

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт естественных и точных наук
Кафедра математического и компьютерного моделирования

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, директор МУП
«Геоцентр» г. Челябинска, канд.
экон. наук

_____/Д.В. Смагин/
« ____ » _____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,
д-р физ.-мат. наук, доцент
_____/С.А. Загребина/

« ____ » _____ 2019 г.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ
ЗАПАСАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ЮУрГУ–01.04.02.2019.006.ВКР

Руководитель работы, про-
фессор кафедры, д-р экон.
наук, профессор

_____/В.Г. Мохов/
« ____ » _____ 2019 г.

Автор работы,
студент группы ЕТ-224

_____/И.А. Еремчук/
« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролер,
доцент кафедры, канд.
физ.-мат. наук

_____/А.А. Акимова/
« ____ » _____ 2019 г.

Челябинск 2019

АННОТАЦИЯ

Еремчук И.А. Математическое моделирование управления запасами промышленного предприятия. – Челябинск: ЮУрГУ, ЕТ-224, 58 с., 16 ил., библиогр. список – 80 назим., 2 прил.

Квалификационная работа выполнена с целью повышения эффективности деятельности промышленного предприятия за счет повышения предсказуемости состояния запасов готовой продукции, увеличения качества принимаемых решений в сфере управления запасами материально-технических ресурсов и снижения затрат на логистику.

В квалификационной работе проанализирована организационная структура промышленного предприятия, уточнено содержание основных категорий распределительной логистики.

Разработан концептуальный подход к повышению эффективности системы управления запасами промышленного предприятия, разработаны модели объекта управления и процессов управления, которые учитывают этапы развития сбытовой компании;

Построена динамическая модель калькуляции затрат как целевой функции оптимизации системы управления запасами.

Рассчитан показатель интегрального экономического эффекта от внедрения разработанной методики *NPV* (чистый дисконтированный доход), значение которого показало высокую эффективность от внедрения результатов ВКР.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	
1.1. Анализ существующих методов и моделей управления запасами промышленного предприятия.....	8
1.2. Подходы к организации управления запасами промышленного предприятия.....	11
1.3. Выводы по первой главе	16
2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	
2.1. Построение математической модели распределительной логистической системы промышленного предприятия.....	18
2.2. Связь модели управления предприятием с экономико- математической моделью затрат разветвленной сбытовой сети	28
2.3. Анализ интегральной экономико-математической модели сбытовой сети промышленного предприятия.....	33
2.4. Выводы по второй главе	40
3. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	
3.1. Резервы и факторы роста эффективности совершенствования управления запасами промышленного предприятия	41
3.2. Оценка экономической эффективности совершенствования управления запасами промышленного предприятия	44
3.3. Выводы по третьей главе.....	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	51
ПРИЛОЖЕНИЕ А	59
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	62

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Проблема совершенствования управления запасами промышленных предприятий приобретает в настоящее время все большую актуальность в связи с развитостью сбытовых сетей и существенным влиянием процесса управления запасами данных предприятий на себестоимость производимой ими продукции.

Переход к информационным технологиям в последние годы приводит к пересмотру существующих систем управления предприятием, а также реорганизации бизнеса при использовании современных методов. Формирование новых методологических основ и разработка практических рекомендаций по построению систем управления запасами – это важнейшие условия для развития промышленного предприятия и повышения эффективности его производства. Управление запасами оказывает существенное влияние на формирование себестоимости продукции.

Применяя экономико-математические методы, вычислительную технику и информационные технологии можно усовершенствовать деятельность промышленных предприятий. В последнее время наметился существенный сдвиг в этой области, характеризуемый переходом к интегрированным автоматизированным системам управления предприятием.

Однако, как показала практика, помимо прямой автоматизации существующих методов управления предприятием нужно осуществлять адаптацию и координацию методов и моделей управления, включая управление запасами.

Степень разработанности проблемы

Проблемам управления запасами посвящены работы многих отечественных и зарубежных авторов. Так, в 30-х годах XX-го века появились статьи об определении оптимального количества заказа – Харриса Ф. (1915), Стефаник-Альмейера К. (1927), Андлера К. (1929) и Уилсона Р. (1934). В последние го-

ды вопросы теории управления запасами разрабатывали: Аникин Б.А., Беляев Ю.А., Бутрин А.Г., Голдобина Н.Н., Голенко Д.И., Инютина К.В., Кудрявцев Б.М., Ледин М.И., Микитьянц С.Р., Первозванская Т.Н., Проценко О.Д., Речкалов Я.Ф., Рыжиков В.И., Феклисов Г.И., Хруцкий Е.А. Отмеченные ученые создали ряд методов и моделей управления запасами, предназначенных для предприятий и ресурсов различного рода. В то же время остались неразработанными методы управления запасами для предприятий со значительным объемом материальных ресурсов.

Основы современной теории управления запасами – постановка проблемы, анализ факторов, влияющих на решение, способ учета неопределенности спроса – были сформулированы в работах Эрроу К., Гарриса В., Маршака С. и Дворецкого А.

В классической теории было разработано множество различных моделей управления запасами. Статистические методы исследования рекомендуют Гуила-Ури Р. и Розенстиль Э., а Букан Д. и Кинисберг Э. представляют аналитические методы исследования, такие как теория массового обслуживания, методы линейного и нелинейного программирования.

В подавляющем большинстве вышеперечисленных работ для планирования запасов используется классическая модель экономического размера заказа, когда для упрощения потребление (расход) и отставание времени поставки продукции от момента заказа принимаются постоянными. В качестве целевой функции минимизируются общие затраты на хранение запасов, которые принимаются прямо пропорционально объему этих запасов и времени хранения, а также затраты, связанные с заказом, являются постоянными для каждого заказа и не связаны с количеством заказа. Данная модель описана, например, у Букана Д. и Кинисберга Э. в работе «Научное управление запасами».

Большое внимание в современной литературе уделено построению динамических моделей фирм. Эти вопросы нашли отражения в работах Бира С., Горского А.А., Жданова С.А., Клейнера Б.Г., Мондена Я., Параева Ю.И.,

Loon'a P., а также в обзорных работах [71, 28] и др. Однако во многих трудах рассматривают либо упрощенные модели предприятия, либо абстрактно-теоретические сложные модельные системы, что затрудняет их использование на практике.

Существенный вклад в разработку динамических моделей фирмы внесла работа Ширяева В.И., Баева И.А. и Ширяева Е.В. [75], в которой сделана попытка устранить существующий пробел в научной литературе по динамической теории фирмы. За основу был взят подход Форрестера Дж. [75] при моделировании производственно-сбытовой деятельности предприятий (фирм). При этом воспроизводится структура взаимодействия подразделений фирмы, ее информационные, материальные и финансовые потоки.

Минимизация запасов, бесспорно влияющая на эффективность функционирования предприятия, слабо коррелирует с минимизацией общих затрат в логистической системе, что резко снижает эффективность принятия решения при управлении предприятием. Это обстоятельство позволяет утверждать, что проблема создания динамической модели фирмы не исчерпана, адаптация абстрактно-обобщенных моделей к конкретным фирмам и условиям имеет не только прикладной, но и научный интерес. Создание же метода, позволяющего с использованием адекватных моделей и информационных технологий разрабатывать эффективные алгоритмы управления развернутой сбытовой сетью промышленного предприятия, является своевременным и актуальным.

Целью исследования является повышение эффективности деятельности промышленного предприятия за счет повышения предсказуемости состояния запасов готовой продукции, увеличения качества принимаемых решений в сфере управления запасами материально-технических ресурсов и снижения затрат на логистику.

Для достижения этой цели требуется решение следующих **задач**:

- 1) уточнить содержание основных категорий распределительной логистики;

- 2) разработать концептуальный подход к повышению эффективности системы управления запасами промышленного предприятия;
- 3) разработать модели объекта управления и процессов управления, которые учитывают этапы развития сбытовой компании;
- 4) построить динамическую модель калькуляции затрат как целевой функции оптимизации системы управления запасами.

Объектом исследования являются производственно-материальные запасы в сети сбыта промышленного предприятия, процессы их перемещения и хранения.

Предметом исследования являются экономические отношения, возникающие в процессе формирования и осуществления метода совершенствования управления материальными потоками промышленного предприятия с разветвленной системой сбыта.

Научная новизна исследования состоит в обосновании механизма управления запасами материально-технических ресурсов и разработке методического обеспечения процесса принятия решений по экономической оптимизации запасов посредством имитационного моделирования с учетом затрат на перемещение материального потока продукции промышленного предприятия.

Практическая значимость работы состоит в возможном использовании разработанных методик в области управления запасами на промышленных предприятиях, использующих дистрибьюторскую систему реализации продукции на различных этапах выделения и функционирования дистрибьюторской системы.

1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

1.1. Анализ существующих методов и моделей управления запасами промышленного предприятия

Вопросы управления запасами сети сбыта промышленного предприятия прочно связаны с общими проблемами логистики. Логистика определяется как организованный набор взаимосвязанных операций по управлению потоками организации. Различают закупочную, транспортную, складскую, производственную и распределительную логистики.

Решения, предложенные в рамках данной работы, направлены на эффективное осуществление задач, связанных с обеспечением поставок готовой продукции предприятий в определенные сроки и в определенном количестве. Поэтому мы выделяем понятие распределительной логистики как определяющее направление для дальнейших исследований.

Распределительная логистика – это организованная совокупность согласованных операций по управлению продуктовыми потоками организации, включающая: прием готовой продукции, ее хранение, выдачу, распределение и перемещением к потребителю в соответствии с его требованиями.

Другим базовым понятием является «запас». Понятие «запас» («товарный запас») является центральным в распределительной логистике [61].

Функции товарных запасов:

- 1) обеспечивать непрерывность обращения;
- 2) удовлетворять платежеспособный спрос населения;
- 3) характеризовать соотношение между величиной и структурой спроса, и размерами товарного предложения [5].

Товарные запасы формируются на всех этапах товародвижения: на складах производственных предприятий, в пути, на складах предприятий оптовой и розничной торговли. Необходимость образования товарно-материальных запасов обусловлена следующими факторами:

- 1) время, необходимое для перемещения товаров от места производства до места продажи, включая время на погрузку и разгрузку;
- 2) сезонные колебания производства и потребления товаров;
- 3) расхождение между производственным и торговым ассортиментом товаров, требующее подсортировки, упаковки и подработки;
- 4) особенности территориального расположения производства;
- 5) условия перемещения товаров, расстояние от поставщика до торговой компании;
- 6) звенность движения товаров;
- 7) наличие возможности для хранения товара и т.д.

Таким образом, наличие товарных запасов как категории товарного обращения обусловлено необходимостью обеспечения процесса обращения товаров. До момента реализации любой товар относится к категории товарного запаса.

Товарный запас – это производственный капитал, рассматриваемый как совокупность товаров в денежном или натуральном выражении, образующаяся на всех стадиях товародвижения: в сфере обращения, в системе производства или распределения, на рынке, на складе, в пути на определенную дату, а также включающая незавершенное производство, товары, закупленные для перепродажи, животных на откорме и т.п., т.е. находящаяся в процессе движения из сферы производства в сферу потребления и используемая для сглаживания колебаний в поставках с целью поддержания товарооборота на номинальном уровне, создания реальных возможностей широкого выбора товаров и полного удовлетворения потребительского спроса. Она (совокупность) является постоянно существующей величиной, размер которой варьируется в зависимости от конкретных хозяйственных условий.

Выделяют:

- 1) сезонные запасы – необходимые для обеспечения бесперебойной деятельности в периоды сезонного изменения спроса или предложения;

2) запасы досрочного завоза – обеспечивают нормальную деятельность в отдалённых местностях на протяжении всего периода между сроками завоза товаров;

3) запасы целевого хранения – создаются на случай определённых обстоятельств.

С позиции задач поставленных в работе товарные запасы рассматриваются как материальные потоки, которые находятся вне сферы производства (производственной логистики), но еще не вошли в сферу потребления.

Еще одним базовым термином, требующим осмысления и уточнения, является «интеграция», поскольку логистика и ее методы структурирования сразу выводят на понятия интегрирования.

Интеграция – это процесс объединения двух и более отдельных дифференцированных частей и функций в систему до состояния согласованности, связанности, цельности, через расширение и углубление производственно-технологических связей, совместное использование ресурсов, объединение капиталов, создание друг другу благоприятных условий осуществления экономической деятельности, снятие взаимных барьеров.

Этот вывод подтверждает и работа [22], в которой производственно-логистическая сеть определена как форма организации бизнеса, когда юридически независимыми предприятиями формируется единое информационное пространство с целью совместного использования их технологических ресурсов для реализации всех этапов проекта (заказа клиента) от источников первичного сырья до поставки продукции конечному потребителю.

Исследования, представленные в работе, посвящены достижению основной логистической цели – снижению затрат на управление материальным потоком. Решение данной проблемы рассматривается через совершенствование управления, создание единой эффективной системы его контроля и регулирования в зависимости от этапа развития сбытовой сети предприятия.

В таблице А.1 (Приложение А) приведен исторический анализ разработки моделей в управлении запасами.

Более реальным отражением действительности является динамическая модель, которая учитывает влияние ранее выпущенной и реализованной продукции на производственные ресурсы этого периода. Модель должна отражать финансово-денежный механизм предприятия, источники его формирования, обратную зависимость между объемом выпуска продукции и реализации продукции (выходом модели производства) и производственными ресурсами (входом модели).

1.2. Подходы к организации управления запасами промышленного предприятия

Важнейшие задачи в управлении запасами – это качественный учет, установка оптимальных параметров контроля, регулярная и всесторонняя оценка, выбор наиболее эффективной стратегии управления.

Применение логистики может обеспечить заметное повышение рентабельности деятельности. Традиционные средства, такие как повышение качества товара и дифференциация товаров и услуг, понижение цен и активное использование рекламы, не очень эффективны. Новые товары, только что появившиеся услуги, новейшие методы работы почти сразу же копируются конкурентами. Так, затраты на распределение произведенных товаров достигают 25% валового дохода, а капиталовложения в запасы товаров часто выше 40%. Значительно сократить затраты на распределение и содержание товарных запасов можно применяя новые технологии управления распределением и движением товаров. Это возможно, если мы сделаем эти процессы более эффективными и тем самым улучшим качество обслуживания клиентов, что, в свою очередь, увеличит продажи.

Важнейшей составляющей частью логистики, которая обеспечивает эффективное функционирование организаций и экономики регионов, объединяющая всех субъектов логистической системы в единый хозяйственный механизм является обеспечение необходимыми компонентами в нужном коли-

честве и заданного качества всех стадий производственного процесса через логистику запасов.

Запасы сырья и готовой продукции требуют больших капиталовложений и поэтому являются одним из факторов, которые определяют политику предприятия. Материальные потоки предприятия могут находиться в динамичном состоянии (движение в логистическом пространстве), или статичном состоянии (нахождение в фазе запасов), а также постоянно перемещаются из динамического состояния в статическое и обратно. По данным Николайчука В.Е. [43], «...материальный поток, сконцентрированный в запасах, находится в динамичном состоянии 2-3% от общего времени, а статичном – 97-98%. Будучи наиболее важным инструментом обеспечения баланса спроса и предложения на рынке, запасы вносят существенный вклад в цену товара, подавляющая часть которого состоит из затрат, связанных с его нахождением в форме запаса. Максимальное снижение этих затрат и времени нахождения материальных запасов в статичном состоянии является одной из важнейших задач распределительной логистики...».

В таблице Б.1 (Приложение Б) представлены результаты исследования [77], вскрывающие основные проблемы управления запасами.

Без использования мощной информационной системы учет и анализ движения ресурсов становится сложной задачей. Однако, из аналитического обзора Рыжикова [52] следует, что «...процессы информатизации имеют низкий уровень автоматизации и информатизации потоков информации; существует большая избыточность информации в бухгалтерских и статистических отчетах; практически невозможно получить оперативные данные о текущем состоянии запасов; информационные связи между отделами и службами предприятий, а также самими предприятиями несовершенны; ведение документооборота трудоемко и т.п.». По мнению Речкалова Я.А. [48, 50], «...важной причиной малой эффективности информационных систем класса MRP, ERP, является не прямая автоматизация существующих бизнес-процессов, а необходимость реинжиниринга. Реинжиниринг должен вклю-

чать все элементы системы управления предприятием, и система управления запасами является одной из основных частей этого процесса».

Вместе с тем следует отметить, что возможности вычислительной техники и информационных технологий дают возможность не только эффективно использовать существующие модели управления запасами, но и разрабатывать новые.

Существенные проблемы при управлении запасами возникают на крупных промышленных предприятиях, имеющих собственные сбытовые сети. Структуру сбытовой логистической системы можно представить в виде системы, состоящей из нескольких подсистем.

1. Склад готовой продукции предприятия.
2. Центральный распределительный пункт (оптовый склад).
3. Региональные сбытовые центры розничной торговли.
4. Склады готовой продукции поставщиков сопутствующих товаров.

По Форрестеру промышленную фирму с производственно-сбытовой системой можно представить так (рисунок 1.1).

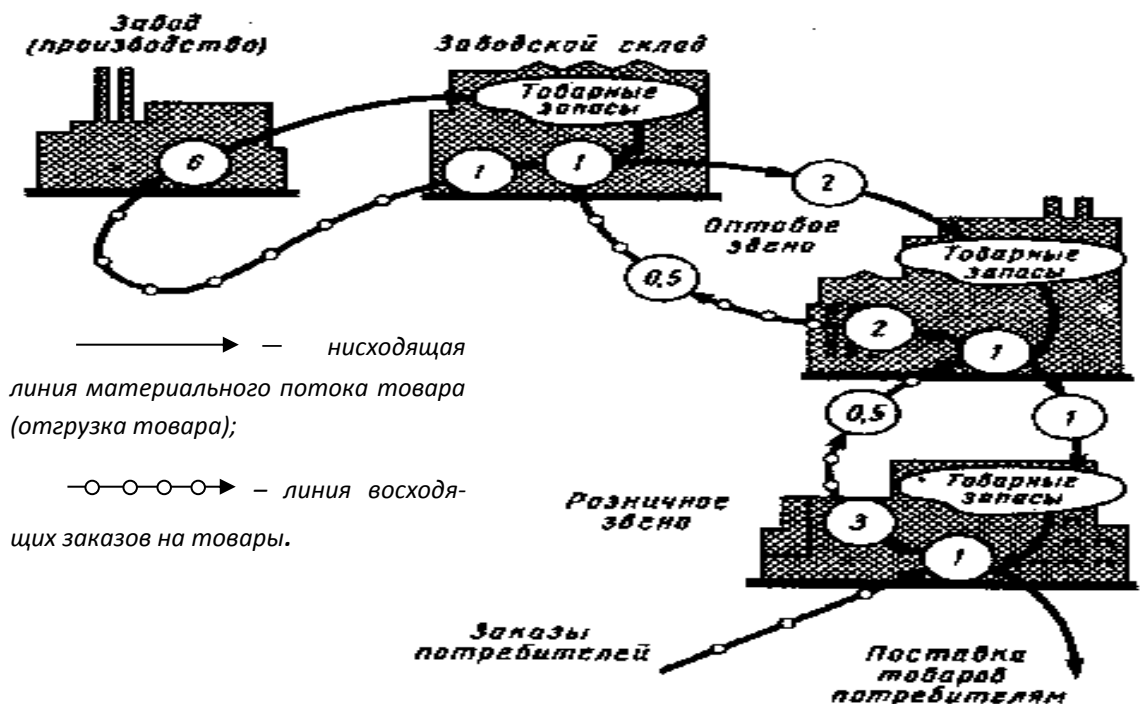


Рисунок 1.1 – Организация производственно-сбытовой системы

На схеме выделяются три вида запасов: на заводе, в оптовом и розничных звеньях, а также присутствуют запаздывания как в движении заказа, так и в движении материального потока. Эти запаздывания могут количественно достигать нескольких недель (до 1 недели в материальном потоке и 2-3 недель в движении заказов).

По Форрестеру, существует три вида заказов: те, что возмещают проданные товары, те, что пополняют запасы во всех звеньях, а также заказы, заполняющие каналы доставки по заказам, находящимся в процессе выполнения. Исследуя объект анализа, выявляются статистические данные по каждому виду заказов, которые и становятся параметрами математической модели. Полученную модель исследуют на поведение при изменении факторов, определяя их воздействие на экономическую результативность производственно-сбытовой системы. Как отмечается в [68], «...взаимодействие друг с другом потоков оборудования, денежных средств, рабочей силы под влиянием разных внутренних и внешних факторов объективного и сознательно регулируемого характера имеют важное значение. Таким образом, характер и способ действия коммерческой рекламы, создание и освоение производства новых моделей продукции, ее усовершенствование и удешевление за счет изменения методов производства и многие другие параметры имеют исключительное значение».

Для составления уравнения уровней в «резервуарах» системы Форрестер определяет остаток товара на текущий момент времени интегрируя динамическую составляющую потока как разность между величинами поставки и продаж товара через розничную сеть.

Определяется темп на протяжении следующего заданного интервала времени. Его работы позволили доказать, что структурное ядро системы имеет склонность к увеличению и изменению влияния внешних возмущений через систему запаздываний в потоках заказов и материалов. Кроме того, существенное влияние оказывают и такие усиливающие факторы, как потребность заполнения каналов рассматриваемой системы заказами и товарами в соот-

ветствии с уровнем деловой активности и политика регулирования запасов, когда при увеличении темпа продаж происходит увеличение уровня запаса сверх того количества, которое необходимо для обеспечения установившихся продаж.

Исследования Форрестера показали, что для промышленного предприятия движение денежных средств и предположения о прибыли не оказывают значительного влияния в течение короткого промежутка и их можно исключить из рассмотрения. Также на начальном этапе исследований пренебрегают потоками рабочей силы и оборудования, поскольку существует достаточно большое количество ситуаций, когда эти потоки оказывают несущественное влияние на деятельность промышленного предприятия, находящегося на этапе устойчивого функционирования.

Вопросы их влияния подробно рассмотрены в работах [48, 50, 75].

В последнее время наметился еще один путь управления запасами, согласованный с общим подходом стратегического управления, – использование метода сбалансированных показателей [71, 25]. Внедрение процессного подхода к управлению предприятием, развитие интегрированной логистики и концепции управления цепями поставок представляют возможность единой оценки деятельности функциональных областей бизнеса предприятия: снабжения, производства и сбыта.

Высокий уровень логистического сервиса, несмотря на возрастание затрат, привлечет новых клиентов, что, в свою очередь, повысит объем продаж и прибыль. Увеличивая производительность логистической инфраструктуры (складской, транспортной) и оптимизируя уровень запасов, можно повысить доходность активов компании. Правильно оценить влияние «рычагов» логистики на эффективность бизнеса в конкретной компании помогает применение системы сбалансированных показателей [56].

Возможные рычаги влияния логистики на эффективность бизнеса компании представлены на рисунке 1.2.

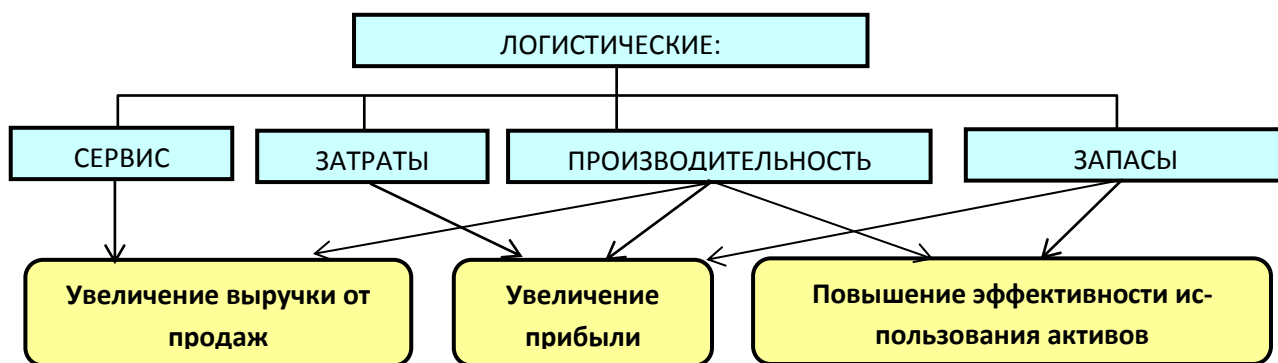


Рисунок 1.2 – «Рычаг» логистики

Однако для использования идеи сбалансированных показателей в имитационном моделировании необходимо моделировать не только процессы с точки зрения стабильности системы [75], но и зависимость затрат от изменений параметров логистической системы. Для данного исследования именно эта задача и является центральной.

1.3. Выводы по первой главе

1. Создание эффективной системы управления запасами является одной из основных задач в области систем управления развернутой сетью сбыта предприятия. Анализ существующих методов управления запасами, представленных в работе, показал, что упор делается на модели для определения оптимального момента и объема заказа. В этом случае недостаточное внимание уделяется проблемам контроля за уровнем запасов и управления избыточными запасами. Разнообразие существующих моделей управления запасами обусловлено ориентацией моделей на конкретную модель потребления, поступления запасов и характера хранения.

2. Повысить эффективность системы управления запасами можно с помощью разработки подходов к решению и интегрированных моделей объекта управления, на основе которых применяются более универсальные методы принятия решений, используемые в процессах управления запасами в сбытовой сети крупных предприятий.

3. Определены цели и задачи исследования и методы их достижения.

4. С позиций системного подхода уточнены содержания понятия логистика логистических категорий, связанных с управлением запасами: «распределительная логистика», «запас» и «товарный запас» и «интеграция». Также уточнены принципы логистики и выделены базовые принципы, которым должна соответствовать разрабатываемая система.

5. Намечена зона применения системного подхода в научных исследованиях управления логистическими системами, в том числе учет этапа развития сбытовой сети предприятия.

6. Выбрана основа для построения модели сбытовой разветвленной сети для промышленного предприятия.

2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

2.1. Построение математической модели распределительной логистической системы промышленного предприятия

Для решения проблем, связанных с управлениями логистической системой, используются различные модели управления материальным потоком. Моделирование логистической системы предполагает учет вышеперечисленных принципов, которые могут выступать в качестве целевой функции и ограничений.

Переход к информационной фазе развития и использованию ЭВМ, изучение процессов принятия решения человеком и развитие дисциплины реинжиниринга позволили реализовать имитационное моделирование.

Управление в логистике характеризуется учетом большого количества параметров, функциональных и корреляционных зависимостей, а также влияния стохастических факторов. Все они анализируются при построении модели, но не все включены в нее. Модель должна отражать природу проблемы, давая обоснование для принятия решений. Полное отражение всех реальных зависимостей в модели невозможно или экономически неоправданно. По словам Деминга Э.: «Все модели неправильны, но некоторые модели полезны». Для придания модели свойства «полезность» необходимо при её построении выполнять следующие методические правила [29].

1. Моделирование должно быть групповой работой. Формируется группа специалистов разного профиля, а также привлекаются менеджеры разного уровня и разных подразделений компании для сбора данных, оценки, тестирования, внесения предложений.
2. Моделирование должно документироваться. Все варианты и предложения фиксируются, полученные результаты моделирования используются для создания нормативных, плановых документов, должностных инструкции и пр.

3. Моделирование – это постоянный процесс. На основе структурных и имитационных моделей принимаются решения, разрабатываются сценарии, происходит обучение и коммуникация персонала. Если меняется постановка задачи, внешние факторы, появляются новые знания, параметры модели корректируются.

По степени полноты подобия модели моделируемому объекту все модели разделяются на изоморфные и гомоморфные. Проведенный нами анализ [77] показал, что в практике управления логистическими системами нашли применение только гомоморфные модели, среди которых наибольшее распространение имеют абстрактные математические модели (рисунок 2.1).

Гомоморфные модели – это упрощенные модели с неполным подобием модели изучаемому объекту. Абстрактное моделирование часто является единственным способом моделирования в логистике.

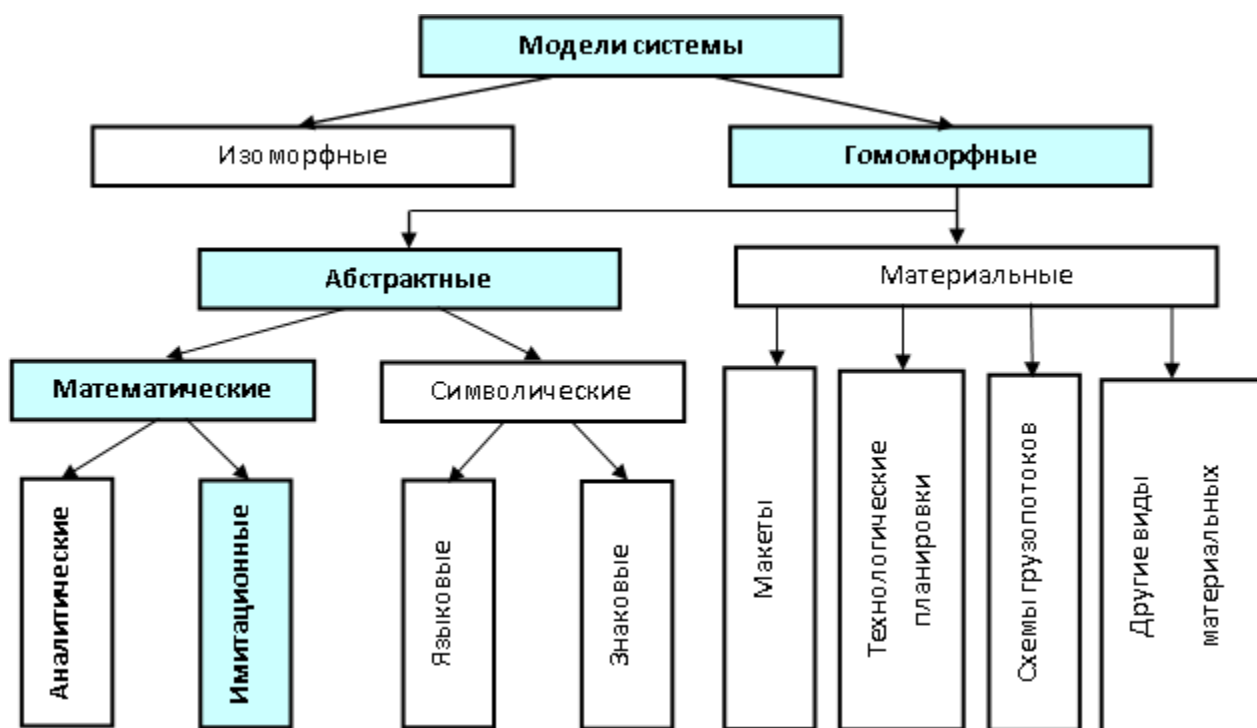


Рисунок 2.1 – Классификация моделей

Математическое моделирование – это исследование какого-либо реального объекта путем построения и изучения его математической модели. В логистике часто используются аналитическое и имитационное моделирование.

Аналитическое моделирование – это математический прием исследования простых логистических систем, дающий достоверные решения. Чтобы использовать аналитический метод для более сложных систем первоначальную модель нужно упростить для изучения общих свойств системы. Достоинствами аналитического моделирования являются большая сила обобщения и многократность использования.

При управлении материальными потоками должны учитываться факторы, которые носят случайный характер, так как логистические системы функционируют в условиях неопределенности окружающей среды. При этом создание аналитической модели, которая устанавливает четкие количественные соотношения между различными составляющими логистических процессов, может стать или невозможным, или слишком дорогостоящим. В этом случае может применяться имитационное моделирование.

Имитационное моделирование включает в себя конструирование модели реальной системы и постановку экспериментов на этой модели. При этом важно понять поведение логистической системы и выбрать стратегию, которая обеспечит ее наиболее эффективное функционирование.

Методами имитационного моделирования можно решать более сложные задачи. Имитационные модели позволяют учитывать случайные воздействия и другие факторы, что сложно осуществить при аналитическом исследовании.

Исследования с помощью метода имитационного моделирования обходятся дорого, что является его существенным недостатком.

Отметим несколько причин.

Во-первых, для построения модели и проведения экспериментов на ней, требуется специалист-программист высокой квалификации.

Во-вторых, для статистических испытаний и многочисленных прогонов программ необходимо большое количество машинного времени.

В-третьих, модели разрабатываются для конкретных условий и не тиражируются.

Также возможна ложная имитация. Процессы в логистических системах носят вероятностный характер и поддаются моделированию только при введении определенного рода допущений. «... успех или неудача в большей степени зависит не от метода, а от того, как он применяется» [34].

Моделирование процессов управления запасами имеет свою специфику, которая выражается в наличии достаточно высокой степени неопределенности, и которые являются центральными в процессе управления логистическими системами. Традиционно эти модели отвечают на два основных вопроса: сколько заказывать продукции и когда. Есть множество разнообразных моделей, каждая из которых подходит к определенному случаю. Все модели описывают или статический, или динамический подход.

Статические модели предполагают жесткую прямую связь (жесткое прямое влияние) производственных ресурсов на процесс производства и объем выпускаемой предприятиями продукции (см. рисунок 2.2).

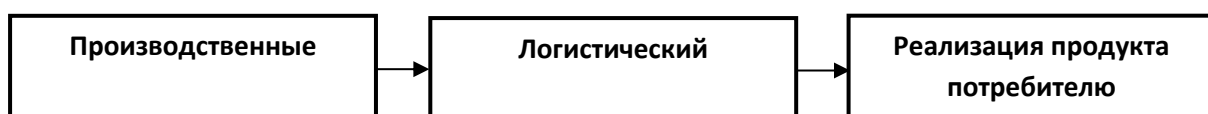


Рисунок 2.2 – Схема статической модели логистики

Особенностью схемы статической модели является отсутствие обратной связи в процессе движения материальных потоков. Статические модели применяются в практике управления предприятиями, т. к. позволяют по меньшему объему исходной информации находить подходящие решения для управления предприятиями и его локальными процессами.

В упрощенном представлении динамическая модель функционирования предприятия имеет следующий вид (рисунок 2.3).

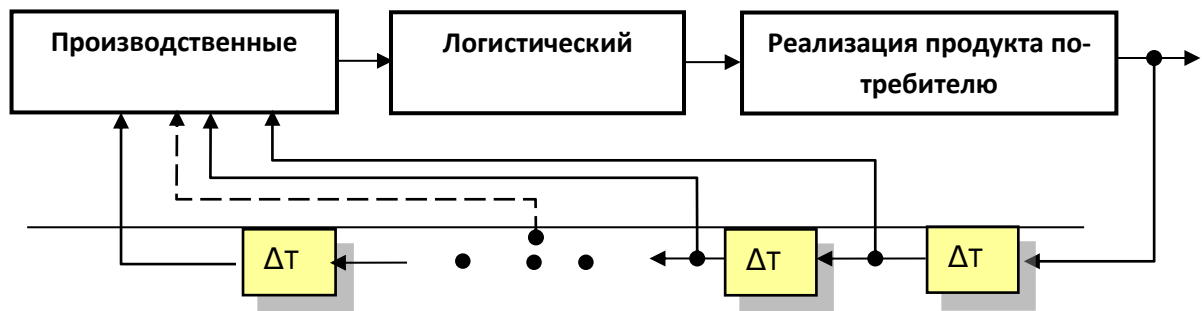


Рисунок 2.3 – Динамическая модель логистической системы

В этой схеме: ΔT – означает фиксированный период времени (запаздывание), в течение которого будет реализован определенный процесс перемещения материального потока, из которых будет формироваться часть производственных ресурсов.

В работе Форрестера Дж. [68] изложен метод динамического моделирования промышленных предприятий и промышленно-сбытовых систем, приведены модели и рассмотрено применение этого метода для усовершенствования организационных форм и улучшения руководства предприятием.

По мнению Форрестера, «...метод позволяет лучше понять процессы управления и способствует принятию успешных решений, но не гарантирует, однако, их безусловную правильность» [68, с.46]. Метод динамического моделирования можно использовать не только на одно предприятие, но и для оказания стабилизирующего влияния на отрасль в целом [68]. Метод широко применяется в разных областях экономики и в США, и во всем мире.

В рамках исследования операций рассматриваются организационно-экономические вопросы в рамках отдельного предприятия. При рассмотрении этих вопросов применяются следующие виды моделей:

- 1) модели массового обслуживания (теория очередей) – предусматривающие различный порядок поступления запросов и схемы их выполнения;
- 2) модели оптимального управления запасами;
- 3) модели рациональных сроков эксплуатации и замены, учитывающие затраты на ремонт, амортизацию и моральный износ;
- 4) модели деловых игр.

Форрестером выделено шесть этапов построения динамической модели (см. рисунок 2.4).

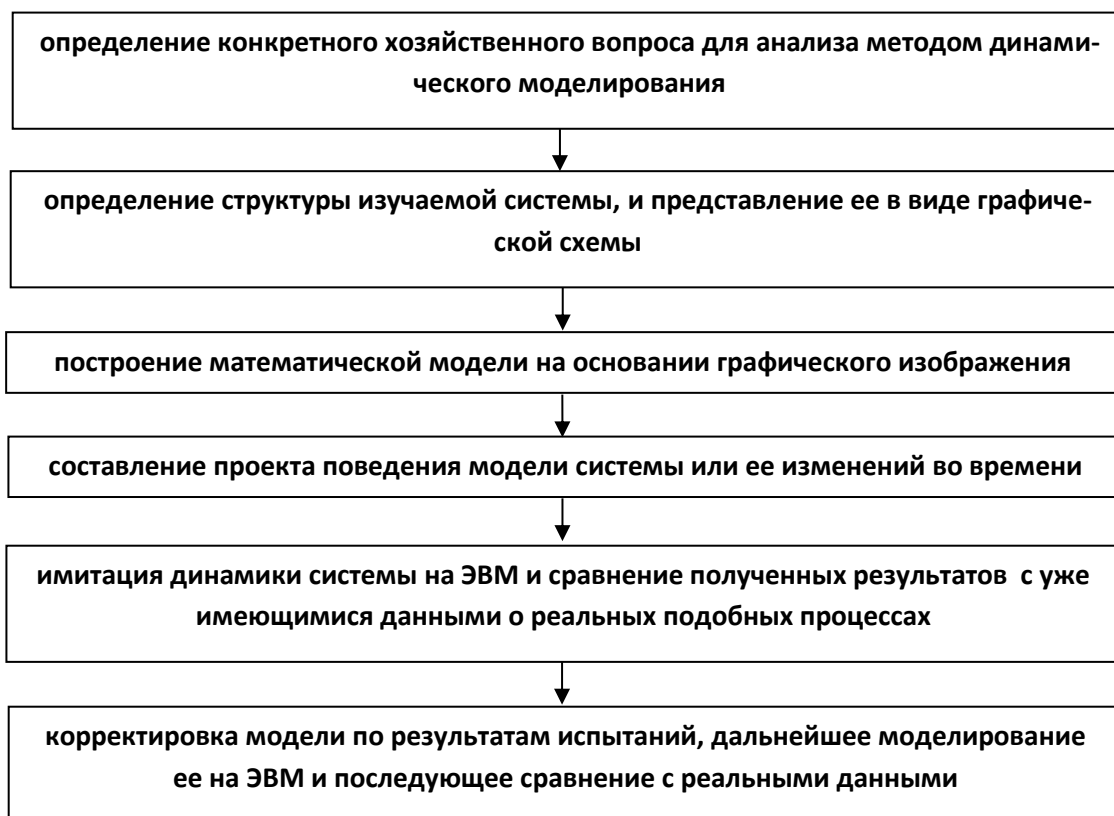


Рисунок 2.4 – Этапы построения динамической модели

Целью настоящей работы является разработка моделей принятия решений в процессах управления запасами для обеспечения повышения эффективности системы управления запасами в развернутой сети сбыта предприятия по экономическим показателям. Одним из таких показателей являются затраты, возникающие в процессе управления запасами, такие как затраты на закупки материальных ресурсов, хранение, складирование, внутренние перемещения, списания, штрафы и т.д.

Повысить эффективность системы управления запасами возможно благодаря более оптимальному управлению закупками, а также благодаря эффективному инструменту анализа и принятия решения по управлению избыточными запасами.

Для достижения поставленной цели применяются вычислительные системы. При решении задачи нужно использовать концептуальные подходы к решению, установить принципы повышения эффективности и способы достижения цели.

Из [48] следует, что «...критерием эффективности являются затраты, появляющиеся в процессе управления движением материального потока, их составляют затраты на хранение его запасов, затраты на поступление потока и затраты на распределение, в том числе и штрафы за неудовлетворенный спрос».

Важным принципом является разделение задач прогнозирования потребности и планирования потребности. Многие из существующих моделей [58] созданы для определенного характера спроса, характера потребления, характера процесса хранения. В данной работе наша задача – абстрагироваться от подобных ограничений.

Схему преобразования информации можно представить последовательностью этапов процесса управления (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Последовательность этапов процессов управления

Нормирование, планирование, учет, анализ и регулирование являются общими функциями управления. Применительно к организационным системам в [48] даны следующие определения содержанию этих этапов:

«...Нормирование – функция процесса управления, которая заключается в установлении технических, экономических и организационных норм и нормативов функционирования производственного процесса. Сюда относят-

ся нормы времени и расхода материалов, размеры партий, страховых запасов, нормы расчета затрат и пр.

Планирование – основная функция управления, в процессе которой осуществляется разработка заданий на определенный промежуток времени и организационное оформление этих заданий в качестве показателей деятельности, по которым осуществляется ее контроль и оценка.

Учет – это функция процесса управления, которая заключается в наблюдении за фактами и явлениями производства (происходит их измерение, регистрация, группировка и преобразование к виду, удобному для анализа).

Анализ – это функция процесса управления, которая заключается в сравнении плановых и учетных параметров и представлении информации для выработки управляющего воздействия.

Регулирование – это функция процесса управления, которая заключается в выработке управленческих решений для корректировки параметров функционирования управляемого процесса на основании полученной аналитической информации».

Для поставленной задачи функция установления норм будет являться одной из самых значимых, так как устанавливает параметры для расчета целевой функции оптимизации. Определяются процессы установления норм страховых запасов, норм закупки, хранения, отгрузки, расчета затрат и т.д. Для решения поставленной задач из всех видов норм достаточно рассмотреть наиболее общие, максимально влияющие на функцию оптимизации.

Цель функции учета – сформировать информацию о состоянии управляемого объекта. При помощи балансовой модели (модели Леонтьева, модели Форрестера) можно описать состояние рассматриваемого нами объекта в системе управления запасами. В этом случае операции движения описываются следующим множеством

$$Df = \{R, S_s, S_d, V, t_1, t_2, C, Z\}, \quad (2.1)$$

где S_s – склад- источник;

S_d – склад- приемник;

V – объем ресурса;

t_1 – момент отгрузки;

t_2 – момент поступления;

C – цена ресурса;

Z – дополнительные операции, связанные с операцией.

Множество учтенных операций дает возможность получить подробную информацию о движении ресурсов: объем ресурса, процессы поступлений и расходов, полный перечень операций прихода и расхода по определенному ресурсу и складу и др.

Планирование отгрузок и поступлений – это планы по перемещению какого-либо материального ресурса в определенном объеме и в конкретные сроки из одной точки хранения и образования запасов в другую.

План отпуска материальных ресурсов формируется на основе поступающих заявок получателей на отгрузку и исходя из статистических расчетов отгрузок со склада. Планирование играет одну из ключевых ролей для повышения эффективности системы управления, так как точное прогнозирование потребности определяет уровень затрат, связанных с излишними запасами и штрафами.

Планы перемещения материальных ресурсов могут быть описаны множеством

$$Dp = \{R, S_s, S_d, V, t_1, t_2, C, Z_n, Z_o, PlanType, OperType\}, \quad (2.2)$$

где R – перемещаемый ресурс;

S_s – склад -источник;

S_d – склад -приемник (если известно);

V – объем (количество) ресурса;

$(t_1 - t_2)$ – период времени, в течение которого запланирована отгрузка;

C – цена ресурса;

Z_n, Z_o – дополнительные затраты на поступление и отгрузку ресурса;

$PlanType = \{\text{запланировано ЛПР, рассчитано автоматически, утвержден ЛПР (не подлежит корректировке)}\};$

$OperType = \{\text{наличный запас, учитываемый или не учитываемый в прогнозе}\}.$

Функция анализа (контроля) предполагает ряд процессов, которые обеспечивают анализ состояния запасов, планов поступления и отгрузки, чтобы выявить отклонения в процессе управления запасами от заданных параметров (планов поступления и отгрузки, уровня планируемых затрат). Также введем производный параметр – обеспечение уровня запаса не ниже минимально необходимого, что дает возможность контролировать выполнение основной задачи системы управления запасами – бесперебойное снабжение производства материальными ресурсами.

Минимально необходимый уровень запаса отображается множеством (2.3) и является результатом сложения множества планов движения ресурса $Dp(S)$ по определенному складу (2.4):

$$U_{min} = \{t, V, dV\}, \quad (2.3)$$

где t – момент времени, для которого задан уровень;

V – уровень на данный момент времени;

dV – изменение уровня в данный момент времени,

$$U_{min} = \sum D_p(S). \quad (2.4)$$

Для анализа (контроля) уровня запаса нужно сравнить уровень минимально необходимого запаса и прогнозируемого наличного запаса.

Для оперативного регулирования уровня запасов и графиков отгрузки может помочь прогнозирование и выявление критических ситуаций дефицита запасов для обеспечения потребности, что, в свою очередь, повысит эффективность системы управления запасами.

Функция регулирования обеспечивает формирование, анализ и принятие решения по корректированию сложившейся ситуации. Выявленные отклонения и вызвавшие их причины позволяют скорректировать планы движения

ресурсов, обеспечивающие достижение целевой функции управления запасами предприятия. Планы движения ресурсов можно скорректировать, используя методики расчета эффективных моментов и уровней поставок, методики расчета уровня излишних запасов, методики расчета отпуска ресурсов под замену и другие.

Согласно Речкалову Я.А., «...работа больших логистических систем оценивается с точки зрения включающей их системы более высокого ранга, поэтому точно и строго определить критерий эффективности можно, только учитывая при решении этой задачи параметры и свойства надсистем. А для их учета требуется рассмотрение социальных факторов самого большого масштаба.

Поэтому в существующих моделях вместо критерия эффективности применяются функции минимизации затрат, обеспечивающие в дальнейшем максимальную прибыль. Также применяется критерий стабильности обеспечения спроса, который можно свести к затратам, введя в них составляющую – штраф за неудовлетворенный спрос» [48].

2.2. Связь модели управления предприятием с экономико-математической моделью затрат разветвленной сбытовой сети

Как показали наши исследования [77], для управления предприятием необходимо использование комплексных критериев эффективности, по которым можно оценивать качество управления [81, 35]. Такие критерии должны отражать предпочтения руководства промышленного предприятия и иметь возможность меняться с течением времени. Для помощи в принятии правильных решений по эффективному управлению фирмой необходимо использование математического аппарата.

Как показано в работах [75, 77], чем больше степеней свободы имеет объект управления, чем разнообразнее выполняемые им функции, тем больше возможных вариантов управления им. Поэтому управление такими объек-

тами направлено на обеспечение максимизации эффекта управления. Эта задача становится разрешимой при наличии количественной характеристики, позволяющая объективно сопоставлять результаты управления, достигаемые различными способами, – критерия качества, или эффективности управления.

В качестве такого критерия в неоклассической теории промышленного предприятия применяется показатель максимизации ее прибыли. Основными альтернативами модели максимизации прибыли являются:

1) модель максимизации продаж;

2) модель максимизации роста;

3) модель управленческого поведения (она подчеркивает различия между владельцами и управляющими и утверждает, что управляющие стремятся увеличить свое личное состояние);

4) модель максимизации добавленной стоимости (согласно этой модели, фирма существует для обеспечения долгосрочного состояния всех лиц, связанных с существованием корпорации, – ее работников, управляющих, поставщиков, акционеров.

Главной задачей промышленного предприятия в этом случае становится повышение добавленной стоимости товаров и услуг, получаемых от внешних поставщиков.

В качестве других целей промышленного предприятия на разных стадиях развития выделяются: выживание промышленного предприятия в условиях конкурентной борьбы; избежание банкротства и крупных финансовых неудач; лидерство в борьбе с конкурентами; максимизация рыночной стоимости промышленного предприятия; приемлемые темпы роста экономического потенциала промышленного предприятия; рост объемов производства и реализации; максимизация прибыли; минимизация расходов; обеспечение рентабельной деятельности и т.д. Выбор наиболее значимых факторов, влияющих на финансово-экономическое положение предприятия, зависит и от того, на какой интервал времени прогнозируется стратегия развития. В период до 2-3 лет обычно неизменны факторы капитала и постоянных издержек произ-

водства. На долговременном этапе могут меняться все используемые факторы производства. При этом перед различными подразделениями внутри промышленного предприятия ставятся локальные задачи.

Эти локальные цели приходят в противоречие друг с другом, что порождает необходимость их согласования. С этих позиций одной из главных задач управления фирмой становится задача выработки разумного компромисса, когда не достигаются потенциально возможные оптимальные значения отдельных целевых критериев, но каждый из них принимает в той или иной мере близкое к оптимальному значение. Проблема компромисса сводится к выработке некоторого комплексного критерия, в котором частные критерии присутствуют как отдельные составляющие. Данный подход становится особенно значимым для распределенных в пространстве центров сбытовой сети предприятия.

Для этой модели промышленного предприятия в работах [75, 77] сформулирован квадратичный критерий эффективности функционирования, который отражает суммарные потери промышленного предприятия в переходный период, обусловленный изменением ситуации на рынке. Модель промышленного предприятия может быть записана в виде системы линейных разностных уравнений:

$$x_{k+1} = Ax_k + Bu_k + \Gamma w_k, \quad (2.5)$$

где A , B , Γ – постоянные матрицы, зависящие от вектора параметров промышленного предприятия.

Построенный критерий является комплексным, т.е. представляет собой свертку нескольких частных критериев:

$$J_N = x'_N S x_N + \sum_{k=0}^{N-1} (x'_k Q x_k + u'_k R u_k), \quad (2.6)$$

где u_k , x_k – векторы переменных управления и состояния промышленного предприятия;

Q , S – постоянные неотрицательно определенные матрицы соответствующих размерностей;

R – постоянная положительно определенная матрица соответствующей размерности;

N – число интервалов дискретизации.

Критерий эффективности функционирования промышленного предприятия разбит на три составляющие части: недополученная прибыль (под ней понимается уменьшение дивидендов акционеров от некоторого желательного уровня); издержки производства; потери сбытовой сети промышленного предприятия. Каждой составляющей в критерии эффективности соответствует свой весовой коэффициент $\lambda^i, i = 0, 1, 2$. Конкретный набор весовых коэффициентов отражает структуру предпочтений лиц, принимающих управленческие решения. Разделение критерия эффективности на отдельные части отражает противоречивость целей руководителей отдельных структурных подразделений промышленного предприятия, а также определяет основную стратегию выживания промышленного предприятия на рынке.

Комплексный критерий (2.6) имеет смысл потерь промышленного предприятия в переходный период, обусловленный изменением ситуации на рынке. Чтобы привести все слагаемые в критерии к одной шкале используется стоимостная оценка каждого слагаемого. Таким образом, элементы матриц Q, R и S служат коэффициентами перевода в денежные единицы тех единиц, в которых измеряются соответствующие им переменные состояния и управления. Для достижения целей промышленного предприятия выражение (2.6) должно быть минимизировано.

Ситуация в сети сбыта промышленного предприятия должна соответствовать ситуации на рынке. У руководителя промышленного предприятия имеется показатель, который является входной характеристикой для сбытовой сети промышленного предприятия. Это x_k^{40} – спрос покупателей на продукцию промышленного предприятия [75]. Тогда отклонение числа невыполненных заказов покупателей x_k^{31} от нормального уровня определяется выражением

$$\lambda^2 \alpha \left(\frac{x_k^{31}}{p^{19} + p^{20}} - x_k^{40} \right)^2, \quad (2.7)$$

где p^{19} – минимальное время выполнения заказа сбытовой фирмой (недели);
 p^{20} – среднее запаздывание выполнения заказов сбытовой фирмой, связанное с отсутствием на складе некоторых товаров (недели);
 λ^2 – весовой коэффициент потерь сбытовой промышленного предприятия.

Регулирование запасов сбытовой сети промышленного предприятия x_k^{32} осуществляется посредством выражения, определяющего отклонение запасов от их желаемого уровня

$$\lambda^2 \alpha \left(\frac{x_k^{32}}{p^{26}} - x_k^{40} \right)^2, \quad (2.8)$$

где p^{26} – коэффициент, характеризующий желательный запас в сбытовой фирме (недели).

Одним из признаков стабильности промышленного предприятия является условие равенства нулю темпов найма u_k^2 и увольнения рабочих u_k^3 в производстве. Следующие выражения представляют собой отклонения этих темпов от нулевого уровня:

$$\alpha (u_k^2)^2, \quad \alpha (u_k^3)^2. \quad (2.9)$$

После линеаризации уравнений, описывающих поведение промышленного предприятия на рынке, можно сформулировать постановку задачи оптимального управления фирмой в условиях определенности.

Имеется линейная система разностных уравнений (2.5), которая описывает поведение промышленного предприятия на рынке. Считаются известными также начальное значение переменных состояния промышленного предприятия x_0 и последовательность возмущений, описывающих изменение рыночной ситуации во времени w_0, \dots, w_{N-1} . Задан также квадратичный критерий эффективности функционирования промышленного предприятия (2.6),

отражающий ее суммарные потери в переходный период. Требуется найти последовательность управлений фирмой u_0, \dots, u_{N-1} таким образом, чтобы критерий (2.8) имел минимальное значение.

Поставленная задача является классической линейно-квадратичной задачей управления. Она решается методом динамического программирования. Функция Беллмана для этой задачи имеет вид

$$F_k(x_k, w_k) = x_k' T_k^1 x_k + w_k' T_k^2 w_k + 2x_k' T_k^3 w_k. \quad (2.10)$$

При этом оптимальное управление получается в виде

$$u_k = -K_k^1 x_k - K_k^2 w_k, \quad k = 0, \dots, N-1, \quad (2.11)$$

где матрицы K_k^1 и K_k^2 определяются из соотношений

$$K_k^1 = (R + B' T_{k+1}^1 B)^{-1} B' T_{k+1}^1 A, \quad K_k^2 = (R + B' T_{k+1}^1 B)^{-1} B' (T_{k+1}^1 \Gamma + T_{k+1}^3), \quad (2.12)$$

а матрицы T_k^1 , T_k^2 и T_k^3 являются решениями уравнений типа Риккати:

$$\begin{aligned} T_k^1 &= Q + A' T_{k+1}^1 (A - BK_k^1), & T_k^3 &= (A - BK_k^1)' (T_{k+1}^1 \Gamma + T_{k+1}^3), \\ T_k^2 &= T_{k+1}^2 + K_k^{2'} R K_k^2 + (\Gamma - BK_k^2)' (T_{k+1}^1 (\Gamma - BK_k^2) + 2T_{k+1}^3) \end{aligned} \quad (2.13)$$

с граничными условиями $T_N^1 = S$, $T_N^2 = 0$, $T_N^3 = 0$.

Вместе с тем данный подход обладает и определенными недостатками, связанными с игнорированием динамических характеристик как самой логистической системы, так и затрат, формирующихся в процессе изменения этой динамики.

2.3. Анализ интегральной экономико-математической модели сбытовой сети промышленного предприятия

Для анализа модели используем пример, описанный в [75, 68]. При скачкообразном изменении спроса на 10% от установившегося значения $u_k=1000$ ед. в неделю необходимо увеличение количества заказов и товаров, которые перемещаются по каналам системы, и увеличение «желательного» запаса в связи с ростом среднего уровня продаж.

Если запаздывание является постоянным, при 10%-ном росте темпа розничных продаж требуется 10%-ное увеличение числа заказов и товаров в пути, а если запаздывание возрастает, требуется большее увеличение заказов и товаров, как это делается в модели и как это обычно бывает в деловой практике на ранней стадии расширения объема деловых операций.

В этом случае увеличение содержимого каналов должно быть равно 450 единицам. На практике увеличение желательного запаса пропорционально уровню продаж, тогда единовременное увеличение количества заказов принимается 800 единиц.

Увеличение нормального уровня невыполненных сбытовой фирмой заказов будет равно производству запаздывания выполнения заказа сбытовой фирмой на изменение темпа продаж (140 единиц). Сумма в 1250 единиц заказов частично это уравнивает. Эти 140 единиц заказов будут находиться в резерве невыполненных сбытовой фирмой заказов. Общее число дополнительных заказов на 1110 единиц товара (1250 минус 140) размещается сбытовой фирмой в течение интервала времени между скачком в увеличении розничных продаж и тем моментом, когда сбытовая фирма придет в установившееся состояние при новом увеличенном объеме продаж. Обычно это происходит в течение 30 недель после изменения розничного сбыта. В сравнении с 10% роста в сбытовой фирме заказы, получаемые производством из сбытовой фирмы, будут на 15 процентов выше исходного уровня продаж. Это временное увеличение числа заказов продолжает существовать достаточно долго и является основой для выработки целесообразных решений при регулировании запаса на складах и содержимого каналов.

При сокращении времени транспортировки с 6 дней до 5, придется отказаться от железнодорожного транспорта и осуществлять доставку товара автотранспортом. При этом изменится зависимость относительной стоимости 1 т/км (см. рисунки. 2.6, 2.7).

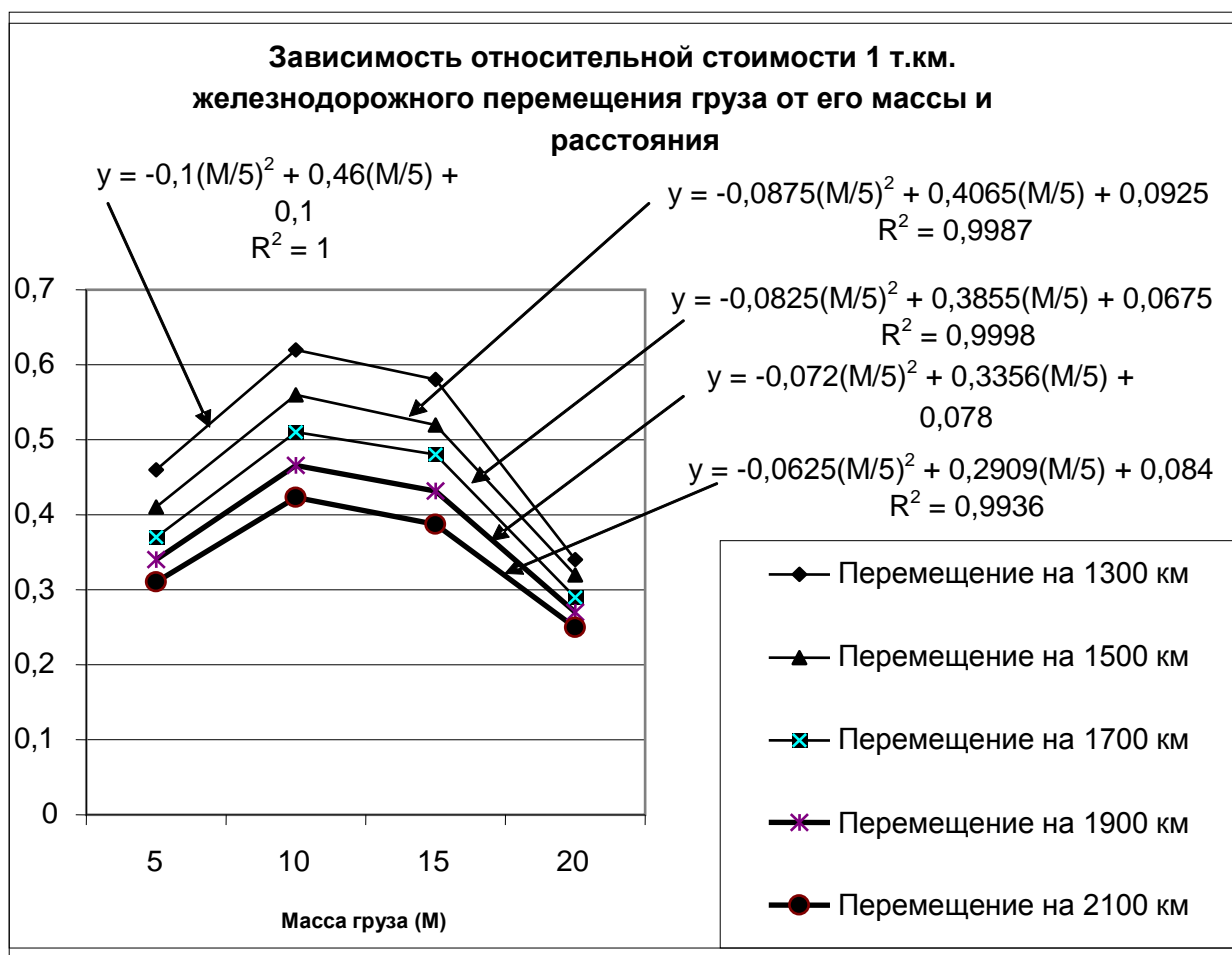


Рисунок 2.6 – Относительная стоимость 1 т/км железнодорожных перевозок в зависимости от массы груза и расстояния перемещения

То же произойдет, если мы будем менять время доставки и для остальных звеньев логистической системы.

Таким образом, ориентируясь на изменение затрат, мы можем подобрать режим управления, который будет иметь минимальные суммарные затраты как в системе в целом, так и в каждом логистическом звене.

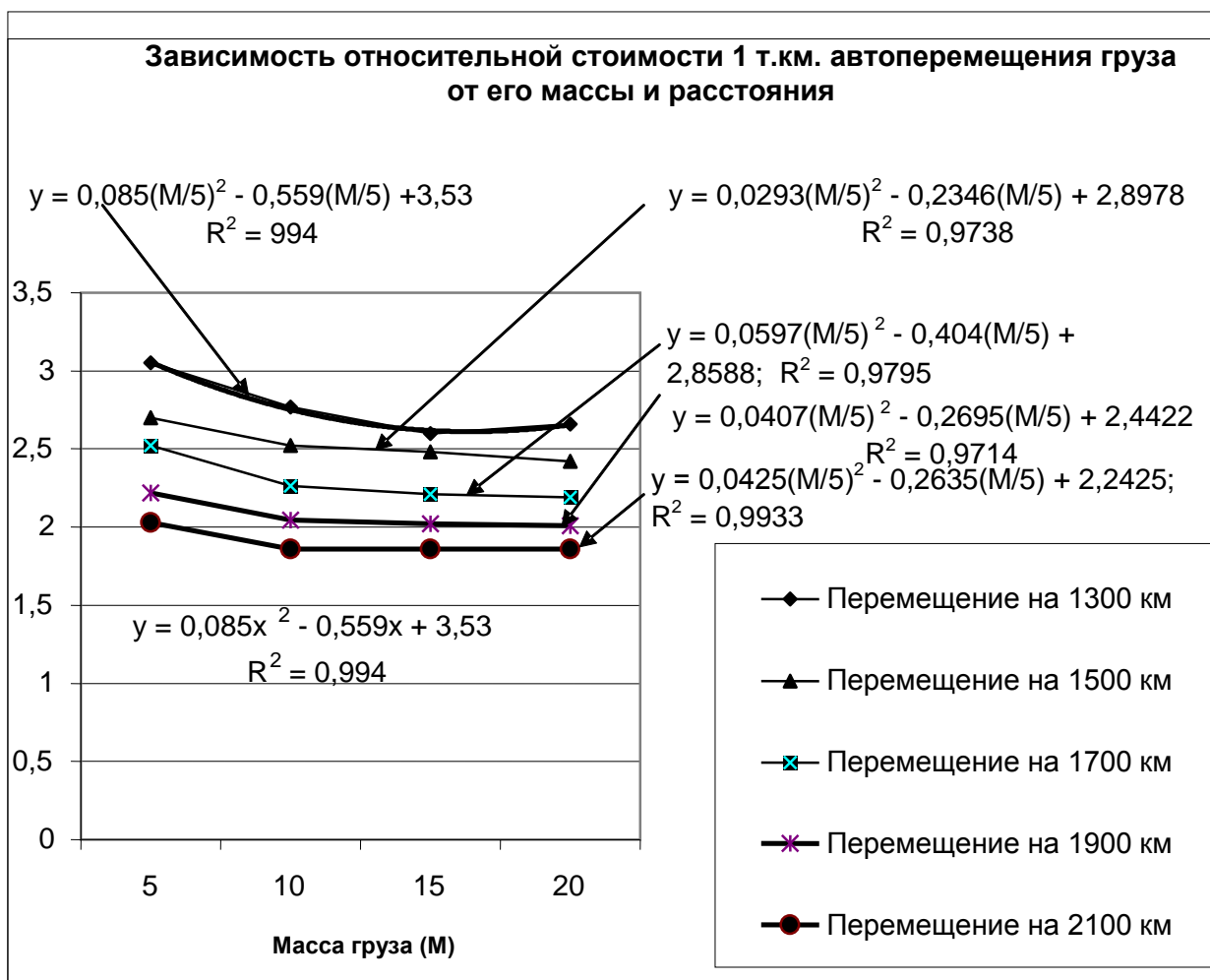


Рисунок 2.7 – Относительная стоимость 1 т/км автоперевозок в зависимости от массы груза и расстояния перемещения

Кривые затрат для случая одной сбытовой фирмы и 10% повышения спроса в этой фирме изображены на рисунке 2.8. Суммарные затраты для исходной ситуации увеличиваются и к концу установившегося периода (102 неделя) достигают 249% (на графике не показано).

Новое установившееся значение наступает в течение 50 недель от момента скачка. При этом накопительные затраты будут иметь вид (рисунок 2.9).

Через 50 недель относительные затраты достигнут величины 3643 относительных единицы.

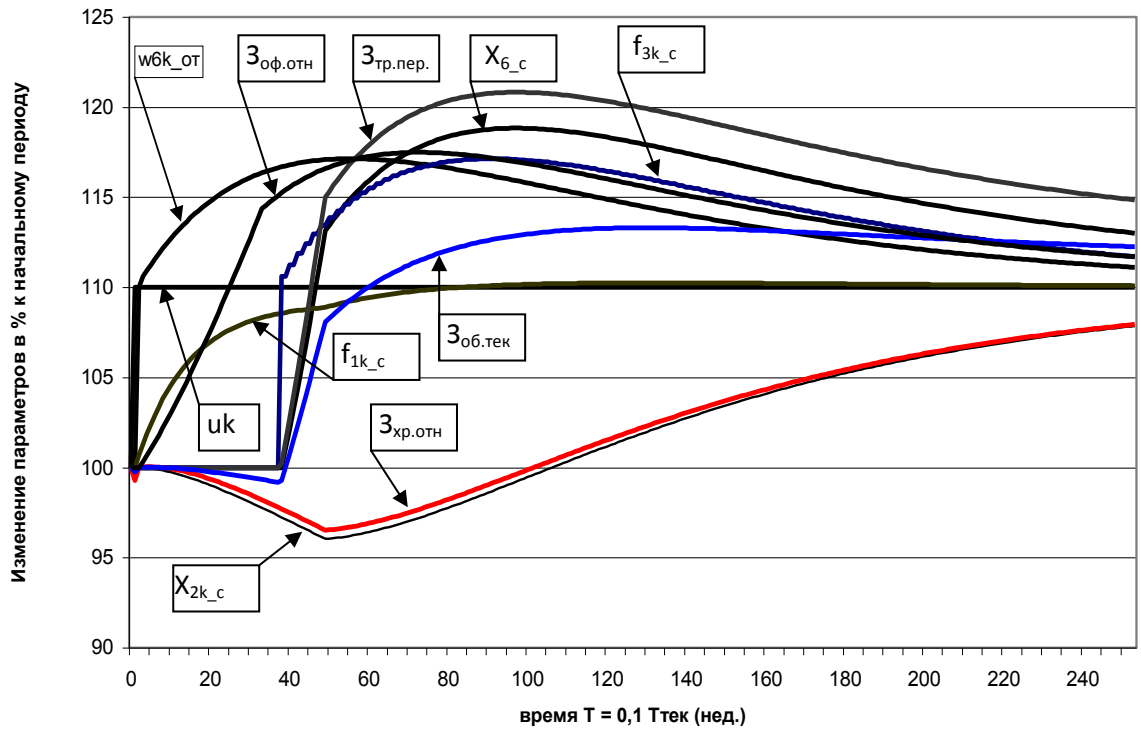


Рисунок 2.8 – Реакция системы на скачкообразное 10%-ное увеличение спроса



Рисунок 2.9 – Зависимость суммарных затрат при увеличении спроса на 10%

Если изменить параметр T_8 , т.е. срок поставки товара потребителю (например, $T_8 = 5$ дн., а не 7), то изменятся и затраты, так как придется заменить железнодорожные перевозки автоперевозками (рисунок 2.10).

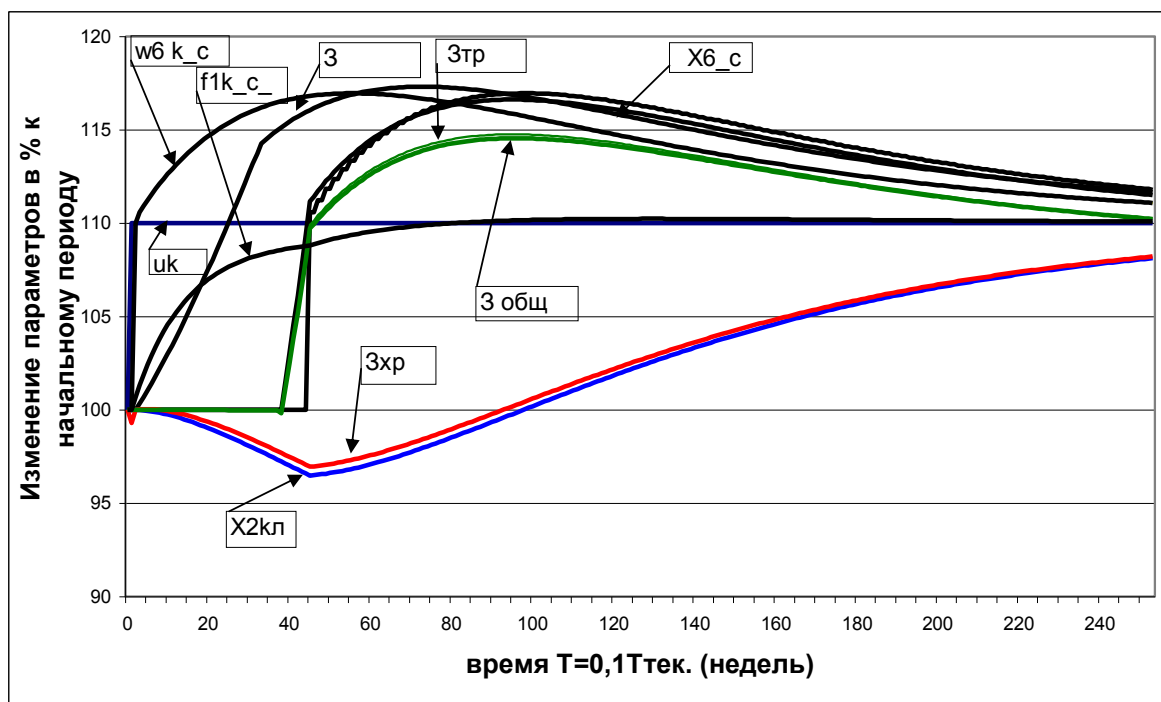


Рисунок 2.10 – Реакция системы на скачкообразное 10%-ное увеличение спроса и уменьшение срока доставки товара потребителю T_8 с 7 до 5 дней

Суммарные относительные затраты к 25 неделе достигнут почти 19 тысяч условных единиц (рисунок 2.11).



Рисунок 2.11 – Зависимость суммарных затрат при увеличении спроса на 10% и уменьшении времени доставки товара потребителю с 7 до 5 дней

При изменении постоянной времени усреднения заказов T_4 с 8 недель до 4 также происходит процесс изменения текущих и суммарных затрат (рисунки 2.12, 2.13).

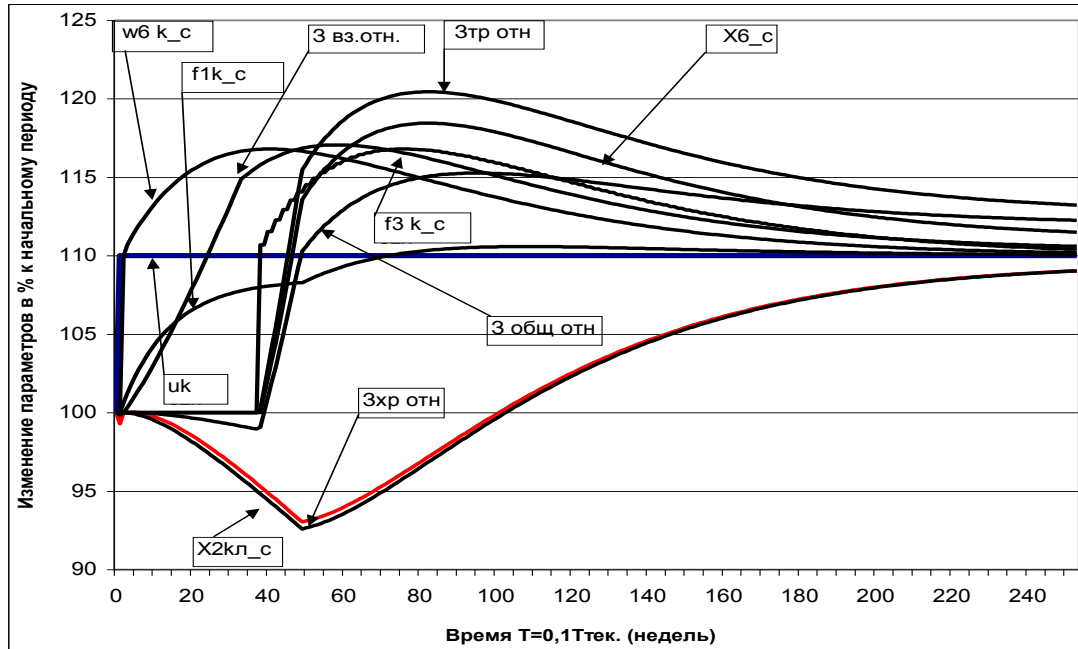


Рисунок 2.12 – Реакция системы на скачкообразное 10%-ное увеличение спроса и уменьшение постоянной времени усреднения заказов с 8 до 4 недель

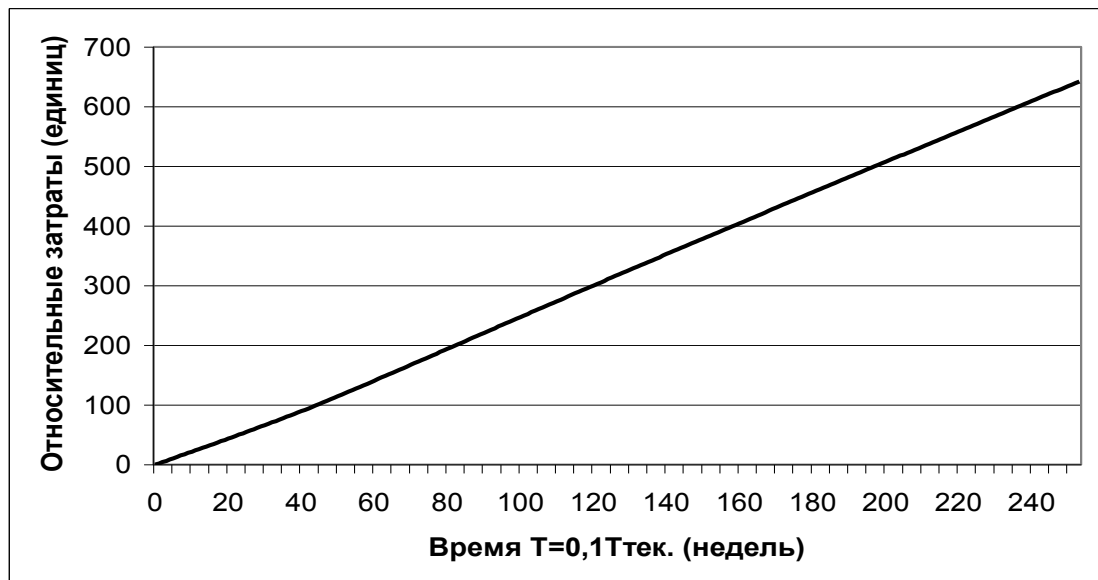


Рисунок 2.13 – Зависимость суммарных затрат при увеличении спроса на 10% и уменьшении постоянной времени усреднения заказов с 8 до 4 недель

Таким же образом получают информацию об изменении текущих, а также суммарных относительных затрат в остальных звеньях логистической цепи и в цепи в целом.

При принятии решения об изменении параметров системы данная информация будет способствовать не только выбору более оптимального варианта, но и может использоваться для принятия опережающих решений, способствующих снижению колебаний в системе и вызванных ими затрат.

2.4. Выводы по второй главе

1. Рассмотрены подходы к созданию имитационной модели управления запасами в сбытовой фирме. Выделены три этапа развития сбытовой фирмы, исследованы их структура и выделены особенности, которые должны быть учтены при формировании имитационной модели управления логистической системой.
2. Разработаны модели для двух этапов развития распределенной сбытовой сети предприятия. На третьем этапе, когда все звенья превратятся в самостоятельных субъектов рынка, можно воспользоваться моделями, приведенными в [75].
3. Проанализированы и выделены пути снижения затрат в сбытовой сети предприятия.
4. Выделены факторы имитационной модели управления сбытовой распределительной системы, влияющие на изменение затрат, которые являются изменяемыми параметрами имитационной модели.
5. Выявлены зависимости затрат, связанных с транспортированием и хранением запасов в сбытовой системе распределения, от расстояния, времени доставки, времени усреднения заказов и времени выполнения заказа в распределительном звене.
6. Построена и исследована модель сбытовой системы распределения продукта предприятия с учетом затрат, связанных с транспортированием и хранением запасов.

3. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

3.1. Резервы и факторы роста эффективности совершенствования управления запасами промышленного предприятия

Основным источником экономического эффекта от использования разработанного метода совершенствования управления запасами сбытовой сети промышленного предприятия является снижение запасов на пути движения МП. Основные источники снижения издержек связаны со следующими факторами.

1. Запасы на складе (уменьшение величины инвестируемых активов, уменьшение величины годовых издержек по обслуживанию запасов, улучшение уровня обслуживания).

2. Обслуживание покупателей (сокращение цикла заказа, согласование складских запасов с клиентскими заказами, объединение информации о производстве и обслуживании покупателей).

3. Управление себестоимостью (повышенная точность и временная привязка затрат, тщательный анализ прибыли/потерь, знание текущего или среднего уровня эксплуатационных затрат и износа, повышение доли работ, приносящих доход и пр.).

4. Логистика и складское хранение (повышение эффективности и снижение трудовых затрат, улучшение обслуживания покупателей, улучшение хранения и пр.).

5. Использование финансовых приложений.

Финансовые приложения используются для управления издержками, доходами, прибылью, наличными средствами, а также активами и обязательствами; для увеличения сервиса, удовлетворенности покупателей, ускорения цикла выписки счетов и платежей, улучшения работающего капитала; управления платежами, получения выгоды от льготных тарифов и сроков платежа,

могут уменьшить материальные издержки, улучшить связи с поставщиками, повысить точность поставок и качество.

Главный источник экономического эффекта от использования логистики – это снижение запасов на пути движения МП. Оптимизация запасов имеет большое значение, поскольку:

- 1) расходы на содержание запасов в общей структуре издержек на логистику составляют около 50% (сюда включены также расходы на управленческий аппарат, и потери от порчи или кражи товаров);
- 2) огромная часть оборотного капитала предприятий расходуется в запасы (от 10 до 50% всех активов предприятий);
- 3) расходы по содержанию запасов в производстве составляют около 25–30% от общего объема издержек.

Также эффективным является уменьшение времени прохождения товаров по логистической цепи (ЛЦ), т.к. затраты времени на непосредственное производство составляют всего лишь 2-5%, а 95% – на хранение, складские, погрузочно-разгрузочные и другие логистические операции (ЛО). Уменьшение этих затрат позволяет ускорить оборачиваемость капитала, увеличить прибыль, получаемую в единицу времени, снизить себестоимость продукции.

Общепризнанным является следующее распределение затрат в логистической цепи (см. рисунок 3.1).

Минимизация совокупных логистических издержек на протяжении всей логистической цепи (ЛЦ) от первичного источника сырья до конечного потребителя является одной из основных задач логистики.

Поэтому целью является интеграция модели управления логистической системы с управлением затратами. При решении данной задачи были рассмотрены лишь затраты, которые связаны с показателями состояния системы управления сбытовой системой. Такая интеграция позволила принимать решения, направленные не только на создание желаемых состояний, но и состояний, имеющих минимальные затраты.

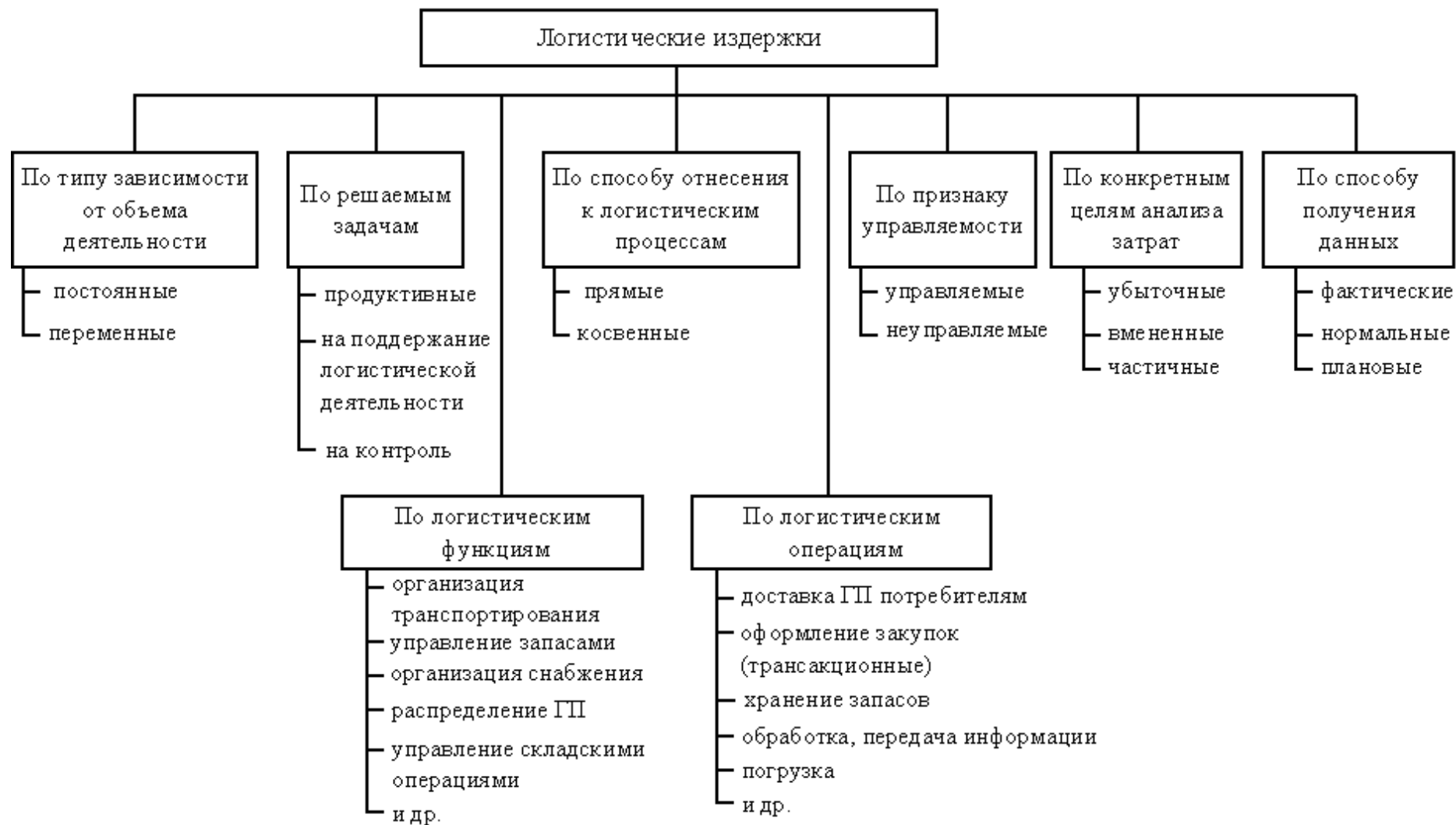


Рисунок. 3.1 – Классификация логистических издержек

3.2. Оценка экономической эффективности совершенствования управления запасами промышленного предприятия

В предлагаемых методиках функцией оптимизации является функция затрат, рассчитываемых на заданном отрезке времени. Поскольку происходит учет не только устойчивости логистической системы при управлении запасами, но и изменение затрат – это положительно отличает предлагаемую модель от существующих. Для рассмотренных моделей можно считать, что функция оптимизации является более эффективной при использовании известных моделей. Она позволяет учесть затраты при движении запасов через различные точки хранения (склады). Метод решения позволяет расширить список учитываемых затрат специфическими видами для определенного предприятия.

Предложенная имитационная модель является более точной и универсальной, более гибкой и настраиваемой под определенный характер спроса, поставок, хранения запаса. Расчет оптимального плана поставок в предлагаемых методиках основывается на переборе возможных вариантов поставок и нахождении наилучшего варианта поставок, отвечающих функции оптимизации затрат, на полном отрезке времени движения материального потока. В силу того, что метод перебора вариантов позволяет выбрать оптимальное решение, а также то, что предложенная модель позволяет учесть комплекс затрат, разработанный метод позволяет решить задачу расчета оптимального графика поставок более эффективно, чем существующие модели.

Чтобы оценить коммерческую эффективность методики на основе разработанной имитационной модели рассчитаем чистый дисконтированный доход (NPV). Правило принятия инвестиционного проекта, базирующееся на расчете NPV известно: инвестиционный проект принимается, если $NPV > 0$; отвергается, если $NPV < 0$; если $NPV = 0$, то дополнительно следует рассмотреть обстоятельства, выходящие за рамки критерия (экологические, социаль-

ные и т.п.) либо учитывать какие-либо новые технические, рыночные или иные перспективы.

Расчет ожидаемого экономического эффекта выполнен на примере ПАО «ЧТПЗ» Челябинской обл. по данным об оборотных средствах за декабрь 2014 г., которые по истечении 5 лет не представляют коммерческую тайну. Их величина составила 20,8 млрд руб. В работе показано, что до 50% оборотного капитала «замораживается» в запасах. Без учета других составляющих экономического эффекта с определенной долей условности можно считать, что денежные потоки на ПАО «ЧТПЗ» ежегодно (по состоянию на 2014 г.) можно оценивать величиной 10,4 млрд руб.

NPV рассчитывается по формуле:

$$NPV = \sum \frac{CF_t}{(1+i)^t} - IC, \quad (3.1)$$

где CF – денежные потоки;

i – ставка дисконтирования;

t – номер периода;

IC – начальные инвестиции.

Коэффициент дисконтирования рассчитывался по формуле:

$$K_d = \frac{1}{(1+i)^t}, \quad (3.2)$$

где $i = 0,29375$ – процентная ставка дисконтирования, рассчитанная по формуле Ирвинга Фишера. Согласно официальным данным ЦБ РФ на конец декабря 2017 г. ключевая ставка установлена в размере 7,75%, а темп инфляции – 2,5%.

В контексте данного исследования интерес представляет NPV от внедрения методики математического моделирования управления запасами предприятия. В случае применения предложенной в данной работе модели приближенный экономический эффект по данным на 2015 г. составит 33,0 млрд руб.

Затраты на внедрение методики были оценены как роялти в размере 10 % год, т.е 0,1 млрд руб., т.к. разработанный продукт не требует дополнительных системных затрат и высокой квалификации сотрудников.

NPV является показателем эффекта, но не эффективности, в отличие от индекса доходности (*PI*), который рассчитывается по формуле:

$$PI = \frac{1}{I} \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+i)^t}, \quad (3.3)$$

Этот показатель безразмерный, и правило принятия инвестиционных решений для него имеет вид: если $PI > 1$, то проект принимается; если $PI < 1$, проект отклоняется.

Для предлагаемой модели $PI \gg 1$, т.е. использование разработанной методики является целесообразным. Таким образом, индекс рентабельности также подтверждает экономическую эффективность от внедрения предложенной имитационной модели управления запасами предприятия.

При оценке экономической эффективности инвестиционного проекта, немаловажную роль для инвестора является выгодность инвестиций в сравнении с уже достигнутой рентабельностью или рентабельностью, зависимой от допустимого риска, за что отвечает показатель внутренней нормы доходности (*IRR* – Internal Rate of Return). Этот показатель размерный (%/год), поскольку определяет отношение прибыли к капиталу. Он показывает предельный размер платы за инвестиционные ресурсы, если проект будет осуществляться путем привлечения заемного капитала, при котором дисконтированные расходы и доходы сравниваются и проект окажется невыгодным.

Формально внутренняя норма доходности находится из уравнения:

$$\sum \frac{D_i}{(1+IRR)^i} = \sum \frac{P_i}{(1+IRR)^i}. \quad (3.4)$$

Таким образом, *IRR* равна такому значению коэффициента дисконтирования, при котором текущая стоимость доходов и текущая стоимость расходов равны и, следовательно, проект не выгоден.

Очевидно, что в связи с тем, что расходы не сопоставимы с доходами, а значительно ниже, то график NPV асимптотически приближается к оси абсцисс IRR , не пересекая ее, что также свидетельствует о высокой экономической эффективности разработанной методики.

3.3. Выводы по третьей главе

1. Обоснованы организационно-управленческие преобразования в сбытовой сети промышленного предприятия в процессе совершенствования управления.

2. Определены резервы и факторы роста эффективности совершенствования управления запасами сбытовой сети промышленного предприятия. Показано, что основным источником экономического эффекта от использования разработанного метода совершенствования управления запасами сбытовой сети промышленного предприятия является снижение запасов на пути движения материального потока и, как следствие, издержек производства.

3. Рассчитан показатель интегрального экономического эффекта от внедрения разработанной методики NPV , значение которого показало высокую эффективность от внедрения результатов ВКР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. При использовании системного подхода для исследования процессов управления материальными потоками были уточнены содержания базовых понятий и принципов распределительной логистики, что позволило более полно отразить эти процессы в имитационных моделях.

2. При развернутой сбытовой сети логистические процессы в ней испытывают различные пространственно-временные воздействия, что должно найти свое отражения в имитационной модели. В работе предложена модель управления, учитывающая изменение структуры логистической сети в различных точках хранения запаса. Это позволяет применять согласованные решения, учитывающие состояние параметров локальных участков сети.

3. Проблема образования излишних запасов на складах и в системе движения в сбытовой сети крупных предприятий является объективным процессом, процессом движения материального потока. Их появление связано с дискретностью закупок, необходимостью формирования страховых запасов, изменением спроса.

Модель управляемого процесса можно изобразить в виде графа, элементами которого будут точки хранения запаса. Связи между графами – это пути перемещения материальных ресурсов. Материал, отгруженный с одного склада, появляется на другом складе в таком же количестве. Операции естественной убыли – это операции расхода ресурса со склада. Запас и движение запаса – это предмет управления. Запас поступает на склад, хранится и выбывает. В конечном итоге управление производится над процессом перемещения запасов на основе данных о планируемом и реальном перемещении материального потока.

Повышение эффективности функций учета и регулирования обеспечивается качеством применяемых имитационных моделей в процессе принятия

решения об изменении параметров логистической системы. Для повышения эффективности управления запасами нужно выбрать целевую функцию оптимизации. Такой функцией является функция затрат. При помощи метода имитационного моделирования возможен учет всех возможных видов затрат. На основании исходных данных, таких как фактическое движение поступления, расходы материального потока, нормы расчета затрат и страховых запасов, достаточно точно можно оценить уровень затрат при движении и хранении запасов.

В случае возникновения отклонений уровня затрат на текущий момент от запланированного уровня необходимо провести детальный анализ состояния запасов с целью выявления причин и выбора методик корректировки отклонений. Одна из таких методик – это расчет оптимального уровня и момента поставок. Данная методика использует имитационное моделирование при включении в динамическую модель движения материального потока уравнений затрат.

Использование методик расчета оптимального графика поставок, повышения эффективности хранения и отгрузки ресурсов позволяет выбрать оптимальное решение с учетом неформализованных факторов. Также для этого может использоваться методика выбора и корректировки принимаемого решения, которая позволяет графически и по структуре затрат оценить эффективность нескольких решений и выбрать наиболее оптимальное.

4. Анализ снижения затрат при принятии решений в логистической сети без учета изменения затрат и с их учетом позволяет оценить эффективность применения предлагаемого метода. Данный подход дает возможность быстрее реагировать на изменения в спросе и планах поставок, и обеспечить более надежное снабжение запасами, и, как следствие, снизится потребность в оборотных средствах.

5. Недостатком предлагаемой модели является необходимость высоко-скоростных вычислительных систем, которые бы позволили обрабатывать и

хранить огромный объем данных. Это повышает расходы на внедрение такого рода систем.

Это может стать препятствием для применения данных моделей, но с другой стороны, повышение эффективности систем управления всегда связано с дополнительными издержками.

6. Предлагаемые модели разработаны для однономенклатурных задач, хотя могут быть доработаны до многономенклатурной задачи. При этом могут быть учтены корреляция спроса, встроены алгоритмы отпуска материалов под замену.

Дальнейшая разработка предлагаемых методик может быть связана с модификациями и уточнениями информационных моделей метода для использования их в других отраслях промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альбеков А.У. Коммерческая логистика / А.У. Альбеков, О.А. Митько. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 416 с.
2. Аникин Б.А. Логистика: Учебник / Б.А. Аникин. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 352 с.
3. Анисимова Е.М. Решение логистических задач складских комплексов методом имитационного моделирования. Логистика и бизнес: Сборник / Е.М. Анисимова и др. – М.: Брандес, 1997. – 352 с.
4. Баронов В.В. Автоматизация управления предприятием / В.В. Баронов, Г.Н. Калянов, Ю.И. Попов и др. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 239 с.
5. Баскин А. Материальные запасы / А. Баскин, Г. Зенкова // Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 1997. – №3–4. – С. 56–61.
6. Беляев Ю.А. Автоматическое оптимальное оперативное управление материальными запасами предприятий / Ю.А. Беляев. – М.: МИНХ, 1989. – 228 с.
7. Белов Л.Б. Использование системы сбалансированных показателей для оценки эффективности логистики снабжения / Л.Б. Беляев // Логистика и управление цепями поставок. – 2004. – №4–5. – С. 50–58.
8. Браверман А. Интегральная оценка результатов работы предприятий / А. Браверман, А. Саулин // Вопросы экономики. – 1998. – №6. – С.108–121.
9. Блауберг И. В. Становление и сущность системного подхода / И. В. Блауберг, Э. Г. Юдин. – М.: Наука, 1973. – 271 с.
10. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В.А. Вознесенский. – М.: Статистика, 1974. – 192 с.
11. Вохмянина А.В. Организация систем управления запасами в транспортно-логистической цепи: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.В. Вохмянина. – Екатеринбург: УрГУПС, 2006. – 24 с.

12. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник для высших и средних специальных учебных заведений / А.М. Гаджинский. – 2-е изд. – М.: Информационно-внедренческий центр «Маркетинг», 1999. – 228 с.
13. Голиков Е.А. Маркетинг и логистика: Учебное пособие / Е.А. Голиков. – 3-е изд. – М.: Издательский дом «Дашкова и К», 2001. – 412 с.
14. Голубков Е.П. Технология принятия управленческих решений / Е.П. Голубков. – М.: Дело и Сервис, 2005. – 544 с.
15. Горский А.А. Динамическая модель процесса производства, хранения и сбыта товаров повседневного спроса / А.А. Горский и др. // Известия РАН. Теория и системы управления. – 1998. – № 1. – С.144–148.
16. Долгов А.П. Теория запасов и логистический менеджмент: методология системной интеграции и принятия эффективных решений / А.П. Долгов. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2004. – 272 с.
17. Долгов А.П. Материальные запасы и логистические процессы в макроэкономических системах / А.П. Долгов. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2004. – 240 с.
18. Дыбская В.В. Логистика для практиков: Эффективные решения в складировании и грузопереработке / В.В. Дыбская. – М.: ВИНТИ РАН, 2002. – 264 с.
19. Жданов С.А. Экономические модели и методы в управлении / С.А. Жданов. – М.: Дело и Сервис, 1998. – 104 с.
20. Задиров П.И. Формирование кадровой политики на предприятиях малого предпринимательства: Автореферат дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / П.И. Задиров. – М.: ГУУ, 2001. – 24 с.
21. Зябин В.К. Сверхнормативные запасы материальных ресурсов в промышленном производстве / В.К. Зябин, В.И. Степанов. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 224 с.
22. Иванов Д.А. Тенденции развития форм организации и систем информационной поддержки субконтрактинга // III Межрегиональная конференция «Предпринимательство в промышленности: пути развития», доступ:

http://www.subcontract.ru/Conf2004/Disk/section1/section1_22.htm (Дата обращения 18.05.2019).

23. Иванов А.И. Разработка управленческих решений: Учебное пособие / А.И. Иванов, А.В. Малявина. – М.: МАЭП: ИИК «Калита», 2000. – 112 с.
24. Иванов В.Б. Автоматизированное управление запасами предприятия / В.Б. Иванов, Г.Г. Куликов, Я.А. Речкалов. – Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2002. – 104 с.
25. Казаков К.В. Разработка системы сбалансированных показателей логистики промышленной компании / К.В. Казаков, В.И. Сергеев // Логистика и управление цепями поставок. – 2004. – № 4–5. – С. 38–49.
26. Калянов Г.Н. Теория и практика организации бизнес-процессов. Серия «Реинжиниринг бизнес-процесса» / Г.Н. Калянов. – М.: СИНТЕГ, 2000. – 212 с.
27. Князевская Н.В. Принятие решений в экономике и бизнесе / Н.В. Князевская, В.С. Князевский. – М.: Контур, 1998. – 160 с.
28. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: Инфра-М, 2004. – 976 с.
29. Кроли О.А. Материально-техническое снабжение: ресурсосберегающая деятельность / О.А. Кроли. – М.: Экономика, 1988. – 207 с.
30. Купцова А.К. Современные вопросы развития терминологии логистики / А.К. Купцова, А.Н. Стерлигова // Логистика и управление цепями поставок. – 2004. – №2 (3). – С. 113–121.
31. Лаврова О.В. Планирование межцеховых материальных потоков в логистике: Конспект лекций по курсу «Логистика» для студентов спец. 0701 / О.В. Лаврова. – СГТУ – Саратов, 1995. – 21 с.
32. Долгов А.П. Логистика снабжения и запасов в строительстве: стратегии, методы, модели / А.П. Долгов, Е.И. Рыбнов. – СПб.: СПбГАСУ, 2003. – 232 с.
33. Лубочнов В. Маркетинговая логистика / В.Лубочнов // Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 1997. – №4–5. – С. 50–55.

34. Магнус Я.Р. Эконометрика. Начальный курс: Учебное пособие / Я.Р. Магнус, П.К. Катышев, А.А. Пересецкий. – 2-е изд., испр. – М.: Дело, 1998. – 248 с.
35. Максимова И. Оценка конкурентоспособности промышленного предприятия / И. Максимова // Маркетинг. – 1996. – №3. – С. 51–56.
36. Менеджмент организации: Учебное пособие для подготовки к итоговому междисциплинарному экзамену профессиональной подготовки менеджера / Под общей ред. В.Е. Ланкина. – Таганрог: ТРТУ, 2006. – http://www.aup.ru/books/m98/7_3.htm (дата обращения – 18 мая 2019).
37. Минакова И.В. Новации в управлении запасами промышленных предприятий / И.В. Минакова, И.В. Бабенко // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2017. – № 8 (26). – С. 90–100.
38. Миротин Л.Б. Основы логистики: Учебное пособие / Л.Б. Миротин, В.И. Сергеев. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 200 с.
39. Мусатова Е.В. Управление материальными запасами на промышленных предприятиях / Е.В. Мусатова // Молодой ученый. – 2018. – № 29 (215). – с. 74–76.
40. Нагапетьянц Н.А. Совершенствование материально-технического снабжения в машиностроении / Н.А. Нагапетьянц. – М.: Машиностроение, 1990. – 208 с.
41. Невелев А.М. Материально-техническое снабжение и сбыт на промышленном предприятии / А.М. Невелев, И.И. Касьян. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Тэхника, 1988. – 200 с.
42. Неруш Ю.М. Коммерческая логистика / Ю.М. Неруш. – М.: ЮНИТИ, 1997. – 271 с.
43. Николайчук В.Е. Заготовительная и производственная логистика / В.Е. Николайчук. – СПб.: Питер, 2001. – 160 с.
44. Николайчук В.Е. Логистика в сфере распределения / В.Е. Николайчук. – СПб.: Питер, 2001. – 160 с.

45. Прокофьева О.С. Стратегия управления материальными запасами на промышленном предприятии / О.С. Прокофьева, Я.В. Ющук // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2015. – № 6 (101). – С. 129-134.
46. Радионов А.Р. Логистика: Нормирование сбытовых запасов и оборотных средств предприятия: Учеб. пособие / А.Р. Радионов, Р.А. Радионов. – М.: Дело, 2002. – 416 с.
47. Рапопорт Б.М. Оптимизация управленческих решений / Б.М. Рапопорт. – М.: ТЕИС, 2001.– 264 с.
48. Речкалов Я.А. К вопросу повышения эффективности управления снабжением на крупных машиностроительных предприятиях / Я.А. Речкалов. – Уфа: УГАТУ, 2012. – 300 с.
49. Речкалов Я.А. Повышение эффективности систем управления запасами на основе применения методов информационной поддержки принятия решений: на примере машиностроительных предприятий: диссертация ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Я.А. Речкалов. – Москва, 2002. – 140 с.
50. Речкалов Я.А. Проблемы повышения эффективности систем управления снабжением на крупных машиностроительных предприятиях / Я.А. Речкалов // Управление в сложных системах: Межвуз. науч. сб. – Уфа: УГАТУ, 2002. – С. 82-85.
51. Романов А.Н. Советующие информационные системы в экономике: Учеб. пособие для вузов / А.Н. Романов, Б.Е. Одинцов. – М.: Юнити-ДАНА, 2000. – 487 с.
52. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами / Ю.И. Рыжиков. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
53. Савина Д.А. Логистика в системе управления товарно-материальными запасами промышленного предприятия / Д.А. Савина, Д.А. Прокопович // Современные проблемы экономического и социального развития. – 2011. – № 7. – С. 95-98.

54. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе: Учебник / В.И. Сергеев. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 608 с.
55. Сергеев В.И. Менеджмент в бизнес-логистике / В.И. Сергеев – М.: ФИЛИНЪ, 1997. – 772 с.
56. Сергеев В.И. Система сбалансированных показателей оценки эффективности функционирования логистики компании / В.И. Сергеев // Логистика и управление цепями поставок. – 2004. – № 4–5 (5). – С.82-100.
57. Современный словарь иностранных слов / Сост. Н.М. Ланда – М.: Русский язык, 1993 – 740 с.
58. Советский энциклопедический словарь / Под ред. Прохорова А.М. – М.: Советская энциклопедия, 1986. – 495 с.
59. Смирнова Г.Н. Проектирование экономических информационных систем: Учебник / Г.Н. Смирнова, А.А. Сорокин, Ю.Ф. Тельнов; Под ред. Ю.Ф. Тельнова. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 512 с.
60. Стерлигова А.Н. Анализ значения термина «интеграция» в контексте управления организацией / А.Н. Стерлигова // Логистика и управление цепями поставок. – 2005. – №6 (11). – С.70-79.
61. Стерлигова А.Н. Терминологическая структура логистики / А.Н. Стерлигова // Логистика и управление цепями поставок. – 2004. – №4-5. – С.101-119.
62. Титюхин Н.Ф. Логистические центры в теории и практике / Н.Ф. Титюхин // Логинфо. – 2003.–№11. – С. 30.
63. Уваров С.А. Логистический подход и проблемы взаимодействия в интегрированном менеджменте / С.А. Уваров, А.П. Долгов // Логистика сегодня. – 2004. – № 2. – С. 2–7.
64. Управление организацией: Энциклопедический словарь / А.Я Кибанов, В.Н. Гунин; под. ред. А.Г. Поршнева. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 821 с.
65. Федоров Л. Товарно-материальные запасы. Часть 1 / Л. Федоров // Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 1997. – №5. – С. 46-49.

66. Федоров Л. Товарно-материальные запасы. Часть 2 / Л. Федоров // Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 1997. – №6. – С. 49-53.
67. Федосеев В.В. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.В. Федосеева. – М.: ЮНИТИ, 1999. – 391 с.
68. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) / Дж. Форрестер. – М.: Издательство «Прогресс», 1971. – 340 с.
69. Хазанова Л.Э. Математическое моделирование в экономике: Учебное пособие / Л.Э. Хазанова. – М.: Издательство БЕК, 1998. – 141 с.
70. Хазанович Э.С. Управление материальными ресурсами / Э.С. Хазанович, В.Н. Шестаков. – М.: Экономика, 1987. – 159 с.
71. Хорват П. Сбалансированная система показателей как средство управления предприятием / П. Хорват // Проблемы теории и практики управления. – 2000. – №4. – С. 108–113.
72. Цыгичко В.Н. Руководителю о принятии решений / В.Н. Цыгичко. – 2-е изд., испр. доп. – М.: ИНФРА-М, 1996. – 272 с.
73. Чеботарев А.А. Логистика и маркетинг. Маркетологистика / А.А. Чеботарев, А.Д. Чеботарев. – М.: «Экономика», 2005. – 289 с.
74. Черноусов Е.В. Анализ рынка логистических провайдеров – зарубежный опыт / Е.В. Черноусов. // Менеджмент в России и за рубежом. – 2002. – №6. – <http://www.mevriz.ru/articles/2002/6/1010.html> (Дата обращения 18.05.2019).
75. Ширяев В.И., Экономико-математическое моделирование управления фирмой: Монография / В.И. Ширяев, И.А. Баев, Е.В. Ширяев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. – 213 с.
76. Шмаков Б.В. К вопросу формирования методологических основ общей теории систем / Б.В. Шмаков. // Материалы конференции. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – С. 66–77.
77. Шмаков Б.В. Моделирование процессов управления материальным потоком распределительного центра машиностроительного предприятия (си-

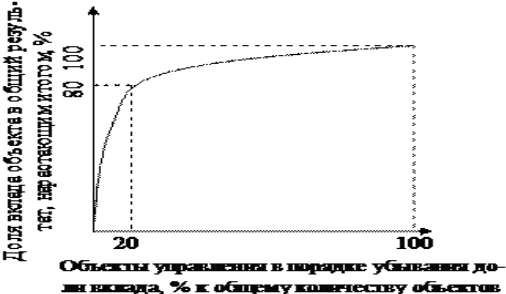
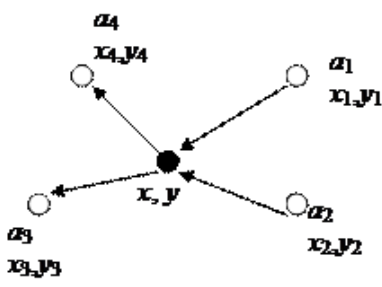
стемный подход): Монография / Б.В. Шмаков, И.Б. Егоров. / Под общ. ред. д.э.н. проф. В.А. Киселевой. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 289 с.

78. Эддоус М. Методы принятия решений / Пер. с англ.; под ред. член-кор. РАН И.И. Елесеевой / М. Эддоус, Р. Стэнфилд. – М.: Аудит: Юнити, 1997. – 590 с.
79. Эртли-Каякоб П. Экономическая кибернетика на практике / Сокр. пер. с нем.; под ред. К.А. Багриновского / П. Эртли-Каякоб. – М.: Экономика, 1983. – 160 с.
80. Яковенко Н.А. Совершенствование управления товарно-материальными запасами промышленного предприятия / Н.А. Яковенко // Вестник магистратуры. – 2016. – № 6-3 (57). – С. 68-70.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Эволюция моделей и методов теории логистики по В.С. Лукинский, Н.Г. Плетнева

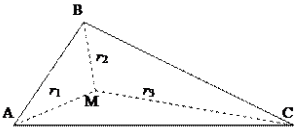
(СПб. :СПбГИЭУ, «Вестник ИНЖЕКОНа», 2005, №8)

Автор	Год	Модель или метод	Графическое представление, формула	
1	2	3	4	5
Парето В.	1897	Правило 80/20		 <p>Доля значения объекта в общей сумме, %</p> <p>Объекты упорядочены в порядке убывания доли значения, % к общему количеству объектов</p>
Вебер А.	1909	Определение координат склада. Критерий – транспортные расходы		$C(x,y) = c \sum a_i r_i$ $r_i = \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}$ <p>где c – тариф, a – объем (количество), x_i, y_i – координаты</p>

Продолжение таблицы А.1

Автор	Год	Модель или метод	Графическое представление, формула	Автор
Харрис Ф.	1915	Определение оптимальной величины партии запаса незавершенного производства (фирма Вестингаус)	$Q = \sqrt{\frac{PS}{c}} k$	<p>где P – затраты на подготовку обработки партии;</p> <p>S – интенсивность выпуска в день;</p> <p>c – себестоимость единицы продукции;</p> <p>k – коэффициент, учитывающий складские расходы, страховые взносы, налоги, проценты на капитал и т.д.</p>
Уилсон Р.	1916 (1934)	Экономичная партия заказа		$Q = \sqrt{\frac{2AC_0}{C_{xp}}}$ <p>C_0 – затраты на выполнение одного заказа;</p> <p>A – потребность в заказываемом продукте в течение года;</p> <p>C_{xp} – затраты на хранение заказа</p>
Тафт Е.	1918	Приближенная модель производственного заказа		$Q^* = Q \sqrt{\frac{p}{p-b}}$ $S_{max} = Q \sqrt{\frac{p-b}{p}}$
			<p>Q^* – оптимальный размер заказа в условиях периодического поступления и равномерного потребления запаса;</p> <p>Q – оптимальный размер запаса, рассчитанный по формуле Уилсона;</p> <p>p – интенсивность поступления материальных ресурсов; b – интенсивность расхода материальных ресурсов;</p> <p>S_{max} – максимальный уровень текущего запаса</p>	

Окончание таблицы А.1

Автор	Год	Модель или метод	Графическое представление, формула	Автор
Лаун-хардт В.	–	Определение координат склада. Метод весового (локального) треугольника. Критерий – транспортные расходы	$T = (ar_1 + br_2 + r_3)p \rightarrow \min$ <p>a, b – объем поступлений от поставщиков А и В, r_1, r_2, r_3 – искомые расстояния от поставщиков А, В до склада и от склада до потребителя, соответственно; p – транспортный тариф.</p> 	
Рейли	1931	Определил гравитационное правило розничной торговли, которое позволяет найти пропорции покупок, производимых в городах А и В жителями города С, расположенного между ними		$t_A = \frac{T_{AB}}{1 + \sqrt{\frac{H_B}{H_A}}}$
Канторович Л.В.	1938-1939	Сформулировал задачу линейного программирования и разработал алгоритм решения		
Данциг Дж. (Вуд М.)	1947	Разработали универсальный алгоритм решения задач линейного программирования (названный Дж. Данцигом симплекс-методом)		
Хичкок, Кумпанс	1945, 1947	Сформулировали транспортную задачу		
Форрестер Дж.	1958	Исследования многофазных систем управления запасами (фазы – центры притяжения решений, связанные между собой материальными, информационными и финансовыми потоками)		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Проблемы управления запасами

Наименование проблемы	Причины
Формирование значительных запасов	Несоответствие ритмов поставщиков и потребителей, дискретность процесса поставок, возможность случайных колебаний в интенсивности потребления или длительности интервалов между поставками
Повышенный фактор риска	Динамичное социальное и экономическое пространство предприятия создает условия повышенной неопределенности
Разворачивание процесса делегирования полномочий на средний, а иногда и на низший уровень управления	Динамичность внешней экономической среды приводит к тому, что все больше оперативных задач требуют немедленного принятия решений (изменения цикла производства, пути уменьшения убытков, сокращение сроков производства, снижение затрат, и пр.). От этих решений зависит тактическое, а часто и стратегическое положение предприятия.
Проблема дисквалификации специалистов тактического и операционного уровня управления	На обучение и адаптацию новых кадров требуются дополнительные затраты, это накладывает значительное бремя на экономику предприятия. Растут требования к информационным системам и системам управления, которые должны создать оптимальные условия принятия решений в динамичной социально-экономической среде с высоким уровнем неопределенности
Наличие строгих требований к различным моделям управления запасами	Все параметры, относящиеся к размерности: 1) огромный спектр используемых материальных ресурсов; 2) использование разных моделей при управлении запасами различных видов ресурсов; 3) огромное количество проводимых операций; 4) большое число складов различного типа и назначения; 5) множество операторов – пользователей информационной системы предприятия, использующих и вводящих информацию; 6) сложные логистические цепочки перемещения материальных ресурсов как внутри, так и за пределами предприятия
Большое количество складов различного назначения и уровня	Для каждой группы продуктов необходимо применять различные методики управления, поэтому отличаются стратегии управления для разных номенклатур и групп складов. Географическое пространство распределительной логистики предопределяет это множество