

НВМО+1 орбиталей. Показано, что увеличение $\Delta E(\text{НВМО} - \text{НВМО} + 1)$ приводит к росту энергетического зазора $\Delta E(S_1 - T_1)$, причем обнаруженная зависимость носит общий характер для исследованных молекулярных систем: двух NH-таутомеров свободного основания и депротонированной формы (рис. 1).

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственной программы научных исследований Республики Беларусь «Конвергенция 2025» (подпрограмма «Междисциплинарные исследования и новые зарождающиеся технологии», задание шифр 3.03.10 (НИР 2)) и гранта Президента Республики Беларусь в сфере науки на 2023 г. (Круку Н.Н.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Крук Н.Н. Структура и оптические свойства тетрапиррольных соединений / Н. Н. Крук // Минск, БГТУ. – 2019. – С. 216.
2. Beenken W. J. D. Molecular Structures and Absorption Spectra Assignment of Corrole NH Tautomers / W. J. D. Beenken [et al.] // J. Phys. Chem., A. – 2014. - Vol. 118, № 5. - P. 862 - 871.
3. Beenken W. J. D. Origin of the Individual Basicity of Corrole NH-Tautomers: A Quantum Chemical Study on Molecular Structure and Dynamics, Kinetics, and Thermodynamics / W. J. D. Beenken [et al.] // J. Phys. Chem., A. – 2015. – Vol. 119, № 26. – P. 6875–6883.
4. Knuykshto V. N. Phosphorescence of Free Base Corroles / V.N. Knuykshto [et al.] // RCS Advances. – 2016. – Vol. 6. – P. 43911–43915.

УДК 519.86

Доц. Н.Н. Буснюк
(БГТУ, г. Минск)

ЗАДАЧА О «НЕСКОЛЬКИХ КОММИВОЯЖЕРАХ» ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ ДОСТАВКИ НЕФТЕТОПЛИВА

Рассмотрен частный случай задачи перевозки нефтетоплива автотранспортом от нефтебаз на автозаправочные станции. Сформулированы постановка такой задачи и алгоритм ее решения на ЭВМ.

Задача о коммивояжере широко известна и имеет большое теоретическое значение. Задача о нескольких коммивояжерах возникает в практических задачах логистической направленности. В данной работе рассматривается подобная задача при оптимизации маршрутов транспортировки нефтетоплива автомобилями от нефтебаз на автозаправочные станции (АЗС).

В общем виде задача перевозки нефтетоплива заключается в следующем. Имеется три множества: автозаправочных станций, нефтебаз и автобаз. Известно время проезда между всеми пунктами всех трех множеств. Нужно так составить расписание движения автомобилей от нефтебаз к АЗС, чтобы в течение трудовой смены обеспечить все заказы АЗС и при этом задействовать наименьшее количество транспорта. Имеются ограничения на возможности транспорта. Автомобили несколько секционный и могут одновременно перевозить несколько видов топлива. В случае повторной дозагрузки в течение смены есть ограничение на последовательность заливки в секцию топлива другой марки. Известно время разгрузки секции на АЗС и секция разгружается полностью. Кроме того, не может на одной АЗС разгружаться более одной секции топлива одной марки.

В данной работе рассмотрен более простой случай такой задачи: для одного автопарка и одной нефтебазы. Кроме того, предполагается, что все автомобили одного типа – четырех-секционные, и не учитывается последовательность заполнения секции топливом одной марки после выгрузки топлива иной марки.

Постановки задачи. С учетом реальной обстановки на дорогах города матрица расстояний $A = [a_{ij}]_{n,n}$ будет содержать элементы, отражающие не расстояние в километрах, а время проезда в часах. Более того, в них уже будет учтено время загрузки на нефтебазе и разгрузки на АЗС. Кроме того, можно не учитывать время проезда от автопарка к нефтебазе в начале трудового дня и от АЗС в автопарк в конце смены, сократив при этом продолжительность трудовой смены, ограничивающей время нахождения транспорта на линии (в пути).

Таким образом, имеется $n - 1$ АЗС и известно время проезда между ними, которое задается матрицей A . Последняя (n -я) строка и столбец задают время проезда от нефтебазы к АЗС и обратно.

Длительность смены T (время нахождения автомобиля в пути) находится в пределах (T_1, T_2) .

В процессе доставки груза автомобиль совершает маршрут от нефтебазы к нескольким (от одной до 4-х АЗС) и возвращается на нефтебазу для повторной загрузки либо возвращается в автопарк. Целевая функция минимизируется по критерию: количество задействованных автомобилей должно быть наименьшим при условии, что все заявки от АЗС будут выполнены в течение смены.

В процессе решения такой задачи возникает математическая подзадача – оптимизации длины гамильтонова цикла в графе расстояний. «Коммивояжер» должен выехать из нефтебазы, «обойти» от 1 до 4 АЗС и вернуться на нефтебазу. Математическая задача усложня-

ется тем, что одновременно действуют несколько «коммивояжеров», нужно все $n - 1$ пунктов распределить между ними. И тем, что в матрице A могут быть переменные значения. Это потому, что пункты распределяются между «коммивояжерами» не одновременно; в процессе их посещения некоторые элементы матрицы A будут принимать значение «бесконечность».

Алгоритм. В элементы матрицы A (кроме последних строки и столбца) будут добавлены значения от 1 до 4, означающие марку требуемого топлива. Если таких значений нет, это означает, что заявка удовлетворена. Маршруты обхода будем устанавливать по методу «иди в ближайший». Автомобиль с нефтебазы едет на ближайшую АЗС, там разгружается и, если не все секции освобождены, едет на следующую ближайшую АЗС, нуждающуюся в топливе данной марки. После полной разгрузки бензовоза анализируется, попало ли отработанное им время в промежуток (T_1, T_2) ? Если оно меньше, автомобиль едет на нефтебазу для повторной загрузки. Если попадает в данный промежуток (или превышает), автомобиль едет в автопарк (смена заканчивается). Если не все заявки АЗС удовлетворены, подобным образом рассчитываются маршруты для следующего бензовоза.

Полученное решение не будет оптимальным, но оно будет допустимым. Далее, если оно не понравится заказчику, его можно улучшать путем итераций.

Не обязательно в бензовозе загружать все секции. Такая ситуация возникает, если заявки заканчиваются (к концу дня) либо у автомобиля скоро заканчивается смена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, А. О. Минимаксная задача M коммивояжеров // Вычисл. матем. и матем. физ. – 1991. – Том 31. – № 12. – С. 1899–1905.
2. Гимади, Э. Х. О задаче нескольких коммивояжеров с ограничениями на пропускные способности рёбер графа / Э.Х. Гимади, А.М. Истомин, И.А. Рыков // Дискретн. анализ и исслед. опер. – 2013. – Том 20. – Выпуск 5. – С. 13–30.
3. Мушруб В.А., Фомин Г.П. Логистическая задача нескольких коммивояжеров // Знание. – Харьков: Serenity-Group, 2016. – № 10-2 (39) – С. 137–145.