделий.

Одним из наиболее эффективных методов такого исследования считается групповой метод анализа причин, который называется «мозговой штурм». При использовании метода мозгового штурма для выявления причин возникновения проблемы необходимо:

- обеспечить атмосферу для свободного высказывания участниками обсуждения своих мнений по поводу причин возникновения проблемы;
- исключить бесплодные разговоры, записывать любые идеи, возникшие при обсуждении, и поддерживать сознательное оперирование фактами;

- лица руководящего состава никогда не высказывают свое мнение первыми, чтобы не ограничивать свободу мысли участников обсуждения;
- при составлении причинно-следственной диаграммы последней стрелкой среди причин следует обозначить «и прочие неучтенные факторы».

В подобной ситуации собирают по возможности большое число заинтересованных лиц и начинают всесторонне изучать коренную причину недоброкачества (от мелкой причины до конечной причины). В результате останавливаются на четырех-пяти причинах, требующих первоочередного внимания.

После проведения корректирующих мероприятий диаграмму Парето можно вновь построить для изменившихся в результате коррекции условий и проверить эффективность проведенных улучшений.

В сложной экономической жизни фирмы (предприятия) проблемы могут возникнуть в любой момент в любом подразделении. Анализ этих проблем всегда целесообразно начинать с составления диаграммы Парето. С их помощью можно анализировать широкий круг проблем, относящихся практически к любой сфере деятельности на фирме.

Финансовая сфера: анализ себестоимости изделий отдельно по видам изделий; анализ сбыта; анализ соотношения затрат на деятельность по контролю, по факторам контроля; анализ прибыли отдельно по видам изделий; анализ процента прибыли и т.д.

Сфера сбыта: анализ прогноза потребителей отдельно по видам изделий; анализ выручки от продажи изделий отдельно по продавцам и по материалам; анализ случаев получения рекламаций отдельно по содержанию рекламаций и анализ суммы потерь от рекламаций; анализ числа возвращенных изделий отдельно по видам изделий; анализ выручки отдельно по сумме выручки, отдельно по видам изделий и т.д.

Сфера материально-технического снабжения: анализ числа случаев специального отбора по видам сырья и материалов; анализ числа дней задержки поставок отдельно по видам сырья и материалов; анализ финансовых потерь в результате задержки на складах отдельно по видам сырья и материалов и т.д.

Когда производство большое и выпускает много разных продуктов, то необходимо оценить – какие продукты из этого списка приносят наибольшую прибыль? Какие продукты наиболее эффективны по соотношению между расходами, доходами, и процентными платежами по кредитам? В каком случае нужны наибольшие товарные запасы, какие продукты имеют более стабильный график продаж и в какой степени этот график стабилен. В конечном счете необходимо определить продукты, приносящие наибольшую прибыль в единицу времени и в расчете на единицу вложений (расходов).

Существует целый ряд методик, разработанных для решения этих вопросов. Эти методики создавали по мере того, как рост глобализации, и обострение конкуренции предъявляли все более жесткие требования к повышению эффективности ведения бизнеса. Наиболее простые и популярные из них (*ABC* и *XYZ* анализа) построены на основании принципа Парето.

2.5. ABC-анализ

При использовании диаграммы Парето для контроля важнейших факторов наиболее распространенным методом анализа является так называемый *ABC*-анализ. Допустим, что на складе хранится большое число деталей – 1000, 3000 и более. Проведение контроля всех деталей одинаково, без всякого различия, требует высоких затрат, а потому неэффективно. Разделим детали на группы, например, по их стоимости. Тогда на долю группы наиболее дорогих деталей, составляющих 20–30% от общего числа хранящихся на складе деталей, придется 70–80% от общей стоимости всех деталей, а на долю группы самых дешевых деталей, составляющей 40–50% от всего количества деталей, придется значительно меньше, например, 5–10% от общей стоимости.

Первую группу назовем *A*, третью группу – *C*, а промежуточную группу, стоимость которой составляет 20–30% от общей стоимости, назовем группой *B*. Проведение контроля деталей на складе будет наиболее эффективным в том случае, если контроль деталей группы *A* будет самым жестким, контроль деталей группы *B* – упрощенным, а группы *C* – минимальным.

Такой анализ широко применяется для контроля складов, клиентуры, денежных сумм, связанных со сбытом.

ABC-анализ – метод, который позволяет классифицировать ресурсы фирмы по степени их важности и за счет этого повысить эффективность. Например, это ранжирование ассортимента по разным параметрам. Ранжировать таким образом можно и поставщиков, и складские запасы, и покупателей, и длительные периоды продаж – всё, что имеет достаточное количество статистических данных. Результатом *ABC*-анализа является группировка объектов по степени влияния на общий результат.

Методика *ABC*-анализа строится на основе принципа Парето, который рассмотрен выше: «за большинство возможных результатов отвечает относительно небольшое число причин», или 20% всех товаров дают 80% оборота. Суть можно сформулировать так: надёжный контроль 20% позиций позволяет на 80% контролировать систему, будь то запасы сырья и комплектующих либо продуктовый ряд предприятия и т.п.

Товарные запасы делятся на три категории (реже выделяют 4-5 групп):

- *A* – наиболее ценные, 20 % товарных запасов; 80 % – продаж.
- *B* – промежуточные, 30 % товарных запасов; 15 % – продаж.
- *C* – наименее ценные, 50 % товарных запасов; 5 % – продаж.

По результатам *ABC*-анализа строится график зависимости совокупного эффекта от количества элементов. Такой график называется кривой Парето, кривой Лоренца или *ABC*-кривой. Позиции ассортимента ранжируют и группируют в зависимости от размера их вклада в совокупный эффект. В логистике *ABC*-анализ обычно применяют с целью отслеживания объёмов отгрузки определённых артикулов и частоты обращений к той или иной позиции ассортимента, а также для ранжирования клиентов по количеству или объёму сделанных ими заказов.

Данный метод получил развитие благодаря простоте, универсальности и эффективности. Порядок проведения *ABC*-анализа следующий.

1. Определить объекты анализа. Обычно объектами *ABC*-анализа являются поставщики, товарные группы, товарные категории, товарные позиции. Каждый из этих объектов имеет свои параметры описания и измерения: объём продаж (в денежном или количественном измерении), доход (в денежном измерении), товарный запас, оборачиваемость и т. д.

2. Определить параметр, по которому будет проводиться анализ объекта, его единица измерения. Это могут быть: средний товарный запас, руб.; объём продаж, руб.; доход, руб.; количество единиц продаж, шт.; количество заказов, шт. и т.п.

3. Сортировать объекты анализа в порядке убывания значения параметра.

4. Определить группы *A*, *B* и *C*.

Для определения принадлежности выбранного объекта к группе необходимо рассчитать долю параметра от общей суммы параметров выбранных объектов с накопительным итогом. Доля с накопительным итогом рассчитывается путём прибавления значения параметра к сумме предыдущих параметров. Затем распределить выбранные объекты по группам.

Рекомендуемое распределение:

Группа А – объекты, сумма долей которых с накопительным итогом составляет первые 50% от общей суммы параметров.

Группа В – следующие за группой *A* объекты, сумма долей которых с накопительным итогом составляет от 50% до 80% от общей суммы параметров.

Группа С – оставшиеся объекты, сумма долей которых с накопительным итогом составляет от 80% до 100% от общей суммы параметров.

Рекомендуется творчески подойти к определению объектов и параметров анализа. Необходимо пробовать разные варианты. Сгруппировав товар по одному параметру, необходимо сопоставить полученный результат с другими параметрами. Например, группа *C* может приносить 20% дохода, составлять 50% товарного запаса и занимать 80% площади склада.

Существует несколько методов выделения групп, из которых наиболее применимы: эмпирический метод, метод суммы и метод касательных. В эмпирическом методе разделение происходит в классической пропорции 80/15/5. В методе суммы складывается доля объектов и их совокупная доля в результате – таким образом значение суммы находится в диапазоне от 0 до 200%. Группы выделяют так: группа *A* – 100%, *B* – 45%, *C* – остальное. Достоинства метода – большая гибкость. Метод касательных является самым гибким: к кривой *ABC* проводится касательная, отделяя сначала группу *A*, а затем *C*.

Вероятности возникновения спроса на материальные ресурсы *A*, *B* и *C* подчинены различным законам. В большинстве промышленных и торговых фирм примерно 75% стоимости объёма продаж составляют всего около 10%

наименований номенклатуры (группа *A*), 20 % стоимости – 25 % наименований (группа *B*), 5 % стоимости – 65 % наименований (группа *C*).

Метод *ABC* широко используется при планировании и формировании ассортимента на различных уровнях гибких логистических систем, в производственных системах, системах снабжения и сбыта.

Пример:

ABC-анализ товаров по объему продаж показывает, какие товары обеспечивают 80% оборота компании. Проанализируйте те же товары, но по количеству единиц (или количеству заказов по ним), и в результате будет получен список 20% товаров, которые покупают 80% клиентов, а это означает привлекательность товара для клиента и товарооборота компании. Этот же результат можно использовать при планировании размещения товара на складе или в торговом зале магазина. Анализ товаров по доходу покажет, на чем предприятие зарабатывает деньги, аналогичный анализ по затратам позволит понять, куда предприятие их тратит.

Важно помнить, что непродуманное сокращение товаров группы *C* (20% дохода компании) приведет к тому, что через некоторое время оставшиеся товары распределятся по тому же закону, при этом общий результат деятельности вашего предприятия может снизиться на 50%.

2.6. XYZ-анализ

Задача *XYZ*-анализа состоит в группировании объектов анализа по мере однородности анализируемых параметров (по коэффициенту вариации) с учетом периода, в течение которого производится анализ.

XYZ-анализ оценивает значимость материалов в зависимости от частоты их потребления. Если рассматривать потребление отдельных видов материалов в течение длительного периода, то можно установить, что среди них есть материалы, имеющие постоянный и стабильный спрос; материалы, расход которых подвержен определенным, например сезонным, колебаниям, и наконец, материалы, расход которых носит случайный характер. Поэтому в пределах каждого из классов *A*, *B* и *C* материалы могут быть распределены еще и по степени прогнозируемости их расхода. Для такой классификации используются символы *X*, *Y*, *Z*.

К классу *X* относят материалы постоянного спроса или с незначительными колебаниями, поэтому прогноз достаточно точный. Удельный вес таких материалов в общей номенклатуре, как правило, не превышает 50-55%.

К классу *Y* относят материалы периодического спроса либо когда известны тенденции изменения (например, сезонные колебания). Их прогнозирование возможно со средней степенью точности, а удельный вес в общей номенклатуре составляет около 30%.

К классу *Z* относят материалы, для которых нельзя выявить какой-либо закономерности потребления. По этой причине прогнозирование их расхода невозможно (они составляют около 15% общей номенклатуры).

Алгоритм проведения анализа состоит из четырёх этапов:

1. Определение коэффициентов вариации для анализируемых ресурсов.
2. Группировка ресурсов по возрастанию коэффициента вариации.
3. Распределение по классам X , Y , Z .
4. Графическое представление результатов анализа.

В классе X коэффициент вариации меняется от 0 до 10%.

В категории Y коэффициент вариации меняется от 10 до 25%.

В категории Z значение коэффициента вариации свыше 25%.

Реальное значение коэффициента вариации для разных групп может отличаться по следующим причинам:

- сезонность продаж,
- тренд спроса,
- акции,
- дефицит и т. д.

Есть несколько разновидностей XYZ -анализа. Например, анализ отклонения плановых данных от фактических данных позволяет уточнить прогноз. Часто XYZ -анализ проводят совместно ABC -анализом, что позволяет точнее выделять группы по их свойствам.

Коэффициент вариации – это отношение среднеквадратичного отклонения к среднеарифметическому значению измеряемых значений ресурса. Рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}}; \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}; \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

где: V – коэффициент вариации;

σ – среднеквадратичное отклонение; т.е. стандартное отклонение, определяющее степень фактического расхода материала в течение анализируемого периода относительно средней величины;

\bar{x} – среднеарифметическое значение, средняя величина расхода материала;

x_i – i -тое значение ряда; фактический расход материала в n -м периоде;

n – количество значений в статистическом ряду (число периодов).

Значение квадратного корня есть 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 оно будет иметь разный смысл. Поэтому при сравнении вариационных рядов между собой используют коэффициент вариации. Коэффициенты вариации 20% и 0,2% показывают, что во втором случае значения анализируемых параметров значительно меньше отличаются от среднеарифметического значения.

Пример. Предположим, что спрос на материал в течение периода изменяется незначительно. Определим коэффициент вариации спроса, используя данные табл. 2.1.

Таблица 2.1

| Количество расходуемого материала, ед. | Спрос на материал | | | |
|--|-------------------|-------------|---------------------|-----------------------|
| | Периоды | \bar{X}_t | $(X_t - \bar{X}_t)$ | $(X_t - \bar{X}_t)^2$ |
| 2000 | I квартал | | 25 | 625 |
| 1800 | II квартал | 1975 | -175 | 30625 |
| 2100 | III квартал | | 125 | 15625 |
| 2000 | IV квартал | | 0 | 0 |
| 7900 | 4 | | | 46875 |

$$\bar{X}_t = \frac{7900}{4} = 1975,$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{46875}{3}} = 125,$$

$$\nu = \frac{125}{1975} \cdot 100\% = 6,33\%.$$

Практика расходования материалов с разной степенью предсказуемости спроса позволила установить границы изменения коэффициентов вариации по классам X, Y и Z в зависимости от удельного веса конкретной позиции материала в общей номенклатуре. Графическая интерпретация XYZ распределения материалов представлена на рис. 2.3.

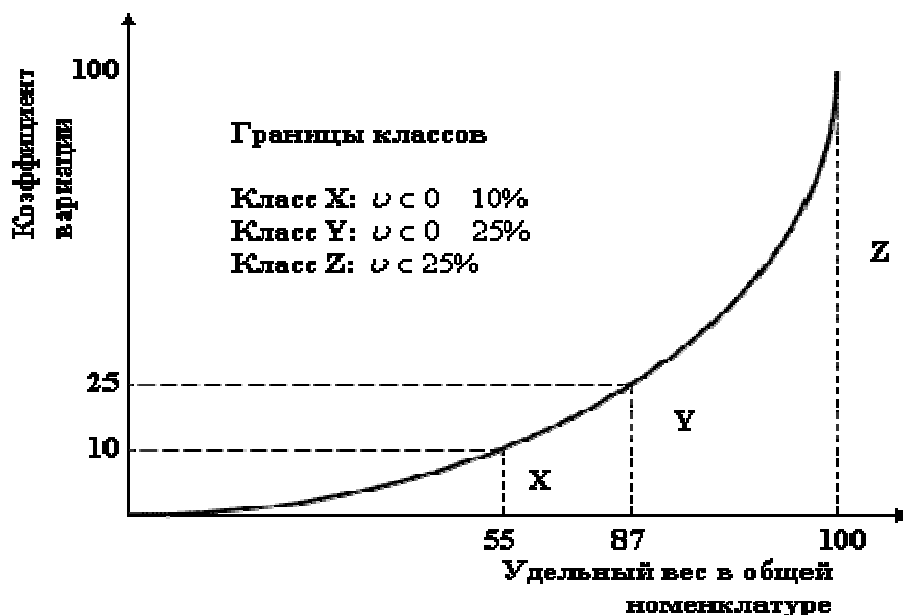


Рис. 2.3. Распределение материалов по методу XYZ.

Допустим, что предприятие использует около 200 наименований материалов, спрос на которые носит различный характер. В табл. 2.2 приведены данные, характеризующие интенсивность расходования по семи номенклатурным позициям.

Таблица 2.2

Распределение материалов в порядке убывания коэффициентов вариации

| Материал | Удельный вес в общем количестве наименований, % | Средне-месячное потребление, ед. | Стандартное отклонение | Вариация потребления, % | Вариация потребления нарастающим итогом, % | Класс материала |
|----------|---|----------------------------------|------------------------|-------------------------|--|-----------------|
| 1 | 14,20 | 500 | 3016,1 | 120,6 | 164,77 | Z |
| 2 | 28,57 | 3333 | 805,58 | 24,17 | 44,19 | Y |
| 3 | 42,86 | 7917 | 1402,8 | 17,72 | 20,02 | Y |
| 4 | 57,14 | 667 | 5,78 | 0,86 | 2,3 | X |
| 5 | 71,42 | 2917 | 23,09 | 0,79 | 1,44 | X |
| 6 | 85,71 | 68,33 | 24,62 | 0,36 | 0,65 | X |
| 7 | 100,0 | 54,167 | 159,9 | 0,29 | 0,29 | X |

Таблица построена следующим образом.

1. Рассчитано среднемесячное потребление по данным о расходовании материалов в предплановом периоде.
2. Определены стандартное отклонение и вариация потребления по каждому наименованию материала.
3. Все материалы распределены по мере убывания коэффициентов вариации.
4. Проведено суммирование материалов в соответствии с возрастанием коэффициентов вариации.

Результаты XYZ-анализа представлены в табл. 2.3. и на рис. 2.4.

Таблица 2.3

Результаты XYZ-анализа

| Класс материала | Количество наименований материала | Удельный вес в общем количестве наименований, % | Вариация потребления, % |
|-----------------|-----------------------------------|---|-------------------------|
| X | 4 | 57,14 | 2,3 |
| Y | 2 | 28,57 | 41,89 |
| Z | 1 | 14,29 | 120,6 |

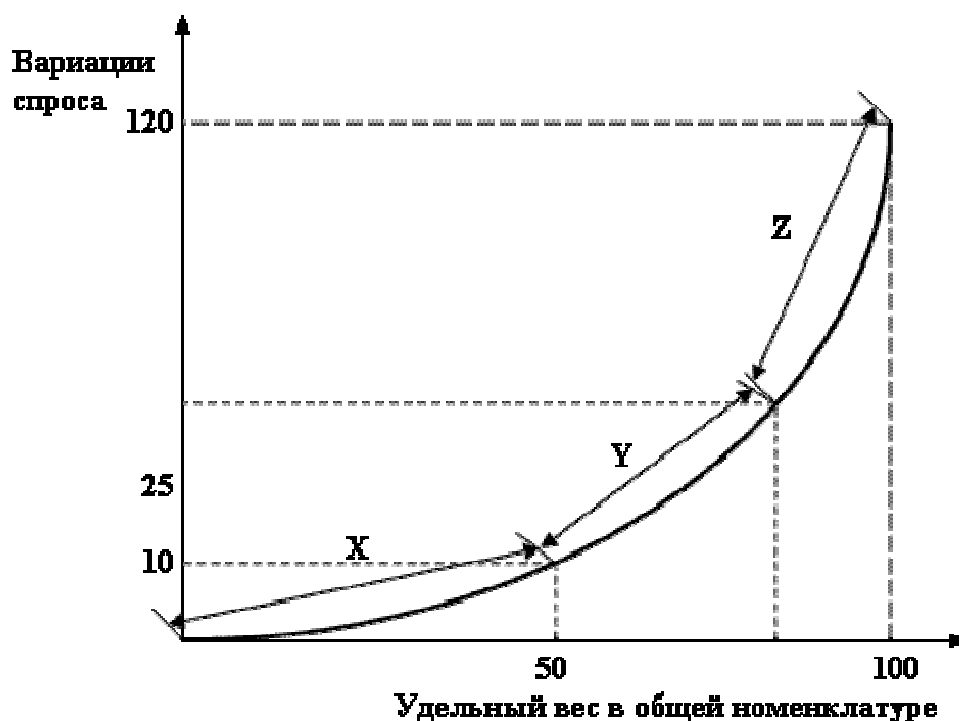


Рис. 2.4. Кривая Лоренца

XYZ-анализ служит вспомогательным средством при подготовке решений по совершенствованию планирования материального обеспечения производства.

Если такой анализ проводится самостоятельно, то для материалов класса *X* можно рекомендовать закупки в соответствии с плановой потребностью синхронному их расходу в производстве, для класса *Y* – создание запасов, а для класса *Z* – приобретение по мере возникновения потребности.

Противоречивая ситуация возникает при анализе продаж и товарных запасов в компаниях, торгующих бытовой техникой, строительными материалами, запасными частями для автомобилей и т.п. Финансовый план в компании часто составляется на месяц, а реально необходимый горизонт планирования должен быть на полгода. Анализ данных с периодом меньше чем квартал просто не имеет смысла. Все товары попадают в категорию «*Z*».

3. УПРАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ПОТОКАМИ ПРОИЗВОДСТВА

Основным объектом управления логистики, как хозяйственной деятельности, является сквозной материальный поток, т.е. материальный поток (МП), проходящий по логистической цепи (ЛЦ), начиная от первичного источника сырья через все промежуточные процессы вплоть до поступления к конечному потребителю.

Производство состоит из ряда технологических процессов, на которых происходит обработка исходного сырья, сборка комплектующих и т.д., т.е. все, что добавляет стоимость будущей готовой продукции (ГП). В процессе создания ГП разные производства создают свой конечный продукт, поставляют его в другие отрасли, производства, откуда получают их ГП в виде поставок для собственных технологий. Сети МП для создания сложных продуктов имеют значительные размеры по числу элементов и связей между ними; их расчеты, анализ, управление представляют существенные трудности для вычислений.

Математической моделью процесса производства является задача межотраслевого баланса (МОБ). Данная модель в виде сети ветвей, представляющих ресурсы, поставки, создание и распределение ГП, а также методы ее расчета, включая декомпозицию и расчет по частям, была подробно рассмотрена автором в учебно-методическом пособии «Сетевые методы планирования производства» [4]. Сетевая модель структуры производства имеет вид, представленный на рис. 3.1 [4].

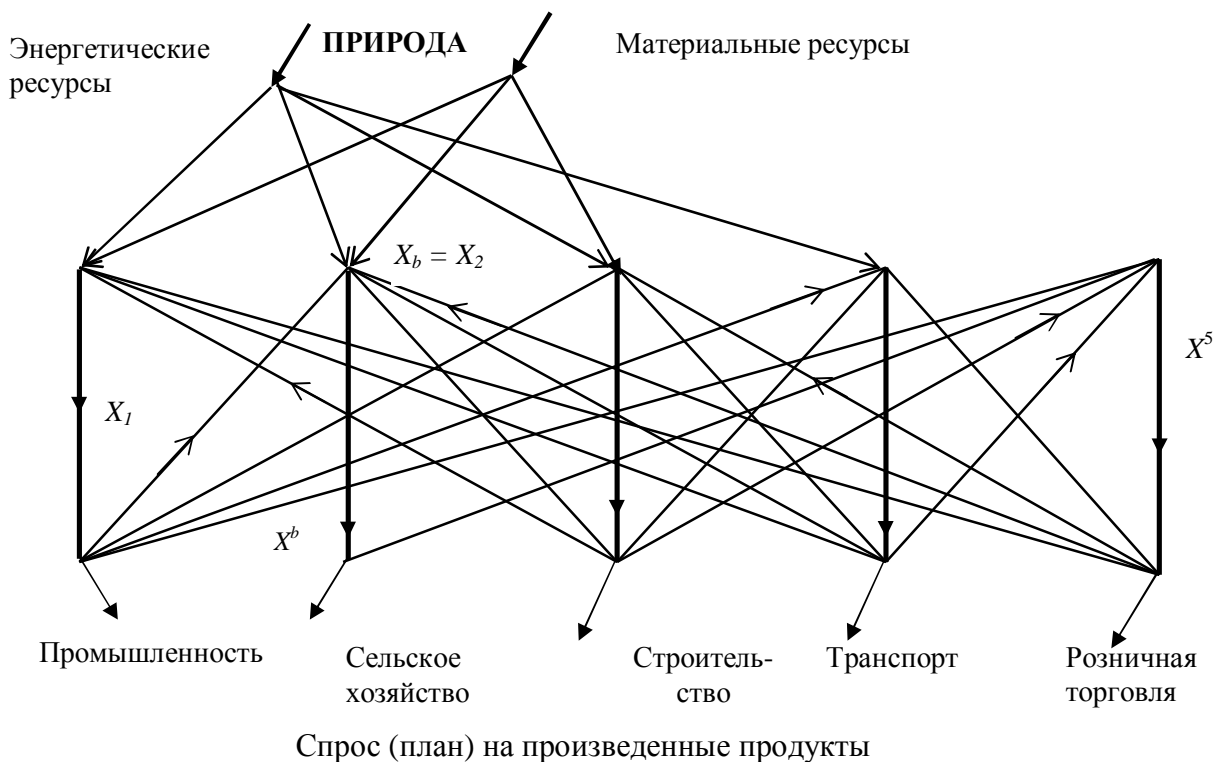


Рис. 3.1. Структура сети потоков продуктов в отраслях

Жирные линии – это основные отрасли производства продуктов, потоки в них направлены вниз, от входов к выходам. Сверху к ним поступают ресурсы (энергетические и материальные). Тонкие линии от выходов одних отраслей к входам других – это направления межотраслевых поставок. Стрелки внизу показывают спрос на продукцию данных отраслей (план производства). Сама структура потоков продуктов задана технологиями, или физическим содержанием процессов преобразования потоков энергии в экономике.

Такая модель описывает устоявшийся, стационарный режим работы производства, когда все транспортные, информационные, производственные связи уже установлены между всеми хозяйствующими субъектами, которые в этом участвуют. То есть решены все задачи логистики.

Вместе с тем жизнь не стоит на месте – возникают новые продукты, новые технологии производства как старых, так и новых продуктов, новые источники ресурсов. Разрабатываются новые месторождения, шахты, рудники, скважины. Создаются новые предприятия по обогащению, выплавке металлов, нефтепереработке, нефтехимии, и т.д. Возникают новые рынки сбыта продукции, новые продукты надо продвигать к потребителю – создавать спрос, проводить маркетинг, рекламу. Надо создавать, или менять, или приспособливать торговую сеть на новых рынках, создавать инфраструктуру продвижения своей продукции в условиях конкуренции.

Например, при развитии, наращивании экспорта зерна производители России должны получить доступ в порты назначения, места на складах, транспорт для перевозки из порта на склад, далее к местам переработки; решать проблемы таможни, санитарного контроля и т.д.

Для новых продуктов сетевые проблемы логистики возникают с нуля, т.е. с самого начала. Возможно, что надо создать новое производство. А это значит, что нужна территория, с учетом логистики снабжения и сбыта; инфраструктура (транспорт, электричество, вода, газ). Нужна доставка, установка, наладка оборудования. Важную (и чем дальше – тем более важную) роль играют кадры, их обучение или переобучение, социальное устройство. Возможно, что вместо создания нового производства осуществляется модернизация устаревшего производства – замена оборудования; закупка и доставка нового оборудования, создание, наладка технологических цепочек, переобучение персонала.

Все это составляет функциональный цикл материально-технического обеспечения. К этому надо дополнительно создать и наладить функциональный цикл в снабжении – на входе – и функциональный цикл физического распределения – на выходе производства продукции.

Системы автоматизированного проектирования логистики производства предназначены для управления материальными потоками от снабжения ресурсами, технологии создания готовой продукции, физического распределения, доставки ГП клиентам, и до обслуживания после продажи, до конца жизненного цикла продукта.

Таким образом, САПР логистики производства должны обеспечивать решение ситуаций, когда на месте старой или в дополнение к старой структуре хозяйственных связей создается новая структура хозяйственных связей.

Возникают «переходные процессы» – создание или включение в оборот новых, или перераспределение старых источников ресурсов и т.д. Все это и создает тот комплекс задач, решать которые должна логистика производства. В данном случае мы в меньшей степени будем рассматривать начало и конец процесса создания стоимости (ценности) продуктов, т.е. товаров и услуг, к которым относятся функциональные циклы снабжения и физического распределения. В большей степени рассмотрим проблемы и методы их решения в материально-техническом обеспечении, т.е. функциональные циклы самого производства.

Надо определить, какие силы, причины, мотивы влияют на изменение, поддержание, установление хозяйственных связей и определяют выбор тех или иных цепей логистики производства. Основой такого выбора является борьба за выживание и развитие фирм и компаний, т.е. хозяйствующих субъектов. Для успешного развития надо сохранять, увеличивать, поддерживать поток прибыли (поток энергии) в расчете на каждого работника с темпами роста не ниже среднего по экономической системе (или по данной отрасли, особенно если в ней темпы роста выше средних по стране).

Если темпы роста потока энергии ниже средних, то возникает потенциал оттока кадров, поскольку люди будут уходить в те отрасли, производства, фирмы, где темпы потока доходов (потока энергии) выше, чем в данном производстве. Молодежь не будет выбирать данную отрасль, данное производство. И постепенно такие сферы хозяйственной деятельности отомрут в условиях рыночной экономики. Человек ищет, где лучше.

Именно это происходит в России за последние 20 лет в области здравоохранения и образования, выталкивая данные виды деятельности в область платных услуг, или вынуждая специалистов менять профессию. Но это связано скорее с налоговой и бюджетной политикой государства.

Итак, для анализа причин, которые заставляют менять структуру хозяйственных связей и, соответственно, логистику, были разработаны различные методы. Далеко не всегда удается довести эти методы до расчетов с использованием вычислительной техники и создать САПР соответствующего направления. Многие из применяемых здесь методов носят качественный характер. Это позволяет применять для анализа такие методы, как нечеткая логика, нейронные сети, генетические алгоритмы и другие, получившие развитие и распространение в последние десятилетия. Эти методы нашли практическое применение: например, нечеткая логика – в программировании бытовой техники.

Вместе с тем, после качественного анализа положения дел фирмы, динамики ее развития, необходимо установить точные отношения между подразделениями внутри производства, а также с его поставщиками и потребителями. Без этого невозможно применение технологии «точно в срок», которая рассмотрена выше, всеобщей борьбы за качество и т.д.

Кроме того, хозяйственные отношения носят юридический характер, что заставляет участников строго выполнять свои обязательства в точном количестве и в оговоренные сроки. Без этого невозможно повышение эффективности современного производства. А это требует расчетов,

выстраивания структуры связей, что составляет содержание, модель, структуру базы данных в САПР логистики.

3.1. Модель пяти сил Портера

Для оценки положения предприятия рассмотрим модель пяти сил Портера, популярную при анализе и прогнозе стратегии на рынке продукции. Эта модель анализа рыночных сил, которые могут как угрожать предприятию, так и открывать для него возможности роста, была предложена Майклом Портером. Благодаря своей простоте и логичности она широко используется. Состав и структура основных составляющих модели представлена на рис. 3.2.

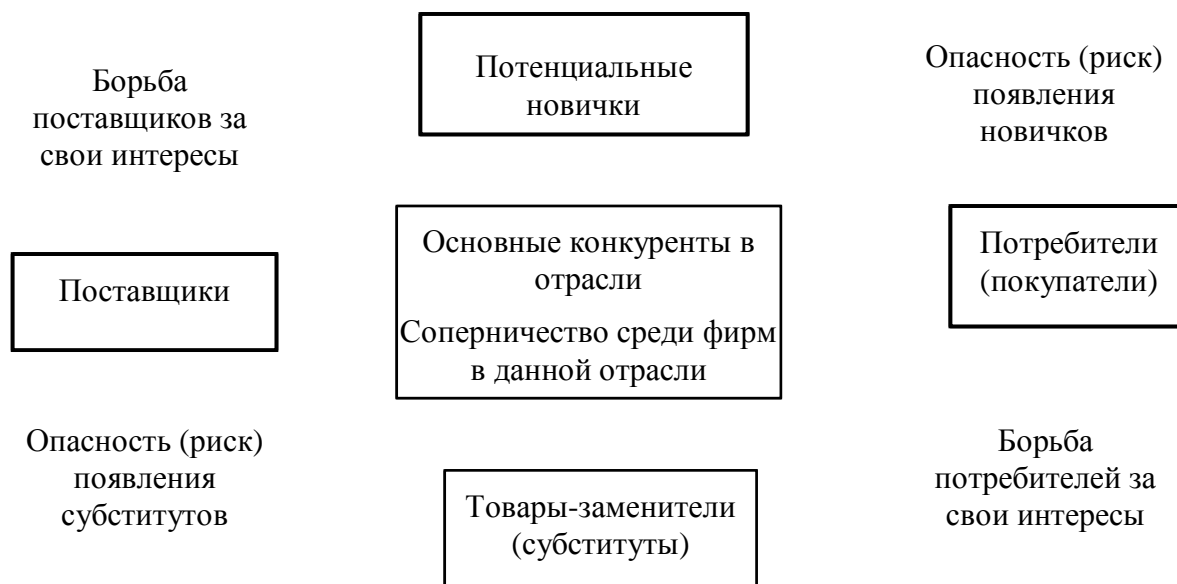


Рис. 3.2. Модель пяти сил М. Портера

Данная модель характеризует пять основных структурных свойств, определяющих динамику конкурентной борьбы отрасли и, соответственно, ее рентабельность, а именно: поставщиков, потребителей (покупателей), возможность появления новых участников рынка, возможность замещения товарами другой отрасли и соперничество между конкурентами в данном секторе рынка (см. рис. 3.2). В совокупности данные факторы определяют привлекательность рынка. В зависимости от того, как они сочетаются, конкурентная борьба может быть весьма острой и, следовательно, привести к низкой доходности либо, напротив, обеспечивать более высокую доходность. Компании могут регулировать соотношение этих пяти сил, чтобы приспособить свои слабые и сильные стороны к структуре рынка, предвидеть его изменения, определить возможности диверсификации, изменить правила конкуренции и обеспечить себе неизменно доминирующее положение.

Практическое применение модели предполагает два этапа анализа:

1. Оценка давления каждой из пяти сил на позиции предприятия (по балльной шкале);

2. Выбор стратегии реакции («ответный удар», сохранение нейтралитета, политика уступок и другие).

Сеть создания стоимости (Value Net)

Данная концепция расширяет модель пяти сил за счет включения в анализ тех участников рынка, которые дополняют сеть потоков продуктов. Это, например, компании-поставщики, у которых конечные потребители приобретают товары или услуги, дополняющие ваш основной продукт. Например, батарейки к вашим часам, фотоаппарату или плееру. Или кабельную продукцию для соединения различных устройств. Необходимо учитывать, что производители дополнительных товаров, с которыми вы сотрудничаете в целях увеличения прибыли, в конечном итоге могут стать конкурентами. Отношения с такими производителями определяют следующие факторы:

1. У производителей взаимодополняющих товаров больше власти в условиях, когда они могут перейти к конкурентам.
2. Такие производители могут настоять на своих условиях, если для покупателей или поставщиков переход между ними дешевле стоимости перехода между конкурентами основных товаров.
3. У производителей дополняющих товаров меньше влияния, если можно приобрести и использовать товары без их участия, но их власть растет с ростом роли в борьбе за рынок сбыта или снабжения.
4. Борьба с производителями дополняющих товаров за право определять стоимость менее напряжена, если сам рынок растет.

Цепочка приращения стоимости по М. Портеру

Создать преимущества по издержкам можно следующими способами:

- снижать затраты в отдельных элементах цепочки приращения стоимости;
- изменить (оптимизировать) структуру цепочки приращения стоимости;
- снижать затраты в элементах технической поддержки (закупки, развитие технологии, управление людскими ресурсами, инфраструктура фирмы);
- создать преимущества по затратам путем эффективного использования ИТ.

Если определена сама цепочка приращения стоимости, то можно анализировать затраты, путем расписывания затрат по ее элементам. Десять факторов, определяющих основные причины изменения затрат в этой цепочке:

- 1) экономия от масштаба;
- 2) обучение персонала;
- 3) уровень использования производственных мощностей;
- 4) связи между действиями на производстве;
- 5) взаимоотношения между группами, составляющими бизнес;
- 6) степень вертикальной интеграции;
- 7) время входа на рынок;
- 8) корпоративная политика в отношении затрат;
- 9) географическое положение;
- 10) институциональные факторы (государственное регулирование, профсоюзная деятельность, налоги и т.д.).

3.2. Логистика транспортировки продукции

В цепочке приращения стоимости в условиях глобализации все большую роль играет логистика транспортировки продукции между разными этапами производства. Доля времени на перевозки компонентов, в общем времени создания ГП доходит, как отмечалось, до 90%. Например, компоненты с большей добавленной стоимостью создаются в одной стране, а сборка, наладка, упаковка – в другой стране, может быть, находящейся на другом континенте. Например, узлы автомобилей производят в США или Германии, а сборочное производство находится на автозаводах в России. Бокситы добывают в Южной Америке, а выплавка алюминия осуществляется на Братском или Красноярском алюминиевом заводе, на базе дешевой электроэнергии сибирских рек. Крупные титановые узлы выплавляют и собирают на ОАО «АВИСМА титано-магниевого комбинат» (г. Березняки, Пермская обл.), а сборка авиалайнеров «Боинг», в конструкцию которых эти узлы входят, осуществляется в США.

Специальные методы логистики по планированию производства и управлению МП состоят в организации и оптимизации транспортировки, оптимизации хранения продуктов на разных этапах технологии производства; организации интегрированных МП разных производств. Это обеспечивает усиление, синергетический эффект для удовлетворения потребностей конечных пользователей, что, в конечном итоге, обеспечивает фирме, предприятию конкурентные преимущества.

Многие модели логистики имеют сетевую структуру, когда источники, поставляющие собственную продукцию, связаны с покупателями, которые эту продукцию потребляют. Задача логистики состоит в организации путей для потоков продукции, чтобы удовлетворить все потребности, а также в оптимизации транспортировки, чтобы доставка продуктов обладала минимальной стоимостью, приносила наименьшие расходы в цепочке создания стоимости. В методах оптимизации, линейном программировании этому соответствует решение транспортной задачи. Алгоритмы решения задач оптимизации заложены практически во всех системах управления производством, хотя разработчики могут об этом не упоминать. Методы расчета обычно относят к области промышленных секретов, хотя практически все эти методы давно известны и могут отличаться способом реализации. В реальности обычно есть одна конструкция и одна технология, которые реализованы в процессе создания и развития данного производства, а не много разных вариантов, из которых надо сделать оптимальный выбор. Со временем, конечно, происходят изменения производства, поставщиков, рынков сбыта.

Рассмотрим транспортную задачу на простом примере, решить которую для начала можно без применения методов линейного программирования. Допустим, что несколько рудных карьеров и шахт поставляют руду на несколько горно-обогатительных комбинатов, ГОК. Если суммарная производительность добычи карьеров соответствует суммарной мощности всех ГОК, то задача состоит в том, чтобы определить, какой карьер и в каком

количестве должен поставлять руду соответствующим комбинатам, чтобы обеспечить полную загрузку их производственной мощности.

Пусть имеется 4 рудных карьера и 5 ГОК, мощности и схемы связей которых представлены на рис. 3.3. Необходимо организовать схему снабжения горно-обогатительных комбинатов рудой, которая добывается на этих рудниках. Слева на рисунке показаны мощности карьеров, справа – мощности горно-обогатительных комбинатов. Цифры на стрелках показывают объемы перевозок между рудниками и комбинатами, которые обеспечивают решение данной задачи.

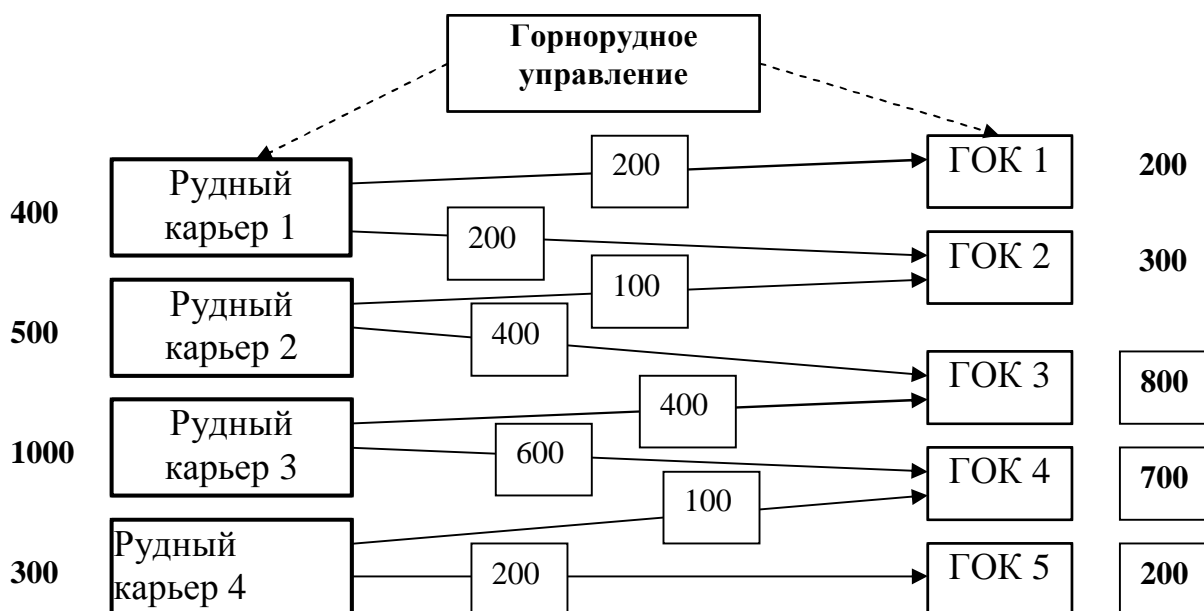


Рис. 3.3. Логистика снабжения ГОК продукцией рудников

Решение задач такого типа осуществляется методом «северо-западного угла», с помощью матрицы, показывающей связи рудных карьеров и горно-обогатительных комбинатов. Связи между рудниками и комбинатами отображает матрица, в которой строки соответствуют карьерам, столбцы – комбинатам, а элементы – маршрутам между ними:

| | | ГОК | | | | |
|--------|---|------|-----|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Рудник | 1 | 200 | 300 | 800 | 700 | 200 |
| | 2 | 400 | 200 | 100 | 400 | |
| | 3 | 500 | | 400 | 600 | |
| | 4 | 1000 | | | 100 | |
| | 5 | 300 | | | | 200 |

Если полагать, что верх матрицы – «север», слева «запад», справа – «восток», а внизу «юг», то верхний левый элемент матрицы – это и есть «северо-западный угол». Начинаем с него – пусть первый рудник поставит на первый ГОК столько руды, чтобы загрузить максимально его

производительность (мощность). Можно видеть, что для загрузки мощности ГОК-1 достаточно половины добычи Рудника-1, т.е. в первом элементе запишем 200. Это поток руды с Рудника-1, который полностью загрузит мощность на ГОК-1.

Тогда оставшуюся добычу Рудника-1 отправим на следующий ГОК-2, т.е. переходим к элементу в соседнем столбце, куда запишем 200. Это полностью заберет добычу Рудника-1, но не полностью загрузит мощность ГОК-2. Тогда по столбцу 2 спускаемся на строку 2 и заберем добычу Рудника-2, чтобы загрузить мощности ГОК-2. Нам не хватает здесь 100 единиц массы (допустим, 100 тыс. т) добытой руды. Мы их запишем в элемент матрицы связи Рудника-2 и ГОК-2, для которого получаем полную загрузку.

Но мощность Рудника-2 еще не полностью распределена, поэтому переходим в столбец 3, соответствующий ГОК-3. Этот комбинат заберет весь выпуск Рудника-2 (пишем в этот элемент матрицы значение 400), но этого ему не хватит. Тогда переходим вниз, на строку Рудника-3, где добываем недостающую руду для ГОК-3. И так продолжаем до тех пор, пока не распределим всю руду между комбинатами, т.е. пока не создадим логистическую цепь. Результаты этой работы представлены в элементах матрицы – от ее «северо-западного угла» до «юго-восточного угла» (стрелки показывают направление поиска), а также отображены в квадратах на стрелках связи рис. 3.3.

Это достаточно простая задача. Во-первых, она сбалансирована, т.е. суммарная мощность рудников равна суммарной мощности комбинатов. Во-вторых, мы не задали условий по маршрутам и способам транспортировки руды, а здесь затраты на единицу продукции могут существенно отличаться друг от друга. В рыночной экономике целью производства является увеличение прибыли, поэтому необходим выбор партнеров, поставщиков, маршрутов.

3.3. Оптимальный план транспортировки продукции

Задача перевозки руды (и аналогичные ей) существенно усложняется, если задана стоимость перевозки по каждому пути и необходимо минимизировать расходы на транспортировку продукции. Если такую задачу решить, то мы получим оптимальный по затратам план транспортировки продукции.

Транспортная задача оптимизации перевозки продукции может иметь следующую формулировку. Пусть несколько рудников (карьеров) отгружают добытую рудную продукцию на несколько горно-обогачительных комбинатов (ГОК). Их связывают маршруты перевозки, по каждому из которых задана своя цена доставки тонны груза. Необходимо доставить всю руду, загрузить все мощности комбинатов и при этом выбрать такие маршруты перевозок, чтобы обеспечить минимальную стоимость доставки грузов.

Возможны другие варианты постановки данной задачи. Например, вся добыча руды меньше, чем суммарная мощность комбинатов. При этом цена получения единицы конечного продукта на разных комбинатах разная. Тогда надо определить маршруты доставки с минимальной стоимостью транспортировки с максимальной загрузкой тех комбинатов, на которых

стоимость получения конечного продукта наименьшая. Или суммарная добыча руды превышает суммарную мощность комбинатов. Тогда надо вводить склад для запаса продукции или рассматривать варианты экспорта излишков руды.

Простой способ связать рудники и комбинаты, чтобы обеспечить всю руду мощностями по переработке (обогащению, выплавке металла), мы уже рассмотрели в предыдущем примере. Другие варианты транспортировки, поиск оптимального варианта и вообще расходы на перевозку там не рассматривали. Теперь будем решать задачу оптимизации перевозок, а это один из видов задач линейного программирования.

Задача линейного программирования в классической постановке имеет следующий вид: надо максимизировать значение целевой функции, и при этом значения переменных должны удовлетворять ряду ограничений.

Целевая функция имеет вид:

$$\text{Максимизировать } S c_j x_j \Rightarrow \max, \quad (3.1)$$

где $i = 1, m; j = 1, n$.

Система ограничений задана в виде совокупности неравенств:

$$S a_{ij} x_j \leq b_i. \quad (3.2)$$

Все переменные принимают только неотрицательные значения:

$$x_j \geq 0. \quad (3.3)$$

Рассмотрим простой пример постановки такой задачи. Пусть необходимо максимизировать целевую функцию (получение прибыли):

$$4 x_1 + 5 x_2 + 9 x_3 + 11 x_4 \Rightarrow \max$$

При ограничениях, заданных системой неравенств:

$$\text{человеко-недели} - 1 x_1 + 1 x_2 + 1 x_3 + 1 x_4 \leq 15$$

$$\text{материал А} - 7 x_1 + 5 x_2 + 3 x_3 + 2 x_4 \leq 120,$$

$$\text{материал Б} - 3 x_1 + 5 x_2 + 10 x_3 + 15 x_4 \leq 100,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0.$$

Для решения этой задачи удобно использовать известный в линейном программировании симплекс-метод. Суть этого метода в том, что систему ограничений в виде неравенств можно представить многогранником в многомерном пространстве. Целевая функция задает гиперплоскость в этом пространстве. Переходя по граням многогранника (полиэдра) можно достичь его вершины, в которой целевая функция принимает максимальное (или минимальное – для двойственной постановки задачи) значение. Решение может не существовать, также возможно несколько оптимальных решений.

Допустим, что *решение существует*, причем оптимальное значение целевой функции конечно. Поскольку переменных больше, чем ограничений, то сначала выбирают базисное решение, в котором каждая переменная соответствует одному ограничению. Базисные переменные выбирают так,

чтобы получить первоначальное допустимое решение. Примером такого решения могло бы служить решение, полученное методом «северо-западного угла». Все остальные переменные называют небазисными переменными; их значения полагают равными нулю. Затем улучшают базисное решение.

Алгоритм симплекс-метода

Алгоритм симплекс-метода для поиска оптимума применяет четыре шага и использует два критерия. Систему неравенств первоначально приводят к системе равенств путем введения так называемых свободных переменных.

Шаги алгоритма симплекс-метода

Шаг 1. Выбор исходного (пробного) базиса.

Шаг 2. Используется критерий 1. Если полученное решение не оптимально, то переходим к шагу 3. Иначе останов – решение получено.

Шаг 3. Выполняется процедура преобразования задачи по критерию 2.

Шаг 4. Производится смена базиса и переход к шагу 2.

Критерии алгоритма симплекс-метода

Симплекс-критерий 1 (максимизация). Если в строке 0, представляющей целевую функцию, есть небазисные переменные, при которых коэффициенты меньше нуля, то следует выбрать переменную с наибольшим абсолютным значением стоящего перед ней коэффициента (который обеспечивает наибольшее удельное приращение целевой функции).

Если все небазисные переменные в строке целевой функции имеют положительные или нулевые коэффициенты, то оптимальное решение можно считать полученным.

Симплекс-критерий 2.

а) Рассмотрим отношения чисел, стоящих в правых частях системы ограничений, к соответствующим коэффициентам при новой базисной переменной (не обращая внимания на те, где знаменатель равен нулю или меньше нуля).

б) Выберем среди них отношение с наименьшим значением – приравняем к нему новую базисную переменную в очередном пробном решении. Взамен этого выводим из базисного решения и полагаем равной нулю ту переменную из старого базисного решения, для которой отношение правой части уравнения и коэффициента при новой переменной имеет наименьшее значение.

Для реализации алгоритма симплекс-метода вводим в каждое ограничение так называемую свободную переменную, которая превращает неравенство в равенство. Таким образом, вместо системы неравенств получаем систему равенств. Решение задачи начинается с того, что именно эти свободные переменные включаем в исходный пробный базис.

Содержание шагов алгоритма симплекс-метода

Каждый пробный базис соответствует вершине выпуклого полиэдрального множества решений. Переход от одного базиса к другому геометрически

выглядит как переход от одной экстремальной точки к другой (причем смежной) экстремальной точке. Таким образом, осуществляется переход, последовательное восхождение вдоль ребер многогранника от одной вершины к соседней. И так до достижения наиболее высокой точки, соответствующей оптимальному решению. Заметим еще раз, что возможно более одного оптимального решения.

Смысл выполнения этих шагов и применения критериев следующий.

Шаг 1. Для начала выбирают m переменных, задающих допустимое пробное решение задачи (примером является решение, полученное методом северо-западного угла). Это решение не противоречит ограничениям и дает какое-то (не всегда оптимальное) значение целевой функции. Выбранные для пробного решения переменные исключают из выражения для целевой функции.

Шаг 2. Необходимо проверить, можно ли за счет одной из переменных, приравненных к нулю, улучшить значение целевой функции? Применяется симплекс критерий 1. Для этого такой переменной придают положительные значения, наблюдая, как при этом меняется значение целевой функции.

Шаг 3. Применяется симплекс-критерий 2. Ищем предельное значение переменной, за счет которой можно улучшить значение целевой функции. Если это возможно, то выбирают новый базис, включающий эту переменную. Увеличение значения этой переменной допустимо до тех пор, пока одна из переменных, вошедших в пробное решение, не обратится в нуль. Эту переменную исключаем из выражения для целевой функции. Вводим в пробное решение ту переменную, за счет которой результат можно улучшить.

Шаг 4. Разрешим систему m уравнений относительно переменных, вошедших в новое пробное решение. Последовательно исключим эти переменные из выражения для целевой функции. Вернемся к шагу 2.

Данный алгоритм приводит к оптимальному решению любой модели линейного программирования за конечное число итераций.

При решении задач логистического (организационного) управления с помощью линейного программирования бывает недостаточно знать численные значения переменных, при которых достигается оптимум. Обычно руководитель желает знать, в каком интервале можно менять входные параметры без существенного отклонения от найденного оптимума, и нарушения структуры базиса оптимального решения. Решение таких вопросов называется анализом модели на чувствительность. Например, к каким последствиям приведет снижение объема ресурсов? К чему приведет введение новой управляемой переменной? Изменится ли оптимальность при уменьшении удельного вклада в прибыль одной из базисных переменных и т.д.?

Для решения проблем чувствительности разработаны и применяются необходимые методы, включаемые в соответствующие пакеты прикладных программ. Например, классификационный анализ проводит ранжировку коэффициентов в целевой функции. Используются также специальные приемы вычислений, такие как метод присоединенной целевой функции (ряд линейных моделей с собственными критериями эффективности); параметрическое программирование (поиск решений при отклонениях в правых частях

ограничений). Такие методы позволяют решать частные задачи анализа на чувствительность.

Двойственность. Представить в общем виде приемы и методы анализа на чувствительность в теории линейного программирования позволяет понятие двойственности. Рассмотрим формулировку двойственной задачи, соответствующей задаче, представленной соотношениями (3.1) – (3.3).

Целевая функция имеет вид:

$$\text{Минимизировать } S b_i y_i \Rightarrow \min, \quad (3.4)$$

где $i = 1, m; j = 1, n$.

Система ограничений задана в виде совокупности неравенств:

$$S a_{ij} y_i \geq c_j, \quad (3.5)$$

Все переменные принимают только неотрицательные значения:

$$y_i \geq 0. \quad (3.6)$$

В качестве иллюстрации рассмотрим задачу, двойственную к тому примеру, который был приведен. Минимизировать целевую функцию:

$$15 y_1 + 120 y_2 + 100 y_3 \Rightarrow \min$$

При ограничениях, заданных системой неравенств:

$$1 y_1 + 7 y_2 + 3 y_3 \geq 4$$

$$1 y_1 + 5 y_2 + 5 y_3 \geq 5,$$

$$1 y_1 + 3 y_2 + 10 y_3 \geq 9,$$

$$1 y_1 + 2 y_2 + 15 y_3 \geq 11,$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0.$$

Матрица ограничений двойственной задачи транспонирована по отношению к матрице ограничений исходной (прямой) задачи. Знаки неравенств двойственной задачи противоположны знакам неравенств прямой задачи. Константы ограничений исходной модели совпадают с коэффициентами целевой функции двойственной модели. Константы ограничений двойственной модели совпадают с коэффициентами целевой функции исходной модели. Исходная и двойственная задачи дополняют друг друга до определенной целостности, как и в других видах двойственности.

Теорема двойственности утверждает, что: если исходная и двойственная задачи имеют допустимые решения, то существуют оптимальные решения для обеих задач и значения целевых функций для этих оптимальных решений совпадают. Если одна из задач допускает оптимальное решение, для которого значение целевой функции ограничено, то соответствующая двойственная задача допускает оптимальное решение при том же значении целевой функции.

Следствием теоремы двойственности является *теорема о дополнительной нежесткости*, которая формулируется следующим образом.

Пусть x^*_j ($j = 1, 2, \dots, n$) – решение исходной задачи, а y^*_i ($i = 1, 2, \dots, m$) – решение соответствующей двойственной задачи. Оба решения являются оптимальными тогда, и только тогда, когда

$$y^*_i (S a_{ij} x^*_j - b_i) = 0; (i = 1, 2, \dots, m),$$

$$x^*_j (S a_{ij} y^*_i - c_j) = 0; (j = 1, 2, \dots, n).$$

Отсюда вытекает, что всякий раз, когда модель содержит ограничение в виде строгого неравенства, соответствующая переменная в двойственной задаче принимает нулевое значение.

Современные пакеты прикладных программ позволяют пользователю решать задачи оптимизации перевозок путем задания условий и нажатия соответствующих кнопок. Вместе с тем для осознанного участия в организации логистической системы и управлении ею полезно, а порой необходимо знать и понимать механизмы работы методов и алгоритмов решения таких задач.

Решение примера. Рассмотрим применение симплекс-метода для решения связанной с логистикой задачи линейного программирования, пример которой был представлен выше. Обозначим через x_0 значение целевой функции и введем в каждое ограничение свободную переменную, соответственно, x_5, x_6, x_7 , что позволит привести неравенства к равенствам.

$$1 x_0 - 4 x_1 - 5 x_2 - 9 x_3 - 11 x_4 = 0 \quad \text{строка 0}$$

При ограничениях, приведенных к равенствам:

$$1 x_1 + 1 x_2 + 1 x_3 + 1 x_4 + 1 x_5 = 15 \quad \text{строка 1}$$

$$7 x_1 + 5 x_2 + 3 x_3 + 2 x_4 + 1 x_6 = 120 \quad \text{строка 2}$$

$$3 x_1 + 5 x_2 + 10 x_3 + 15 x_4 + 1 x_7 = 100 \quad \text{строка 3}$$

Все переменные неотрицательные: $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7 \geq 0$.

Выполним шаги алгоритма симплекс-метода с использованием двух симплекс-критериев, которые рассмотрены выше.

Начнем с итерации 1.

Шаг 1. Из множества возможных начальных допустимых решений выберем удобное пробное решение: $x_0 = 0, x_5 = 15, x_6 = 120, x_7 = 100$, а остальные переменные пусть равны нулю. Это исходное базисное решение. Таким образом, исходная прибыль равна нулю, $x_0 = 0$.

Шаг 2. Применим критерий 1. Если ли в строке 0 есть небазисные переменные, коэффициенты при которых меньше нуля, то выбираем среди них переменную с наибольшим абсолютным значением стоящего перед ней коэффициента (он обеспечивает наибольшее удельное приращение целевой функции). Вводим эту переменную в очередной базис. Анализ коэффициентов в целевой функции показывает, что следует ввести в базис переменную x_4 с наибольшим коэффициентом перед ней, равным 11. Увеличение этой переменной на 1 приводит к возрастанию целевой функции на 11. Теперь надо определить, какую переменную выводить из базиса.

Шаг 3. Применим критерий 2. Отношения ограничений в правых частях к коэффициентам при новой базисной переменной x_4 равны по строкам:

$$b_1 / a_{14} = 15 / 1 = 15 \quad \text{строка 1,}$$

$$b_2 / a_{24} = 120 / 2 = 60 \quad \text{строка 2,}$$

$$b_3 / a_{34} = 100 / 15 = 6,67 \quad \text{строка 3.}$$

Наименьшее значение отношения получено в строке 3; именно к этому значению, согласно критерию 2, приравниваем новую переменную: $x_4 = 6,67$. А прежнюю базисную переменную в этой строке надо из базиса вывести; это возможно за счет уменьшения значения переменной x_7 до нуля.

Шаг 4. Преобразуем исходные уравнения так, чтобы в строке 3 коэффициент при x_4 был равен 1, а в строках 0, 1, 2 – нулю. Такое преобразование называют операцией *замены базиса*, или операцией *замены опорного плана*. Для этого будем умножать обе части уравнений на одно и то же число, а затем складывать строки таким образом, чтобы достичь желаемого результата. Это законные операции с точки зрения математики, поскольку выполняем действия умножения равных величин на одно и то же число и сложение равных друг другу левых и правых частей.

Сначала разделим обе части уравнения в строке 3 на коэффициент при x_4 , т.е. на 15, получим:

$$1/5 x_1 + 1/3 x_2 + 2/3 x_3 + 1 x_4 + 1/15 x_7 = 3/20 \quad \text{строка 3.}$$

Коэффициент при x_4 принял здесь значение, равное единице. Теперь обратим в нули коэффициенты при x_4 в остальных уравнениях. Для этого выполним следующие действия:

Умножим строку 3 на 11 и результат прибавим к строке 0;

Умножим строку 3 на –1 и результат прибавим к строке 1;

Умножим строку 3 на –2 и результат прибавим к строке 2.

В результате получим следующие уравнения.

$$1 x_0 - 9/5 x_1 - 4/3 x_2 - 5/3 x_3 + 11/15 x_7 = 220/3 \quad \text{строка 0,}$$

$$4/5 x_1 + 2/3 x_2 + 1/3 x_3 + 1 x_5 - 1/15 x_7 = 25/3 \quad \text{строка 1,}$$

$$33/5 x_1 + 13/3 x_2 + 5/3 x_3 + 1 x_6 - 2/15 x_7 = 320/3 \quad \text{строка 2.}$$

Строка 3 уже получена выше. В силу законности выполненных операций можно утверждать, что данная система уравнений эквивалентна исходной системе уравнений, хотя внешне на нее и не похожа.

Представление системы уравнений в таком виде удобно потому, что, полагая небазисные переменные равными нулю, т.е. $x_1 = x_2 = x_3 = x_7 = 0$, можно сразу определить значения переменных для нового базисного решения. Они равны: $x_0 = 220/3$, $x_4 = 20/3$, $x_5 = 25/3$, $x_6 = 320/3$.

Прибыль в новом базисе стала равна, как можно видеть, $x_0 = 220/3$. Численное значение прибыли на новой итерации t , т.е. $x_0(t)$, можно определить по значению прибыли на предыдущей итерации $(t - 1)$, т.е. $x_0(t - 1)$ и удельному

вкладу новой базисной переменной x_k в приращение прибыли c_k (max) (b_i / a_{ik}) по такой формуле:

$$x_0(t) = x_0(t - 1) + c_k (max) (b_i / a_{ik})$$

В нашем примере получим, что

$$x_0(1) = x_0(0) + c_k * (b_3 / a_{34}) = 0 + 11 * (100/15) = 220/3.$$

Напомним, что исходная прибыль была равна нулю. Выполненные действия проясняют смысл критерия 2. Если из пробного базиса исключить не x_7 , а x_5 , или x_6 , то x_4 , x_7 , и x_6 (или x_5), приняли бы отрицательные значения, а это противоречит предположению, что они не отрицательные. Это легко проверить.

Выполним итерацию 2.

Возвращаемся к шагу 2, чтобы проверить – достигнуто ли оптимальное решение задачи? Применяя критерий 1, видим, что оптимальное решение не достигнуто, поскольку в строке 0 есть отрицательные коэффициенты. Таким образом, можно улучшить решение, включая в новый базис x_1 , x_2 или x_3 . Среди них наибольшее абсолютное значение, равное 9/5, имеет коэффициент при x_1 . Эта переменная обеспечит наибольшее приращение целевой функции, ее и включаем в новый базис.

Далее производим расчеты для шага 3, используя критерий 2.

Отношения ограничений в правых частях к коэффициентам при новой базисной переменной x_1 равны по строкам:

$$\begin{aligned} b_1 / a_{11} &= (25/3) / (4/5) = 125/12 = 10,42 && \text{строка 1,} \\ b_2 / a_{21} &= (320/3) / (33/5) = 1600/99 = 16,16 && \text{строка 2,} \\ b_3 / a_{31} &= (20/3) / (1/5) = 100/3 = 33,33 && \text{строка 3.} \end{aligned}$$

Наименьшее значение отношения получено в строке 1; поэтому в очередном пробном решении прежнюю базисную переменную x_5 заменим на переменную x_1 . С учетом проведенной замены преобразуем систему уравнений. Как и в предыдущей итерации, сначала выполним нормировку коэффициента при x_1 в строке 1.

$$1 x_1 + 5/6 x_2 + 5/12 x_3 + 5/4 x_5 - 1/12 x_7 = 125/12 \quad \text{строка 1.}$$

Коэффициент при x_1 принял здесь значение, равное единице. Теперь обратим в нули коэффициенты при x_1 в остальных уравнениях. Для этого надо:

Умножить строку 1 на 9/5 и результат сложить со строкой 0;

Умножить строку 1 на $-33/5$ и результат сложить со строкой 2;

Умножить строку 1 на $-1/5$ и результат сложить со строкой 3.

В результате получим.

$$\begin{aligned} 1 x_0 + 1/6 x_2 - 11/12 x_3 + 9/4 x_5 \dots\dots\dots + 7/12 x_7 &= 1105/12 && \text{строка 0,} \\ - 7/6 x_2 - 13/12 x_3 - 33/4 x_5 + 1 x_6 + 5/12 x_7 &= 455/12 && \text{строка 2,} \\ 1/6 x_2 + 7/12 x_3 + 1 x_4 - 1/4 x_5 + 1/12 x_7 &= 55/12 && \text{строка 3.} \end{aligned}$$

Строка 1 уже получена выше. Как и раньше, можно сразу определить значения переменных для нового базисного решения: $x_0 = 1105/12$, $x_1 = 125/12$, $x_6 = 455/12$, $x_4 = 55/12$.

Выполним итерацию 3.

Возвращаемся к шагу 2, чтобы проверить – достигнуто ли оптимальное решение задачи? Применяя критерий 1, видим, что оптимальное решение не достигнуто, поскольку в строке 0 остался отрицательный коэффициент при x_3 , имеющий абсолютное значение, равное $11/12$. За счет нее и может быть улучшено решение задачи. Эту переменную x_3 и включаем в новый базис.

Далее производим расчеты для шага 3, используя критерий 2.

Отношения ограничений в правых частях к коэффициентам при новой базисной переменной x_1 равны по строкам:

$$b_1 / a_{13} = (125/12) / (5/12) = 125/5 = 25,00 \quad \text{строка 1,}$$

$$b_2 / a_{23} = (455/12) / (13/12) = 1600/99 = 16,16 \quad \text{строка 2,}$$

$$b_3 / a_{33} = (55/12) / (7/12) = 55/7 = 7,85 \quad \text{строка 3.}$$

В соответствии с этими расчетами наименьшее значение отношения получено в строке 1; поэтому из числа базисных переменных исключаем x_4 , которая вошла в решение на первой итерации. Случается, что в процессе выполнения симплексного алгоритма какая-либо переменная может войти в очередное пробное решение, а при следующих итерациях оказаться исключенной из базиса. По этой причине трудно определить максимальное число итераций, приводящих к оптимальному решению.

С учетом проведенной замены преобразуем систему уравнений. Как и в предыдущей итерации, сначала выполним нормировку коэффициента при x_3 в строке 1. Затем выполним преобразования системы уравнений подобно тому, как это делалось на двух предыдущих итерациях. Студенты могут проделать это в качестве домашнего задания. В результате получим следующую систему уравнений. Коэффициент при x_3 в строке 3 примет значение, равное единице.

$$1 x_0 + 3/7 x_2 + 11/7 x_4 + 13/7 x_5 + 5/7 x_7 = 695/7 \quad \text{строка 0,}$$

$$1 x_1 + 5/7 x_2 - 5/7 x_4 + 10/7 x_5 - 1/7 x_7 = 50/7 \quad \text{строка 1,}$$

$$- 6/7 x_2 + 13/7 x_4 - 61/7 x_5 + 1 x_6 + 4/7 x_7 = 325/12 \quad \text{строка 2,}$$

$$2/7 x_2 + 1 x_3 + 12/7 x_4 - 3/7 x_5 + 1/7 x_7 = 55/7 \quad \text{строка 3.}$$

Коэффициенты при x_3 в остальных уравнениях обратили в нули. В строке 0 не осталось отрицательных коэффициентов, следовательно, получено оптимальное решение, при котором целевая функция достигла максимального значения, равного $695/7 = 99,29$. Это существенно больше, чем значение для начального пробного решения. Базисные переменные получили значения, соответствующие оптимальному решению: $x_1 = 50/7$, $x_6 = 325/12$, $x_5 = 55/7$.

Итак, это решение задачи оптимизации производства при ограничениях на ресурсы, когда получена максимальная прибыль, равная $695/7 = 99,29$.

3.4. Транспортная задача в логистике производства

Для промышленной логистики наиболее типична задача транспортировки продукции от поставщиков к потребителям и ее оптимизация (по затратам, по времени выполнения и т.д.). Поставщики и потребители понимаются в широком смысле. Например, передача продукции из цеха обработки деталей в сборочный цех, или доставка продукции металлургии машиностроительным предприятиям, или доставка готовой продукции на склады, в магазины и т.д. Вместе с тем эта задача связывает потоки продукции и структуру хозяйственных связей участников процесса производства, т.е. она имеет сетевой характер. В этой сети основную роль играют доступные маршруты перевозок между хозяйствующими субъектами и виды транспортных средств, которые определяют скорость и стоимость перевозки.

Важную роль играет также пропускная способность транспортных путей. Ограничения на перевозку продукции налагают подчас необычные обстоятельства. Например, известно, что по бокам космического корабля Шаттл размещаются два двигателя (твердотопливных ускорителя) по 5 футов диаметром. Конструкторы корабля хотели бы сделать эти двигатели шире, но не смогли. Согласно одной из легенд, дело в том, что эти двигатели доставлялись по железной дороге, которая проходит по узкому туннелю. Расстояние между рельсами стандартное: 4 фута 8,5 дюйма, поэтому конструкторы могли сделать двигатели только шириной 5 футов.

Железную дорогу в США делали такую же, как и в Англии, а в Англии делали железнодорожные вагоны по тому же принципу, что и трамвайные. Первые трамваи производились в Англии по образу и подобию конки, длина оси которой составляла как раз 4 фута 8,5 дюйма, чтобы их оси попадали в колеи на английских дорогах и колёса меньше изнашивались.

Дороги на территории нынешней Великобритании стали делать римляне, подводя их под размер своих боевых колесниц, и длина оси стандартной римской колесницы равнялась 4 футам 8,5 дюймам, поскольку в такую колесницу запрягали двух лошадей, а это как раз размер двух лошадиных крупов. Делать ось колесницы длиннее было неудобно, так как это нарушало бы равновесие колесницы. Возможно, что это байка и двигатели доставляли по шоссе, а трамваи в Англии появились позднее железных дорог. Но зато такой пример наглядно показывает связь времен и возможность влияния размера крупа лошади на современные космические технологии.

Значительное место в современном понимании социально-экономических систем занимают сетевые структуры, которые стали привычны не только благодаря сети Интернет. *Транспортные сети* перемещают энергоносители, грузы, людей по земле, под землей, по воде, по воздуху. *Сети финансовых потоков* определяют состояние экономики стран и регионов. *В сетевом государстве* решения могут приниматься не только в узлах, отождествляемых с властью, и эти решения могут влиять на жизнь людей и состояние экономики...

Сетевые оптимизационные модели имеют экономический смысл и применяются для решения задач промышленной логистики. Транспортная задача (задача соединения поставщиков и потребителей) является примером оптимизации на линейных сетях. Она имеет определенные отличия от классической задачи оптимизации целевой функции линейного

программирования. Данная модель применяется в основном для решения плановых задач фирм, организаций, которые располагают несколькими предприятиями (цехами) и хранят запасы продукции на складах, размещенных в различных пунктах.

Сетевые модели обеспечивают связь *структуры* соединяемых элементов и *процессов*, которые в них протекают, например процессов хранения и транспортировки продукции, с учетом различной стоимости хранения на складах и транспортировки по разным маршрутам. Используя особенности сетевых моделей можно существенно повысить эффективность поиска оптимального решения. В реальных задачах промышленной логистики сетевые модели содержат тысячи операций (переменных) и сотни ограничений. В этой связи применение эффективных алгоритмов становится необходимым.

Динамика современной рыночной экономики такова, что трудно рассчитывать на постоянный состав поставщиков и потребителей. Нельзя один раз решить задачу оптимизации транспортных потоков и пользоваться этими результатами в течение всего жизненного цикла реализации проекта. Как правило, фирмы составляют планы транспортировки продукции один раз в год. Однако некоторые фирмы считают необходимым ежемесячно пересматривать планы распределения продукции, особенно если номенклатура заказов существенно меняется. Это касается и поставщиков. В условиях финансовых и экономических кризисов динамика структурных изменений возрастает.

Целевая функция в случае классической транспортной задачи имеет вид:

$$\text{минимизировать } \sum_{i,j} c_{ij} x_{ij} \Rightarrow \min, \quad (3.7)$$

где $i = 1, m; j = 1, n$.

При этом система ограничений имеет вид:

$$\text{Поставки (наличные ресурсы): } \sum_{j} x_{ij} = S_i \quad (3.8)$$

$$\text{Спрос: } \sum_{i} x_{ij} = D_j \quad (3.9)$$

Переменные принимают неотрицательные значения, т.е.

$$x_{ij} \geq 0 \text{ для всех значений } i \text{ и } j. \quad (3.10)$$

Все S_i и D_j – неотрицательные целые числа, удовлетворяющие условию

$$\sum S_i = \sum D_j, \text{ (т.е. общие поставки равны общему спросу).}$$

Заметим, что можно преобразовать многие оптимизационные задачи на сетях в эквивалентную классическую транспортную задачу. В данной задаче основными элементами являются транспортные маршруты, также могут рассматриваться склады. Продукты перевозят (осуществляют транспортировку в пространстве) или хранят на складах (осуществляют транспортировку во времени). Стоимость перевозки c_{ij} в одном направлении и хранения на складах единицы товара для каждого маршрута задает объединенная матрица.

Для минимизации целевой функции надо найти, выбрать такие маршруты, которые позволят выполнить необходимые перевозки для заданного интервала времени с наименьшими затратами.

Шаги симплексного алгоритма для решения транспортной задачи выполняются достаточно просто. Сетевую модель надо привести к классическому виду, описываемому матрицей $m \times n$, в каждой ячейке которой даны стоимость транспортировки c_{ij} и объем перевозимого продукта x_{ij} в качестве переменной. Например, матрица для этой задачи может иметь вид:

| | 1 | 2 | 3 | ... | n | Поставка |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|-----|----------------------|----------|
| 1 | c_{11} x_{11} | c_{12} x_{12} | c_{13} x_{13} | ... | c_{1n} x_{1n} | S_1 |
| 2 | c_{21} x_{21} | c_{22} x_{22} | c_{23} x_{23} | ... | c_{2n} x_{2n} | S_2 |
| 3 | c_{31} x_{31} | c_{32} x_{32} | c_{33} x_{33} | ... | c_{3n} x_{3n} | S_3 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| m | c_{m1} x_{m1} | c_{m2} x_{m2} | c_{m3} x_{m3} | ... | c_{mn} x_{mn} | S_m |
| Спрос | D_1 | D_2 | D_3 | ... | D_n | |

(3.11)

Соответствующая двойственная задача линейного программирования для транспортной задачи записывается следующим образом.

Максимизировать

$$S S_i v_i + S D_j w_j \Rightarrow \max, \quad (3.12)$$

где $i = 1, m; j = 1, n$.

При ограничениях

$$v_i + w_j \leq c_{ij} \quad \text{при всех } (i, j), \quad (3.13)$$

где величины v_i и w_j не ограничены по знаку.

Следствие рассмотренных выше теорем двойственности и дополнительной нежесткости состоит в том, что если величины x_{ij}^* при всех (i, j) удовлетворяют условиям (3.7), (3.8) и (3.9), а величины v_i^* и w_j^* удовлетворяют (3.13), а также если

$$x_{ij}^* (v_i^* + w_j^* - c_{ij}) = 0 \quad \text{при всех } (i, j),$$

то набор величин x_{ij}^* является оптимальным решением транспортной задачи.

Основанные на этом алгоритмы решения сетевых задач предполагают, что на каждой итерации для пробных значений переменных x_{ij} , v_i и w_j выполняются два из трех условий: допустимость исходной задачи (3.7 – 3.9); допустимость двойственности задачи (3.13); условие дополнительной нежесткости.

Шаги симплексного алгоритма решения транспортной задачи следующие.

Шаг 1. Выберем набор $m + n - 1$ маршрутов (дуг), которые являются исходным допустимым базисным решением.

Шаг 2. Проверим, можно ли улучшить это решение, введя в него небазисную переменную. В случае положительного результата осуществим переход к шагу 3. Иначе останов – решение получено.

Шаг 3. Определим, какой маршрут исключается из базиса, когда в него введена переменная, выбранная на шаге 2.

Шаг 4. Изменим потоки других базисных маршрутов. Переход к шагу 2.

Соотношения (3.8) и (3.9) в классической постановке задачи представляют собой неравенства. Покажем, при каких условиях их можно записать как равенства. В теории транспортной задачи показано, что если все S_i и D_j положительные целые числа, то среди всех оптимальных решений существует хотя бы одно, в котором все x_{ij} являются целочисленными. Это является более сильным условием, чем (3.10). При этом задача решается симплекс-методом. Если затраты на производство одного продукта у разных предприятий различны, то это различие включается в величины c_{ij} , которые для упрощения рассуждений будем полагать неотрицательными. Тогда неравенства (3.9) можно записать в виде равенств.

Сумма спроса $\sum S_j$ не всегда равна сумме мощностей поставщиков $\sum S_i$, общие ресурсы, поставляемые которыми должны быть больше спроса потребителей. Например, величины наличных ресурсов поставщиков S_i могут соответствовать *производственным мощностям* предприятий для определенного планового периода, а не количеству фактически выпущенной продукции, предназначенной для доставки потребителям.

Однако при анализе транспортной задачи и построении алгоритма ее решения удобно принять, что спрос и потоки поставок в сумме равны друг другу. Для этого формально введем фиктивного потребителя со спросом, равным $\sum S_i - \sum D_j$. Можно принять, что стоимость перевозки к этому потребителю, которого обозначим номером n , равна нулю. При выполнении этого условия можно записать соотношения (3.8) в виде равенств.

Постановка транспортной задачи (3.7) – (3.10) в неявном виде предполагает, что осуществляется транспортировка только одного вида продукции (так называемая однопродуктовая модель). Если предприятие, фирма перевозит много видов продукции (а так обычно и бывает в современном производстве), то можно разработать планы перевозок для каждого вида продукции отдельно. Бывает экономически выгодно ограничить число предприятий, которые снабжают один район сбыта или один склад. Фирмы часто пользуются планами распределения, включающими в явном виде всю номенклатуру своей продукции. Это требует определенных эвристических допущений для подгонки методов оптимизации к практическим потребностям.

Пусть спрос на каждый вид продукции в регионе в течение планового периода известен, тогда можно выбрать общую единицу измерения для всех видов продукции. Например, тонну. При вычислении затрат на перевозку допустим, что отправленная потребителю тонна продукции включает все виды продуктов, необходимых в этом пункте (регионе) в заданных пропорциях. Такая модель обеспечивает прикрепление предприятий к пунктам назначения,

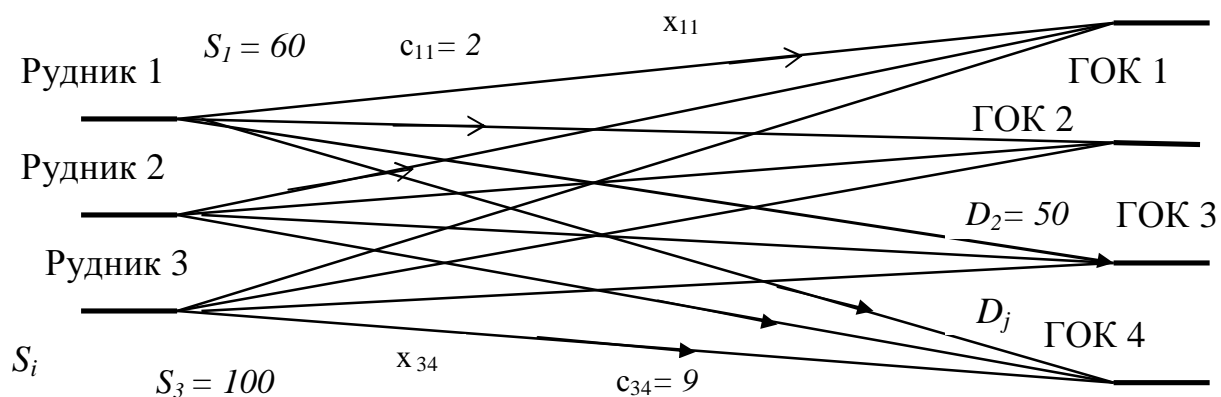


Рис. 3.4. Структура задачи транспортировки продукции рудников на горно-обогатительные комбинаты

Допустим, что есть маршруты транспортировки от каждого рудника к каждому комбинату, т.е. мы имеем двудольный граф, связывающий два вида хозяйствующих субъектов, и возможность выбора маршрутов перевозки.

Общая идея, на которой основаны алгоритмы решения сетевых задач, состоит в том, что на каждой итерации выполняются два из трех условий:

- Допустимость исходной задачи, т.е. соотношения (3.7) – (3.10);
- Допустимость двойственной задачи (3.12) – (3.13);
- Условие дополнительной нежесткости.

Матричная форма записи транспортной задачи в данном примере, с учетом структуры связей, представленных на рис. 2.4, имеет вид.

Объем перевозок

| | | x_{11} | x_{12} | x_{13} | x_{14} | x_{21} | x_{22} | x_{23} | x_{24} | x_{31} | x_{32} | x_{33} | x_{34} | |
|-------------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|
| Поставщики | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | $\leq S_1$ |
| | 2 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | $\leq S_2$ |
| | 3 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | $\leq S_3$ |
| | | (3.15) | | | | | | | | | | | | |
| Потребители | 1 | -1 | | | | -1 | | | | -1 | | | | $\leq D_1$ |
| | 2 | | -1 | | | | -1 | | | | -1 | | | $\leq D_2$ |
| | 3 | | | -1 | | | | -1 | | | | -1 | | $\leq D_3$ |
| | 4 | | | | -1 | | | | -1 | | | | -1 | $\leq D_4$ |
| | | c_{11} | c_{12} | c_{13} | c_{14} | c_{21} | c_{22} | c_{23} | c_{24} | c_{31} | c_{32} | c_{33} | c_{34} | min |

Сетевую модель приведем к виду классической транспортной задачи, описываемому матрицей порядка $m \times n$, в данном случае это 3×4 . В каждой ячейке даны стоимость транспортировки c_{ij} и объем перевозимого продукта x_{ij} в качестве переменной. Запишем матрицу для этой задачи, в которой показаны значения исходных данных:

| | 1 | 2 | 3 | 4 | Поставки |
|-------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | $c_{11} = 2$ x_{11} | $c_{12} = 3$ x_{12} | $c_{13} = 11$ x_{13} | $c_{14} = 7$ x_{14} | $S_1 = 60$ |
| 2 | $c_{21} = 1$ x_{21} | $c_{22} = 0$ x_{22} | $c_{23} = 6$ x_{23} | $c_{24} = 1$ x_{24} | $S_2 = 10$ |
| 3 | $c_{31} = 5$ x_{31} | $c_{32} = 8$ x_{32} | $c_{33} = 15$ x_{33} | $c_{34} = 9$ x_{34} | $S_3 = 100$ |
| Спрос | $D_1 = 70$ | $D_2 = 50$ | $D_3 = 30$ | $D_4 = 20$ | (3.16) |

Применение алгоритма решения транспортной задачи.

Этапы решения данной задачи были представлены выше. Приведем общие соображения последовательности ее решения с использованием алгоритма симплекс-метода. Пусть есть пробное допустимое базисное решение, содержащее $m + n - 1$ маршрутов. Направим единичный поток по небазисному маршруту, тогда для сохранения допустимости необходимо снять единицу с базисного маршрута в тех же строке и столбце, где находится новый маршрут. Эти два изменения ведут к единичным изменениям потоков грузов по всем другим базисным переменным. Эти потоки увеличивают или уменьшают по схеме изменений, которая определяется однозначно, до тех пор пока базисная переменная не уменьшится до нуля, т.е. будет выведена из базиса.

Эту сложную процедуру можно упростить за счет использования теоремы двойственности и структуры сети. Для заданного базисного решения значение переменной, определяемое введением единицы небазисной переменной, равно разности левой и правой частей ограничения двойственной задачи, относящегося к этой переменной. Таким образом, задача состоит в том, чтобы решить $m + n - 1$ ограничений двойственной задачи, соответствующих текущему базису

$$v_i + w_j = c_{ij} \quad \text{для каждой базисной переменной } x_{ij}, \quad (3.17)$$

а затем определить значения

$$v_i + w_j - c_{ij} \quad \text{для небазисной переменной } x_{ij}. \quad (3.18)$$

Полученные в (2.17) величины соответствуют коэффициентам нулевой строки симплексной матрицы. Если их значение положительно, небазисная переменная может быть введена в следующий базис. Если же в (3.17) все значения неположительные, а решение допустимо и для прямой, и для двойственной задачи, то это текущее базисное решение оптимальное.

Теперь будем решать задачу, представленную матрицей (3.16).

1. Следует определить исходный пробный базис, содержащий $m + n - 1$ маршрутов. Пусть поставщик в строке 1 отправляет всю продукцию по самому дешевому маршруту (1, 1). Потенциал данного поставщика исчерпан, а потребителю, соответствующему столбцу 1, требуется еще 10 единиц. Дадим поставку в 10 единиц по строке 2 по самому дешевому маршруту (2, 2). Далее поставки в 100 единиц по строке 3 распределим по остальным маршрутам, где есть неудовлетворенный спрос. В результате получим матрицу (3.19).

| | 1 | 2 | 3 | 4 | Поставки |
|-------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------|
| 1 | $c_{11} = 2$ 60 | $c_{12} = 3$ $x_{12} = 0$ | $c_{13} = 11$ $x_{13} = 0$ | $c_{14} = 7$ $x_{14} = 0$ | $S_1 = 60$ |
| 2 | $c_{21} = 1$ $x_{21} = 0$ | $c_{22} = 0$ 10 | $c_{23} = 6$ $x_{23} = 0$ | $c_{24} = 1$ $x_{24} = 0$ | $S_2 = 10$ |
| 3 | $c_{31} = 5$ 10 | $c_{32} = 8$ 40 | $c_{33} = 15$ 30 | $c_{34} = 9$ 20 | $S_3 = 100$ |
| Спрос | $D_1 = 70$ | $D_2 = 50$ | $D_3 = 30$ | $D_4 = 20$ | (3.19) |

Значение целевой функции для данного варианта доставки равно:

$$2 \times 60 + 0 \times 10 + 5 \times 10 + 8 \times 40 + 15 \times 30 + 9 \times 20 = 1120.$$

Шаг 2 алгоритма предполагает оценку каждого неиспользованного маршрута для проверки возможности улучшения целевой функции. Для этого можно рассмотреть, например, маршрут (1, 2). Из матрицы (3.19) видно, что выделенную на новый маршрут единицу надо изъять из потока по старому маршруту (1, 1). Тогда для удовлетворения спроса по столбцу 1 придется доставить еще одну единицу по маршруту (3, 1). А эту единицу придется забрать у маршрута (3, 2).

Чтобы представить эти изменения, надо построить следующую матрицу по образцу (3.19). Далее надо определить, приведут ли эти действия к уменьшению значения целевой функции. И так далее.

Вместе с тем нет необходимости в каждом случае определять конкретную схему изменений. Все это можно сделать быстрее, оценивая значения переменных двойственной задачи и сравнивая затем различия между правыми и левыми частями двойственных ограничений, соответствующих небазисным маршрутам. Это позволяет сделать структура сети.

В (3.17) показана система линейных равенств, из которых получаем пробные значения переменных двойственной задачи. Двойственная задача для шести базисных маршрутов в данном случае принимает следующий вид.

$$\begin{array}{rcll}
 v_1 & + w_1 & = 2 & \text{маршрут (1, 1),} \\
 v_2 & + w_2 & = 0 & \text{маршрут (2, 2),} \\
 v_3 + w_1 & & = 5 & \text{маршрут (3, 1),} \\
 v_3 & + w_2 & = 8 & \text{маршрут (3, 2),} \\
 v_3 & + w_3 & = 15 & \text{маршрут (3, 3),} \\
 v_3 & + w_4 & = 9 & \text{маршрут (3, 4).}
 \end{array} \quad (3.20)$$

Двойственные переменные соответствуют пунктам отправки и назначения, а связывающие их уравнения определяют маршрут. Получили систему из 6 уравнений с семью неизвестными. Надо выбрать одну переменную и задать ей любое произвольное значение. Например, значение, равное нулю. Выберем v_3 , поскольку она входит в четыре соотношения (3.20), и примем для удобства ее значение равным нулю, т.е. $v_3 = 0$. Исключить одну переменную можно в силу избыточности системы ограничений на спрос и поставки, где одно ограничение, как было показано выше, линейно зависит от других. Теперь можно найти значения всех остальных переменных.

$$\begin{aligned}
v_3 &= 0, \\
w_4 &= 9 - v_3 = 9, \\
w_3 &= 15 - v_3 = 15, \\
w_2 &= 8 - v_3 = 8, \\
w_1 &= 5 - v_3 = 5, \\
v_2 &= 0 - w_2 = 0 - 8 = -8, \\
v_1 &= 2 - w_1 = 2 - 5 = -3.
\end{aligned}
\tag{3.21}$$

Теперь, зная значения переменных, найденных на предыдущем шаге, можно последовательно получить значения всех двойственных переменных. Эту возможность обеспечивает наличие сетевой структуры.

Далее рассмотрим свойства треугольной структуры, которая обеспечит получение решения транспортной задачи. Термин *триангуляция* используется для описания структуры, которая позволяет последовательно получить значения переменных. Система линейных уравнений имеет *треугольную структуру*, если можно сгруппировать переменные и уравнения так, чтобы переменная, стоящая на первом месте в l -м уравнении, являлась также l -й неизвестной и не появлялась больше ни в одном уравнении, номер которого больше l .

Уравнения (3.20), как можно видеть, принимают треугольную структуру, с учетом того, что мы приняли $v_3 = 0$. Если выбрать другую двойственную переменную и придать ей произвольное значение (например, равенство нулю), то потребуется изменить порядок следования уравнений, чтобы получить треугольную структуру в явном виде.

Из теорем двойственности следует, что свойством треугольной структуры обладает также система уравнений прямой задачи, которая определяет значения базисных переменных x_{ij} . Запишем ограничения, описывающие сохранение потока в сети. Для этого запишем ограничения, исключив маршруты, не вошедшие в базис, а также ставшее избыточным уравнение поставки, соответствующее строке 3; это эквивалентно выбору $v_3 = 0$.

$$\begin{array}{rcll}
x_{11} & & = 60 & \text{строка 1,} \\
& x_{22} & = 10 & \text{строка 2,} \\
x_{11} & + x_{31} & = 70 & \text{столбец 1,} \\
& x_{22} & + x_{32} & = 50 & \text{столбец 2,} \\
& & x_{33} & = 30 & \text{столбец 3,} \\
& & x_{34} & = 20 & \text{столбец 4.}
\end{array}
\tag{3.22}$$

Здесь строка коэффициентов l -го уравнения является столбцом коэффициентов при l -й переменной в (3.20), где система уравнений имеет вид верхнего треугольника, не считая v_3 . Система (3.22) имеет вид нижнего треугольника. Ее можно решить последовательно, начиная с переменной x_{11} .

Теперь можно получить оценку каждого не входящего в базис маршрута по формуле (3.18). Используя значения переменных, найденные в (3.21), и подставляя их последовательно в (3.18), получим в результате следующие значения.

$$\begin{array}{ll}
-3 + 8 - 3 = 2 & \text{маршрут (1, 2),} \\
-3 + 15 - 11 = 1 & \text{маршрут (1, 3),} \\
-3 + 9 - 7 = -1 & \text{маршрут (1, 4),} \\
-8 + 5 - 1 = -4 & \text{маршрут (2, 1),} \\
-8 + 15 - 6 = 1 & \text{маршрут (2, 3),} \\
-8 + 9 - 1 = 0 & \text{маршрут (2, 4).}
\end{array} \tag{3.23}$$

Каждое положительное значение указывает на возможность уменьшения значения целевой функции. Из трех таких маршрутов наибольшую оценку имеет маршрут (1, 2), его и надо выбрать. По сути это соответствует симплекс-критерию 1 (минимизации).

Шаг 3. Определим величину потока, направленного по маршруту (1, 2). Для того чтобы перейти на этот маршрут, необходимо уменьшить потоки по маршрутам (1, 1) и (3, 2). Потоки по ним в текущем решении, как было показано в (2.19), имели значения 60 и 40. Таким образом, наибольшее допустимое увеличение потока по маршруту (1, 2) равно 40, поэтому маршрут (3, 2) из нового базиса исключается.

Шаг 4. Внесем изменения в маршруты перевозки грузов. Получаем второе базисное решение. Схема изменений базисных переменных для этого маршрута имеет вид.

| | | | | | |
|--------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | <i>Поставки</i> |
| 1 | 20 | 40 | | | $S_1 = 60$ |
| 2 | | 10 | | | $S_2 = 10$ |
| 3 | 50 | | 30 | 20 | $S_3 = 100$ |
| <i>Спрос</i> | $D_1 = 70$ | $D_2 = 50$ | $D_3 = 30$ | $D_4 = 20$ | (3.24) |

Общие затраты на этом этапе равны:

$$\begin{aligned}
\text{Общие затраты на первом этапе – экономия от смены маршрута} &= \\
&= 1120 - 2 \times 40 = 1040.
\end{aligned}$$

Итерация 2. Переходим к шагу 2 для проверки оптимальности найденного второго решения или возможности его дальнейшего улучшения. Двойственные отношения в новом базисе принимают вид.

$$\begin{array}{ll}
v_2 + w_2 = 0 & \text{маршрут (2, 2),} \\
w_2 + v_1 = 3 & \text{маршрут (1, 2),} \\
v_1 + w_1 = 2 & \text{маршрут (1, 1),} \\
w_1 + v_3 = 5 & \text{маршрут (3, 1),} \\
w_3 + v_3 = 15 & \text{маршрут (3, 3),} \\
w_4 + v_3 = 9 & \text{маршрут (3, 4).}
\end{array} \tag{3.25}$$

Уравнения и переменные в (3.25) представлены в треугольном формате относительно переменной v_3 . Легко показать, что переменные в решении имеют значения, которые студентам предлагается найти самостоятельно:

$$v_3 = 0,$$

$$\begin{aligned}
w_4 &= 9, \\
w_3 &= 15, \\
w_1 &= 5, \\
v_1 &= 2 - w_1 = -3, \\
w_2 &= 3 - v_1 = 6, \\
v_2 &= 0 - w_2 = -6.
\end{aligned}
\tag{3.26}$$

Оценки маршрутов теперь равны.

$$\begin{aligned}
-3 + 15 - 11 &= 1 && \text{маршрут (1, 3),} \\
-3 + 9 - 7 &= -1 && \text{маршрут (1, 4),} \\
-6 + 5 - 1 &= -2 && \text{маршрут (2, 1),} \\
-6 + 15 - 6 &= 3 && \text{маршрут (2, 3),} \\
-6 + 9 - 1 &= 2 && \text{маршрут (2, 4),} \\
0 + 6 - 8 &= -2 && \text{маршрут (3, 2).}
\end{aligned}
\tag{3.27}$$

Наибольшее положительное значение имеет маршрут (2, 3), он и вводится в новое решение. Для этого необходимо изменить схему маршрутов. Поток по маршрутам (2, 2), (1, 1) и (3, 3) уменьшается. Маршрут (2, 2) выводится из базиса раньше, когда общее изменение потока равно 10. Поэтому величины, стоящие в ячейках матрицы (3.28), представляют собой потоки третьего пробного базиса. Схема изменений базисных переменных и потоков для маршрута (2, 3) имеет вид:

| | 1 | 2 | 3 | 4 | Поставки |
|-------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 20 - 10 | 40 - 10 | | | $S_1 = 60$ |
| 2 | | 10 - 10 | + 10 | | $S_2 = 10$ |
| 3 | 50 + 10 | | 30 - 10 | 20 | $S_3 = 100$ |
| Спрос | $D_1 = 70$ | $D_2 = 50$ | $D_3 = 30$ | $D_4 = 20$ | (3.28) |

Общие затраты на этом этапе равны:

$$\begin{aligned}
&\text{Общие затраты на втором этапе} - \text{экономия от смены маршрута} = \\
&= 1040 - 1 \times 30 = 1010.
\end{aligned}$$

Далее заметим, что нет необходимости рассматривать двойственные уравнения для всех базисных переменных. Можно упростить процедуру выполнения шага 2 алгоритма, сведя ее к заполнению оценками таблицы размером $m \times n$, в данном случае – 3×4 .

Выполним упрощенную процедуру для *итерации 3*.

Сначала создадим таблицу (3.29), в которой запишем значения всех переменных в верхних углах ячеек и символ \underline{Q} для каждого маршрута, входящего в базис при текущем решении. Получим оценки небазисных маршрутов в третьем решении.

Необходимо выбрать любую из величин v_i или w_j и придать ей произвольное значение. Предположим, что по-прежнему $v_3 = 0$, и это значение записано справа от строки 3. Ищем в данной строке базисные маршруты. Находим, что в строке 3 это маршруты (3, 1), (3, 3) и (3, 4). Двойственное

уравнение для каждого из этих маршрутов позволяет найти значение другой двойственной переменной. Здесь это переменные $w_j = 5$, $w_j = 15$, $w_j = 9$, значения которых следует записать под столбцами таблицы.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | v_i |
|-------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------|
| 1 | $c_{11} = 2$ $\underline{0}$ | $c_{12} = 3$ $\underline{0}$ | $c_{13} = 11$ $x_{13} = 10$ | $c_{14} = 7$ -10 | -30 |
| 2 | $c_{21} = 1$ -50 | $c_{22} = 0$ -30 | $c_{23} = 6$ $x_{23} = 0$ | $c_{24} = 1$ -10 | -90 |
| 3 | $c_{31} = 5$ $\underline{0}$ | $c_{32} = 8$ -20 | $c_{33} = 15$ $\underline{0}$ | $c_{34} = 9$ $\underline{0}$ | 0 |
| w_j | 50 | 60 | 150 | 90 | |

(3.29)

Получим четвертое, и оптимальное, базисное решение.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | Поставки |
|-------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | | 50 | 10 | | $S_1 = 60$ |
| 2 | | | 10 | | $S_2 = 10$ |
| 3 | 70 | | 10 | 20 | $S_3 = 100$ |
| Спрос | $D_1 = 70$ | $D_2 = 50$ | $D_3 = 30$ | $D_4 = 20$ | |

(3.30)

Общие (наименьшие) затраты теперь равны:

$$\begin{aligned} \text{Общие затраты на третьем этапе} - \text{экономия от смены маршрута} &= \\ &= 1010 - 1 \times 10 = 1000. \end{aligned}$$

Таким образом, получено оптимальное решение данного примера транспортной задачи.

Заметим, что в отечественной литературе этот подход к решению называется *метод потенциалов*.

3.5. Разработка логистической стратегии

Задачи логистики можно свести к управлению добавленной стоимостью и обеспечению контрактных обязательств, т.е. заявленного в контракте уровня сервиса. Практика показала, что наиболее эффективной является экономия в цепи поставок, а не на этапе производства.

Логистика предлагает современному бизнесу большие возможности по управлению добавленной стоимостью. Сюда относятся как традиционные средства оптимизации транспортной составляющей, способы снижения товарных запасов, позволяющие снизить затраты на хранение, освободить складские площади под другую продукцию или под сдачу, высвободить замороженный капитал, так и более экзотические вещи, например роботизация склада, позволяющая также снизить прямые издержки на хранение и обработку товара.

От эффективности логистики зависит прибыль компании, ее способность снизить цены без ущерба для своего экономического состояния.

Косвенно о значимости логистики для компании свидетельствует также готовность многих фирм оплачивать достаточно дорогих специалистов по логистике или не менее дорогостоящие консалтинговые услуги по логистике для того, чтобы повысить конкурентоспособность своей продукции и обеспечить компании стабильную прибыль.

Вторым важным фактором в борьбе за конкурента является уровень сервиса. Очень часто клиент отказывается от товара не по причине неудовлетворительного качества или неподходящих характеристик, а по причине отсутствия сопутствующих товаров или недостаточного их количества. Покупатель скорее всего предпочтет купить фонарик с батарейками в одном магазине, а не в разных местах в разное время. А если ему необходимо 10 фонариков и 20 батареек, то он их и купит в этом количестве, но в другом месте, если в вашей торговой точке этого комплекта не оказалось.

И в этом случае работа логиста может оказать решающее воздействие на исход конкурентной борьбы. Если логистическому подразделению удалось поставить галочку напротив всех пунктов списка из «6 правил логистики», то компания способна удовлетворить все потребности клиента, следовательно, она приближается к идеальному уровню сервиса. Принято выделять три уровня управления по срокам планирования:

Оперативное управление.

Тактическое управление.

Стратегическое управление.

При разработке стратегии планирования на предприятии политика логистики является частью функциональной стратегии производства. Она входит в состав общей хозяйственной стратегии, вместе с маркетинговой и организационной стратегией.

При разработке стратегии в систему логистики включают: транспортные операции и издержки, мощности, связь и информацию (обработка заказов), управление запасами, подъемно-транспортные работы, плановые и контрольные системы, организационную структуру системы.

Для разработки логистической стратегии осуществляется анализ равновесия между доходами и издержками, с учетом комплексного подхода. Данный подход включает в себя расчет количества источников снабжения и источников запасов, товарную и упаковочную номенклатуру, количество источников поступления заказов и точек отгрузки товара, сезонность, количество центров обработки продукции, количество уровней в списке материалов и т.п. Для повышения управляемости хозяйственного процесса необходимо снизить сложность операций, сократить неопределенность.

Для решения стратегических хозяйственных проблем формируется группа специалистов в ключевых функциональных циклах логистической системы. Эта группа решает свою задачу в два этапа. На первом этапе формулируется миссия фирмы, т.е. стратегическая цель и направление хозяйственного развития; осуществляется системный анализ ситуации на рынке. Сюда входит:

1. Мониторинг изменения потребностей рынка, который определяет динамику в объемах продукции, проходящей по различным каналам распределения, происходят сдвиги в пользу какого-либо канала.

2. Повышение требований к логистике. Сдвиг в распределительных каналах должен отразиться на повышении требований к логистике как системе в плане сроков, надежности доставки и комплектности заказа.

3. Разбивка продукции по принципу Парето. Необходимо учитывать эффект Парето: на ограниченное число товаров приходится основной поток.

4. Размер запасов и гибкая производственная система. Должна быть создана гибкая производственная система фирмы, которая бы реагировала на изменения рыночных потребностей, а величина запасов должна быть оптимальная.

5. Внимание к отдельным видам деятельности. Следует обращать внимание не только на выпуск ассортимента обычной и специальной продукции, но и на специфические виды деятельности: маркировку и упаковку потребительских товаров или специальное производство и упаковку.

6. Гибкость. На столь быстротечном рынке логистическая система должна обладать способностью краткосрочной адаптации, поэтому важна гибкость конечного стратегического направления.

7. Повышение логистических показателей поставщиков. Эта часть связана с разработкой различных мероприятий по поставке продукции.

На первом этапе выявляются текущее состояние всех хозяйственных функциональных областей, проблемы и узкие места фирмы. На этой базе разрабатывается план действий: цели, ресурсы, графики, взаимозависимости и возможные последствия, различные хозяйственные варианты для обеспечения общей стратегии фирмы.

На втором этапе вырабатывается подробный общий хозяйственный план фирмы, который подтверждает стратегическое направление первого этапа. В содержание стратегического направления входят:

1. Производственные мощности. Логистическая группа определяет производственные мощности, используя компьютерные модели объема производства, ассортимент продукции, рынки, мощности по обеспечению выпуска продукции.

2. Национальные системы распределения. Учитывается влияние изменений материальных ресурсов в производственных мощностях национальной системы распределения.

3. Подъемно-транспортные работы. Важным моментом является эффективная работа подъемно-транспортной системы для всех частей общей цепи (поставщик-потребитель).

4. Виды транспорта. Исследуются различные виды транспорта в плане издержек и возможности удовлетворять логистические потребности предлагаемой производственной системы.

5. Контрольные системы. Измерение и контроль за результатами деятельности.

6. Поставщики. Финансовые результаты.

7. **Общий хозяйственный план.** Логистические проекты по каждой функциональной области тесно увязываются с единым хозяйственным планом. Он включает в себя полную финансовую оценку, распределение ресурсов, управление логистической системой и пр.

Приведенная логистическая схема разработки хозяйственной стратегии направлена на эффективную работу производства, а также на достижение значительных преимуществ перед конкурентами.

Реализация стратегии в области логистики

Анализ и оценку любых предложений, связанных с продвижением материального потока, его прогнозированием, а также альтернативный выбор наилучших вариантов предложений можно произвести с помощью соответствующих измеримых показателей:

1. Показатель отдачи от вложенного капитала, или доход на капитал ОВК.

2. Объем инвестиций – капитал, вложенный в дело и дополненный частью полученной прибыли, который реинвестируется в активы для получения дохода и прибыли в будущем.

Типичными показателями для анализа логистической системы являются определение уровня чистого дохода и расчет размера дополнительной прибыли.

Инвестиционные проекты в логистической системе могут оцениваться различными способами. Кроме того, инвестиционные проекты, предлагаемые для повышения эффективности логистической системы, должны быть проанализированы, чтобы ответить и на такие вопросы: какова цель проекта? Каковы затраты на проект и ожидаемая отдача? Какое воздействие оказывает проект на текущую и прогнозируемую деятельность фирмы? Как изменится организационная структура фирмы? Сколько времени займет достижение полной эффективности предлагаемой системы? Какие риски связаны с проектом? Как их можно сократить? Какова оценка проекта, рекомендации?

Для оценки инвестиционных проектов используются различные методы.

Рассмотрим некоторые методы оценки капиталовложений: метод окупаемости «пэй-бэк»; метод среднего уровня отдачи; метод дисконтирования средств. Эти методы могут применяться для разработки логистической системы.

Метод окупаемости

Это самый простой метод, который основан на применении в качестве исходных данных количества лет, за которое необходимо покрыть начальные инвестиции в логистическую систему I_n , и размера ежегодного вклада V_k , рассчитываемого как разность между годовыми доходами и затратами Z_g . Наглядно этот метод можно выразить так:

Величина начальных инвестиций I_n – 50000 млн. рублей.

Прогноз годового дохода D_g – 45000 млн. рублей.

Прогноз годовых расходов Z_g – 35000 млн. рублей.

Прогноз годового вклада V_k – 5000 млн. рублей.

Достоинством этого метода является простота расчетов, определенность суммы начальных капиталовложений, возможность ранжирования проектов в зависимости от сроков окупаемости. Недостаток метода в том, что он дает одну и ту же оценку одинаковым объемом инвестиций независимо от срока окупаемости (т.е. 1 млн. рублей, полученный спустя год, оценивается так же, как 1 млн. рублей, полученный через пять лет).

Метод среднего уровня отдачи

Этот метод учитывает амортизацию и вложенный капитал. Преимущество этого метода – простота расчетов, учет амортизации и возможность сравнения альтернативных проектов. Недостаток метода заключается в игнорировании изменения в уровнях дохода и инвестиций в разные периоды, так как он основан на среднем уровне исполнения. Он также пренебрегает тем обстоятельством, что денежные доходы, полученные позже, не обладают той же стоимостью, что и полученные ранее, т.е. считается, что 1 млн. рублей в первом году имеет ту же ценность, что 1 млн. рублей через 5 лет.

Этот метод наглядно выглядит так:

Величина начальных накоплений K – 80 млн. рублей.

Прогноз годового дохода A_k – 60 млн. рублей.

Прогноз годовых расходов P_2 – 48 млн. рублей.

Амортизация A – 8 млн. рублей.

Прогноз годового вклада B_2 – 2,0 млн. рублей.

Срок окупаемости капитальных вложений $T_{ок}$ = 10 лет.

Средняя величина отдачи от вложенного капитала при сроке окупаемости $T_{ок}$ = 10 лет составит 8 млн. рублей.

Метод дисконтирования средств (метод ДСГ).

Существует несколько вариантов данного метода. Все они базируются на допущении, что деньги, получаемые (или расходуемые) в будущем, будут иметь меньшую ценность, чем в настоящее время. Можно произвести расчет дисконтированной стоимости будущих поступлений.

Пусть P – дисконтированная стоимость; S – величина, получаемая в конце n -го года; r – процентная ставка; n – количество лет. Знаменатель $(1 + r)^n$ – фактор дисконтированной стоимости. Пример. Если компания получает 10% отдачи от инвестиций, то будет не безразлично, получит ли она 200 млн. рублей сразу, либо 220 млн. рублей спустя год, либо 242 млн. рублей через два года. Но 200 млн. рублей, полученных за два года, с учетом дисконтированной стоимости, составят только 165 289 млн. рублей.

Это видно из расчета:

Сводный баланс:

Начальные затраты 165 289 млн. рублей.

10% за первый год 16 529 млн. рублей.

Баланс за первый год 181 818 млн. рублей.

10% за второй год 18 182 млн. рублей.

Баланс за второй год – 200 000 млн. рублей.

Надо учитывать и тот факт, что большинство инвестиционных проектов включает поток средств в различные периоды, так что расчеты дисконтированной стоимости являются не совсем прямолинейными. Например, ожидаемые за три года поступления составят каждый год соответственно 8 млн. рублей, 12 млн. рублей, 15 млн. рублей.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Список экзаменационных вопросов по дисциплине

1. Определения термина «логистика»; что такое логистика производства?
2. Эволюция понятия логистики, современные определения.
3. Какие факторы способствовали развитию логистики?
4. Цель логистики и шесть правил логистики.
5. Четыре парадигмы логистики.
6. Логистические услуги и принципы логистики.
7. Определите, что такое логистическая цепь.
8. Что представляют собой интегрированные цепи поставок?
9. Виды логистики.
10. Функции логистики.
11. Что такое логистическая информационная система?
12. Принцип Парето, примеры применения в логистике, диаграмма Парето.
13. Метод ABC и принцип Парето, дать пример.
14. Методы ABC и XYZ.
15. Модель и цепочка приращения стоимости Портера.
16. Анализ отрасли по модели пяти сил Портера.
17. Цели и сферы применения микрологистики и макрологистики.
18. Логистический материальный поток, характеризующие его параметры.
19. Производство как звено логистической цепи: закупка – производство – распределение.
20. Интеграция основных и обеспечивающих производственных процессов в логистических системах.
21. Логистическая организация производственного процесса в пространстве и во времени.
22. Поточная и непоточная формы организации производственного процесса.
23. Модели материальных потоков в производственных системах.
24. «Выталкивающая» и «вытягивающая» парадигмы логистики.
25. Интегрированная система управления производством.
26. Микрологистические концепции и системы: «Точно в срок», Бережливое производство, Kanban.
27. Макрологистические концепции и системы.
28. Эволюция систем управления предприятием (MRP, ERP, CRM).
29. Измеримые критерии работы производства, система планирования ресурсов MRP.
30. Прямая и двойственная задача линейного программирования, оптимизация логистики.
31. Четыре шага и два критерия алгоритма симплекс-метода.
32. Оптимизация перевозок и снабжения, транспортная задача.

33. Составить пример задачи оптимизации поставок.
34. Назначение и отличие ERP- и CRM-систем управления производством.
35. Логистические операции и логистические функции.
36. Функциональные циклы логистики, их виды и особенности.
37. Функциональный цикл логистики от источника ресурсов до потребителя.
38. Основы применения системы «точно в срок».
39. Основы системы бережливого производства, проблемы внедрения.
40. В чем заключается суть логистического управления?
41. Перечислите функции логистической информационной системы.
42. Как способствовал развитию логистики переход от рынка продавца к рынку покупателя?
43. Организация управления материально-техническим обеспечением в добывающих отраслях.
44. Роль сетевых моделей материальных потоков в логистике.

Список литературы

1. НЕРУШ, Ю. М. Логистика: Учебник. – М.: Проспект , 2008. – 520 с.
2. ГАЙДАЕНКО, О. В. Логистика: Учебник / О. В. Гайдаенко; А. А. Гайдаенко. М.: КноРус, 2008. – 272 с.
3. Логистика: Учебник / под ред. Б. А. Аникина. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 368 с.
4. Петров А.Е. Сетевые методы планирования производства: учебно-методическое пособие. – М., МГГУ, 2010. – 148 с.
5. Нагина Е.К., Ищенко В.А. Информационная логистика. Теория и практика: Учебно-методическое пособие для вузов. – Воронеж, 2007. – 87 с.
6. ГАЛКИН, В. И. Инженерная логистика погрузочно-разгрузочных транспортных и складских работ на горных предприятиях : Уч. пособ. / В. И. Галкин; Шешко Е. Е. – М.: Горная книга, 2009. – 156 с.
7. ГАДЖИНСКИЙ, А. М. Логистика: Учебник. – М: Дашков и К, 2010. – 484 с.
8. ГАДЖИНСКИЙ А.М. Логистика: – Учебник для высших и средних специальных учебных заведений. – М.: Дашков и К, 2008. – 472 с.
9. Информационная логистика: Учебное пособие. – М.: Бранусс, 2004. – 145 с.
10. Попков В.В. Концептуально-теоретические основы экономического конструктивизма. /Препринт # ИВИ/2/2010. Екатеринбург: МИАБ, 2010. – 74 с.
11. Логистика: Учебное пособие/ под ред. Б.А. Аникина. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 327 с.
12. Неруш Ю.М. Логистика: Учебник. М.: – Проспект , 2007. – 520 с.
13. СИНЕЛЬНИКОВ, О. Б. Логистика перевозок гранитных блоков железнодорожным транспортом / О. Б. Синельников. – с. 72–74.
14. Семененко А.И., Сергеев В.И. Логистика. Основы теории: Учебник. – СПб, Изд-во «Союз», 2001.
15. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2001.
16. Петров А.Е. Тензорный метод двойственных сетей (главы 3 и 5). – М.: ЦИТвП, 2007. – 496 с.
17. Петров А.Е. Тензорный метод двойственных сетей. МГГУ, М.: – 610 с. Дополненное интернет издание на сайте САПР МГГУ. Режим доступа: <http://sapr.msmu.ru/lectmaterials/tmdc.pdf>, свободный, 2009. – 610 с.
18. Петров А.Е. Двойственные сети и сетевая модель социально-экономической системы. Режим доступа: http://www.unidubna.ru/departments/sustainable_development/Portal/Nauch_trudy_kafedry/dual_networks/, свободный, 2008. – 602 с.
19. ГАЛАНОВ, В. А. Логистика: Учебник. – М.: Форум, 2007. – 272 с.
20. ВОЛГИН, В. В. Логистика приемки и отгрузки товаров: Практич. пособ. – М.: Дашков и К, 2007. – 460 с.
21. СТЕПАНОВ, В. И. Логистика: Учебник. – М.: Проспект , 2007. – 488 с.
22. ВАГНЕР Г. Основы исследования операций. – М.: Мир, т. 1, 1972. – 336 с.
23. www.cbr.ru
24. www.gks.ru

25. www.mosstat.ru
26. www.projectmanagament.ru
27. <http://lt-nur.uni-dubna.ru>
28. Коробицин А. А. Оптимизация бизнес процессов предприятия на принципах Lean-подхода: Реферат. – Дубна, 2010. – 15 с.
29. Мельникова, Е.В. Улучшения в стиле кайдзен / Е.В. Мельникова // Методы менеджмента качества. – 2007. – № 3. – с 15–25.
30. Майкл Вэйдер. Инструменты бережливого производства. Мини-руководство по внедрению методик бережливого производства. Альпина Бизнес Букс, 2007. – 240 с.
31. Вумек Джеймс П., Джонс Дэниел Т. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 128 с.
32. Тайити Оно. Производственная система Тойоты: уходя от массового производства. – М.: Издательство ИКСИ, 2005, 2008. ISBN 5-902677-04-1/. – 30 с.
33. Майкл Портер, Конкурентная стратегия. Методика анализа отраслей и конкурентов. – М.: Издательство «Альпина Бизнес Букс», 2007. – 320 с.

ПЕТРОВ АНДРЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ

ЛОГИСТИКА В САПР. ЧАСТЬ 1. ЛОГИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА

Учебно-методическое пособие

Темплан 2011 г.
Позиция 116

Редактор Граве Е.Ю.

Технический редактор Машакина И.Н.

Подписано в печать
Объем 6 п.л.

25.01.2012 г.
Тираж 150 экз.

Формат 60x90/16
Заказ № 1123

Отдел печати МГГУ, Москва, Ленинский пр., 6