
УДК 330.45:519.852:339.1

ББК 65.050.03

X 55

А.И. Хлебникова

Старший преподаватель кафедры менеджмента Таганрогского технологического института Южного федерального университета, г. Таганрог. Тел.: (8634) 371 704, e-mail: khlebnia@hotmail.com.

Когнитивный подход к постановке задачи линейного программирования схемы поставки металлопродукции

(Рецензирована)

Аннотация. Статья посвящена проблеме повышения эффективности принимаемых решений при выборе поставщика и схемы поставки в сфере торговли металлом. В работе представлены результаты использования когнитивного подхода к формализации задачи линейного программирования в сбытовой логистике. На этапе постановки задачи для описания проблемной области предлагается использовать когнитивную карту, анализ которой позволяет выделить критерии и ограничения формализации задачи линейного программирования.

Ключевые слова: когнитивный подход; линейное программирование; схема поставки.

A.I. Khlebnikova

Senior Lecturer, Department of Management, Taganrog Institute of Technology — Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”. Taganrog. Ph.: (8634) 37 17 04, e-mail: khlebnia@hotmail.com.

Cognitive approach to putting a linear programming problem of metal products delivery scheme

Abstract. The paper is devoted to a problem of increasing efficiency of accepted decisions at a choice of the supplier and the delivery scheme in steel trading sphere. The results of use of cognitive approach to formalization of a linear programming problem in marketing logistics are presented. The author offers to use cognitive map at a stage of a problem statement for the description of problem area. The analysis of this map allows allocation of criteria and restrictions for formalization of a linear programming problem.

Keywords: cognitive approach; linear programming; delivery scheme.

Введение

Целью исследования, результаты которого представлены в статье, является повышение эффективности принятия решений в сбытовой логистике путём применения когнитивного подхода для формализации задачи линейного программирования (ЛП) при выборе поставщика и схемы поставки металлопродукции.

Основными задачами, которые необходимо было решить, являются следующие:

1) Исследование возможностей использования линейного программиро-

вания для решения задачи распределения перевозок грузов [1];

2) Применение когнитивного моделирования для описания проблемной области принятия решений;

3) Формализация задачи линейного программирования выбора поставщика и схемы поставки товаров с использованием когнитивного подхода.

Компании транзитной торговли занимают существенное место в макроэкономике, но эта их роль далеко не всегда позитивна. Зачастую, исключая случаи с реализацией товара мелкооптовыми партиями крупными торговы-

ми компаниями, которые, как правило, закупают товар непосредственно у отечественных производителей или на внешних рынках, товар на пути к розничному торговцу или конечному потребителю проходит через цепочку из нескольких посредников. Это обстоятельство не только создаёт значительную добавленную стоимость, но и значительные дополнительные риски.

Кроме того, в силу низкой квалификации и низкого уровня знаний о рынке, отсутствия навыков и налаженных хозяйственных связей с предприятиями транспорта и логистической сферы в целом, такие компании становятся источником неэффективных решений в области логистики товародвижения. С одной стороны, они дают дополнительную работу предприятиям транспорта и логистики, с другой стороны, снижают экономическую эффективность своих потребителей, делая мелких розничных торговцев неконкурентоспособными по ценам в сравнении с крупными торговыми сетями [2].

Возможности использования линейного программирования для решения задачи распределения перевозок грузов. Одной из математических дисциплин, вызванных к жизни потребностями рационального планирования, является линейное программирование. Приложения линейного программирования вышли за рамки экономических задач. Методы этой дисциплины находят широкое применение в ситуациях, связанных с управлением различными процессами, с техническими расчётами, с рациональным использованием военной техники [1].

Сложность таких задач затрудняет возможность интуитивного определения наилучших планов перевозок. Ускорению темпов технического прогресса в этой области в последнее время немало способствует эффективное использование информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Методы ЛП относительно универсальны. Тем не менее, необходимо учитывать особенности конкретной задачи. Применение ЛП для решения практических задач — всегда процесс

творческий. Непосредственно решению задачи должен предшествовать анализ, позволяющий выявить особенности задачи и определить наиболее рациональный метод её исследования. Математическая формализация и постановка задач распределения перевозок грузов — процесс достаточно трудоёмкий, для постановки приемлемой математической модели может потребоваться значительное время.

Несмотря на многообразие задач математического программирования, при их решении можно выделить некоторую общую последовательность этапов, через которые должно проходить любое операционное исследование. Как правило, это:

- Постановка задачи.
- Построение содержательной (вербальной) модели рассматриваемого объекта (процесса). На этом этапе происходит формализация цели управления объектом, выделение возможных управляющих воздействий, влияющих на достижение сформулированной цели, а также описание системы ограничений на управляющие воздействия.
- Построение математической модели, то есть перевод сконструированной вербальной модели в ту форму, в которой для её изучения может быть использован математический аппарат.

Без формально-математического описания процессов не может быть достигнут необходимый уровень использования ИКТ. Зачастую «узким местом» оказывается формализация физических, экономических, технических и других процессов. Формализация — необходимый этап для перевода прикладной задачи на компьютерный язык [1].

Основные задачи и модели когнитивного моделирования. На этапе постановки задачи и построения содержательной модели возникает ряд трудностей, которые могут быть существенно снижены использованием методов когнитивного моделирования, которые позволяют раскрыть механизмы, способы реализации, развитие системы поддержки принятия решений (СППР) [3, 4, 5].

Когнитивные технологии считаются весьма перспективными при разработке интеллектуальных систем, в том числе интеллектуальных систем поддержки управленческих решений [6]. Когнитивный анализ и моделирование являются новыми элементами в структуре систем поддержки принятия решений. Когнитивное моделирование сложных систем дает возможность представить взаимосвязи между многими элементами системы, отразить картину в целом, не теряя детали. Когнитивная карта системы и методы её анализа определяют структуру базы данных СППР. В работе предлагается при проектировании системы принятия управленческих решений в структуру вводить модули, состоящие из когнитивных моделей и правил принятия решений на этих моделях [7].

Итогом построения и формализации когнитивной модели является кортеж

$\Phi = \langle G, X, F, \theta \rangle$, в котором:

1) $G = \langle V, E \rangle$ — ориентированный граф; $V = \{v_i\}$ — множество вершин графа (элементов изучаемой системы), $i = 1, 2, \dots, k$, где k — количество вершин графа; $E = \{e_{ij}\}$ — множество дуг (отношений) между вершинами, $i, j \in [1, k]$, e_{ij} отражает влияние вершины V_i на вершину V_j ;

2) $F = F(X, E)$ — множество векторов значений параметров вершин V на заданном временном интервале, $i = 1, 2, \dots, k$, $T_n = \{t_1, \dots, t_n\}$ — последовательность моментов времени, отражающая изменение состояний в некотором пространстве Ω ; каждый вектор $X_i \in X$, ставится в соответствие вершинам $V_i \in V$; $X: V \rightarrow R$, R — множество действительных чисел;

3) $F = F(X, E)$ — функционал преобразования дуг, ставящий в соответствие каждой дуге $e_{ij} \in E$ — весовой коэффициент $w_{ij} \in W$, w — множество весов дуг E ; $W: E \rightarrow R$, R — множество действительных чисел.

4) θ — пространство параметров.

Кортеж $\langle G, F \rangle$, т.е. когнитивную модель без множества X и пространства параметров θ , можно представить матрицей $A = [a_{ij}]_{k \times k}$, $a_{ij} = x_{ij}$, коэффициент w_{ij} отражает силу и знак влияния

вершины V_i на вершину V_j . Чем ближе w_{ij} по модулю к нулю, тем это влияние слабее, а чем дальше от нуля, тем оно сильнее [3, 4, 5].

Важнейшей задачей аналитика (специалиста по проблемам принятия решений) является изучение системы предпочтений лица, принимающего решения (ЛПР), и построение решающих правил, отражающих эти предпочтения. Конечно, аналитик не может обойтись без изучения объективных параметров модели, без изучения организации, к которой принадлежит ЛПР, внешней среды. В качестве лица, принимающего решения, в таких задачах рассматривается обычно руководитель, формулирующий задачу и несущий ответственность за её решение. Когнитивный подход как направление продолжает интенсивно развиваться, пополняя арсенал подходов к формализации и решению задач многокритериальной оптимизации.

Задачи управления и планирования обычно сводятся к выбору некоторой системы параметров или некоторых систем функций. Чтобы иметь основание отдавать предпочтение тем или иным значениям параметров планирования и тем или иным управляющим функциям, необходимо чётко разобраться в том, что следует называть хорошей и наилучшей системой управления или планирования. Иными словами, когнитивное моделирование проблемной области позволяет сформулировать и выразить через искомые характеристики показатель качества — критерий, определяющий соответствие разрабатываемых планов цели, ради которой эта разработка ведётся, а также позволяет выяснить условия работы системы и вытекающие отсюда ограничения, которым должны удовлетворять искомые параметры и характеристики.

В работе предлагается использование когнитивного подхода к формализации и решению задач многокритериальной оптимизации. Основными операциями когнитивного моделирования являются: разработка когнитивной карты исследуемой системы, анализ её структурных свойств, свойств устойчи-

ности, связности, сложности, чувствительности решений, сценарный анализ, осуществляемый путём импульсного моделирования на когнитивной карте [3, 4, 5, 6].

Рассмотрим типичный механизм принятия решения о продаже сотрудником, ответственным за продажу в небольшой оптовой торговой компании. При поступлении в такую компанию заявки (предварительного заказа) на поставку товара (как правило, в ассортименте) сотрудник должен выполнить следующие действия с учётом различных факторов для определения цены своего предложения (компания поставляет не свой собственный товар, а является посредником, при этом на любом из этапов решения задачи информация может уточняться и схема поставки может существенно пересматриваться):

— Определить перечень известных поставщиков, которые могут поставить заказанный товар.

— Определить временные ограничения на поставку товара с ограничениями на сроки поставки и возможные

сроки доставки товаров от поставщиков различными видами транспорта (например, автотранспортом и по железной дороге).

— Определить примерные транспортные затраты на поставку товара от возможных поставщиков, для чего оценить расстояния, на которые будет осуществляться поставка товара, возможные виды транспорта и стоимость доставки товара от каждого из возможных поставщиков.

— Определить и уточнить наличие товаров в достаточных объёмах у отобранных возможных поставщиков.

— Выбрать тех поставщиков, которые будут являться наиболее эффективными при поставке данного конкретного заказа с учётом фактора доставки.

— Выбрать транспортную схему поставки, что включает в себя определение видов транспорта, конкретных пунктов загрузки (возможно, с учетом организации попутных загрузок для снижения транспортных расходов) [7].

Результаты когнитивного моделирования проблемной области представлены на рис. 1.

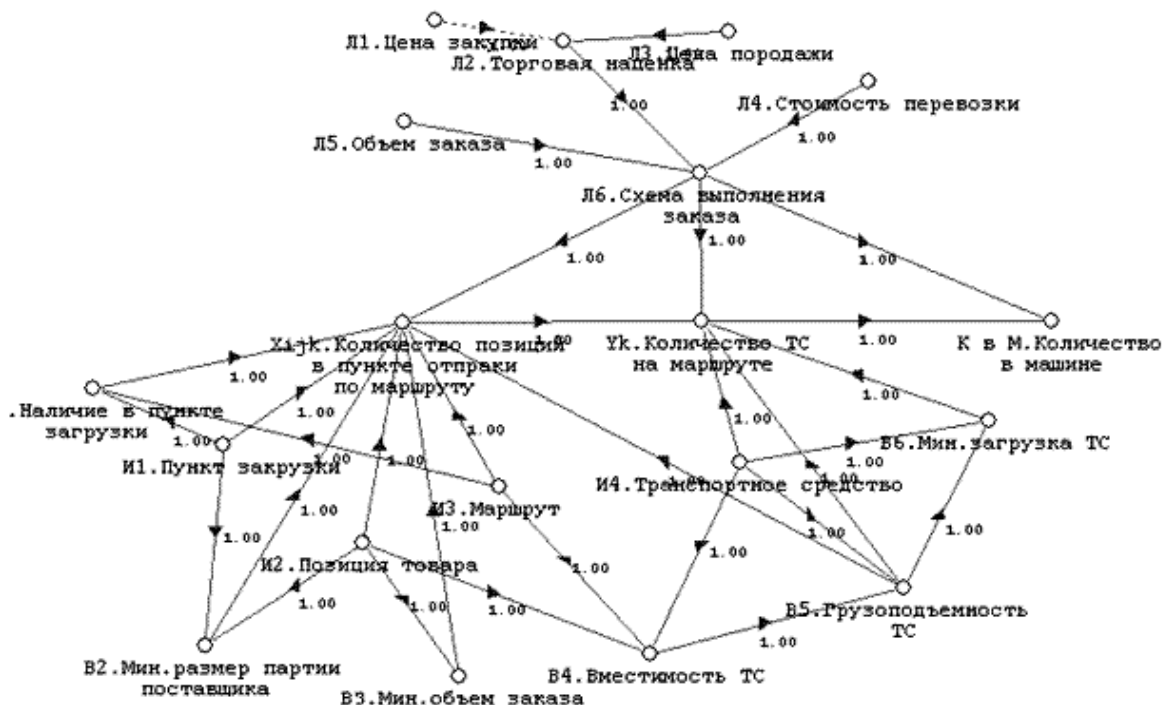


Рисунок 1. Когнитивная карта «Схема исполнения заказа клиента»

Формализация задачи линейного программирования выбора поставщика и схемы поставки товаров с использованием когнитивного подхода. Целевая функция задачи линейного программирования для определения оптимальной схемы поставки по определённой сделке транзитной поставки товара представляет собой по существу функцию расчёта себестоимости при решении задачи оптимизации закупочной цены (в плане её минимизации) или функцию расчёта торговой наценки при условии решения задачи с точки зрения максимизации суммы торговой наценки.

Целевая функция минимизации стоимости закупки:

$$f(x) = \sum_i^n \sum_j^m \sum_k^l a_{ij} x_{ijk} + \sum_k b_k y_k,$$

где x_{ijk} — количество товара в единицах измерения, указанных в заказе клиента i -ой позиции, $i=1,2,\dots,n$, j -го пункта отгрузки, $j=1,2,\dots,m$, k -го маршрута определённого типа транспортного средства, $k=1,2,\dots,l$;

y_k — количество единиц транспортных средств k -го маршрута;

a_{ij} — цена закупки i -ой позиции заказа товара j -го пункта отгрузки;

b_k — стоимость перевозки по k -му маршруту определённым типом транспорта.

Целевая функция максимизации наценки по сделке (доходности):

$$f(x) = \sum_j^n \sum_j^m \sum_k^l (c_i - a_{ij}) x_{ijk} - \sum_k b_k y_k,$$

где c_i — цена продажи i -ой позиции заказа товара.

Анализ смежных вершин когнитивной карты, представленной на рис. 1, а также бизнес-логика задачи позволяют выделить следующие ограничения линейной функции:

1. Число транспортных средств одного типа — целое, т.е. $Int y_1, y_2, \dots, y_k$;

2. Вершина B3 «Мин. объем заказа» представляет собой ограничение

функции по минимальным объемам V_i обязательных i -позиций заказа товара:

$$\sum_i^n \sum_j^m x_{ijk} \geq V_i$$

3. Вершина B1 «Наличие в пункте загрузки» представляет собой ограничение по наличию необходимого количества Q_i у поставщика i -позиций товаров на всех маршрутах, проходящих через j -пункт отгрузки:

$$\sum_k^i x_{ijk} \leq Q_i$$

4. Вершина B4 «Вместимость ТС» представляет собой ограничение по загрузке (вместимости) транспортного средства определённой грузоподъемности d_k :

$$\sum_i^n \sum_j^m \frac{d_k}{a_{ik}} x_{ijk} \leq d_k y_k,$$

где d_k — минимальная грузоподъемность i -позиции в k — транспортном средстве

5. Вершина B6 «Мин. загрузка ТС» представляет собой ограничение по минимальной загрузке транспортного средства (ТС):

$$d_k y_k - \sum_i^n \sum_j^m x_{ijk} \leq (1 - \beta_k) \times d_k y_k,$$

где β_k — коэффициент вместимости транспортного средства

6. Вершина B2 «Мин. размер партии поставщика» представляет собой ограничение на минимальный размер партии G_j поставщика:

$$\left\{ \begin{array}{l} bin c_k \\ y_k - c_k \geq 0 \\ \sum_i^n x_{ijk} \geq c_k G_j \end{array} \right.$$

Таким образом, когнитивный подход позволяет выявить причинно-следственные связи целевых вершин и вершин ограничений, которые одновременно являются ограничениями целевой функции при формализации задачи линейного программирования.

Примечания:

1. Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Задачи и методы линейного программирования. М.: Сов. радио, 1961.
2. Хлебникова А.И. Поддержка принятия решений о выборе поставщика и схемы поставки в оптовой торговле с использованием экономико-математических методов // Известия ЮФУ. Сер. Технические науки. Темат. вып. Информационные и гуманитарные технологии в управлении экономическими и социальными системами. Таганрог, 2010. №4. С. 76-82.
3. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Гинис Л.А. Когнитивный анализ и моделирование устойчивого развития социально-экономических систем. Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2005. 288 с.
4. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Радченко С.А. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2006. 332 с.
5. Experience in cognitive modeling of complex systems / G.V. Gorelova [et al.] // CYBERNETICS AND SYSTEMS: Proceedings of the 20-th European Meeting on Cybernetics and Systems Research. Vienna, 2010. P. 220-223.
6. Горелова Г.В. Хлебникова А.И. Когнитивное моделирование для интеллектуальной системы поддержки принятия решений управления транзитной торговлей // Искусственный интеллект. Донецк, 2010. №3. С. 473-482.
7. Хлебникова А.И. Постановка и методы решения задачи выбора оптимальной схемы поставки при организации торговли промышленными товарами // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. науч. тр. XIV Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2010. С. 153-160.