

Ахметкалиева С.К.

**Метод игрового
имитационного
моделирования в управлении
логистикой снабжения**

В данной статье игровое имитационное моделирование рассматривается с позиции теории управления организационными системами. Теория управления организационными системами (ТУОС) изучает механизмы функционирования организационных систем. Основной метод исследования – математическое моделирование (системный анализ, теория игр, теория принятия решений, исследование операций) процедур принятия управленческих решений. Полученные результаты используются на практике при управлении организациями самого разного масштаба – от производственных цехов до отрасли и региона. Цель статьи предоставить специалистам по теории и практике управления организационными системами (ученым, преподавателям, аспирантам, студентам, а также реальным управленцам, менеджерам) показать применение ТУОС для описания конфликтных ситуаций в логистических системах. Описаны существующие противоречия в логистике. Проведена классификация базовых механизмов управления ТУОС по всем функциям управления применительно к логистическим системам. На численном примере проведен анализ централизованной схемы снабжения с применением принципа жесткой централизации.

Ключевые слова: теория игр, имитационное моделирование, организационная система, механизмы управления.

Ahmetkaliyeva S.K.

**The game simulation method in
the control of logistics supply**

This article examines the simulation game from the perspective of the theory of control of organizational systems. The theory of control of organizational systems (TCOS) studies the mechanisms of functioning of organizational systems. The main research method – mathematical modeling (system analysis, game theory, decision theory, operations research) management decision-making procedures. The results are used in practice in the management of organizations of all sizes – from the production halls, to the industry and the region. The article aims to provide specialists in the theory and practice of organizational systems management (researchers, teachers, graduate students, as well as the real managers, managers) show TCOS use to describe the conflict in logistics systems. We describe the existing contradictions in logistics. The classification TCOS basic management mechanisms for all management functions in relation to logistics systems. In the numerical example analyzes the centralized supply scheme with the principle of use of rigid centralization.

Key words: game theory, simulation, organizational system, mechanism of control.

Ахметкалиева С.К.

**Логистикалық жабдықтауын
басқару ойын модельдеу әдісін
насихаттау**

Бұл мақалада ұйымдастырушылық жүйелердің басқару теориясы тұрғысынан ойындық имитациялық модельдеуі қарастырылды. Ұйымдастырушылық жүйелердің басқару теориясы (ҰЖБТ) ұйымдастырушылық жүйелердің механизмдерін зерттейді. Негізгі зерттеу әдісі – басқару шешімдерін қабылдау рәсімдерінің математикалық модельдеу (жүйелік талдау, ойын теориясы, шешім теориясы, операцияларды зерттеу) қолдануда. Нәтижелері барлық ұйымдарда – өндірістік цехтардан бастап, өнеркәсіптерде және өңірлік деңгейде басқару тәжірибесінде қолданылады. Мақаланың мақсаты логистикалық жүйелерінде қақтығысты сипаттау үшін ұйымдастырушылық жүйелер басқару теориясы мен практикасын қамтамасыз ету мамандарына (зерттеушілер, оқытушылар, аспиранттар, сондай-ақ жылжымайтын менеджерлер, басқарушылар) бағытталған. Логистикадағы қолданыстағы қайшылықтар сипатталды. Логистикалық жүйелеріне қатысты ҰЖБТ базалық басқару механизмдері барлық басқару функциялары үшін жіктелді. Сандық мысалда қатаң орталықтандыру қағидасын пайдаланып орталықтандырылған жабдықтау үлгісіне талдау жүргізілді.

Түйін сөздер: ойын теориясы, модельдеу арқылы, ұйымдастырушылық жүйесі, басқару механизмдері.

МЕТОД ИГРОВОГО ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ ЛОГИСТИКОЙ СНАБЖЕНИЯ

Введение

В современной логистике одним из методов исследования логистических систем в условиях неопределенности и множественности возможных решений, то есть в условиях потенциально противоречивых (конфликтных), там, где сталкиваются часто противоположные интересы участников логистической цепи, является метод игрового имитационного моделирования.

Методология теории игр заключается в поиске оптимального решения в потенциально конфликтных ситуациях среди нескольких участников. Под оптимальным решением при этом понимается решение, при котором достигается максимальная степень удовлетворенности участников исследуемого процесса, то есть участникам конфликта предлагается наиболее оптимальная программа действий с применением комплекса *организационных механизмов для управления логистической системой*.

Экспериментальная часть

Исторически всем известная задача Канторовича Л.В. о загрузке оборудования, сформулированная им в 1938 году, строго детерминирована, модель которой довольно точно отражает реальные системы, для которой разработаны эффективные процедуры реализации в линейном программировании. Однако, существует важная экономическая задача, в том числе и логистическая, в которой оптимальный план определяют люди, но модель «избегает» данный факт. В связи с тем, что во многих объектах управления логистики люди являются элементами их структуры, теория управления организационными системами разработала эффективные механизмы, учитывающие целенаправленное поведение объекта управления. Теория управления организационными системами исследует проблемы синтеза механизмов управления в социальных и экономических системах с учетом специфики человека как объекта управления, включая его активность. Теория механизмов (mechanism design) вобрала в себя теорию аукционов, теорию контрактов и теорию реализуемости: Abreu D., Başar T., Chen Y., Clark E.H., d'Aspremont C., Dewatripont M., Gérard-Varet L.A., Green J.,

Groves T., Healy P.J., Holmstrom P., Hurwic L., Jackson M., Krishna V., Laffont J.J., Maskin E., Martimort D., Mathevet L., Myerson R.B., Milgrom P., Mirrlees J.A., Roberts L., Roberts K., Tirol J., van Essen M., Vickrey W., Weber S., Whinston M. Бремзен А.С., Васин А.А., Гуриев С.М., Доманский В.К., Измалков С.Б., Крепс В.Л., Мазалов В.В., Островский М., Печерский В.Л., Савватеев А.В., Сегаль И.Р., Сонин К.И., Шварц М.

Теория коллективного выбора: Argow K., Barberà S., Berga D., Black D., Bogomolnaya A., Border K.C., Ehlers L., Gibbard A., Jordan J., Kelly J., Le Breton M., Massó J., Moulin H., Nehring K., Neme A., Peleg B., Peters H., Puppe C., Roth A.E., Sanver M.R.; Satterthwaite M.A., Sen A., Serizawa S., Shapley L., Sjöström T., Sprumont Y., Svensson L.G., Weymark J.A., Zaporozhets V., Zhou L. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т., Данилов В.И., Сотсков А.И., Карабекян Д.С., Яновская Е.Б.

Теория иерархических игр: Гермейер Ю.Б., Горелик В.А., Горелов М.А., Ерешко Ф.И., Кононенко А.Ф., Кукушкин Н.Ф.

Теория управления организационными системами (ранее – активными системами): Бурков В.Н., Губко М.В. Еналеев А.К., Заруба В.Я., Ириков В.А., Исаков М.Б., Кондратьев В.В.,

Мишин С.П., Новиков Д.А., Опойцев В.И., Петраков С.Н., Щепкин А.В., Кулжабай Н.М.

Результаты и обсуждение

Как известно из теории менеджмента, наиболее распространенный цикл управленческой деятельности А. Файоля включает:

- планирование;
- организацию;
- стимулирование (мотивация);
- контроль.

Объяснение этому простое – входящие в него четыре основные управленческие функции, свойственные любой управленческой деятельности – процессной, проектной и др.

В свою очередь, любая логистическая система не только включает в себя подсистемы функциональных областей, но и взаимодействует с управленческими функциями, такими как планирование, организация, мотивация и контроль. В настоящее время теория управления организационными системами (ТУОС) по каждой функции управления предлагает классификацию механизмов управления, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация механизмов управления по функциям управления логистическими системами

Функции управления ЛС	Комплекс механизмов управления
Планирование	Механизм последовательного распределения ресурсов Механизм активной экспертизы Механизм информационного управления в активной экспертизе Механизм внутренних цен Конкурсный механизм
Организация	Механизмы смешанного финансирования. Противозатратный механизм Механизм «затраты-эффект» Механизм оптимизации сети поставок Механизм выбора ассортимента
Стимулирование	Механизм стимулирования за индивидуальные результаты Механизм стимулирования встречных планов Механизм стимулирования за коллективные результаты Механизм унифицированного стимулирования Механизм информационного управления в аккордной оплате труда Механизм бригадной оплаты труда
Контроль	Механизм комплексного оценивания Механизм согласия Двухканальный механизм Механизм опережающего самоконтроля

В общем случае подходы к постановке и решению оптимизационных задач организационного управления в ТУОС и в исследовании опе-

раций практически идентичны. Однако ТУОС характеризуется систематическим *учетом целенаправленного поведения объекта управления*

[1, 3]. Например, методы календарно-сетевое планирования развиваются и в исследовании операций, и в ТУОС, но для решения комплексной прикладной задачи повышения эффективности проектного управления ТУОС дополняет их механизмами распределения ресурса в условиях неопределенности, системами *стимулирования* встречных планов и *мотивации* снижения длительности проекта. Предмет теории менеджмента и теории организации совпадает с предметом ТУОС, но методы этих теорий кардинально отличаются. Менеджмент существенно гибче в описании психологических аспектов, в ТУОС же все психологические факторы сводятся к основанной на теории полезности концепции рационального поведения. Многие выводы менеджмента и теории организации, по сути, дополняют формальный анализ, проводимый в ТУОС, эмпири-

ческими компонентами, не укладывающимися на современном этапе в формальные модели, но не менее необходимыми при практическом внедрении теоретических результатов.

Планирование, управление, контроль логистической деятельности на предприятии тесно переплетаются с другими видами работ и расчленяются по службам. Одно подразделение предприятия занимается закупками материалов, другое – содержанием запасов, третье – сбытом готовой продукции. При этом частные цели (т.е. подразделений) могут не совпадать с целями рациональной организации совокупного материального потока, согласно таблице 2.

Рассмотрим противоречия, возникающие в логистической подсистеме. Они наглядно представлены на рисунке 1 – снабженческая логистика [2].

Таблица 2 – Противоречия между производством и логистической системой

Производственный процесс	Логистическая система
Крупномасштабное производство	Выпуск продукции малыми партиями
Оперативный доступ к запасам	Минимальные затраты на обслуживание запасов
Быстрая доставка	Выбор транспорта для доставки продукции с минимальными издержками
Сосредоточение складского хозяйства на предприятии	Разветвленная складская система
Управление заказами в соответствии с требованиями производства	Полное и своевременное выполнение заказов потребителей

Рассмотрим сначала задачу снабжения одним видом продукции. Пусть в регионе имеется n организаций – потенциальных потребителей продукции данного вида. Обозначим через c_i

цену, по которой i -ый потребитель согласен приобретать продукцию у центра, а через v_i – количество продукции, требуемое i -му потребителю в рассматриваемый период времени.



Рисунок 1 – Противоречия в снабженческой логистике

Очевидно, что потребитель i будет выбирать централизованную схему снабжения, если цена продукции у центра, которую мы будем обозначать через q , будет меньше или равна c_i , то есть $q \leq c_i$. Таким образом, количество продукции, которое будет заказано центру, равно сумме потребностей тех потребителей, для которых централизованная схема является выгодной.

Обозначим через $P(q)$ множество потребителей, выбирающих централизованную схему снабжения при цене продукции центра, равной q . Тогда количество продукции, заказываемое у центра, можно записать в следующем виде:

$$V(q) = \sum_{i \in P(q)} V_i \quad (1)$$

Зависимость $V(q)$ имеет вид, показанный на рисунке 2. Это кусочно-постоянная, непрерывная слева, убывающая функция q .

Примем, что центр закупает продукцию у одного производителя, получая скидки к оптовой цене при больших объемах закупок. Обозначим через $b(V)$ цену продукции производителя

при объеме закупок V . Очевидно, что $b(V)$ также убывающая функция V (как правило, кусочно-постоянная). Прибыль центра при цене продажи потребителям q составит:

$$P = (q - b)V(q) \quad (2)$$

В данном случае мы полагаем, что транспортные расходы на доставку продукции от производителя центру входят в цену $b(V)$, а транспортные расходы на доставку продукции от центра потребителям производятся за счет потребителей. Задача заключается в определении цены q , которая обеспечит максимум прибыли центра. Эта цена называется согласованной ценой, поскольку она выгодна и потребителям, и центру.

Для решения задачи перейдем от функции $V(q)$ согласно рисунку 2 к обратной функции $q(V)$ – рисунок 3. Эта функция показывает, какую максимальную цену может установить центр для того, чтобы обеспечить объем заказа V . Эта функция также является убывающей, кусочно-постоянной и непрерывной слева.

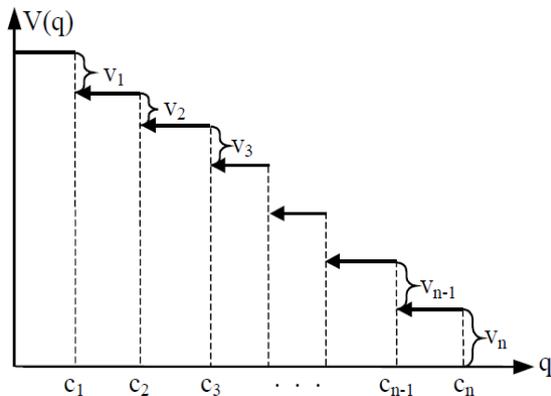


Рисунок 2 – Зависимость $V(q)$

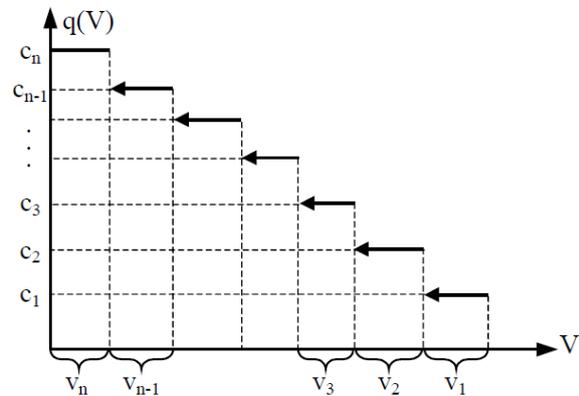


Рисунок 3 – обратная функция $q(V)$

Теперь выражение (2) можно записать в виде зависимости прибыли от объема закупок центра:

$$\Pi(V) = [q(V) - b(V)] V \quad (3)$$

Если обозначить разность цен:

$$q(V) - b(V)$$

через

$$\varepsilon(V),$$

то выражение (3) примет вид

$$\Pi(V) = \varepsilon(V)V \quad (4)$$

Пример 1. Данные о предлагаемых потребителями ценах и величинах заказов и данные об изменении оптовых цен производителя в зависимости от объема закупок центром приведены в таблицах 3-4.

Таблица 3 – Данные о предлагаемых потребителями ценах и величинах заказов

N	1	2	3	4	5
v_i	3	4	2	4	2
c_i	2	3	4	5	7

Таблица 4 – Данные об изменении оптовых цен производителя в зависимости от объема закупок центром

V	$V < 5$	$5 \leq V < 11$			$V \geq 11$
$b(V)$	4	2			1
Потребители	1	2	3	4	5
Цена продукции предприятия i (C_i)	2	3	4	5	7
Объем заказа предприятия i (V_i)	3	4	2	4	2
Прибыль потребителя	-3	0	2	8	8
Объем заказа- V	2	6	8	12	15
Максимальная цена Центра при объеме заказа V- $q(V)$	7	5	4	3	2
Оптовая цена производителя $b(V)$	4	2	2	1	1
$q(V)-b(V)=\epsilon(V)$	3	3	2	2	1
Прибыль Центра $\epsilon(V)*V$	6	18	16	24	15

Оптимальная цена равна 3 и первый потребитель исключается из централизованной схемы снабжения (ЦСС).

Следующий максимум равен 18.

$V_2 < V_4$ $q_2 > q_4$ потребителю № 4 выгодно снизить цену так, чтобы $\epsilon(V_4)*V_4$ оставалось максимальным.

Минимальная цена, которую может установить потребитель с № 4 $c_4 = b_4 + (q_2 - b_2)V_2/V_4 < q_4$, в противном случае он будет исключен из ЦСС.

Минимальная цена потребителя с № 4.

c_4	2,50				
N	1	2	3	4	5
C_i	2	3	4	2,5	7
V_i	3	4	2	4	2
	-1,5	2	3	0	9

Оптимальная цена = 2,5 и первый потребитель исключается из ЦСС.

Потребитель № 4 снизил цену так, что $\epsilon(V_4)*V_4$ осталось максимальным.

Следующий максимум равен 15 $V_5 > V_4$ $q_5 < q_4$ потребителю № 4 выгодно снизить цену $c_4 = q_4$ до величины q_5 , при этом Центр установит согласованную цену $q = q_5$
 $15 > 12$, $2 < 2,5$

c_4	2,00				
N	1	2	3	4	5
C_i	2	3	4	2	7
V_i	3	4	2	4	2
	0	4	4	0	10

V	2	4	8	12	15
$q(V)$	7	4	3	2	2
$b(V)$	4	4	2	1	1
$\epsilon(V)$	3	0	1	1	1
$\epsilon(V)*V$	6	0	8	12	15

Согласованная цена равна 2 и все включены в ЦСС.

Заключение

В статье рассмотрено управление снабжением в условиях централизованной схемы. Задача связана с определением согласованных цен на продукцию. Мы рассмотрели эту задачу как оптимизационную. В оптимизационной постановке предполагается, что цены продукции, предлагаемые потребителями, заданы и не меняются. Задача центра в этом случае – определить оптимальную согласованную цену и, соответственно, множество потребителей, которых

он берет на обслуживание. В свою очередь оптимизационная задача аналогична игровой задаче при использовании принципа жесткой централизации.

В игровой постановке с применением механизмов согласованного управления потребители могут менять предлагаемые ими цены. В этом случае возникает игровая ситуация. При выгоды централизованной схемы снабжения потребители конкурируют за право включения в централизованную схему, что побуждает их снижать предлагаемые цены.

Литература

- 1 Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. и др. Механизмы управления. Серия умное управление /книга/. – М.: Издательство: «Ленанд», 2011.
- 2 Скоробогатова Т.Н. Логистика: учебное пособие. – 2-е изд. – Симферополь: ООО «ДиАйПи», 2005.– 116 с.
- 3 Бурков В. Н., Кулжабаев Н. М. Активные системы и деловые игры: учебное пособие. – Алматы: Республиканский издательский кабинет Казахской академии образования им. И. Алтынсарина, 2000.
- 4 Кулжабай Н. М., Исмаилова Р. Т. Моделирование организационных механизмов социально-экономических систем: учеб. пособие. – Алматы: КазНТУ, 2009. – 254 с.
- 5 Кулжабай Н. М., Ботаева С. Б., Исмаилова Р. Т. Теория организационного управления логистическими системами: учеб. пособие. – Алматы: КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2013.
- 6 Кулжабай Н. М., Исмаилова Р. Т., Ботаева С. Б. Математические модели в логистике // Сб. тр. Межд. науч.-прак. конф. «Устойчивое развитие экономики Казахстана: императивы модернизации и бизнес-инжиниринг. – Алматы: КазНТУ им. К. И. Сатпаева. – Ч. 2. – С. 14–18.
- 7 Кулжабай Н. М., Исмаилова Р. Т. Моделирование механизма управления запасами в закупочной логистике // Сб. науч. тр. по мат. I Межд. науч.-прак. конф.: Проблемы, тенденции развития инновационной экономики: международный опыт и российская практика 20–21 марта 2013 года. – Т. 1. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – С. 108–110.

References

- 1 Burkov V.N., Novikov D.A., Shhepkin A.V. i dr. Mehanizmy upravlenija. Serija umnoe upravlenie /kniga/. – M.: Izdatel'stvo: «Lenand», 2011.
- 2 Skorobogatova T.N. Logistika: uchebnoe posobie. – 2-e izd. – Simferopol': ООО «DiAjPi», 2005.– 116 s.
- 3 Burkov V. N., Kulzhabaev N. M. Aktivnyye sistemy i delovye igry: uchebnoe posobie. – Almaty: Respublikanskij izdatel'skij kabinet Kazahskoj akademii obrazovanija im. I. Altynsarina, 2000.
- 4 Kulzhabaj N. M., Ismailova R. T. Modelirovanie organizacionnyh mehanizmov social'no-jekonomicheskikh sistem: ucheb. posobie. – Almaty: KazNTU, 2009. – 254 s.
- 5 Kulzhabaj N. M., Botaeva S. B., Ismailova R. T. Teorija organizacionnogo upravlenija logisticheskimi sistemami: ucheb. posobie. – Almaty: KazNTU im. K.I. Satpaeva, 2013.
- 6 Kulzhabaj N. M., Ismailova R. T., Botaeva S. B. Matematicheskie modeli v logistike // Sb. tr. Mezhd. nauch.-prak. konf. «Ustojchivoe razvitie jekonomiki Kazahstana: imperiativy modernizacii i biznes-inzhiniring. – Almaty: KazNTU im. K. I. Satpaeva. – Ch. 2. – S. 14–18.
- 7 Kulzhabaj N. M., Ismailova R. T. Modelirovanie mehanizma upravlenija zapasami v zakupochnoj logistike // Sb. nauch. tr. po mat. I Mezhd. nauch.-prak. konf.: Problemy, tendencii razvitija innovacionnoj jekonomiki: mezhdunarodnyj opyt i rossijskaja praktika 20–21 marta 2013 goda. – T. 1. – Ufa: Izd-vo UGNTU, 2013. – S. 108–110.