

Г. И. Просветов

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
МЕТОДЫ
В ЛОГИСТИКЕ:
ЗАДАЧИ И РЕШЕНИЯ**

Учебно-практическое пособие

2-е издание,
дополненное

Москва
Альфа-Пресс
2008

УДК 510.6
ББК 22.12
П 82

П 82 Просветов Г. И.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЛОГИСТИКЕ: ЗАДАЧИ И РЕШЕНИЯ: Учебно-практическое пособие. 2-е изд., доп. — М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2008. — 304 с.

ISBN 978-5-94280-298-1

Цель этой книги — научить основным математическим методам в логистике и познакомить с опытом в этой области.

В настоящем учебно-практическом пособии на простых примерах раскрываются следующие разделы логистики: транспортная задача, задача о назначении, задача о кратчайшем пути, коммуникационная сеть минимальной длины, максимальный поток, задача коммивояжера, задача единого среднего, задача охвата, основные понятия теории графов, задачи размещения производства, размещение объектов сервиса, анализ размещения завода и складов, факторы производства и затраты, дерево решений, принятие решений, временные ряды, экспоненциальное сглаживание, контролируемый прогноз, сетевое планирование и управление, балансировка линий сборки, статистический контроль качества, управление запасами, имитационное моделирование, оценка запасов, предупредительное обслуживание оборудования, планирование потребности в материалах, краткосрочные графики, система «точно в срок», ABC-анализ, системы массового обслуживания, обучаемость в производстве, лизинг, методы ценообразования, складирование и грузопереработка, перевозка, каналы распределения, оптовая и розничная торговля, излишки, кодирование, методы экспертных оценок, оценка поставщиков, обоснование решения «производить или покупать», конкурентные преимущества, принятие краткосрочных решений, фьючерсные контракты.

Для преподавателей и студентов экономических специальностей высших учебных заведений, специалистов в области логистики.

УДК 510.6
ББК 22.12

ISBN 978-5-94280-298-1



9 785942 802981

© Просветов Г. И., 2008
© ООО Издательство «Альфа-Пресс», 2008

Предисловие

...Не существует какой-то одной, самой лучшей модели даже для конкретной ситуации. Логистики должны оценить несколько моделей и отыскать одну, дающую приемлемые результаты в течение длительного периода, хотя эта модель может и не быть оптимальной.

М. Линдерс, Х. Фирон

В настоящее время существует ряд обстоятельных руководств по логистике, предназначенных для студентов высших учебных заведений экономического профиля. Но, по мнению автора данного пособия, всем им присущ один существенный недостаток — это книги «описательного жанра». Кроме названий различных методов, самых общих слов и всевозможных классификационных таблиц и схем читатель ничего там и не обнаружит. Поэтому ощущается потребность в пособии, которое на простых и конкретных примерах способно показать читателю со скромной математической подготовкой весь арсенал современных методов логистики. Одна их попыток решить эту задачу — перед вами, уважаемый читатель. Что же вошло в книгу?

Из первой главы читатель узнает, зачем нужна логистика. Материал второй главы (основные понятия теории графов) можно рассматривать как подготовительный материал, необходимый для понимания обсуждаемого математического аппарата. О факторах производства и затратах говорится в третьей главе. Задачи размещения производства рассмотрены в четвертой главе. Тема пятой главы — размещение объектов сервиса.

Следующие шесть глав «отданы» задачам дискретной оптимизации (кратчайший путь, коммуникационная сеть минимальной длины, максимальный поток, задача коммивояжера, задача единого среднего, задача охвата).

Способы решения транспортной задачи и задачи о назначениях читатель найдет в двенадцатой, тринадцатой и четырнадцатой главах, а после изучения пятнадцатой главы он сможет проводить анализ размещения завода и складов.

Правила принятия решений рассмотрены в шестнадцатой и семнадцатой главах. Способы построения прогнозов (временные ряды, экспоненциальное сглаживание, контролируемый прогноз) показаны в восемнадцатой, девятнадцатой и двадцатой главах.

Одна из центральных тем книги — сетевое планирование и управление (глава двадцать один). Как провести балансировку линий сборки, показано в двадцать второй главе. Из двадцать третьей главы читатель узнает о проведении статистического контроля качества.

Управление запасами — это тема двадцать четвертой главы. В двадцать пятой главе изучается имитационное моделирование. Как оценить запасы, показано в двадцать шестой главе. Как часто проводить предупредительное обслуживание оборудования? Ответ на этот вопрос читатель найдет в двадцать седьмой главе. В двадцать восьмой главе показаны способы построения краткосрочных графиков.

Планирование потребности в материалах — это тема двадцать девятой главы. В тридцатой главе рассмотрена система «точно в срок». Как проводить ABC-анализ, показано в тридцать первой главе. О системах массового обслуживания идет речь в тридцать второй главе. Тема тридцать третьей главы — обучаемость в производстве. Из тридцать четвертой главы читатель узнает о лизинге. Методы ценообразования анализируются в тридцать пятой главе. Складирование и грузопереработка — это тема тридцать шестой главы. В тридцать седьмой главе речь идет о перевозке.

О каналах распределения читатель узнает из тридцать восьмой главы. Оптовая и розничная торговля — это тема тридцать девятой главы. Об излишках говорится в сороковой главе.

Кодированию посвящена сорок первая глава. Методы экспертных оценок изучаются в сорок второй главе. Оценка поставщиков проводится в сорок третьей главе. Обоснование решения «производить или покупать» — это тема сорок четвертой главы.

С конкурентными преимуществами читатель познакомится в сорок пятой главе. О принятии краткосрочных решений идет речь в сорок шестой главе. Фьючерсные контракты — это тема сорок седьмой главы.

Весь материал разбит на главы, а главы — на параграфы. Каждый параграф — это отдельная тема. В начале параграфа приводится необходимый минимум теоретических сведений, затем подробно разбираются модельные примеры. Показано, как с помощью встроенных функций и надстроек «Пакет анализа», «Поиск решения» пакета Excel можно избежать долгих и утомительных вычислений. После каждого примера приводится задача для самостоятельного решения.

Ответы ко всем задачам помещены в конце книги. Пособие также содержит программу курса и задачи для контрольной работы.

За основу пособия принят материал курсов, читаемых автором в Российской академии предпринимательства. Всем студентам, прослушавшим эти курсы, автор выражает благодарность за продуктивную совместную работу.

Автор выражает искреннюю признательность В. М. Трояновскому за полезные замечания, способствовавшие улучшению книги.

Автор

ЧТО ТАКОЕ ЛОГИСТИКА

Логистика — это вид деятельности, связанный с передвижением товаров, услуг и информации между экономическими субъектами. Логистика позволяет получить ответы на те вопросы, с которыми предприятие постоянно сталкивается в процессе своей деятельности.

Самый важный вопрос — это что производить самим, а что закупать. Также нужно решить, будет ли предприятие приобретать стандартную продукцию или имеющееся на рынке сырье вместо особой продукции для потребностей конкретного заказа.

При этом возникает проблема качества товаров и услуг. Высокое качество конечной продукции необходимо для поддержания и роста доли на рынке. Производство продукции «с первого раза» гораздо эффективнее по стоимости, чем внесение корректив после выяснения фактов брака. Требуется программы контроля качества для наблюдения за производственным процессом с целью внесения необходимых корректив до того, как будет выпущена бракованная продукция. В этой ситуации на помощь приходит статистический контроль качества.

При проведении закупок необходимо решить, когда закупать, сколько всего закупать и сколько закупать за одну поставку. Ответы на эти вопросы дает управление запасами. При закупке сырья существует возможность фьючерсов и хеджирования.

Любое предприятие следует неким специфическим стратегиям цен. Выбор такой стратегии требует широкого применения анализа стоимости, анализа расходов и интенсивных переговоров. Сокращение расходов возможно при использовании долгосрочной транспортной стратегии.

Отвечая на вопрос, где покупать, предприятию предстоит сделать выбор между местными, региональными, национальными и международными источниками снабжения; между крупными и мелкими поставщиками; между одним и несколькими источниками снабжения. Для приобретения основного сырья и компонентов необходимо

использование не менее двух поставщиков. Но такое дробление лишает возможности получения оптовой скидки. К тому же использование единственного источника снабжения может снизить административные расходы, связанные с закупками.

Для ответа на вопрос, как покупать, существует множество вариантов. Это переговоры, тендеры, системы открытых заказов, системные контракты, совместные закупки, долгосрочные контракты. Обычно на выбор той или иной стратегии снабжения влияют общие организационные цели и стратегии предприятия, а также рыночные условия как в настоящем, так и в будущем.

Логистика отвечает за прохождение материального потока (то есть товаров и услуг) через *цепь поставок* — ряд видов деятельности и предприятий, через которые проходят материалы во время своего перемещения от поставщиков начального уровня до конечного потребителя.

Другими словами, логистика — это управление цепью поставок, которое обеспечивает обслуживание высокого качества с низкими затратами. Сюда входят более быстрая доставка грузов, низкие затраты, небольшие отходы, оперативное реагирование на запросы потребителей, высокая продуктивность, низкий уровень запасов, отсутствие повреждений, небольшое число ошибок, хорошее отношение персонала к работе и т. д.

Без логистики никакие материалы не перемещаются, никакие операции не выполняются, никакие продукты не доставляются и никакие потребители не обслуживаются. Логистика оказывает значительное влияние на время выполнения заказов, надежность и другие параметры обслуживания потребителей. Она определяет оптимальные размеры элементов инфраструктуры и места их размещения.

Логистика состоит из ряда взаимосвязанных видов деятельности, которые начинаются со снабжения в начале выполнения операций и заканчиваются физическим распределением продукции. Это одна из областей, которую удобно передавать для выполнения *посредникам* — специализированным предприятиям, предлагающим ассортимент требуемых услуг.

Выделяют три направления развития логистики. Для *«тощей» логистики* характерен анализ операций и системное удаление всех действий, перемещений, времени, материальных и других ресурсов, приводящих к возникновению отходов. Это позволяет существенно повысить показатели деятельности предприятия.

Второе направление — это *динамичная логистика*, уделяющая основное внимание потребителям. Она предоставляет услуги на за-

каз и оперативно реагирует на изменяющиеся требования потребителей.

Интеграция цепей поставок — это третье направление развития логистики. Для достижения своих целей предприятия должны тесно сотрудничать с другими участниками цепи поставок.

В идеале логистика должна стремиться к тому, чтобы одновременно иметь три вышеназванные характеристики: отсутствие «жира», динамизм и интегрированность.

Общие логистические издержки содержат затраты на перевозку, на складирование, на управление запасами, на упаковывание, на обработку информации и другие накладные расходы логистического характера. При системном подходе к логистике, когда все взаимосвязанные логистические виды деятельности выполняются согласованно, сокращение затрат на один вид деятельности ведет к снижению общих логистических издержек, хотя затраты на другой вид деятельности могут и увеличиться.

Логистика должна постоянно совершенствоваться, то есть необходим постоянный поиск более совершенных способов логистической деятельности. В прошлом логистике не уделяли достаточного внимания. Сегодня же логистика находится в центре процесса принятия решения, оказывая долгосрочное влияние на все операции и общие показатели.

Каждое предприятие разрабатывает свою собственную *логистическую стратегию*, которая состоит из всех стратегических решений и планов, связанных с управлением цепью поставок. Существуют две базовые логистические стратегии: «тощая» и динамичная.

Цель *«тощей» логистики* — минимизировать общие логистические издержки, гарантируя при этом приемлемый уровень обслуживания потребителей (то есть производство той же или сопоставимой продукции более дешево).

Цель *динамичной стратегии* — обеспечить высокое качество обслуживания потребителей, оперативно реагируя на появление новых или на изменение прежних условий (то есть выпуск продукции, которую потребители не могут получить у других поставщиков). Динамичная стратегия сфокусирована на потребителях.

Конечно, на практике нет никакой разграничительной линии между «тощей» и динамичной стратегиями. Поэтому предприятию вовсе не нужно выбирать какую-то одну из этих стратегий в ущерб другой. Никакой единой «лучшей» стратегии просто не существует.

Логистическая стратегия должна соответствовать целям предприятия. При ее разработке следует учесть факторы, влияющие на логи-

стику, но которыми логистика не может управлять. Это потребители, рыночные условия, экономические условия (темпы инфляции, темпы роста, объем валового внутреннего продукта), конкуренты, правовые ограничения, акционеры (доход на инвестиции), социальные и политические условия.

Также при разработке логистической стратегии нужно учесть факторы, которыми предприятие может управлять. Это сотрудники, финансы, сооружения, маркетинг, поставщики, технологии.

Стратегии только тогда становятся эффективными, когда они реализованы. Поэтому всегда необходимо рассматривать практические следствия любых выбираемых приемов. При переходе к реализации логистической стратегии следует сконцентрировать усилия на четырех областях: обслуживании потребителей, размещении элементов инфраструктуры, управлении запасами и транспорте.

Предприятие должно решить, с какими типами посредников оно будет иметь дело (то есть кто будет поставщиками и потребителями в цепи поставок), где должны располагаться склады, какая работа будет выполняться в логистических центрах, какие потребители будут обслуживаться из каждого центра, виды транспорта, скорость доставки, какова *ширина цепи поставок* (то есть число параллельных маршрутов, по которым может перемещаться продукция) и т. д.

Удлинение и расширение цепи поставок приводит к повышению качества обслуживания, но сопровождается ростом затрат и снижением контроля со стороны производителя. К сожалению, не существует «лучшего» варианта, и приходится выбирать компромиссный вариант, в наибольшей степени соответствующий заданным целям логистической стратегии.

Из-за постоянного изменения внешних и внутренних факторов в логистическую стратегию приходится постоянно вносить коррективы. Крупные изменения могут оказаться для предприятия очень разрушительными. Поэтому на практике гораздо чаще встречается *непрерывное совершенствование* (то есть серия небольших корректив). Такой подход гарантирует совершенствование логистической системы.

Однако в случае плохой логистической системы не следует тратить время на отыскание небольших улучшений, а следует отбросить всю прежнюю систему и разработать новую. Вполне возможно реализовать ряд крупных изменений в виде более мелких, но постоянно проводимых улучшений.

Для логистика главный вопрос заключается в том, как заставить потоки продуктов течь быстрее. Поэтому логистик изучает издержки

Глава 2

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ ГРАФОВ

предприятия, начиная с исходных составляющих и заканчивая моментом, когда потребитель получает товар. Сокращение времени на каждом этапе ведет к снижению издержек и цены продукта.

Цель логистики — обеспечить наличие нужного продукта в нужном месте в нужное время при наименьших издержках. Это достигается сокращением времени выполнения заказа, времени производства, времени транспортировки, контролем над запасами, повышением качества продукции и т. д.

Растущее внимание к экологическим вопросам удаления отходов и масштаб операций, связанных с потенциальным возвратом продукта, привели к созданию обратной логистики. *Обратная логистика* занимается сбором возвращаемых продуктов, их проверкой, ремонтом, модернизацией и переработкой. После этого продукты могут быть отправлены потребителю или на продажу на вторичном рынке.

Как правило, в книгах по логистике затрагиваются в основном вопросы терминологии и понятийного аппарата: определения, цели, концепции, принципы и т. д. И на этом пути достигнут значительный прогресс. В этой же книге мы рассмотрим на простых и понятных примерах методы и алгоритмы логистики.

Представим на плоскости конечное множество точек V и некоторое множество линий X , соединяющих попарно какие-то точки из V . Например, схема автодорог, соединяющих населенные пункты Московской области.

Множество точек (населенных пунктов) назовем *множеством вершин*, а соединяющие линии (автодороги) — *множеством ребер*. Совокупность двух множеств (вершин и ребер) называют *графом*.

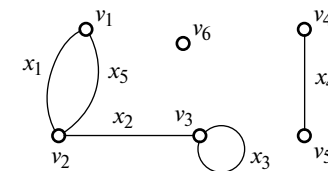
На некоторых участках допускается только одностороннее движение. Тогда соответствующее ребро называется *дугой* и изображается стрелкой, направленной от начальной вершины к конечной вершине.

Граф, состоящий из дуг, называют *ориентированным* (или просто *орграфом*), а образованный ребрами — *неориентированным*.

Один и тот же граф можно изобразить по-разному. Вершины можно располагать по своему усмотрению и произвольно выбирать форму соединяющих линий. В этом проявляется свойство *изоморфизма графов*.

Ребро, концевые вершины которого совпадают, называется *петлей*. Ребра с одинаковыми концевыми вершинами называются *кратными*. *Изолированная вершина* не соединена с другими вершинами.

Пример 1. Задан граф G_1 , состоящий из вершин $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6$ и ребер x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 .



v_6 — изолированная вершина, x_1 и x_5 — кратные ребра, x_3 — петля, v_1 и v_2 — концевые вершины ребра x_1 .

Литература

- Козловский В. А., Козловская Э. А., Савруков Н. Т.* Логистический менеджмент. — СПб.: Лань, 2002.
- Лайсонс К., Джилленгем М.* Управление закупочной деятельностью и цепью поставок. — М.: ИНФРА-М, 2005.
- Линдерс М., Фирон Х.* Управление снабжением и запасами. Логистика. — СПб.: Виктория плюс, 2002.
- Просветов Г. И.* Анализ хозяйственной деятельности предприятия: Задачи и решения. 4-е изд. — М.: Издательство РДЛ, 2007.
- Просветов Г. И.* Бизнес-планирование: Задачи и решения. — М.: Издательство РДЛ, 2005.
- Просветов Г. И.* Математика в экономике: Задачи и решения. 2-е изд. — М.: Издательство РДЛ, 2005.
- Просветов Г. И.* Математические методы в экономике. 3-е изд. — М.: Издательство РДЛ, 2007.
- Просветов Г. И.* Математические модели в экономике. 3-е изд. — М.: Издательство РДЛ, 2007.
- Просветов Г. И.* Прогнозирование и планирование: Задачи и решения. — М.: Издательство РДЛ, 2005.
- Просветов Г. И.* Управленческий учет: Задачи и решения. — М.: Издательство РДЛ, 2006.
- Просветов Г. И.* Финансовый анализ: Задачи и решения. — М.: Издательство РДЛ, 2007.
- Просветов Г. И.* Финансовый менеджмент: Задачи и решения. — М.: Альфа-Пресс, 2007.
- Просветов Г. И.* Цены и ценообразование: Задачи и решения. — М.: Альфа-Пресс, 2007.
- Просветов Г. И.* Эконометрика. Задачи и решения. 4-е изд. — М.: Издательство РДЛ, 2007.
- Трояновский В. М.* Математическое моделирование в менеджменте. — М.: Издательство РДЛ, 2003.
- Уотерс Д.* Логистика. Управление цепью поставок. — М.: ЮНИТИ, 2003.
- Чейз Р., Эквилайн Н., Якобс Р.* Производственный и операционный менеджмент. — М.: Вильямс, 2004.

Содержание

Предисловие	3
ГЛАВА 1. Что такое логистика?	6
ГЛАВА 2. Основные понятия теории графов	11
ГЛАВА 3. Факторы производства и затраты	17
3.1. Факторы производства	17
3.2. Классификация затрат	17
ГЛАВА 4. Задачи размещения производства	20
4.1. Метод взвешивания	20
4.2. Метод размещения производства с учетом полных затрат	22
4.3. Гравитационный метод	23
4.4. Метод калькуляции затрат	24
ГЛАВА 5. Размещение объектов сервиса	26
ГЛАВА 6. Задача определения кратчайшего пути	28
6.1. Метод присвоения меток	28
6.2. Задача о кратчайшем пути между двумя пунктами	32
ГЛАВА 7. Построение коммуникационной сети минимальной длины	34
ГЛАВА 8. Задача определения максимального потока	37
ГЛАВА 9. Задача единого среднего	41
ГЛАВА 10. Задача охвата	43
ГЛАВА 11. Задача коммивояжера. Метод ветвей и границ	44
ГЛАВА 12. Транспортная задача	50
12.1. Экономико-математическая модель транспортной задачи	50
12.2. Метод северо-западного угла	50
12.3. Метод минимальной стоимости	54
12.4. Особый случай	56
12.5. Распределительный метод решения транспортной задачи	57
12.6. Открытая модель	62
12.6.1. Фиктивный потребитель	62
12.6.2. Фиктивный поставщик	63
12.7. Транспортная задача и Excel	64
ГЛАВА 13. Транспортная задача в сетевой постановке	66
13.1. Что такое транспортная сеть	66
13.2. Первоначальный план поставок	67
13.3. Проверка плана поставок на оптимальность	68

13.4. Улучшение плана поставок	70	23.3. Контрольные карты изменчивости технологического процесса при известных a и σ	131
13.5. Открытая модель	73	23.4. Контрольные карты количественных признаков при неизвестных a и σ	131
13.5.1. Фиктивный потребитель	73	23.5. Контрольные карты качественных признаков	132
13.5.2. Фиктивный поставщик	74	23.5.1. p -карты. Аппроксимация нормальным распределением	133
ГЛАВА 14. Задача о назначениях	76	23.5.2. p -карты. Аппроксимация распределением Пуассона	133
14.1. Минимизация целевой функции	76	23.5.3. c -карты	135
14.2. Максимизация целевой функции	79	23.6. Статистический приемочный контроль качества качественных признаков	135
14.3. Задача о назначениях и Excel	80	23.7. Кружки качества и специализированные команды	138
ГЛАВА 15. Анализ размещения завода и складов	81	ГЛАВА 24. Управление запасами	139
ГЛАВА 16. Дерево решений	83	24.1. Основные понятия	139
ГЛАВА 17. Принятие решений	88	24.2. Основная модель управления запасами	139
17.1. Принятие решений без использования численных значений вероятностей исходов	88	24.3. Модель экономического размера партии	141
17.1.1. Максимальное и минимальное решения	88	24.4. Скидка на количество	142
17.1.2. Минимальное решение	89	24.5. Модель производства партии продукции	143
17.1.3. Критерий Гурвица	90	24.6. Модель планирования дефицита	144
17.2. Принятие решений с использованием численных значений вероятностей исходов	91	24.6.1. Случай невыполнения заявок	145
17.2.1. Правило максимальной вероятности	91	24.6.2. Случай выполнения заявок	146
17.2.2. Максимизация ожидаемого дохода	91	24.7. Неопределенность и основная модель управления запасами	147
17.2.3. Ожидаемая стоимость полной информации	93	24.8. Уровневая система повторного заказа	148
ГЛАВА 18. Временные ряды	95	24.8.1. Достижение минимальной стоимости	148
18.1. Анализ аддитивной модели	95	24.8.2. Достижение минимального уровня обслуживания	151
18.2. Анализ мультипликативной модели	99	24.9. Циклическая система повторного заказа	152
ГЛАВА 19. Экспоненциальное сглаживание	103	24.10. Другие вопросы управления запасами	153
19.1. Простая модель экспоненциального сглаживания	103	ГЛАВА 25. Имитационное моделирование	154
19.2. Экспоненциальное сглаживание с поправкой на тренд	104	25.1. Применение имитационных моделей в теории управления запасами	156
ГЛАВА 20. Контролируемый прогноз	106	ГЛАВА 26. Оценка запасов товарно-материальных ценностей	158
ГЛАВА 21. Сетевое планирование и управление	108	26.1. Метод оценки запасов ФИФО	158
21.1. Основные понятия	108	26.2. Метод оценки запасов ЛИФО	160
21.2. Правила построения сетевых графиков	109	26.3. Метод оценки запасов по средневзвешенной	161
21.3. Метод критического пути	109	26.4. Влияние различных методов оценки запасов на расчет прибыли	162
21.4. Управление проектами с неопределенным временем выполнения работ	113	ГЛАВА 27. Предупредительное обслуживание оборудования	164
21.5. Стоимость проекта. Оптимизация сетевого графика	116	ГЛАВА 28. Краткосрочные графики	166
21.6. График Ганта	119	28.1. Возможные подходы к составлению графиков	166
21.7. Распределение ресурсов. Графики ресурсов	120	28.2. Правило «первым пришел, первым обслужен»	167
21.8. Параметры работ	123	28.3. Правило кратчайшего времени выполнения	168
ГЛАВА 22. Балансировка линий сборки	126	28.4. Правило ранних по дате исполнения	169
ГЛАВА 23. Статистический контроль качества	129	28.5. Правило наиболее продолжительного времени выполнения	169
23.1. Контрольные карты	129	28.6. Правило самых срочных работ	170
23.2. Контрольные карты средних арифметических технологического процесса при известных a и σ	130	28.7. Критическое отношение	170
		28.8. Задача о двух станках	171

ГЛАВА 29. Планирование потребности в материалах	174	36.3. Планировка	228
ГЛАВА 30. Система «точно в срок»	177	36.4. Грузопереработка	230
ГЛАВА 31. ABC-анализ	179	36.5. Упаковывание	230
ГЛАВА 32. Системы массового обслуживания	182	ГЛАВА 37. Перевозка	232
32.1. Показательный закон распределения вероятностей	182	37.1. Способ перевозки	232
32.2. Простейший поток	183	37.1.1. Железная дорога	232
32.3. Основные понятия теории массового обслуживания	184	37.1.2. Автомобильный транспорт	233
32.4. Граф состояний	185	37.1.3. Водный транспорт	234
32.5. Уравнения Колмогорова	186	37.1.4. Воздушный транспорт	234
32.6. Предельные вероятности состояний	187	37.1.5. Трубопроводный транспорт	235
32.7. Процесс гибели и размножения	190	37.1.6. Выбор способа перевозки	235
32.8. Одноканальная СМО с отказами	191	37.2. Интермодальная перевозка	236
32.9. Многоканальная СМО с отказами (задача Эрланга)	193	37.3. Перевозка и вопросы собственности	236
32.10. Одноканальная СМО с неограниченной очередью	196	ГЛАВА 38. Каналы распределения	238
32.11. Многоканальная СМО с неограниченной очередью	199	38.1. Функции каналов распределения	238
32.12. СМО с фиксированным временем обслуживания	202	38.2. Стратегии распределения	239
32.13. Одноканальная СМО с ограниченной очередью	203	38.3. Каналы электронной коммерции	240
32.14. Многоканальная СМО с ограниченной очередью	206	ГЛАВА 39. Оптовая и розничная торговля	241
32.15. Замкнутая СМО	209	39.1. Оптовая торговля	241
32.16. СМО с ограниченным временем ожидания	211	39.2. Розничная торговля	241
32.17. Применение имитационных моделей в системах массового обслуживания	214	ГЛАВА 40. Излишки	243
ГЛАВА 33. Обучаемость в производстве	216	ГЛАВА 41. Кодирование	244
33.1. Кривые обучения	216	ГЛАВА 42. Методы экспертных оценок	245
33.2. Уровень обучения	216	42.1. Зачем нужны экспертные оценки?	245
33.3. Определение затрат на производство продукции	217	42.2. Метод Дельфи	246
33.4. Определение уровня обучения	218	42.3. Метод написания сценария	247
ГЛАВА 34. Лизинг	219	42.4. Использование экспертных оценок в аналитической деятельности	248
34.1. Преимущества и недостатки лизинга	219	42.5. Экспертные системы	249
34.2. Сравнительный анализ эффективности лизинга и банковского кредитования покупки основных средств	220	ГЛАВА 43. Оценка поставщика	250
ГЛАВА 35. Методы ценообразования	222	ГЛАВА 44. Обоснование решения «производить или покупать»	252
35.1. Установление цены на основе ценности товара	222	ГЛАВА 45. Конкурентные преимущества	254
35.2. Установление цены на основе уровня текущих цен	222	45.1. Конкурентные преимущества по издержкам	254
35.3. Психология ценовосприятия	223	45.2. Конкурентные товарные преимущества	255
35.4. Установление цен по географическому принципу	223	ГЛАВА 46. Принятие краткосрочных решений	257
35.5. Установление цен со скидками и зачетами	224	ГЛАВА 47. Фьючерсные контракты	259
35.6. Установление цен для стимулирования сбыта	224	Ответы	261
35.7. Ценообразование по схеме двойного тарифа	225	Программа учебного курса «Математические методы в логистике»	268
35.8. Соглашения о цене	225	Задачи для контрольной работы по курсу «Математические методы в логистике»	276
ГЛАВА 36. Складирование и грузопереработка	226	Литература	298
36.1. Назначение склада	226		
36.2. Складская деятельность	226		