

Выбор программного обеспечения и проектирование ИС. Для выбора подходящего ПП сформулированы требования и проведен математический анализ существующих систем аналогов. В результате выбрана система «1С:Предприятие 8. Общепит», которая стала основой для разработки новой системы с учетом специфики деятельности предприятия.

Для проектирования ИС были использованы структурные (структурные карты **Константайна (Constantine)**) и объектные методы (UML) [2]. В итоге спроектирована модель ИС, в которую включен модуль определения норм закупки сырья, который в дальнейшем программно реализован на основе математико-экономической модели.

Заключение. В результате на основе ПП «1С:Предприятие 8. Общепит» разработана новая ИС, предоставляющая возможность определения оптимального объема поставки сырья. Новая ИС поможет решить проблемы, выделенные в процессе анализа, и тем самым увеличит по прогнозируемой оценке эффективность работы отдела снабжения на 15 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Рогозов Ю.И., Стукотий Л.Н., Свиридов А.С.* Моделирование систем. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. – 120 с.
2. *Рогозов Ю.И., Свиридов А.С.* Проектирование АСОИУ. – Таганрог: Изд-во ГТИ ЮФУ, 2007.

Статью рекомендовал к опубликованию к.т.н. Е.Ю. Косенко.

Свиридов Александр Славьевич – Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге; e-mail: a.sviridov@tsure.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44, ГСП 17А; тел.: 88634371787; кафедра системного анализа и телекоммуникаций; к.т.н.; доцент.

Приходько Анастасия Сергеевна – e-mail: prihodko_as@list.ru; тел.: 89508650792; кафедра системного анализа и телекоммуникаций; студентка.

Sviridov Alexander Slav'evich – Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: a.sviridov@tsure.ru; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: 88634371787; the department of system analysis and telecommunications; cand. of eng. sc., associate professor.

Prihodko Anastasia Sergeevna – e-mail: prihodko_as@list.ru; phone: 89508650792; the department of system analysis and telecommunications; student.

УДК 519.854.33

Д.И. Кузовлев, А.П. Тизик, Ю.П. Тресков

ИТЕРАТИВНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ПРОПУСКНЫМИ СПОСОБНОСТЯМИ*

Рассматривается декомпозиционный метод решения транспортной задачи с ограниченными пропускными способностями. Метод основан на декомпозиции исходной задачи на фиксированное множество одномерных задач, затем, при необходимости, на ряд двумерных оптимизационных задач. Вопрос о допустимости решается потоковым методом. Целочисленность и монотонность по целевой функции итерационного процесса обеспечи-

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 11-01-00781-а).

вает конечность алгоритма. В результате может получиться или единственное оптимальное решение исходной транспортной задачи с ограниченными пропускными способностями, или система ограничений, из которой можно получить все оптимальные решения.

Транспортная задача; декомпозиция, потоки в сетях.

D.I. Kuzovlev, A.P. Tizik, Yu.P. Treskov

ITERATIVE METHOD FOR TRANSPORTATION PROBLEM WITH LIMITED CAPACITIES

Decomposition method for solving transportation problem with limited capacities is studied. This method is based on decomposition of original problem on fixed set of unidimensional problems and, if necessary, on range of two-dimensional optimization problems. Admissibility issue is resolved with streaming method. Integrality and monotony of objective function of iteration process ensure finiteness of the algorithm. It results either in single optimal solution of the original transportation problem with limited capacity or in set of constraints, then all optimal solutions can be obtained from this set.

Transportation problem; decomposition; flow network.

Введение. В данной работе метод последовательных изменений параметров функционала [1] распространяется на транспортные задачи с ограниченными пропускными способностями. Специфика транспортной задачи с ограниченными способностями выявляет особенности применения данного алгоритма. Заметим, что применение стандартных подходов, например, симплекс-метода [2] для указанного класса задач предполагает дополнительные трудоёмкие процедуры и существенное усложнение метода. В данном рассмотрении метод [1] напрямую применяется для транспортных задач с ограниченными пропускными способностями.

Теоретическая часть. Имеется транспортная задача с ограниченными пропускными способностями линий:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j, \quad (3)$$

$$0 \leq x_{ij} \leq d_{ij} \leq \min(a_i, b_j), \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min. \quad (5)$$

В [1] предложен алгоритм решения задачи (1)–(5) без верхнего ограничения в (4). В такой постановке, вообще говоря, может не оказаться допустимых решений, поэтому первым этапом решения поставленной задачи является проверка наличия допустимых решений. Это можно сделать с помощью известного метода расстановки пометок [3]. Вторым этапом, основным в алгоритме, является решение $m + n$ одномерных оптимизационных задач – по количеству алгебраических ограничений в исходной задаче (1)–(5). Целевой функцией каждой одномерной задачи служит делённая на два часть целевой функции исходной задачи (1)–(5), содержащая переменные, имеющиеся в её ограничении. Если объединение оптимальных решений $m + n$ одномерных задач является допустимым решением исходной за-

дачи, то, очевидно, тем самым получено оптимальное решение исходной задачи (1)–(5). Если на втором этапе оптимальное решение не получено, на третьем этапе последовательно решаются m двумерных оптимизационных задач (пару ограничений составляет одно ограничение из (1) и одно ограничение из (2)). Целевой функцией двумерной задачи служит сумма целевых функций соответствующих одномерных задач. В оптимальном решении произвольной двумерной задачи значение целевой функции не меньше, чем сумма значений целевых функций в оптимальных решениях соответствующих одномерных задач. Далее каждая двумерная задача эквивалентно записывается в виде совокупности двух одномерных задач с модифицированными функционалами. Монотонный по функционалу ограниченный итерационный процесс решения двумерных задач имеет предел. Если окончательно все одномерные задачи имеют единственное решение, то объединение этих решений есть оптимальное решение исходной задачи (1)–(5). Если решения одномерных задач не единственны (задаются в виде уравнений), то любое допустимое решение системы этих уравнений есть оптимальное решение исходной задачи (1)–(5). Полученная система уравнений может оказаться несовместной. В этом случае на четвёртом этапе находится максимальный поток по транспортной сети, в которой используются только попавшие в уравнения линии. Полученный максимальный поток, не являющийся допустимым решением исходной задачи, позволяет сформировать новую транспортную задачу меньшей размерности с обобщёнными производителями и обобщёнными потребителями. В новой задаче алгоритм возвращается на второй этап и т.д.

Заключение. Предлагаемый подход эффективен, например, для транспортных задач, в которых среди оптимальных решений необходимо выбрать решение, удовлетворяющее каким-нибудь дополнительным требованиям. Традиционными методами решать такие задачи было бы весьма затруднительно, так как не всегда удаётся выделить все оптимальные решения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Тизик А.П., Цурков В.И.* Метод последовательной модификации функционала для решения транспортной задачи // Автоматика и телемеханика. – 2012. – № 1. – С. 148-158.
2. *Гольштейн Е.Г., Юдин Д.Б.* Задачи линейного программирования транспортного типа. – М.: Наука, 1969.
3. *Форд Л.Р., Фалкерсон Д.Р.* Потoki в сетях. – М.: Мир, 1963.

Статью рекомендовал к опубликованию д.ф.-м.н. В.И. Цурков.

Кузовлев Дмитрий Игоревич – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Российской академии наук; e-mail: tsur@ccas.ru; 119333, Москва, ул. Вавилова, д. 40; тел.: +79163905638; отдел сложных систем; аспирант.

Тизик Александр Петрович – отдел сложных систем; с.н.с.

Тресков Юрий Павлович – отдел сложных систем; н.с.

Kuzovlev Dmitriy Igorevich – Institution of Russian Academy of Sciences Dorodnicyn Computing Centre of RAS; e-mail: tsur@ccas.ru; 40, Vavilov street, Moscow, 199333, Russia; phone: +79163905638; department of complex systems; postgraduate student.

Tizik Alexandr Petrovich – department of complex systems; senior researcher.

Treskov Yuriy Pavlovich – department of complex systems; researcher.