

На правах рукописи

Зайковская Галина Геннадиевна

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПРЕДПРИЯТИЙ ОПТОВОЙ ТОРГОВЛИ**

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Москва
2012

Работа выполнена на кафедре «Экономико-математические методы и модели» в Федеральном государственном бюджетном общеобразовательном учреждении высшего профессионального образования «Всероссийский заочный финансово-экономический институт».

Научный руководитель: доктор экономических наук, профессор
Кобелев Николай Борисович

Официальные оппоненты: доктор экономических наук,
кандидат физико-математических наук, профессор
Шелобаев Сергей Иванович
АНО ВПО «Институт экономики и управления»,
проректор по учебно-воспитательной работе

кандидат экономических наук, доцент
Лычкина Наталья Николаевна
ФГБОУ ВПО «Государственный университет
управления», заместитель заведующего кафедрой
информационных систем по научной работе

Ведущая организация: **ФГБОУ ВПО «Московский государственный
университет экономики, статистики и
информатики (МЭСИ)»**

Защита состоится «30» мая 2012 г. в 10-00 часов на заседании диссертационного совета Д 505.001.03 на базе ФГОБУВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» по адресу: Ленинградский проспект, д.55, ауд. 213, г. Москва, 125993.

С диссертацией можно ознакомиться в диссертационном зале Библиотечно-информационного комплекса ФГОБУВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» по адресу: Ленинградский проспект, д.49, комн. 203, г. Москва, 125993.

Автореферат разослан «27» апреля 2012 г. Объявление о защите диссертации и автореферат диссертации «27» апреля 2012 г. размещены на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации по адресу <http://vak.ed.gov.ru> и на официальном сайте ФГОБУВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»: <http://www.fa.ru>.

Ученый секретарь совета Д505.001.03,
к.э.н., доцент

О.Ю. Городецкая

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Бурное развитие сферы услуг в последнее десятилетие привело к значительному увеличению числа торговых предприятий. В настоящее время доля торговли в валовом внутреннем продукте (ВВП) страны составляет 18 – 20 % (данные Росстата 2006 – 2010 гг.). В торговле сегодня работает около 12 млн. человек, это примерно 18 % от общего количества занятых в экономике страны. Число предприятий торговли в 2010 г. составило примерно 1 млн. 790 тыс. ед., т.е. 37,1 % всех предприятий России, в том числе 26,5 % — предприятия оптовой торговли.

Исследование различных аспектов деятельности предприятий оптовой торговли показало, что одной из наиболее важных задач для этих предприятий является эффективное управление запасами. Это обусловлено тем, что на сбытовые запасы приходится основная часть вложений денежных средств и основная доля прибыли, полученной предприятием оптовой торговли. Таким образом, эффективная деятельность по управлению запасами является основным фактором обеспечения конкурентоспособности и устойчивого положения предприятия на современном рынке.

В теории управления запасами существуют две основные теоретические модели управления запасами, в которых критерием оптимизации является минимум общих издержек на поддержание запаса: модель с фиксированным размером заказа и модель с фиксированным интервалом времени между заказами. Эти теоретические модели (и их модификации) имеют широкий ряд ограничений и допущений, что затрудняет их практическое применение. Кроме того, в современных условиях не актуален приведенный выше традиционный критерий оптимизации запаса, так как возможные потери от дефицита товара оцениваются многими оптовыми предприятиями значительно выше, чем издержки на поддержание дополнительного страхового запаса; а значение организационной составляющей общих издержек, связанных с запасом, нивелируется при работе с широким ассортиментом товара.

Существующие на практике колебания спроса, возможность срыва поставок и другие факторы неопределенности означают, что для нахождения удовлетворительных решений проблем, связанных с управлением запасами, существующие аналитические модели не эффективны. Многие специалисты считают, что в условиях влияния двух и более факторов неопределенности целесообразным средством решения задач в сфере управления запасами является имитационное моделирование. Однако, для среднего и малого бизнеса, составляющего основную долю предприятий оптовой торговли, стоимость разработки решений такого уровня является слишком высокой. В данной ситуации решение проблемы видится в создании типовой имитационной модели, предназначенной для поддержки принятия решений в сфере управления запасами предприятия оптовой торговли.

Степень разработанности проблемы. Проблемам организации, анализа и повышения эффективности деятельности торговых предприятий, включая деятельность по управлению запасами, посвятили свои труды известные российские и зарубежные ученые: Аванесов Ю.А., Балабанова Л.В., Басовский Л.Е., Бауэрсокс Д.Дж., Беляев Ю.А., Бочаров В.В., Васькин Е.В., Вахрушина М.А., Волгин В.В., Герасимов Б.И., Голиков Е.А., Даненбург В., Денисова А.Л., Егоров В.Ф., Ключко А.Н., Костоглодов Д.Д., Кристофер М., Лайсонс К., Линдерс М.Р., Лунёва А.М., Мельник М.М., Молоткова Н.В., Панкратов Ф.Г., Саввиди И.И., Серегина Т.К., Синяева И.М., Стаханов В.Н., Уляхин Т.М., Шерр И., Щур Д.Л. и многие другие.

В теории управления запасами основополагающей признана работа Р. Уилсона, посвященная определению оптимального объема заказа. На основе модели Уилсона многие исследователи разрабатывали методы и модели управления запасами, предназначенные для решения разнообразных задач по обоснованию экономичного объема заказа при различных стратегиях управления, по определению необходимого уровня страхового запаса, в том числе в задачах со стохастическим спросом, по управлению многономенклатурным запасом и др. Выработкой решений таких задач

занимались Волочиенко В.А., Гаджинский А.М., Инютина К.В., Канке А.А., Лукинский В.С., Микитьянц С.Р., Мыльник В.В., Нагапетьянц Н.А., Неруш Ю.М., Рыжиков Ю.И., Стерлигова А.Н., Титаренко Б.П., Уотерс Д., Хруцкий Е.А., Чхартишвили А.Г., Шапиро Дж., Шикин Е.В., Шукаев А.И. и др.

Вместе с тем, известные методы и модели имеют множество ограничений, что значительно сужает область их применения. С другой стороны, все аналитические методы оптимизации запаса могут учесть не более 2-х факторов неопределенности. Расчеты показывают, что значения нормы страхового запаса, полученные с использованием различных методов на одинаковых исходных статистических данных, могут существенно отличаться, иногда в 7 раз.¹

Для расчетов и анализа в сфере управления запасами в условиях неопределенности считается целесообразным применение имитационного моделирования. Специализированные имитационные модели для решения этого круга задач разрабатываются и применяются как индивидуальные решения, в основном на крупных предприятиях². Такие модели, как правило, отражают специфику деятельности одного конкретного предприятия, и они не доступны для публичного обсуждения и/или использования.

Таким образом, актуальной является проблема разработки имитационной модели деятельности типового оптового предприятия в сфере управления запасами, предназначенной для широкого использования торговыми предприятиями, включая средние и малые. Это позволяет сформулировать цель и задачи диссертационного исследования.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является разработка имитационной модели деятельности типового оптового предприятия, обеспечивающей поддержку принятия решений в сфере управления запасами для специалистов средних и малых оптовых предприятий.

Для достижения цели были поставлены и решались следующие задачи:

¹ Лукинский В.С. Нормирование сбытовых запасов - один из логистических методов управления цепями поставок [В Интернете]. - 12.03.2012 г. - <http://www.luka.adviss.ru/content/view/13/20/>.

² Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 254 с.

- выявить основные факторы неопределенности, присутствующие в работе логистической цепи типового оптового предприятия и выбрать метод решения задачи оптимизации уровня запасов предприятия, обеспечивающий достоверность полученных результатов в условиях неопределенности;
- определить основной критерий оптимизации товарного запаса применительно к деятельности типовых оптовых предприятий;
- проанализировать методы, способствующие повышению эффективности работы с многономенклатурным ассортиментом;
- разработать концепцию имитационной модели управления запасами типового предприятия оптовой торговли;
- реализовать на уровне программного модуля концепцию имитационной модели деятельности типового оптового предприятия в сфере управления запасами, провести ее испытания, проверить и подтвердить адекватность имитационной модели;
- разработанную имитационную модель использовать для создания группы типовых блоков «Управление запасами» в электронной библиотеке универсальной имитационной среды УИМ-1;
- подготовить методические рекомендации по эксплуатации созданной модели специалистами оптовых предприятий.

Объектом исследования выступила деятельность предприятий оптовой торговли в части организации и реализации процессов управления запасами, на примере оптового предприятия, специализирующегося на продаже широкого ассортимента товаров народного потребления крупными партиями.

Предметом исследования явились математические методы и модели управления запасами для различных условий неопределенности; методы имитационного моделирования, используемые в решении экономических задач, применительно к деятельности предприятий оптовой торговли.

Теоретическую и методологическую основу исследования составили труды, посвященные имитационному моделированию экономических задач (работы Бусленко Н.П., Кобелева Н.Б., Власова С.А., Девяткова В.В.,

Емельянова В.Ф., Карпова Ю.Г. и др.), а также исследования отечественных и зарубежных ученых в сфере управления запасами предприятия.

В исследовательской работе использовались общенаучные и специальные методы исследования: системный анализ, экономико-математическое моделирование, имитационное моделирование, а также положения теории вероятностей, математической статистики, теории управления запасами.

Область исследования. Работа выполнена в соответствии с Паспортом специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке имитационной модели деятельности типового оптового предприятия в сфере управления запасами. В диссертации получены и выносятся на защиту следующие результаты:

1) на основе анализа деятельности оптовых предприятий выявлены основные факторы неопределенности, влияющие на уровень сбытовых запасов: случайность спроса и времени поставки, возможность резервирования товара покупателем; обоснована целесообразность применения методов имитационного моделирования в качестве поддержки принятия управленческих решений в сфере управления запасами типового оптового предприятия;

2) сформулирован актуальный для современных условий жесткой конкуренции критерий оптимизации товарного запаса применительно к деятельности оптовых предприятий: минимальный уровень запаса, обеспечивающий бездефицитное удовлетворение потребности покупателей;

3) разработана методика исследования однородности структуры отгрузок при управлении многономенклатурным запасом, базирующаяся на применении метода корреляционного анализа;

4) разработана на концептуальном уровне, формализована и описана на языке А-систем пользователя (ЯАП) имитационная модель управления запасами типового предприятия оптовой торговли;

5) концептуальная модель деятельности типового оптового предприятия в сфере управления запасами (п.4) реализована программно (на языке GPSS); разработанная имитационная модель верифицирована, результаты имитации апробированы на конкретных примерах;

6) созданная имитационная модель внесена в электронную библиотеку имитационной среды УИМ-1 в качестве типового блока «ИМ управление запасом», который с помощью параметрической настройки позволяет имитировать динамику изменения показателей товарного запаса при варьировании условий деятельности предприятия оптовой торговли;

7) имитационная модель деятельности по управлению запасами типового предприятия оптовой торговли структурирована, формализована и подготовлена для ввода в различные среды, поддерживающие имитационное моделирование, в качестве типового блока (комплекса типовых блоков) для имитации основных показателей деятельности предприятия в сфере управления запасами.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы.

Теоретическая значимость результатов исследования заключается в совершенствовании, на основе использования имитационного моделирования, методического обеспечения управленческой деятельности персонала предприятий оптовой торговли, направленной на повышение эффективности работы по управлению запасами.

Практическая значимость работы состоит в возможности использования разработанной имитационной модели управления запасами на предприятиях оптовой торговли с целью оптимизации сбытового запаса этих предприятий в условиях неопределенности по заданному критерию; для повышения обоснованности принятия решений при планировании, контроле и анализе, разработке программ действий, направленных на улучшение действующей системы управления запасами. Результаты исследований доведены до конкретных алгоритмов, методик и рекомендаций, использование которых позволяет уменьшить объем страховых запасов, сократить издержки на создание и поддержание запасов, ускорить оборачиваемость запасов, улучшить другие

показатели работы предприятия, а также получить статистические данные для развития (модернизации) представленной имитационной модели.

Апробация и внедрение результатов исследования:

Основные положения и результаты диссертационной работы были представлены автором в докладах на конференциях: III Всероссийская молодежная конференция по проблемам управления (ВМКПУ'2008) в Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (7-8 апреля 2008 г.); Международная научно-практическая конференция «Инновационный путь развития РФ как важнейшее условие преодоления мирового финансового кризиса» (21-22 апреля 2009 г., г. Москва, ВЗФЭИ); Международная научно-практическая конференция «Экономика, наука, образование: проблемы и пути интеграции», посвященная 80-летию юбилею ВЗФЭИ (26-27 октября 2010 г., г. Москва, ВЗФЭИ).

Результаты диссертации использовались для научных работ ФГБОУ ВПО «Всероссийский заочный финансово-экономический институт» по заказам Министерства образования и науки Российской Федерации в соответствии с планом фундаментальных исследований по темам: «Разработка универсального языка пользователя при имитационном моделировании сложных экономических систем. Фундаментальное исследование», «Разработка первой версии российского пакета имитационного комплекса моделирования (ИКМ) для экономических приложений».

Основные результаты исследования используются в практической деятельности ООО «ГрейдОптим» в качестве поддержки при принятии управленческих решений, направленных на оптимизацию сбытовых запасов. Это позволило предприятию увеличить оборачиваемость запасов по отдельным товарным группам на 4 – 7 %.

Материалы исследования используются кафедрой «Экономико-математические методы и модели» в ФГБОУ ВПО «Всероссийский заочный финансово-экономический институт» в преподавании учебных дисциплин «Экономико-математические методы и прикладные модели», «Математические методы в экономике».

Все результаты подтверждены соответствующими справками.

Публикации по теме диссертации. По теме исследования опубликовано 5 печатных работ общим объемом 1,7 п.л. (весь объем авторский), в том числе 3 статьи объемом 1,1 п.л. в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК Минобрнауки России.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, содержащего 109 источников, и трех приложений. Общий объем работы составляет 151 страницу.

II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проблемы оптимизации товарных запасов предприятий оптовой торговли; сформулирована цель исследования, состоящая в разработке имитационной модели управления запасами типового предприятия оптовой торговли; даны общая характеристика и обзор содержания работы.

В первой главе проанализированы задачи, цели, функции и формы оптовой торговли. Являясь важной отраслью товарного обращения, оптовая торговля выступает посредником между производителем и потребителем и поставляет большую массу товаров на потребительский рынок. Одной из важнейших задач, решаемых руководством большинства предприятий оптовой торговли, является управление запасами. Эффективное решение этой задачи обеспечивает предприятию финансовую стабильность и конкурентоспособность.

В традиционной постановке задача управления запасами заключается в определении оптимального уровня запаса, когда критерием оптимальности является минимум общих издержек $C_{общ}$ на поддержание запаса (1). Общие издержки представляют собой сумму издержек хранения $C_{хран}$ (аренда и содержание складских площадей, включая оборудование, заработная плата складских работников, страхование запасов и др.) и организационных издержек $C_{орг}$ (затраты на оформление, доставку, получение заказов и пр.):

$$C_{общ} = C_{орг} + C_{хран} \rightarrow \min . \quad (1)$$

Критерий (1) лег в основу двух основных теоретических моделей управления запасами, к которым относятся: модель с фиксированным размером заказа и модель с фиксированным интервалом времени между заказами.

Модель с фиксированным размером заказа. Основным параметр этой модели — размер заказа вычисляется по формуле Уилсона (2), в которой оптимальный размер заказа q^* определяется в точке экстремума функции общих затрат $C_{общ}$:

$$q^* = \sqrt{\frac{2sd}{h}}, \quad (2)$$

где s — организационные издержки, связанные с выполнением одного заказа; d — интенсивность спроса (единиц товара в год); h — издержки на хранение единицы запаса в год.

Ограничения модели Уилсона: а) постоянство величин s , d , h , а также стоимости единицы товара и размера заказа; б) новая партия поступает в момент полного расходования товара.

Момент размещения заказа — «точка заказа» P определяется с учетом объема реализации за время доставки товара и необходимого резервного запаса:

$$P = Z_{рез} + rL, \quad (3)$$

где $Z_{рез}$ — резервный запас; r — средний дневной расход; L — время доставки товара (в днях).

Модель с фиксированным интервалом между заказами предусматривает постоянную периодичность повторения заказов с переменным размером. Для принятия решения о размещении заказа и его размере проводятся периодические проверки остатков. Размер заказа q рассчитывается по формуле (4) как разница между максимальным уровнем запаса $Z_{макс}$ (расчетная нормируемая величина) и фактическим уровнем запаса $Z_{текущ}$ в момент проверки.

$$q = Z_{макс} - Z_{текущ}, \quad (4)$$

$$Z_{макс} = Z_{рез} + r(L + T), \quad (5)$$

где $Z_{рез}$ — резервный запас; r — средняя суточная реализация; $(L+T)$ — общее время (в днях) доставки товара L и время с момента предыдущей проверки T .

К недостаткам модели с фиксированным интервалом между заказами относится то, что не исключается возможность дефицита товара.

К основным ограничениям классических моделей (и их модификаций) относятся: требование постоянства (или условного постоянства) спроса, допущение об одном виде товара, др. Актуальной проблемой остается определение размера резервного запаса. Существующие методы его расчета, анализ которых проведен в диссертации, учитывают не более 2-х факторов неопределенности и не могут дать однозначного ответа на вопрос о требуемой величине страхового запаса.

Исследования показали, что в реальной деятельности предприятия оптовой торговли *на величину страхового запаса существенное влияние оказывают следующие факторы неопределенности: случайность спроса, отклонение времени поставки от запланированного, практика резервирования товара для отдельных групп покупателей, возможность невыполнения поставщиком обязательств по объему поставок. Таким образом, при моделировании условий, приближенных к реальным, не удастся аналитически решить проблему расчета величины страхового запаса, здесь целесообразным становится применение методов имитационного моделирования.*

В основе подхода к имитационному моделированию, заложенного основателем российской школы имитационного моделирования Н.П. Бусленко, лежат элементарные блоки, выполняющие типовые функции, которые используются при создании блок-схемы имитационной модели (ИМ). Каждый элемент реального объекта представляется в ИМ типовым элементарным блоком (ТЭБ), выполняющим функцию, сходную с реально существующей.

ТЭБ могут быть разных типов и отображать любые математические схемы, включая элементы теории игр, конечных автоматов, оптимальных решений, дифференциальных уравнений, теории расписаний и других математических приложений. ТЭБ самого общего вида (универсальный ТЭБ; см. Рис. 1) может быть настроен пользователем на выполнение любого алгоритма. Универсальный ТЭБ имеет атрибуты: $x_i^k(t)$, $y_j^k(t)$ — входной и

выходной сигналы соответственно, $S_i^k(t)$, $\alpha_j^k(t)$ — состояния и параметры ТЭБ соответственно.

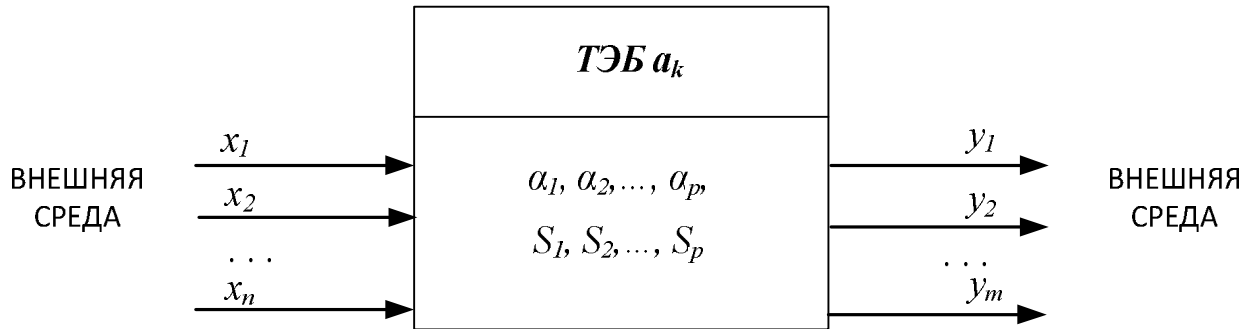


Рис. 1. Универсальный типовой блок

Входной сигнал $x_i^k(t)$ и выходной сигнал $y_j^k(t)$ в момент времени t в общем случае задаются выражениями (6), (7):

$$x_i^k(t) = \left\{ k(t), i_k(t), \pi_{1i}^k(t), \pi_{2i}^k(t), \dots, \pi_{v_k i_k}^k(t), \dots, \pi_{v_k^* i_k^*}^k(t) \right\}, \quad (6)$$

$$y_j^k(t) = \left\{ k(t), j_k(t), \varepsilon_{1j}^k(t), \varepsilon_{2j}^k(t), \dots, \varepsilon_{d_k j_k}^k(t), \dots, \varepsilon_{d_k^* j_k^*}^k(t) \right\}, \quad (7)$$

где $k(t)$ – номер ТЭБ; $i_k(t)$, $j_k(t)$ – индексы входной и выходной клемм k -го ТЭБ; $\left\{ \pi_{1i}^k(t), \pi_{2i}^k(t), \dots, \pi_{v_k^* i_k^*}^k(t) \right\}$, $\left\{ \varepsilon_{1j}^k(t), \varepsilon_{2j}^k(t), \dots, \varepsilon_{d_k^* j_k^*}^k(t) \right\}$ – характеристики входного и выходного сигналов соответственно k -го ТЭБ по входной (i_k -ой) и выходной (j_k -ой) клеммам; $\pi_{v_k i_k}^k(t)$, $\varepsilon_{d_k j_k}^k(t)$ – составляющие характеристик входного и выходного сигналов k -го ТЭБ по i_k -ой входной и j_k -ой выходной клеммам; $i_k = \overline{1, i_k^*}$, $v_k = \overline{1, v_k^*}$.

Аналогичными выражениями описываются параметры $\alpha_j^k(t)$ и состояния $S_i^k(t)$ k -го типового блока, возможные характеристики которых в момент времени t задаются в виде матриц.

Библиотека типовых блоков содержит перечень и формализованное описание ТЭБ, выполняющих элементарные функции. Задача выбора типового блока для каждого элемента модели решается подбором типового блока по аналогии с процессами, протекающими в реальном элементе объекта. Уровень декомпозиции должен быть таким, чтобы каждый элемент имитационной

модели отображал какие-то законченные работы или преобразования, понятные, прежде всего, специалистам объектов данного типа. Использование ТЭБ, содержащихся в библиотеке, позволяет отойти от программирования при построении имитационной модели объекта; каждый блок настраивается путем задания входов, выходов, параметров и состояний, являющихся атрибутами ТЭБ.

Таким образом, использование методологии ТЭБ при разработке имитационной модели типового предприятия оптовой торговли позволит сохранить эту модель в форме типового блока библиотеки имитационной среды, а затем использовать его для экспериментов, выполняя лишь настройку параметров на требуемый вариант условий деятельности предприятия.

Во второй главе исследуется специфика деятельности оптового предприятия в сфере управления запасами на примере Предприятия, специализирующегося на оптовой продаже крупными партиями импортируемых детских игрушек. Анализ логистической цепи, в которую интегрировано Предприятие показал, что цепи, имеющие сходную структуру, часто встречаются на практике и описаны в литературе. Задачей исследования было выявление возможности более эффективного управления товарным потоком в среднем звене логистической цепи: оптовый склад Предприятия — Покупатель. Предприятие желает минимизировать запасы на оптовом складе, не допуская при этом возможности дефицита. Переход в состояние дефицита является для Предприятия недопустимым, а потери от дефицита принимаются неограниченно высокими, т.к. влекут за собой не только упущенную прибыль (неисполненные заказы) и штрафные санкции, а также уход покупателей к конкурентам и трудно восполнимые потери от падения репутации предприятия на рынке.

С другой стороны, Предприятие работает с широким товарным ассортиментом, что стало тенденцией для многих предприятий оптовой торговли, т.к. обеспечивает достижение прибыльности за счет максимального

удовлетворения спроса потребителей³. При работе с многономенклатурным ассортиментом товара в формуле (1) нивелируется значение составляющей $C_{орг}$ (издержки на организацию поставки заказа), т.к. величина этих издержек не зависит от размера заказа на отдельный артикул в общем объеме поставки⁴.

Таким образом, критерий оптимизации товарного запаса в традиционной постановке (1), когда оптимальным состоянием является минимум общих затрат, связанных с созданием и содержанием запаса, трансформируется. *Основным критерием оптимизации запасов становится: минимальный уровень запаса, обеспечивающий бездефицитное удовлетворение потребности покупателей в условиях неопределенности спроса, времени поставки и пр.* Наличие основного критерия не исключает возможности применения многокритериального подхода к решению задачи оптимизации запаса.

Необходимым условием эффективного управления запасами является регулярный анализ использования запасов, который проводится по ряду показателей, характеризующих товарный запас в различных аналитических срезах. Исследование проводилось на основании статистических данных (см. Приложение 1 диссертации), собранных за три года, по запасам одного вида товара (бренда) на оптовом складе. В рамках бренда товар классифицируется по 35 товарным группам, в которые включены 420 номенклатурных позиций (артикулов). Основными результатами проведенного анализа показателей товарного запаса стали следующие ниже заключения.

Исследование *динамики отгрузок* в целом по бренду указывает на наличие очень тесной корреляционной связи рядов отгрузок в натуральном (штуки) и денежном выражениях: значение коэффициента корреляции r равно 0,98. Также выявлено подобие графиков отгрузок по отдельным товарным группам. Таким образом, в рамках рассматриваемого бренда, несмотря на широкий ассортиментный ряд, состоящий из более 400 артикулов, структуру отгрузок (спроса) можно считать однородной; дальнейшие исследования целесообразно

³ Голиков Е.А. Управление логистикой: Учеб. пособие/ Е.А. Голиков. – М. : Высшая школа, 2009. - 200 с.

⁴ Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. – 14-е изд., перераб. и доп. – М. : "Дашков и Ко", 2007.

проводить в натуральном выражении в целом по бренду. Применение корреляционного анализа при исследовании структуры спроса позволило сделать вывод о его однородности в рамках одного бренда; этот метод может быть рекомендован для снижения трудоемкости и повышения эффективности работ по управлению многономенклатурным запасом в качестве дополнения или альтернативы известному методу ABC-анализа.

Диаграмма отгрузок по годам позволяет сделать вывод о сезонных колебаниях спроса, которые хорошо прослеживаются на линиях тренда (Рис. 2). Данные о спросе должны учитываться при создании имитационной модели.

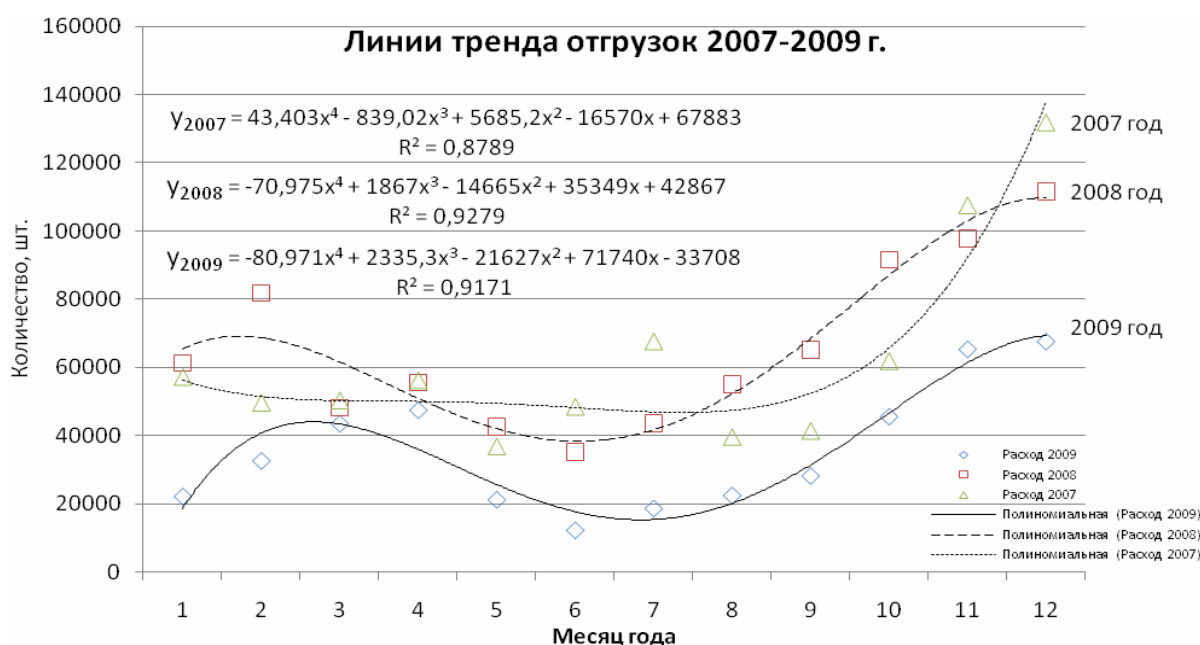


Рис. 2. Линии тренда и их уравнения для рядов отгрузок за 3 года

Сравнение среднего уровня запасов товара и его расхода показало, что на большей части отрезков исследуемого интервала имеет место превышение среднего уровня запасов над расходом. Рис. 3 отражает динамику показателей товарооборачиваемости: относительный уровень запаса $Z_{отн}$ (или время оборота) и коэффициент оборачиваемости $K_{об}$ (или скорость оборота), рассчитанных по формулам (8), (9):

$$Z_{отн} = \frac{Z_{ср}}{O}, \quad (8)$$

где $Z_{отн}$ – относительный уровень запаса, измеряемый в количестве периодов; O – объем отгрузок за период; $Z_{ср}$ – средний запас за период;

$$K_{об} = \frac{0}{Z_{ср}}, \quad (9)$$

где $K_{об}$ – коэффициент оборачиваемости или скорость товарооборота в периоде.

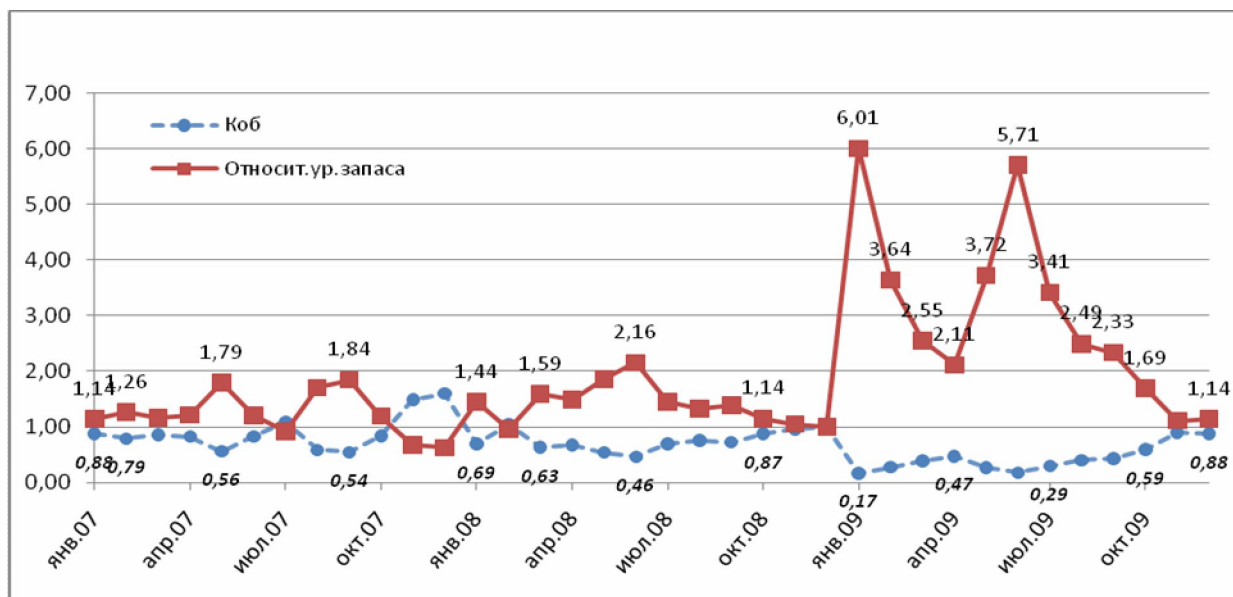


Рис. 3. Динамика изменения показателей товарооборачиваемости

Значение показателя $Z_{отн}$ колеблется в пределах от 1.00 до 2.16, т.е. в рассматриваемом периоде Предприятие поддерживало уровень товарного запаса на 1 – 2 месяца работы. Значение коэффициента оборачиваемости $K_{об}$ колеблется в пределах 0.46 – 1.00, т.е. за месяц товарный запас обновляется на 46 – 100 %. При действующей на Предприятии системе с периодической проверкой остатков 1 раз в неделю, количество поставок товара на склад составляет не менее двух в месяц. Таким образом, можно сделать предположение о возможности сокращения среднего уровня запаса без риска перехода в состояние дефицита.

Проведенные исследования легли в основу концептуальной имитационной модели (ИМ) управления запасами типового предприятия оптовой торговли, разработанной в форме блок-схемы (Рис. 4) и формализованной на языке А-систем пользователя (ЯАП). Концептуальная ИМ содержит блоки, заменяющие наиболее значимые звенья цепи поставок предприятия оптовой торговли; эти блоки выполняют функции, сходные с реальными.

Таблица. Фрагмент описания ИМ управления запасом оптового предприятия на языке ЯАП

№ п/п	Вх. клемма		Компонент входного сигнала x_{ij}	Состояние	Вых. клемма	Компонент выходного сигнала u_{ij}	Направл. следования сигнала	№ блока и наименование
	Куда	Откуда						
Теоретическое представление (общий вид)								
1.	x_{ij}	u_{ij}	$x_{ij}(t)=(i, j, \pi_{ij}^1, \pi_{ij}^2, \dots, \pi_{ij}^n, t)$, где: i – номер блока; j – номер вход. клеммы; $\pi_{ij}^1, \pi_{ij}^2, \dots, \pi_{ij}^n$ – параметры вх. сигнала; t – момент поступления вх. сигнала.	$S_i(t)=(i, j, \alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \dots, \alpha_{in}, t)$, где i – номер блока; j – номер вход./выход. клеммы, получившей сигнал; $\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \dots, \alpha_{in}$ – параметры состояния блока i ; t – момент изменения состояния.	u_{ij}	$u_{ij}(t)=(i, j, \varepsilon_{ij}^1, \varepsilon_{ij}^2, \dots, \varepsilon_{ij}^n, t)$, где: i – номер блока; j – номер вых. клеммы; $\varepsilon_{ij}^1, \varepsilon_{ij}^2, \dots, \varepsilon_{ij}^n$ – параметры вых. сигнала; t – момент подачи вых. сигнала.	x_{ij}	№, Имя
2.	x_{11}	Генератор заявки	Тип сигнала x_{11} – заявка от покупателя: $x_{11}(t) = (1, 1, \pi_{11}^1, t) = (1, 1, \delta K, t)$, где δK – к-во ед. в заявке; t – время поступления заявки. $x_{11}(t_0) = (1, 1, \delta K(t_0), t_0)$.	Структура состояния блока № 1: $S_1(t) = (1, j, \alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}, t) = (1, j, \delta K, K^+, \Delta K, t)$, где δK – кол-во товара в заявке; K^+ – текущий складской запас; ΔK – кол-во товара к отгрузке. Функции блока: Проверка наличия запаса на складе K^+ и определение объема к отгрузке ΔK : если $\delta K \leq K^+$, то $\Delta K = \delta K$; если $(\delta K > K^+ \text{ и } K^+ > 0)$, то $\Delta K = K^+$; если $K^+ = 0$, то $\Delta K = 0$. Задержка на время обработки заявки $\Delta t_{обр}$ и согласования с заказчиком деталей отгрузки: $t_1 = t_0 + \Delta t_{обр}$. Состояния блока: в момент t_0 – поступление заявки покупателя: $S_1(t_0) = (1, 1, \delta K, K^+(t_0), 0, t_0)$; в момент t_1 – передача заявки на отгрузку на склад: $S_1(t_1) = (1, 1, 0, K^+(t_1), \Delta K, t_1)$.	u_{11}	Тип сигнала u_{11} – заявка на склад: $u_{11}(t) = (1, 1, \varepsilon_{11}^1, t) = (1, 1, \Delta K, t)$, где ΔK – кол-во товара к отгрузке. $u_{11}(t_1) = (1, 1, \Delta K, t_1)$	x_{21}	1, Менеджер продаж

Язык ЯАП рассматривается разработчиками среды имитационного моделирования УИМ-1 как недостающее звено между глубокими знаниями особенностей моделируемого процесса, которыми владеет специалист предметной области, и навыками программиста-разработчика имитационных моделей⁵. Типовая имитация модели, формализованной на языке пользователя ЯАП, выполняется в соответствии со схемой, представленной в упрощенном виде на Рис. 5.

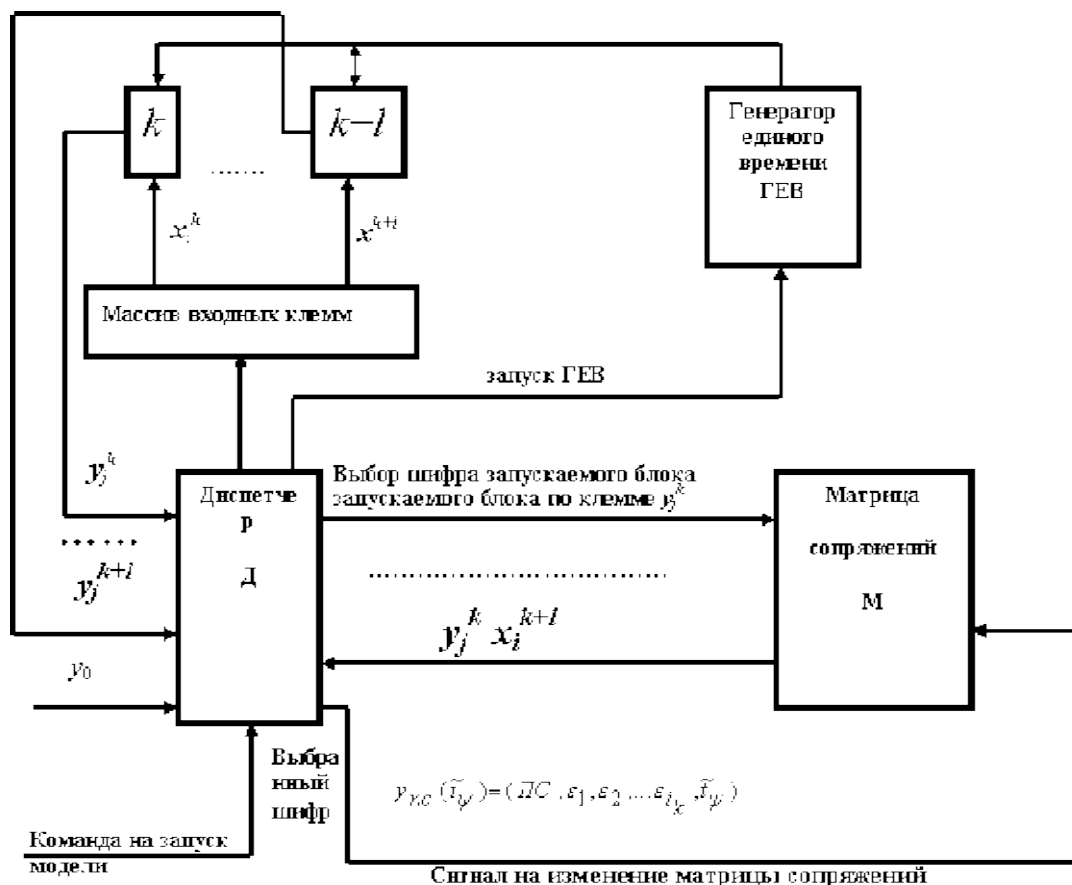


Рис. 5. Схема реализации имитационной процедуры в УИМ-1

При поступлении команды на запуск модели в Диспетчер поступает начальный сигнал y_0 , который отправляется Диспетчером в Матрицу сопряжения, где выбирается шифр запускаемого блока $y_0 x_i^k$. Получив этот шифр, Диспетчер направляет его в массив входных клемм, где осуществляется поиск нужной входной клеммы x_i^k , и сигнал y_0 направляется в типовой блок k на клемму i , запуская блок k . Далее процедура повторяется: Диспетчер отправляет в

⁵ Кобелев Н. Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем. - М. : Дело, 2003. - 336 с.

Матрицу сопряжения сигналы, поступающие из внешней среды или выходные сигналы y_j^{k+l} от типовых блоков. По желанию пользователя Диспетчер может изменять структуру Матрицы сопряжения, т.е. изменять связи между блоками. Связи между блоками могут изменяться и самой системой, если в ее составе содержится типовой блок Переключатель связей. Описанная схема имитационной реализации (Рис. 5) является универсальной, она позволяет задать множество возможных процедур имитационного моделирования.

Реализация ИМ управления запасом может быть выполнена в различных специализированных программных средах, реализующих концепцию имитационного моделирования, например: GPSS World, AnyLogic, УИМ-1, Pilgrim, возможности которых проанализированы в диссертационной работе.

В главе 3 для реализации имитационной модели (ИМ) управления запасами в соответствии с разработанной концептуальной схемой (Рис. 4) проводится формализация параметров каждого блока ИМ, определяются их исходные значения. Для удобства восприятия параметров, функций и связей каждого из блоков ИМ, модель представлена в агрегированном виде (Рис. 6).

Имитационная модель программно реализована на общецелевом языке имитационного моделирования GPSS World (Приложение 2 диссертации). Проведена верификация (проверка адекватности) имитационной модели и апробация результатов имитационных экспериментов.

Важным шагом при проведении экспериментов с имитационной моделью является определение исходных значений параметров модели (всех ее блоков). Выбор значений параметров напрямую связан с характером исходных статистических данных, поставляющих информацию о работе моделируемой системы «как есть». Для предварительной обработки имеющихся исходных данных используются методы теории вероятностей и математической статистики. Типовые аспекты в определении исходных значений параметров блоков имитационной модели управления запасами предприятия оптовой торговли рассматриваются в параграфе 3.1 работы.

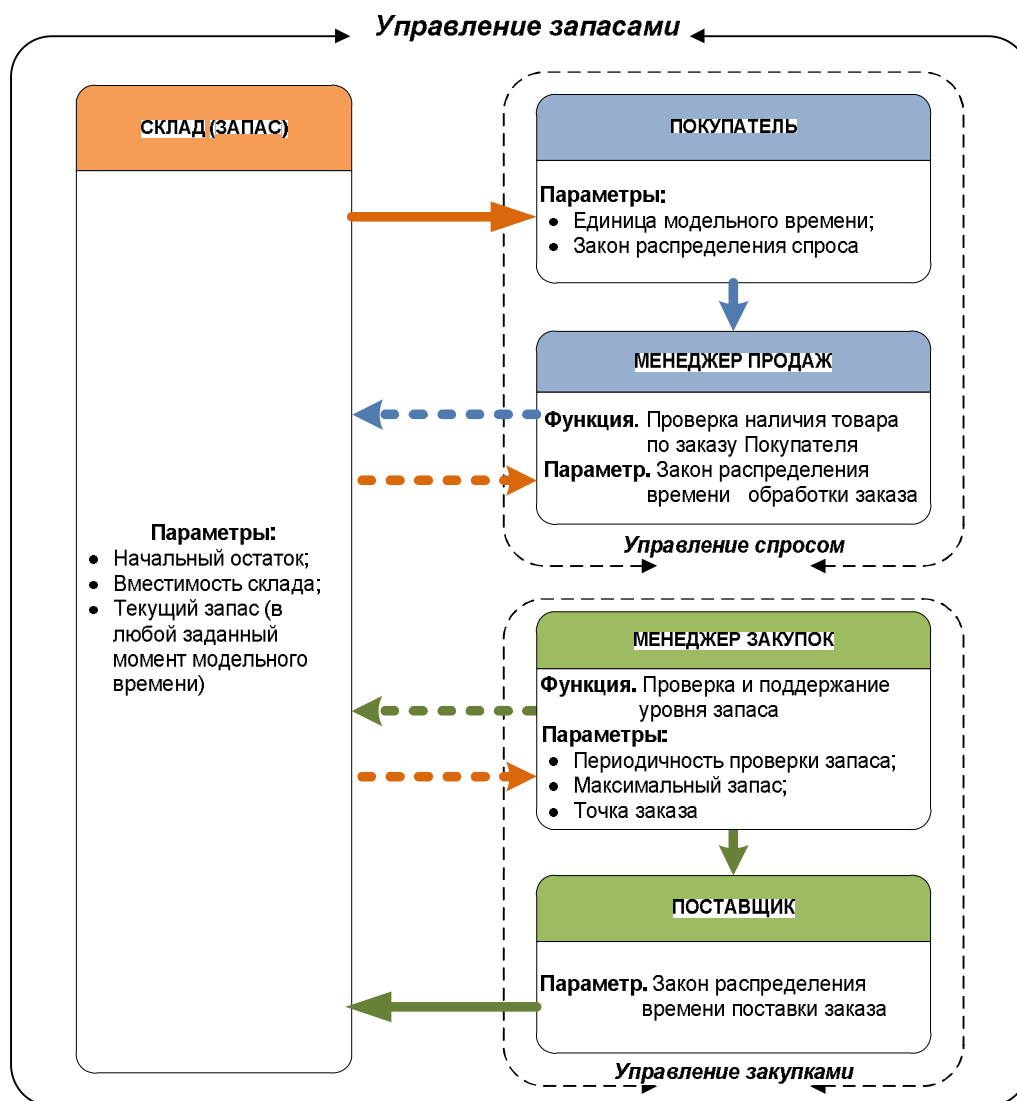


Рис. 6. Агрегированная схема имитационной модели управления запасами

Выполнение имитационных экспериментов с моделью в соответствии с установленным планом и анализ результатов имитации показали следующее. По результатам серии оптимизационных экспериментов с варьированием значения страхового запаса $Z_{стр}$ получены: оптимальное значение $Z_{стр}$, обеспечивающее бездефицитную работу оптового предприятия; оптимальное среднее значение запаса в моделируемом периоде; построены диаграмма изменения складского запаса по дням моделирования (Рис. 7) и диаграмма движения «товара в пути» со схемой размещения заказов поставщику (Рис. 8), соответствующие оптимальному решению.

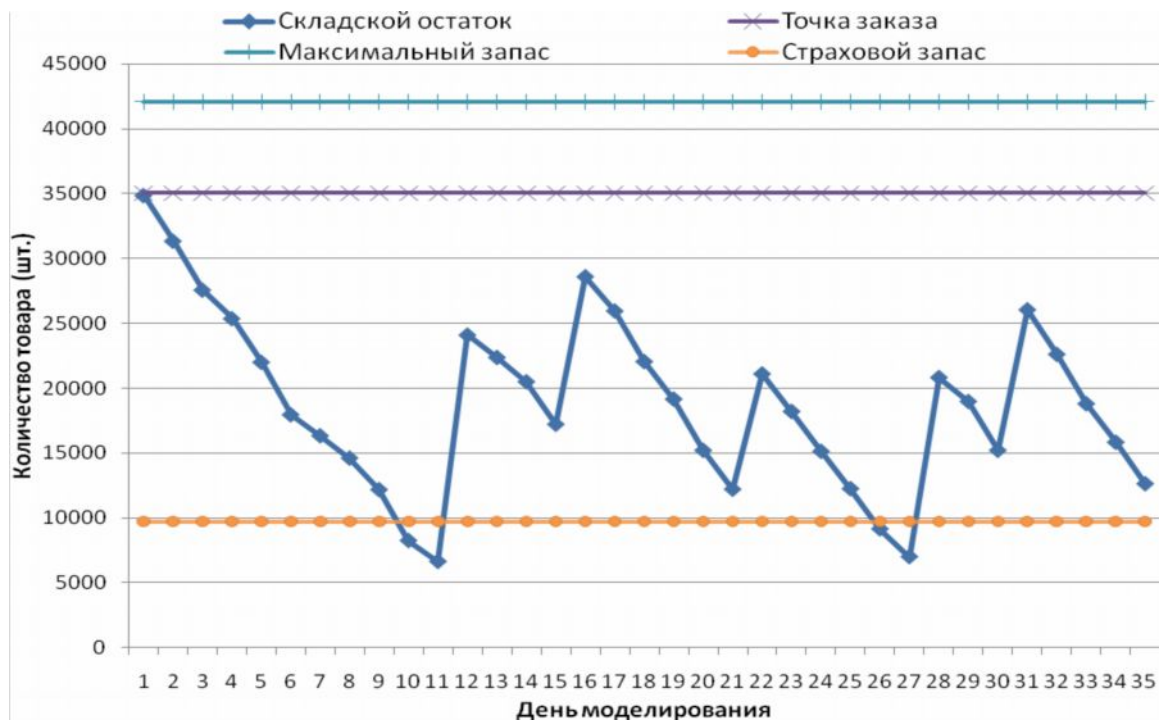


Рис. 7. График изменения уровня складского запаса по дням моделирования

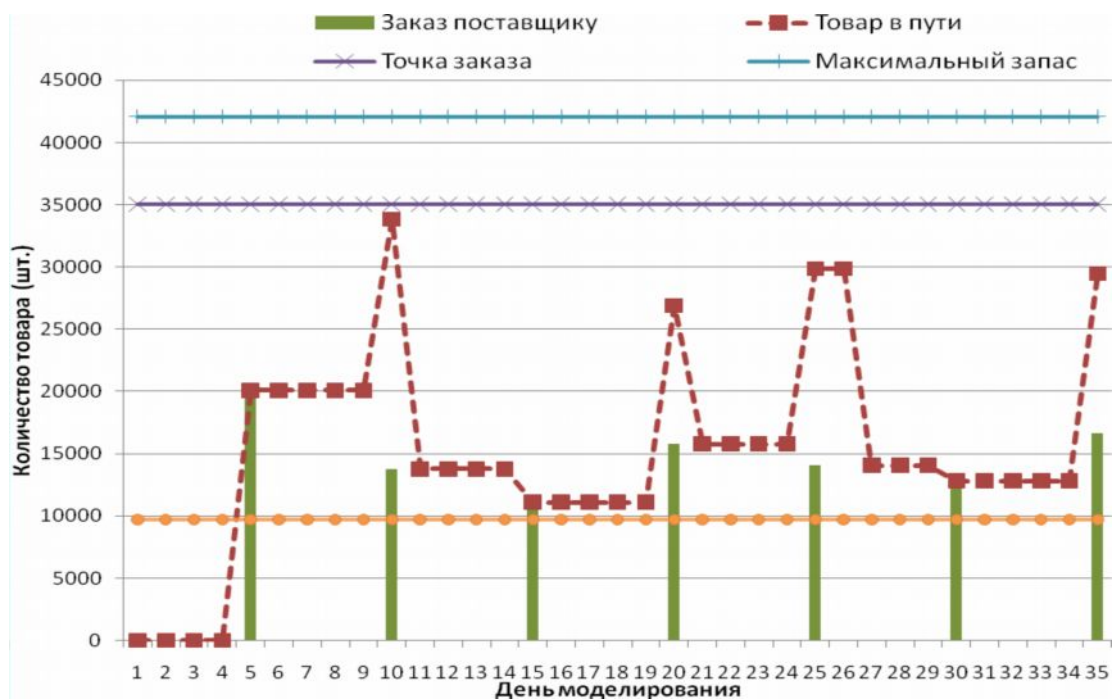


Рис. 8. Схема размещения заказов поставщику и движение «товара в пути»

В рамках научных исследований, проводимых Всероссийским заочным финансово-экономическим институтом, по теме «Разработка первой версии российского пакета имитационного комплекса моделирования (ИКМ) для экономических приложений» выполнено внедрение разработанной

имитационной модели деятельности по управлению запасами типового оптового предприятия в универсальную имитационную среду УИМ-1. В результате этой работы на основе представленной структурированной и формализованной ИМ в среде УИМ-1 создана целевая группа типовых блоков «Управление запасом», содержащая агрегированный блок «ИМ управление запасом», позволяющий имитировать динамику показателей товарного запаса. Настройка созданного типового блока на конкретные условия функционирования предприятия является исключительно параметрической, без элементов программирования.

Проделанная работа по структуризации и формализации разработанной имитационной модели деятельности по управлению запасами типового оптового предприятия и положительные результаты внедрения этой модели в имитационную среду УИМ-1 позволяют сделать вывод о пригодности созданной ИМ для ввода в различные среды, поддерживающие имитационное моделирование, в качестве типового блока (комплекса типовых блоков), предназначенного для имитации основных показателей деятельности предприятия в сфере управления запасами.

Для повышения практической значимости диссертации разработаны методические рекомендации по использованию созданной ИМ специалистами предприятий оптовой торговли для поддержки принятия решений, направленных на улучшение действующей системы управления запасами. Даны положения по сбору и обработке статистических данных, необходимых для настройки модели и ее последующей модернизации; определению и настройке исходных значений параметров ИМ; проведению имитационных экспериментов и обработке результатов моделирования.

Полученные результаты имитационного моделирования используются предприятием оптовой торговли для определения возможных периодов дефицита товара и их длительности; уточнения значений нормируемых показателей минимального и максимального складского запаса; проведения оценки результативности принятия решений о закупках; анализа возможности

снижения уровня запасов; организации рациональной системы контроля и пополнения складских запасов, а также при планировании закупок, платежей, составлении бюджетов и т.д. Использование финансовой составляющей (затраты на хранение, стоимость доставки, организационные расходы на размещение заказа) позволяет перейти к стоимостной оценке эффективности полученных в процессе моделирования альтернативных схем управления запасами.

III. ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, определенных ВАК Минобрнауки России:

1. *Зайковская Г.Г.* К вопросу о реализации имитационной модели управления запасами на примере предприятия оптовой торговли [текст] / Г.Г. Зайковская // Логистика. – 2011. – № 3. С. 20-22. (0,4 п.л.).

2. *Зайковская Г.Г.* Управление товарным запасом оптового предприятия в условиях неопределенности с использованием методов имитационного моделирования [текст] / Г.Г. Зайковская // Логистика и управление цепями поставок. – 2011. – № 1. С. 87-90. (0,3 п.л.).

3. *Зайковская Г.Г.* Решение проблемы оптимизации товарного запаса на предприятиях оптовой торговли с применением методов имитационного моделирования [текст] / Г.Г. Зайковская // Логистика. – 2010. – № 4. С. 18-20. (0,4 п.л.).

Статьи, опубликованные в других научных изданиях:

4. *Зайковская Г.Г.* Применение имитационного моделирования для поддержки принятия решений в управлении предприятиями оптовой торговли [текст] / Г.Г. Зайковская // Моделирование финансово-экономических процессов: сборник научных трудов преподавателей и аспирантов кафедры экономико-математических методов и моделей и смежных кафедр / Под ред. д-ра экон. наук В.А. Половникова. – М.: ВЗФЭИ, 2008. С. 185-192. (0,4 п.л.).

5. *Зайковская Г.Г.* Имитационное моделирование в управлении запасами предприятия оптовой торговли [текст] / Г.Г. Зайковская // Экономика, наука, образование: проблемы и пути интеграции. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию юбилею ВЗФЭИ, 26-27 октября 2010 г. Заседания секций. Том 1. Секции 1-8. – М.: ВЗФЭИ, 2011. С. 186-187. (0,2 п.л.).