

На правах рукописи

КОЗЛОВ Александр Владимирович

ЦЕЛОЧИСЛЕННЫЕ И ИГРОВЫЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ
ЗАПАСАМИ ПРОДУКЦИИ

Специальность 08.00.13 – Математические и инструментальные методы
экономики

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Санкт-Петербург – 2002

Работа выполнена на кафедре информационные системы в экономике и менеджменте Санкт-Петербургского государственного технического университета

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ

доктор экономических наук,
профессор Кузин Б.И.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ

доктор экономических наук,
профессор Тютюкин В.К.

кандидат экономических наук
профессор Лопатин В.М.

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов

Защита состоится «23» мая 2002г. в 16 часов на заседании диссертационного Совета Д 212.229.23 при Санкт-Петербургском государственном техническом университете по адресу: Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29. III уч. корпус, ауд. 506

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке СПбГТУ

Автореферат разослан « » апреля 2002г.

Ученый секретарь

диссертационного Совета

кандидат экономических наук, доцент

Сулоева С.Б.

Актуальность темы исследования.

Запасы сырья, материалов, полуфабрикатов, готовой продукции являются важнейшей и наиболее значимой частью оборотных средств, доля которых составляет от 40 до 60 процентов от стоимости имущества фирмы.

Проблемам управления оборотными средствами, их составляющими и источниками формирования уделялось значительное внимание, как в отечественной, так и в зарубежной литературе.

В отечественной литературе в условиях централизованного управления экономикой основное внимание концентрировалось на понятии, сущности и роли оборотных средств, отличии сущности оборотных средств в социалистической и капиталистической экономике, на нормировании потребностей предприятий в оборотных средствах с учетом отраслевой специфики. В то же время исследований проблем управления запасами было явно недостаточно. При этом в практике социалистического хозяйствования наблюдались значительные избытки запасов одних видов продукции и дефицит других. Во время переходного периода российской экономики запасы также не стали основным объектом исследований.

В западной литературе управление запасами исследовалось в многочисленных работах. Оно изначально рассматривалось как экономико-математическая проблема.

Вместе с тем, существующая теория и практика управления запасами находится еще на начальной стадии развития. До настоящего времени нет общей теории управления запасами, отсутствует ясное представление об истинной роли запасов. Обычно управление запасами рассматривается как изолированный процесс, несвязанный с основными задачами фирмы, не вскрывается роль запасов как фактора, который в определенной мере можно заменять капитальными вложениями в оборудование, транспортные средства, рабочую силу, информацию. Поэтому тема диссертационного исследования является актуальной и практически значимой.

Цель и задачи исследования. Цель исследования заключается в разработке математических и инструментальных методов управления запасами продукции и их применении к деятельности торговых и промышленных фирм с целью вскрытия резервов фирмы.

Для реализации поставленной цели потребовалось поставить и решить следующую совокупность задач:

- проанализировать роль оборотных средств, их главной составляющей – запасов, источников формирования этих средств в условиях рыночной экономики, исследовать взаимосвязи между ними;
- классифицировать факторы и причины возникновения запасов, установить взаимосвязи между запасами и спросом на продукцию;
- построить и исследовать модифицированные многопродуктовые целочисленные модели управления запасами продукции, определить области их применения и разработать алгоритм их реализации;
- показать возможность построения и использования матричных и биматричных игровых моделей для управления запасами продукции;
- дать экономическую интерпретацию показателей моделей;
- осуществить экспериментальные расчеты по предложенным многопродуктовым моделям (целочисленной и игровой) на основе данных компании, занимающейся реализацией обуви «Народный магазин-склад»;

Объектом исследования являются процессы управления запасами в условиях детерминированного и неопределенного спроса на продукцию фирмы.

Предметом исследования являются математические и инструментальные методы управления запасами продукции.

Методологическую и теоретическую базу исследования составляют: теория управления запасами, линейное программирование, теория игр и системный анализ.

Информационной базой являются отчетные материалы ОАО «Светлана», торговой компании «Народный магазин – склад».

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Разработаны модифицированные целочисленные модели управления запасами продукции, учитывающие потребность в финансовых вложениях в запасы и предпочтительность целочисленных значений числа заказов на закупки и производство продукции, определены области их использования.
2. Разработаны алгоритмы, основывающиеся на последовательном выборе числа заказов по установленным соотношениям затрат на выполнение заказов и хранение запасов, при условии наиболее полного использования вложений в запасы.
3. Установлены аналитические взаимосвязи стоимостных показателей модели, оценивающие влияние ошибки информации на число заказов и позволяющие оценить устойчивость показателей фирмы.
4. Разработаны однопродуктовая и многопродуктовая матричные игровые модели управления запасами, учитывающие противоположные интересы игроков. Для однопродуктовой модели установлены аналитические взаимосвязи между прибылью и затратами, возникающими из-за избытка и дефицита продукции, при которых игра реализуется в интервальных чистых стратегиях.
5. Разработаны многопродуктовые биматричные модели управления запасами с различными интересами игроков, определены области использования этих моделей.

Практическая значимость исследования заключается в том, что проведенные исследования доведены до практических моделей и алгоритмов, реализованных с помощью программных приложений, в результате чего появляется возможность дать количественное обоснование размеров партий заказов, повышается скорость и достоверность расчетов.

Апробация результатов исследования. По теме диссертации автором опубликовано 4 печатные работы. Основные результаты исследования были представлены в докладах на VI Международной научно-практической конференции «Интеграция экономики в систему мирохозяйственных связей» и XXX Юбилейной неделе науки СПбГТУ, научной конференции студентов и аспирантов.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка использованной литературы и приложения. Общий объем работы 143 страницы.

Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель и задачи исследования, предмет и объект исследования, обосновывается научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе «Оборотные средства - важнейшая часть имущества фирмы» исследуется роль и структура оборотных средств, рассматриваются виды достигаемого эффекта от ускорения оборачиваемости оборотных средств, анализируются взаимосвязи оборотных средств с источниками их формирования. Систематизируются факторы, способствующие созданию запасов, и устанавливаются причины их возникновения. Определяются взаимосвязи между спросом на продукцию и запасами.

Во второй главе «Модифицированные целочисленные модели управления запасами продукции» рассмотрена исходная модель управления запасами, осуществлена ее модификация. Определены области использования модифицированной модели, разработан алгоритм реализации, проведено исследование и приведен пример реализации полученной модели.

В третьей главе «Игровые модели управления запасами продукции» разработаны и исследованы однопродуктовая и многопродуктовые игровые модели, позволяющие осуществлять управление запасами продукции в условиях противоположных и различных интересов субъектов игры, определены области использования и приведены примеры реализации моделей.

В четвертой главе «Экспериментальная реализация моделей и алгоритмов управления запасами продукции» описана организационно-производственная структура компании, занимающейся реализацией обуви, «Народный магазин – склад», представлена информация, на основе которой осуществлен экспериментальный расчет по модифицированной целочисленной и матричной игровой моделям управления запасами продукции. Проведен анализ полученных результатов.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты работы.

В приложениях приведены алгоритмы реализации многопродуктовых целочисленной и матричной игровой моделей управления запасами продукции средствами MS Excel 8.0 и VBA.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Запасы – основная составляющая часть оборотных средств, проблемы управления запасами продукции.

В рыночной экономике роль оборотных средств, в том числе запасов, возрастает, они становятся важнейшим ресурсом снижения затрат, увеличения выпуска продукции и повышения прибыли фирмы. Приводятся формулы расчета эффекта от ускорения оборачиваемости оборотных средств. Аналитически и на отчетных данных ОАО «Светлана» исследованы взаимосвязи оборотных средств в запасах, расчетах и убытках с источниками их формирования – собственным капиталом в обороте и заемными средствами в виде краткосрочных пассивов, показана их тесная корреляционная связь.

Выделены для дальнейшего исследования запасы как основная часть оборотных средств, играющая наиболее существенную роль в повышении эффективности производства. Установлены факторы возникновения запасов, которые объединяются в три причины: первая – невозможность точного прогнозирования спроса, вторая – эффект концентрации и третья – ограниченность возможностей поставщика.

Определены проблемы управления запасами, решение которых предлагается осуществлять с помощью экономико-математических методов:

- расчет оптимального размера партии заказа или портфеля заказов;
- установление равновесных цен на продукцию фирмы;
- выбор оптимального набора фирм поставщиков продукции.

При решении этих проблем исходной предпосылкой является учет спроса на продукцию фирмы, который может быть детерминированным (известны объемы спроса на каждый вид продукции), вероятностным (установлены статистические зависимости, по которым изменяются объемы спроса на каждый вид продукции), частично неопределенным (известен лишь общий объем спроса) и полностью неопределенным. Степень изученности спроса должна отражаться в моделях управления запасами продукции.

Для управления запасами предложена система показателей, характеризующих спрос на продукцию, затраты и результаты деятельности фирмы. Это затраты на выполнение заказа, затраты на хранение запасов, затраты вследствие дефицита товара, показатели достаточности запасов для удовлетворения спроса, показатели прибыли и рентабельности.

2. Модифицированные целочисленные модели управления запасами продукции и алгоритмы их реализации.

Исходная модель управления запасами имеет вид

$$f(n) = \sum_{i=1}^m \left(\frac{s_i N_i}{n_i} + \frac{pc_i n_i}{2} \right) \rightarrow \min;$$

$$n_i \geq 0,$$

где n_i – искомый размер партии заказа i – го вида продукции; c_i – цена единицы i – го вида продукции; s_i – затраты на выполнение заказа (или за период) по i – му виду продукции; N_i – объем спроса на i – й вид продукции за плановый период; p – затраты на хранение запасов, выраженные как доля закупочной цены.

Целевая функция характеризует переменные затраты на выполнение заказов и хранение запасов.

Решением модели является оптимальный размер заказа, получаемый как

$$\frac{df}{dn} = -\sum_{i=1}^m \frac{s_i N_i}{n_i^2} + \sum_{i=1}^m \frac{pc_i}{2} = 0, \quad n^* = \sqrt{\frac{2s_i N_i}{pc_i}}$$

Рассчитанный на основе реализации модели оптимальный размер партии заказа округляется в сторону уменьшения или увеличения до удобного для управления размера заказа, минимизирующего общие затраты на выполнение заказов и хранение запасов.

Усложнение модели осуществляется путем включения в модель дополнительных ограничений. Наиболее важным ограничением в условиях рыночной экономики становится ограничение на допустимый размер капитала (K), которым располагает фирма для вложения в запасы:

$$r \sum_{i=1}^m c_i n_i \leq K,$$

где r – множитель, характеризующий неодновременность пополнения запасов ($0 < r \leq 1$).

Особое значение приобретает удобство в организации выполнения заказов во времени. С учетом этого требования число заказов должно быть целым и удобным. Например, если плановый период $T=24$ дням, то число заказов l_i может быть равным 1,2,4,...,24. Оно определяет периодичности чередования заказов во времени R_i , равные 24,12,...,1 дням ($n_i=N_i/l_i$).

При таких ограничениях модель приобретает вид:

$$f(l) = \sum_{i=1}^m (s_i l_i + \frac{pc_i N_i}{2l_i}) \rightarrow \min; \quad (1)$$

$$r \sum_{i=1}^m \frac{c_i N_i}{l_i} \leq K; \quad (2)$$

$$l_i = \{1,2,4 \text{ и т.д.}\} \quad (3)$$

где l_i – искомое допустимое число заказов продукции i за период T .

Эта модель наиболее адекватно отражает важнейшие стороны финансово-хозяйственной деятельности торговых фирм, занимающихся закупкой и реализацией продукции.

Дальнейшим и целесообразным расширением модели (1) – (3) является включение в целевую функцию (1) учета возможности одновременности производства продукции для пополнения запасов и удовлетворения спроса. Расширенная целевая функция имеет вид:

$$f(l) = \sum_{i=1}^m (s_i l_i + \frac{N_i c_i p}{2l_i} (1 - \frac{w_i}{v_i})) \rightarrow \min; \quad (4)$$

где v_i, w_i – соответственно интенсивности выпуска и объем сбыта продукции i , ед/сутки.

Модель (4),(2),(3) может быть использована в промышленных фирмах, в которых готовая продукция хранится на складах, и торговых фирмах, которые занимаются доработкой продукции перед ее реализацией.

Возможно дальнейшее расширение модели за счет включения в целевую функцию и систему ограничений дополнительных параметров, однако это усложнит решение задачи.

Для решения сформулированных задач разработан алгоритм, который в общем виде состоит в построении последовательности чисел

$$\frac{A}{l_i^1 l_i^2} < \frac{A}{l_i^2 l_i^3} < \dots < \frac{A}{l_i^u l_i^{u+1}},$$

$$(l_i^1 > l_i^2 > l_i^3 > \dots > l_i^{u+1})$$

и отыскании в этом ряду чисел $\frac{A}{l_i^{k-1} l_i^k}$ и $\frac{A}{l_i^k l_i^{k+1}}$, удовлетворяющих условиям:

$$\frac{A}{l_i^{k-1} l_i^k} \leq \frac{2s_i}{c_i N_i} \leq \frac{A}{l_i^k l_i^{k+1}} \quad \text{и} \quad K - r \sum_{i=1}^m \frac{c_i N_i}{l_i} \rightarrow \min,$$

при поиске решения задачи (1)-(3) и условиям:

$$\frac{A}{l_i^{k-1} l_i^k} \leq \frac{2s_i}{c_i N_i (1 - \frac{w_i}{v_i})} \leq \frac{A}{l_i^k l_i^{k+1}}, \quad \text{и} \quad K - r \sum_{i=1}^m \frac{c_i N_i}{l_i} (1 - \frac{w_i}{v_i}) \rightarrow \min$$

при поиске решения задачи (4),(2),(3).

В принятых обозначениях $A = p - 2\lambda r$, λ – множитель Лагранжа, отрицательная величина.

Вследствие ограничения, накладываемого на размер капитала, затраты на хранение запасов увеличиваются с величины p до $p-2\lambda r$.

3. Анализ модифицированной целочисленной модели управления запасами продукции торговой фирмы

1. Определено влияние ошибки информации на число закупок и общие затраты на закупки продукции и хранение запасов.

Оптимальная стоимость заказа рассчитывается как

$$C_i = c_i n_i^* = c_i \frac{N_i}{l_i^*} = \sqrt{\frac{2N_i c_i s_i}{A}} \quad \text{или} \quad C_i^2 = \frac{2N_i c_i s_i}{A}$$

Параметр A , определяющий устойчивое решение (в силу целочисленности l_i), находится в интервале $\underline{A} \leq A \leq \bar{A}$. Следовательно, оптимальное число заказов сохраняется при изменениях s_i , c_i , p в границах:

$$\begin{aligned} \frac{C_i^2 \underline{A}}{2N_i c_i} &\leq s_i \leq \frac{C_i^2 \bar{A}}{2N_i c_i} ; \\ \frac{C_i^2 \underline{A}}{2s_i N_i} &\leq c_i \leq \frac{C_i^2 \bar{A}}{2s_i N_i} ; \\ \frac{C_i^2 \underline{\lambda} + 2N_i c_i s_i}{C_i^2} &\leq p \leq \frac{C_i^2 \bar{\lambda} + 2N_i c_i s_i}{C_i^2} \end{aligned}$$

2. Установлена взаимосвязь объема сбыта продукции с затратами на управление запасами.

Зная себестоимость выполнения заказа, можно путем введения надбавки a , измеряемой в процентах, оценить общий объем сбыта продукции i -го вида, который равен $V_i = c_i N_i (1 + a)$.

Отношение величины сбыта к затратам на управление запасами равно:

$$\frac{V_i}{C_i} = \frac{c_i N_i (1 + a)}{c_i n_i} = (1 + a) l_i.$$

Если предположить, что объем сбыта планируется увеличить до $2N_i$, то размер партии n_i при оптимальном числе заказов увеличится в $\sqrt{2}$ раз. Тогда

$$\left(\frac{V_i}{C_i} \right)_{2N_i} = (1 + a) \cdot \frac{2N_i}{\sqrt{2} n_i} = (1 + a) l_i \sqrt{2}$$

Эта зависимость показывает вклад каждого рубля затрат в запасы на увеличение объема сбыта - каждый рубль затрат в управлении запасами увеличивает сбыт продукции на $\sqrt{2} = 1,4$, т.е. на 40 %.

4. Управление запасами продукции на основе игровых моделей.

Сложные взаимосвязи всех фаз производственного и сбытового процессов, постоянная изменчивость производства и сбыта, инфляционные процессы приводят к тому, что весьма трудно получить надежную статистическую информацию и установить статистические закономерности. Матричные и биматричные игры являются методами, наиболее адекватно отражающими неопределенность информации и несовпадающие интересы участников рынка. Матричные игры используются, когда участники игры имеют противоположные интересы. Одним из участников матричной игры часто может являться непознанная «природа», под которой понимается, например, покупательский спрос. Считается, что непознанная «природа» стремится противодействовать другой стороне. Биматричные игры используются, когда интересы участников игры не прямо противоположные, а различные.

Первоначально в работе исследуется однопродуктовая матричная игра. Для нее в общем виде представлена платежная матрица, в которой в качестве игрока *I* выступает фирма, которая закупает (производит) продукцию, игрока *II* – спрос на продукцию. Число стратегий закупок (производства) и спроса совпадает, их число определяется субъективными интересами ЛПР проводить более или менее детальный анализ состояния возможностей фирмы. Полезностью производства считается прибыль с учетом затрат на хранение запасов или дефицита продукции. Построена платежная матрица игры, проведены преобразования матрицы, которые позволяют в явном виде рассчитать параметры модели. С целью упрощения игры число стратегий закупок (производства) и сбыта доведено до трех стратегий, характеризующих минимальный, наиболее вероятный и максимальный объемы закупок (производства) и спроса. В этом случае платежная матрица имеет вид:

$$H = \begin{pmatrix} \Pi_1 & \Pi_1 - d & \Pi_1 - 2d \\ (\Pi_1 + r) - p & \Pi_1 + r & (\Pi_1 + r) - d \\ (\Pi_1 + 2r) - 2p & (\Pi_1 + 2r) - p & \Pi_1 + 2r \end{pmatrix},$$

где $d = \Delta ND_1$; $p = \Delta NP_1$; $r = \Delta N\Pi_1$, Π_1 – прибыль за единицу продукции, P_1 – затраты на хранение единицы продукции, D_1 – затраты, вследствие дефицита единицы продукции, ΔN – заданный шаг изменения объема закупок (производства) продукции.

Проведено исследование платежной матрицы для различных сочетаний параметров r , p , d , выявлены сочетания, при которых игра реализуется в интервальных чистых стратегиях и обеспечивается равновесие закупок (производства) и спроса.

Затем исследуется многопродуктовая игровая модель управления запасами фирмы, которая закупает (производит) несколько видов продукции, принадлежащих к одной номенклатурной группе. При построении матричной игровой модели предлагается исходить из следующих предпосылок:

1. Фирма (игрок II) заинтересована в минимизации затрат на закупки (производство) и хранение запасов, спрос на отдельные виды продукции (игрок I) неизвестен, его интересы как игрока - максимизировать общие затраты.

2. Общий объем закупок (производства) определяется из размера наличного капитала (K), которым располагает фирма, т.е. из соотношения $rcN/l \leq K$, где r – нормировочный множитель, характеризующий неодновременность пополнения запасов ($0 < r \leq l$); c – средняя цена единицы продукции; l – среднее число заказов партии продукции, N – общий объем закупки (производства) продукции.

3. Исходными параметрами игровой модели являются величины K , r , а также N , c , l .

4. Искомыми параметрами являются число l_i и объемы заказов по каждому виду продукции N_i , объемы капитала K_i , выделяемого для вложения в запасы по каждому виду продукции.

Платежная матрица игры имеет вид:

$$H = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1n} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{m1} & h_{m2} & \dots & h_{mn} \end{pmatrix} \quad (7)$$

где параметр h_{ij} рассчитывается по формуле $h_{ij} = s_i l_{ij} + \frac{pc_i N}{2l_{ij}}$.

Матрицу H можно рассматривать как платежную матрицу парной антагонистической игры, ее строки – как чистые стратегии рыночного спроса, а столбцы – чистые стратегии фирмы.

Для реализации игры составляется пара двойственных задач:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^m x_i \rightarrow \min; \\ \sum_{i=1}^m h_{ij} x_i \geq 1; \quad j = \overline{1, n}; \\ x_i \geq 0, \quad i = \overline{1, m}. \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n y_j \rightarrow \max; \\ \sum_{j=1}^n h_{ij} y_j \leq 1, \quad i = \overline{1, m}; \\ y_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}. \end{array} \right.$$

В принятых обозначениях $x_i = \frac{u_i}{v}$, $y_j = \frac{z_j}{v}$, $\sum_{i=1}^m u_i = 1$, $\sum_{j=1}^n z_j = 1$, $U = (u_1, u_2, \dots, u_m)$

и $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$ – соответственно смешанные стратегии спроса и фирмы, v – цена игры.

Решение задач позволяет получить оптимальный план $X^* = (x_1^*, \dots, x_m^*)$ и соответственно смешанную стратегию для игрока I (спрос) $U^* = (u_1^*, \dots, u_m^*)$, оптимальный план $Y^* = (y_1^*, \dots, y_n^*)$, и соответственно стратегию для игрока II (фирмы) $Z^* = (z_1^*, \dots, z_n^*)$.

Оптимальные стратегии U^* , Z^* и цена игры v определяются по известным в теории игр формулам расчета этих параметров. На основе реализации игры рассчитываются оптимальные объемы закупок (производства), оптимальные объемы и размеры заказов по формулам: $K_i = c_i N_i$,

$$N_i = Nu_i^*, \quad N_{ij} = Nu_i^* z_j^*, \quad n_{ij} = \frac{Nu_i^* z_j^*}{l_j^*}.$$

Рассмотрена ситуация в управлении запасами продукции, когда интересы сторон не противоположные, а различные. Например, закупочная фирма заинтересована как в максимизации прибыли, так и в минимизации затрат на хранение запасов, т.е. ее интересы представлены двумя целевыми функциями. Для согласования интересов предлагается использовать биматричные игры. Считается, что одна сторона (игрок I) стремится к максимизации прибыли, другая (игрок II) к минимизации затрат на закупку продукции. Биматричная игра, отражающая интересы сторон, представляется в виде двух диагональных матриц:

$$P = \begin{pmatrix} P_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & P_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & P_n \end{pmatrix}; \quad C = \begin{pmatrix} c_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & c_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & c_n \end{pmatrix}, \quad (8)$$

где P_i, c_i – соответственно прибыль и затраты на единицу закупаемой фирмой продукции i – го наименования ($i = \overline{1, n}$).

Эти матрицы являются квадратными, их порядок равен числу альтернатив (видов продукции). Содержательным смыслом наделены лишь те ситуации, в которых игроки выбирают одноименные стратегии, разноименные стратегии выбраны быть не могут. Эта биматричная игра не имеет равновесия в чистых стратегиях, однако, имеет ситуацию равновесия в смешанных стратегиях.

Решение игры может быть найдено на основании алгоритма, предложенного Муленом Э. Если в качестве приоритетного критерия формирования портфеля выпускаемых изделий фирма выбирает максимизацию прибыли, то оптимальная смешанная стратегия игрока I $\lambda^* = (\lambda_1^*, \lambda_2^* \dots, \lambda_n^*)$

определяется по формулам $v_2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{c_i}}$, $\lambda_i^* = v_2 \cdot \frac{1}{c_i}$, т.е. оптимальная смешанная

стратегия игрока I находится как решение задачи игрока II .

Для игрока I потенциальная прибыль портфеля заказов составит $\Pi = \sum_{i=1}^n \Pi_i \lambda_i^*$, затраты на приобретение заказов $C = \sum_{i=1}^n c_i \lambda_i^*$, распределение денежных средств $K_i = K \lambda_i^*$, где K – допустимый объем денежных средств, выделяемых фирмой для закупки продукции.

Если по каким-то соображениям приоритетной признана задача минимизации затрат, то оптимальная стратегия игрока II находится по формулам $v_1 = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{\Pi_j}}$, $z_j^* = v_1 \cdot \frac{1}{\Pi_j}$, потенциальная прибыль портфеля составит

$$\Pi = \sum_{j=1}^n \Pi_j z_j^*, \text{ затраты } - C = \sum_{j=1}^n c_j z_j^*.$$

Особенностью биматричных моделей является то, что они обеспечивают значения неизвестных $\lambda_i^* > 0$, что возлагает большую ответственность на ЛПР при включении в модель альтернатив поведения игроков, а так же выполнение равенств $\lambda_1^* c_1 = \lambda_2^* c_2 = \dots = \lambda_n^* c_n$ и $z_1^* \Pi_1 = z_2^* \Pi_2 = \dots = z_n^* \Pi_n$ при выборе в качестве приоритетного критерия максимизации прибыли и минимизации затрат на хранение продукции соответственно.

В диссертации предлагается использовать данные соотношения для определения равновесных реализационных и закупочных цен на продукцию фирм, занимающихся посреднической деятельностью.

Если предположить, что объемы закупаемой и продаваемой фирмой продукции (N_i) известны, определены цены реализации продукции и допустимый уровень рентабельности (R), то платежные матрицы игроков будут иметь вид:

$$C = \begin{pmatrix} C_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & C_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & C_n \end{pmatrix}; \quad X = \begin{pmatrix} x_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & x_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & x_n \end{pmatrix}$$

где C_i, x_i – соответственно цена реализации и закупки продукции.

Решение системы уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i C_i}{\sum_{i=1}^n N_i} = R, \\ \lambda_1 x_1 = \lambda_2 x_2 = \dots = \lambda_n x_n \end{cases}$$

где $\lambda_i = \frac{N_i}{\sum_{i=1}^n N_i}$, позволяет получить равновесные закупочные цены на продукцию.

Биматричный подход использован также для выбора поставщика продукции. Технические и экономические возможности поставщика обычно характеризуются системой разнородных показателей, соизмерение которых предлагается осуществлять на основе рейтинга фирм-поставщиков продукции. Тогда матрицы биматричной однопродуктовой игры будут иметь вид, аналогичный (8), однако их экономическое содержание будет другим. Параметр Π_i будет характеризовать рейтинг i -ой фирмы поставщика, параметр c_i – затраты на хранение запаса i -ой фирмы, которые зависят от закупочной цены, затрат на транспортировку продукции и др.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Классифицированы факторы и причины возникновения запасов, определены основные проблемы управления запасами.
2. Построены и исследованы модифицированные многопродуктовые целочисленные модели управления запасами продукции, определены области их применения и разработаны алгоритмы их реализации.
3. Установлены аналитические взаимосвязи, оценивающие влияние ошибки информации на число заказов и взаимосвязи объема сбыта продукции и затрат на управления запасами.
4. Показана возможность построения и использования матричных моделей для управления запасами продукции. Для однопродуктовой модели установлены аналитические взаимосвязи прибыли, затрат от избытка и дефицита

продукции, при которых игра реализуется в интервальных чистых стратегиях.

5. Разработана биматричная модель управления запасами с различными интересами игроков: максимизация прибыли и минимизация затрат на управление запасами. Дана экономическая интерпретация модели, показана возможность использования биматричных моделей для реализации других проблем управления запасами: установления равновесных цен на покупаемые и продаваемые товары, выбора оптимального набора поставщиков продукции.
6. Для детерминированной целочисленной и матричной игровой моделей управления запасами разработан в MS Excel 8.0 с помощью VBA программный продукт, произведены экспериментальные расчеты на материалах обувной компании “Народный магазин – склад”

По теме диссертационного исследования опубликовано 4 печатные работы:

1. Козлов А.В. Теория игр как один из методов управления выпуском продукции фирмы в рыночной экономике // Интеграция экономики в систему мирохозяйственных связей: Труды VI Международной научно-практической конференции, - СПб.: Нестор, 2001-С.200-201.
2. Козлов А.В. Новый подход к реализации многопродуктовой детерминированной модели управления запасами // XXX Юбилейная неделя науки СПбГТУ: Материалы межвузовской научной конференции. Часть IX, - СПб.: СПбГТУ, 2002 – С70-71.
3. Козлов А.В. Биматричные игровые модели формирования заказов на продукцию фирмы // Современные аспекты экономики.-2002- №3(16)-С.7-11.
4. Козлов А.В. Однопродуктовая игровая модель управления запасами готовой продукции // Экономические реформы в России: Сборник трудов, - СПб.: СПбГТУ, 2002.