

Ефимов В.В.,
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Управление качеством»
Ульяновского государственного технического университета

Кашкирова И.А.,
аспирант кафедры «Управление качеством» Ульяновского государственного
технического университета

Решение конфликтов в логистических системах с использованием инструментов теории игр

В статье рассмотрены основные способы решения конфликтов в логистических системах и предложен способ решения противоречий с применением методологии компромисса, рассмотренный на конкретном примере действующего предприятия текстильной промышленности с применением инструментов теории игр.

Ключевые слова: логистическая система, конфликты, компромисс, теория игр.

Логистические системы все более широко применяются в практике деятельности предприятий и являются одним из наиболее важных элементов логистики. Основными свойствами системы являются [1]:

- целостность и членимость;
- взаимосвязь элементов системы в рамках внутрипроизводственных отношений;
- структурированность;
- эмерджентность (способность адаптироваться к изменяющимся условиям внешней среды);
- сложность;
- иерархичность.

Многие отечественные действующие системы не удовлетворяют этим свойствам в связи с фрагментарным характером распределения логистических функций, что приводит к тому, что каждое звено системы преследует свои локальные цели и не учитывает общие цели функционирования логистической системы. Различие в целях системы и ее подразделений является источником конфликтов (противоречий) между звеньями, т.к. отдельные функции звеньев реализуются в рамках определенной организационной структуры.

Очевидно, что руководители подразделений предприятия должны прежде всего ориентироваться на достижение своих локальных целей, а затем и целей логистической системы предприятия в целом, заключающихся в удовлетворении потребностей внутренних и внешних потребителей. Но для этого недостаточно просто осуществлять обмен информацией между сотрудниками подразделений; они должны совместно разработать и осуществлять логистическое обслуживание. От уровня их организационного

взаимодействия зависят уровни конфликтов. Наиболее часто встречающиеся конфликты условно можно подразделить на:

- внутриорганизационные;
- внутриличностные;
- межличностные;
- межгрупповые;
- между личностью и группой;
- между разными организациями.

В социальной психологии принято выделять три способа разрешения конфликта:

- 1) изоляция, когда запрещается соприкосновение враждующих сторон;
- 2) компромисс;
- 3) элиминация, имеющая целью устранение, уничтожение противника.

Наиболее конструктивной и экономичной формой разрешения противоречий является компромисс.

Экономические компромиссы – категория, применяемая в процессе решения по комплексу вопросов предпринимательской деятельности. Она выражается в расчетах, отражающих интересы как различных подразделений фирм, так и всех фирм – участниц логистического процесса. Однако когда принятие решений находится под воздействием большого числа переменных, гармонизация интересов достигается не путем расчетов, а сравнением качественных характеристик деятельности фирм.

Методология компромисса может быть эффективной для использования в логистической деятельности предприятий. Устранить противоречия между отдельными подразделениями логистической системы можно, используя следующие процедуры:

- построить дерево целей каждого подразделения;
- выявить те фрагменты деревьев целей, которые не реализованы на практике;
- спроектировать и создать общие средства, реализующие цели.

Таковыми средствами могут быть, например, дополнительная должность работника, осуществляющего отсутствовавшие ранее, но необходимые функции (информационные, снабженческие, управленческие, производственные), или дополнительные подразделения или иная система, в частности, новая технология или новая управленческая структура.

Само существование экономической организации предполагает, что у нее есть некоторые цели и мотивы жизнедеятельности. Процесс формирования целей может быть организован в виде построения дерева целей. Сначала формируется генеральная цель – цель 0-го уровня, а затем последовательно цели более низких иерархических уровней, «раскрывающие» непосредственно предшествующие им цели более высокого иерархического уровня.

Оценить степень достижения цели можно лишь с помощью соответствующего критерия. Критерий должен, с одной стороны, адекватно отражать степень достижения цели (все основные аспекты), а с другой

стороны, быть измеримым. В частности, это может быть количественный показатель, характеризующий экономическую эффективность деятельности предприятия; это может быть критерий, позволяющий использовать для получения количественной оценки качественную оценку состояния объекта; это может быть информация, позволяющая проранжировать состояние объекта предпочтительности. В то же время критерий должен позволять оценивать именно степень достижения цели, к которой стремится организация.

Степень достижения каждой цели определяется в соответствии с выбранными критериями и сформированными для каждого критерия шкалы. Кроме того, отдельные цели имеют разную важность для организации в определенный момент, поэтому кроме системы критериев и определения их уровня необходимо разработать систему коэффициентов, позволяющих оценить сравнительную важность различных целей.

Принятие решений в конфликтной ситуации затрудняется из-за неопределенности поведения противника. Известно, что противник сознательно стремится предпринять наиболее выгодные для себя действия, обеспечивающие наибольший успех. При этом неизвестно, в какой мере противник умеет оценить обстановку и возможные последствия, как он оценивает способности противоположной стороны, возможности и намерения. Обе стороны конфликта не могут точно предсказать взаимные действия. Несмотря на такую неопределенность, принимать решения приходится каждой стороне конфликта.

Обоснование принятия оптимальных решений в конфликтных ситуациях привело к необходимости поиска методов, позволяющих обоснованно и оптимально разрешать возникающие противоречия. В настоящее время разработаны теория игр и специальные математические методы, предназначенные для обоснования решений в условиях неопределенности. В некоторых, наиболее простых случаях эти методы позволяют найти множество решений и выбрать из них оптимальное. В более сложных случаях эти методы дают вспомогательный материал, позволяющий глубже разобраться в сущности явлений и оценить каждое из возможных решений с различных точек зрения, взвесить его преимущества и недостатки и в конечном счете принять решение, близкое к оптимальному [1-6].

Теория игр – это математическая теория конфликтных ситуаций [2, 3]. Основными ограничениями этой теории являются предположение о полной («идеальной») разумности противника и принятие при разрешении конфликта наиболее осторожного «перестраховочного» решения.

Игровая модель позволяет выяснить, в каком направлении развития участники игры могут проиграть, причем ее участники имеют возможность в любой момент приостановить свое участие и воздействовать на механизм развития коммерческого процесса, изменять его в ту или иную сторону, многократно просматривая возможные варианты исходов игры. Поэтому время игры и личный успех каждого из участников определяется уровнем его

профессиональной подготовленности. Здесь сказываются не только опыт и интуиция, но и знание современных методов анализа.

Игровой процесс включает следующую последовательность операций.

1. Выбирается объект оценки качеств – логистический процесс, в ходе которого наблюдаются конфликты между подразделениями предприятия.

2. Формируются критерии оптимальности тех или иных решений, которые будут рассматриваться в игре.

3. Формируется множество стратегий игроков в игре.

4. Выбирается модель решения игровой задачи и формируется матрица стратегий игроков.

5. Выбирается область возможных решений конфликтных ситуаций.

6. Находится оптимальная стратегия для каждого подразделения логистической системы.

7. Подводятся итоги.

Рассмотрим игровую модель решения конфликта на примере предприятия текстильной промышленности – ООО «Номтекс». При определении параметров управления запасами возникают конфликты между отделом закупок, транспортным и складским хозяйством. Содержание этого конфликта сводится к тому, что служба закупок стремится минимизировать стоимость закупки путем покупки крупных партий ресурсов, стремясь получить скидки и льготные условия поставки, а также для установления благоприятных отношений с поставщиком. Транспортный отдел также стремится максимизировать объем закупаемой партии, т.к. ему выгодно сократить количество рейсов и максимально использовать транспортные средства по грузоподъемности. Однако складское хозяйство имеет ограничения по мощности складов и старается сократить издержки, связанные с хранением материально-технических ресурсов за счет закупки более мелких партий сырья, что может привести к увеличению рейсов транспортных средств и снижает дополнительный эффект от получения скидок. Наглядно содержание конфликта представлено на рис. 1.

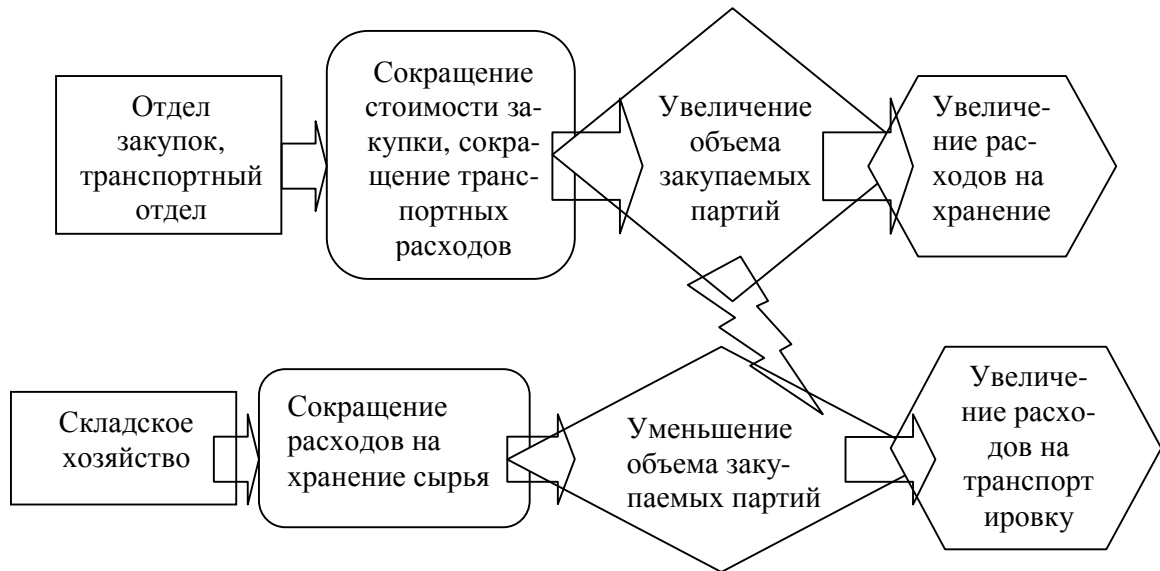


Рис. 1. Содержание конфликта между транспортной службой и складским хозяйством предприятия

Основной целью закупки является снижение издержек предприятия, включая стоимость закупки и логистические издержки по созданию запасов и транспортировку. Имеющиеся системы управления запасами предполагают оптимизацию параметров системы управления запасами при неизменных условиях функционирования предприятия во внешней среде. Однако в реальных условиях деятельности предприятие сталкивается с изменением условий поставки и функционирования системы во внешней среде, связанными с изменением спроса на продукцию, цен на сырье и материалы, транспортных издержек, что приводит к изменению параметров системы управления запасами. Кроме того, меняются условия взаимодействия с поставщиками, что также трудно учесть при использовании имеющихся методик.

Поэтому мы предлагаем использовать инструментальной теории игр с тем, чтобы выбрать оптимальную стратегию деятельности предприятия в условиях изменения параметров внешней среды. Применение инструментов теории игр дает возможность учесть наиболее вероятные изменения состояния внешней среды и с учетом этих изменений выбрать наиболее выгодную стратегию поведения, минимизирующую издержки.

При решении конфликта, возникающего при определении параметров управления запасами сторонами конфликта являются транспортное хозяйство, стремящееся минимизировать издержки по транспортировке материальных ресурсов и складское хозяйство, стремящееся снизить издержки по хранению запасами.

Основное требование системы можно выразить следующим образом:

$$C_u = C_z + C_{тр} + C_{зан} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где C_u – суммарные издержки функционирования системы закупок;

C_z – стоимость закупки;

$C_{тр}$ – стоимость транспортировки;

$C_{зан}$ – издержки хранения запасов продукции.

Сформулируем основные ограничения для решения задачи.

1. Объем поставок сырья и материалов V_i ограничен возможностями предприятия-поставщика $V_{огр_i}$.

2. Объем поставок V_i должен обеспечивать потребность предприятия в сырье V_n в интервал времени между поставками T .

3. Минимальные запасы сырья V_{min} должны обеспечивать непрерывность деятельности предприятия-потребителя в интервале времени между поставками.

Система ограничений задачи состоит из двух подсистем. Первая обусловлена потребностями предприятия потребителя и возможностями поставщиков:

$$\left. \begin{array}{l} \sum V_i \geq V_n \\ \sum V_{з_i} \geq V_{min} \\ V_i \leq V_{огр_i} \\ V_i \geq 0 \end{array} \right\} \quad (2)$$

Вторая – ограниченными бюджетными возможностями предприятия-потребителя, что выражается соответствующими требованиями к условиям поставок:

$$C_z + C_{тр} + C_{зан} \leq C_{бюджет} , \quad (3)$$

где C_z – стоимость закупаемого сырья, руб.,

$C_{тр}$ – стоимость транспортировки сырья и материалов от поставщика, руб;

$C_{зан}$ – затраты по содержанию запасов сырья и материалов, руб.;

$C_{бюджет}$ – бюджет снабжения предприятия сырьем и материалами, руб.

Таким образом целью решения задачи является выбор таких параметров системы управления запасами, которые соответствовали бы системам ограничений и минимизирующему суммарному критерию эффективности.

Выберем параметры управления запасами сырья для наиболее перспективного вида продукции – нетканых материалов, удельный вес в общем выпуске которых составил в 2006 году 92,9%.

Используя методы линейного программирования, можно определить прогноз выпуска продукции в натуральном выражении на 2007 г. Он по нашим оценкам составит 24189 тыс. м. Для этого объема производства понадобится количество сырья четырех видов: волокно полиэфирное матированное т.1,7 (А), карбонокс (В), волокно полиэфирное черное т. 1,7 (С), волокно полиэфирное черное т. 0,84 (D). Бюджет затрат на закупку, транспортировку и хранение запасов при имеющейся системе управления запасами которых представлены в табл. 1.

Таблица 1. Бюджет закупок для производства нетканых материалов в 2007 г.

Статьи бюджета	Виды сырья				Итого издержек по статьям т.р.
	A	B	C	D	
Бюджет закупок:					
- годовой объем, тыс. ед.	213,2	7,9	225,3	477,7	
- цена за ед., р.	77,5	217,5	66,0	66,0	
- стоимость закупки, т.р.	17242,625	2310,229	15634,044	32547,085	67733,983
- объем партии поставок	18	0,658	19	40	
Бюджет транспортных расходов:					
- частота перевозок	12	12	12	12	
- расходы на транспортировку	215,534	4,84	82,807	81,365	384,546
Бюджет создания запасов:					
- расходы на хранение, т.р.	72,787	9,62	65,398	136,261	284,07
Всего издержек, т.р.	17530,946	2324,689	15782,249	32764,715	68402,595

Использование инструментов теории игр при решении противоречий между транспортным подразделением предприятия и складским хозяйством дает возможность выбрать ту систему управления запасами на предприятии и ту частоту перевозок, которые при изменении факторов внешней среды – в данном случае цен на сырье и транспортных расходов – минимизируют общие издержки поставки сырья на предприятии и позволят выбрать объем запасов и частоту рейсов транспортных средств с учетом основного требования системы – минимизации общих издержек на закупку.

Игровая модель включает двух игроков:

- 1) поставщики сырья, вспомогательных материалов, горюче-смазочных материалов;
- 2) предприятие-потребитель сырья, вспомогательных материалов, горюче-смазочных материалов.

Действия каждого игрока характеризуются определенными стратегиями.

Перечислим стратегии первого игрока – поставщиков. Подобные игры называются играми «с природой». «Природой» в данной игре являются поставщики сырья и топливных ресурсов, которые меняют цены на свою продукцию и их действия можно оценить степенью вероятности наступлений тех или иных событий и их комбинаций.

Поставщики могут применить 4 стратегии (M_i):

- 1) M_1 - цены на сырье и ГСМ не меняются;
- 2) M_2 - в течение года растет только цена на сырье;

- 3) M_3 - в течение года растут цены и на сырье и на ГСМ;
 4) M_4 - в течение года растут только цены на ГСМ.

Стратегии внешней среды характеризуются определенной вероятностью изменения этих параметров. Определим вероятность изменения факторов внешней среды. Выбор стратегии предприятия зависит от вероятности изменения цен на сырье и ГСМ у основных поставщиков продукции, которую можно оценить величиной вероятности p_i . Всего возможно возникновение 4 ситуаций, каждую из которых мы оценили с точки зрения вероятности наступления события. При этом необходимо соблюдать следующее требование: $\sum p_i = 1$.

Для учета неопределенности изменения этих показателей введем показатель вероятности изменения этих параметров. При этом возможны 4 исхода: 1) растет только цена на сырье; 2) растут только цены на ГСМ; 3) оба показателя растут; 4) цены на сырье и ГСМ не меняются. На практике оказалось, что за 3 последних года по видам сырья возможные исходы повторялись следующее количество раз (табл. 2).

При определении годовых издержек поставок сырья следует были учтены следующие обстоятельства: поставщик материальных ресурсов А дает скидку в цене материальных ресурсов при закупке материалов от 10 т и выше в размере 10% от цены материала. Средний рост цен на горюче-смазочные материалы и автомобильное топливо составлял в среднем 9,04% в год, рост цен на сырье по видам составлял: по сырью А – 5,7% в год, сырью В – 1,1% в год, сырью С – 5,3% в год, сырью D – 4,2% в год.

Таблица 2. Вероятность наступления событий

Возможные исходы	1	2	3	4	Сумма
Сырье А					
Частота	5	19	9	3	36
Вероятность	0,14	0,53	0,25	0,08	1
Сырье В					
Частота	0	24	4	8	36
Вероятность	0	0,67	0,11	0,22	1
Сырье С					
Частота	6	20	8	2	36
Вероятность	0,17	0,56	0,22	0,05	1
Сырье D					
Частота	4	18	10	4	36
Вероятность	0,11	0,5	0,28	0,11	1

Перечислим стратегии второго игрока – предприятия. Стратегии характеризуются объемом и частотой поставок. Мы выберем стратегию поставок для каждого вида сырья из 7 возможных стратегий (P_j),

характеризующимися определенным объемом и частотой поставки. Число выбранных стратегий может быть любым, однако необходимо учитывать требования и ограничения системы – потребность в сырье за данный период времени и возможности поставщиков.

Рассчитаем параметры управления запасами с учетом того, что в течение года цены на сырье и топливо будут меняться. Для этого составим матрицы, показывающие вероятность наступления этих событий и издержки, возможные при изменении этих параметров.

По данным таблиц 2 и 3 можно составить уравнения затрат предприятия $Z(P_j)$ от вероятности изменения цен поставщиками (p_i) для каждой стратегии предприятия и по каждому виду сырья, выражающиеся формулой:

$$Z(P_j) = \sum p_i \cdot a_{ij}, \quad (4)$$

где $Z(P_j)$ - затраты предприятия на закупку материально-технических ресурсов при данной частоте и объеме поставки;

a_{ij} - каждое состояние «природы», характеризующееся величиной вероятности p_i и объемом затрат.

Оптимальной является та стратегия, при которой затраты на закупку предприятия окажутся минимальными.

Рассчитаем суммарные издержки управления запасами при изменении параметров внешней среды.

Таблица 3. Расчет годовых издержек поставки сырья по видам, тыс.руб.

Стратегии внешней среды	Стратегии предприятия (объем поставок сырья А)						
	4000 (Π_1)	6000 (Π_2)	8000 (Π_3)	10000 (Π_4)	12000 (Π_5)	14000 (Π_6)	16000 (Π_7)
M_1	17302,9	17176,3	17153,066	15518,75	15557,45	15607,95	15665,75
M_2	18244,711	18118,111	18094,711	16366,229	16404,929	16455,429	16513,229
M_3	18288,571	18237,36	18116,65	16383,769	16419,549	16467,964	16524,189
M_4	17346,76	18205,55	17174,84	15336,14	15571,92	15620,335	15676,56
Стратегии внешней среды	Объем поставок сырья В						
	500 (Π_1)	700 (Π_2)	900 (Π_3)	1100 (Π_4)	1300 (Π_5)	1500 (Π_6)	1700 (Π_7)
M_1	2288,85	2163,55	2103,65	2073,55	2059,55	2055,15	2056,85
M_2	2307,75	2182,45	2122,55	2092,45	2078,45	2074,05	2075,75
M_3	2344,25	2208,52	2142,82	2109,03	2092,49	2086	2093,48
M_4	2325,35	2189,62	2123,92	2090,13	2073,59	2067,31	2074,58
Стратегии внешней среды	Объем поставок сырья С						
	5000 (Π_1)	7000 (Π_2)	9000 (Π_3)	11000 (Π_4)	13000 (Π_5)	15000 (Π_6)	17000 (Π_7)
(M_1)	15326,2	15298,7	15310	15339,1	15377,6	15421,9	15469,92
(M_2)	16114,299	16086,8	16098,1	16127,199	16165,7	16210	16258,02
(M_3)	16135,99	16102,29	16110,14	16137,06	16174,03	16217,23	16264,4
(M_4)	15347,89	15314,19	15322,04	15348,96	15385,93	15429,13	15476,3
	Объем поставок сырья D						
	4000 (Π_1)	6000 (Π_2)	8000 (Π_3)	10000 (Π_4)	12000 (Π_5)	14000 (Π_6)	16000 (Π_7)
M_1	32448,4	32251,7	32186,3	32173,5	31924,2	31990,2	32056,2
M_2	33772,58	33575,88	33510,48	33497,68	33511,08	33314,38	33577,48
M_3	33828,37	33613,07	33538,38	33520,004	33529,67	33555,52	33591,43
M_4	32504,19	32288,89	32214,2	32195,82	32205,49	32231,34	32267,25

Для сырья А:

$$3(\Pi_1)^A = 17302,9 \cdot 0,08 + 18244,711 \cdot 0,14 + 18288,571 \cdot 0,25 + 17346,76 \cdot 0,53 = 17530,95 \text{ тыс. руб.}$$

Аналогично проводятся расчеты для других стратегий предприятия, характеризующихся частотой поставки и объемом поставки.

Расчет издержек поставки для других видов сырья проводится следующим образом:

$$3(\Pi_1)^B = 2288,85 \cdot 0,08 + 2307,75 \cdot 0,14 + 2344,25 \cdot 0,25 + 2325,35 \cdot 0,53 = 2324,69 \text{ тыс. руб.}$$

$$3(\Pi_1)^C = 15326,2 \cdot 0,08 + 16114,299 \cdot 0,14 + 16135,99 \cdot 0,25 + 15347,89 \cdot 0,53 = 15650,477 \text{ тыс. руб.}$$

$$3(\Pi_1)^D = 32488,4 \cdot 0,08 + 33772,58 \cdot 0,14 + 33828,37 \cdot 0,25 + 32504,19 \cdot 0,53 = 33008,343 \text{ тыс. руб.}$$

Результаты расчетов представлены в таблице 4.

Таблица 4. Расчет годовых издержек поставки при различных стратегиях предприятия, тыс.руб.

Стратегии поставки (объем поставки)	Вид сырья			
	А	В	С	Д
$3(\Pi_1)^m$	17530,95	2324,69	15650,477	33008,343
$3(\Pi_2)^m$	18118,914	2191,26	15618,138	32797,137
$3(\Pi_3)^m$	17537,33	2126,83	15626,749	32724,492
$3(\Pi_4)^m$	15756,866	2093,846	15654,151	32707,335
$3(\Pi_5)^m$	15899,29	2077,87	15691,448	32696,813
$3(\Pi_6)^m$	15948,164	2071,95	15734,898	28494,719
$3(\Pi_7)^m$	16004,736	2078,95	15782,249	32764,826

Для того, чтобы проводить оптимальную стратегию, характеризующуюся соответствующей частотой и объемом партии поставок, необходимо выбрать стратегию, характеризующуюся минимальными издержками управления запасами. Так, для сырья А это стратегия Π_4^A , для сырья В – стратегия Π_6^B , для сырья С – стратегия Π_2^C , для сырья Д – стратегия Π_6^D , что соответствует объему и частоте поставки, представленным в таблице 5.

Таблица 5. Оптимальные частота и объем партии поставки по видам сырья

Параметры поставки	Виды сырья			
	А	В	С	Д
Объем партии поставки, т	10	1,5	7	14
Частота поставки, рейсов	21	5	32	34

Для определения эффекта от оптимизации поставки рассчитаем бюджет закупок при применяемой в настоящее время системе управления запасами и при оптимальном варианте поставок (таблица 6).

Таблица 6. Бюджет закупок при различных системах управления запасами, тыс. руб.

Система управления запасами	Виды сырья				Итого
	А	В	С	Д	
Имеющаяся на предприятии	17530,95	2324,69	15782,249	32764,719	68402,608
Оптимальная	15756,866	2071,95	15618,138	28494,719	61941,673

Расчеты показывают, что оптимизация параметров поставки дает экономию издержек, связанных с закупкой материальных ресурсов в размере 6460,935 тыс.руб. в год. Таким образом, при планировании стратегий закупок сырья применение инструментов игрового моделирования дает возможность выбрать наиболее оптимальную стратегию предприятию, которая при любых изменениях параметров внешней среды позволяет минимизировать общие издержки поставки материально-технических ресурсов.

Литература

1. Миротин Л.Б. Системный анализ в логистике: Учебник. / Л.Б.Миротин, Ы.Э.Ташбаев. – М.: Издательство «Экзамен», 2002. – 480 с.
2. Миротин Л.Б. Современный инструментарий логистического управления: Учебник. / Л.Б.Миротин, В.В.Боков. – М.: Издательство «Экзамен», 2005. – 496 с.
3. Фомин Г.П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности: Учебник. – Финансы и статистика, 2001. – 544 с.
4. Маркин Ю.П. Имитационное моделирование и управленческие игры в текстильной и легкой промышленности. – М.: Легкая и пищевая промышленность. 1982. – 176 с.
5. Просветов Г.И. Математические методы в логистике: Учебно-методическое пособие. – М.: Издательство РДЛ, 2006. – 272 с.
6. Федосеев В.В. Экономико-математические методы и модели в маркетинге: Учеб. Пособие для вузов / В.В.Федосеев, Н.Д.Эриашвили. Под ред. В.В.Федосеева. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 159 с.