

# ГИБРИДНЫЕ МЕТАЭВРИСТИКИ В ЗАДАЧАХ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ

И.В. КОЗИН, А.А. ЗЕМЛЯНСКИЙ,  
Запорожский национальный университет  
Запорожье, Украина  
[ainc00@gmail.com](mailto:ainc00@gmail.com),  
[alex27398@gmail.com](mailto:alex27398@gmail.com)

***Аннотация.** Рассматривается группа оптимизационных задач, связанная с поиском маршрутов/путей во взвешенном графе с определенными условиями. К таким задачам относятся различные варианты задачи коммивояжера, задача об инспекции путей, задача о сельском почтальоне и ряд других. Большинство задач этого типа являются NP-трудными. Показано, что практически все задачи, связанные с построением оптимальных маршрутов в графе, могут быть сформулированы как задачи оптимизации на фрагментарной структуре. Рассмотрен ряд гибридных алгоритмов отыскания субоптимальных решений подобных задач на основе комбинации фрагментарного алгоритма и известных метаэвристик.*

***Ключевые слова:** граф, задача коммивояжера, задача об инспекции путей, задача сельского почтальона, фрагментарная структура, эволюционный алгоритм, алгоритм перемешанных прыгающих лягушек.*

Рассмотрена группа оптимизационных задач маршрутизации на графе, родственная задаче коммивояжера. К таким задачам относятся задача коммивояжера, задача об инспекции путей (китайский почтальон), задача сельского почтальона, задача о доставке грузов, и ряд других. Большинство этих задач являются NP-трудными и потому для них оправдано применение метаэвристик. Показано, что каждая из рассмотренных задач может быть сведена к поиску оптимальной перестановки в пространстве перестановок  $S_n$  с некоторыми ограничениями.

Пусть задан граф  $G=(V,E)$  с множеством вершин  $V$  и множеством ребер  $E$ . Каждому ребру  $e \in E$  приписан неотрицательный вес (длина)

$\rho(e) \in R_+$ . Требуется найти циклический маршрут минимальной длины, проходящий через каждую вершину графа ровно один раз. В задаче об инспекции путей требуется найти кратчайший маршрут, проходящий через все ребра графа. В задаче о сельском почтальоне ищется кратчайший циклический маршрут, проходящий через все вершины графа (может быть по нескольку раз), к в котором длины ребер ограничены заданным числом.

Все рассматриваемые задачи маршрутизации могут быть представлены как задачи оптимизации на фрагментарной структуре[2]. Фрагментарной структурой  $(X, E)$  на конечном множестве  $X$  называется семейство его подмножеств, такое, что  $\forall E_i \in E, E_i \neq \emptyset \exists e \in E_i, E_i \setminus \{e\} \in E$ . Всякий максимальный по числу элементов фрагмент может быть построен с помощью "жадного" алгоритма [2].

Для поиска субоптимальных решений рассматриваемых задач предлагается использовать гибридные алгоритмы на основе комбинации известных метаэвристик и фрагментарного алгоритма. Исследованы в частности следующие метаэвристики: метод имитации отжига[3], эволюционный алгоритм, алгоритм перемешанных прыгающих лягушек[4]. Проведен сравнительный анализ предложенных алгоритмов.

### Литература.

1. Gordenko M.K., Avdoshin S.M. Variants of Chinese Postman Problems and a Way of Solving through Transformation into Vehicle Routing Problems. Proceedings of the Institute for System Programming of the RAS (Proceedings of ISP RAS). 2018;30(3):221-232. [https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2018-30\(3\)-16](https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2018-30(3)-16)
2. I. V. Kozin, N. K. Maksyshko, V. A. Perepelitsa Fragmentary Structures in Discrete Optimization Problems, Cybernetics and Systems Analysis November 2017, Volume 53, Issue 6, P 931–936. <https://doi.org/10.1007/s10559-017-9995-6>
3. Narimani M.R. (2011) A New Modified Shuffle Frog Leaping Algorithm for NonSmooth Economic Dispath. World Applied Sciences Journal. P. 803–814
4. Narimani, M.R. A New Modified Shuffle Frog Leaping Algorithm for NonSmooth Economic Dispath, World Applied Sciences Journal. 2011. – P. 803–814.