Секция «Вычислительная математика и кибернетика»

Оптимизация размещения инфраструктуры нефтяного месторождения

Александров Ярослав Алексеевич

Студент

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики, Москва, Россия

E-mail: yaroslavalexandrov@gmail.com

Блок нефтяного месторождения структурно представляет из себя дерево, в листьях которого находятся кустовые площадки, на которых добывается нефть, в остальных вершинах — точки ветвления коммуникационных каналов (трубопровод, ЛЭП, дорога), а ребрами которого являются отрезки этих каналов. Корнем дерева является вход внешней магистрали. Таким образом, нефть, добываемая на кустовых площадках, передается естественным образом по каналам во внешнюю магистраль. Пусть нам задано положение кустовых площадок и точки входа; также задан рельеф карты (стоимость постройки канала в данной точке). Необходимо построить дерево (то есть указать положение каналов коммуникаций), минимизирующее общую стоимость инфраструктуры. Формально, дана функция $f\colon \mathbb{R}^2 \to \mathbb{R}_+$ и конечное множество $T \subseteq \mathbb{R}^2$. Необходимо построить дерево $G = (V, E, \rho)$ минимальной стоимости, где $T \subseteq V$, вес ребра $\rho(e)$, где $e \in E$, определяется как криволинейный интеграл функции f по e, стоимость дерева определяется как сумма весов ребер, в него входящих. В работе предлагаются подходы, использующие различные алгоритмы решения задачи Штейнера. Известны две основные её постановки: на евклидовой плоскости (является частным случаем постановки задачи данной работы, если функция f константна, то есть рельеф отсутствует) и на графах (дан граф $G = (V, E, \rho)$ и множество вершин $T \subseteq V$ (терминальные вершины), построить дерево $G_1 = (V_1, E_1, \rho_1)$ минимальной стоимости, где $T \subseteq V_1$, $V_1 \subseteq V$, $E_1 \subseteq E$, а ρ_1 является сужением ρ на E_1). Исследованы особенности и алгоритмы приближенного (в следствие NP-полноты) решения задачи Штейнера [1,3]. Для решения исходной задачи приспособлены алгоритмы решения задачи Штейнера в обеих постановках. В случае постановки на графах сведение производится с помощью дискретизации плоскости, базовый метод решения связан с построением метрического замыкания множества терминальных вершин, построения минимального остовного дерева данного замыкания и восстановления исходных ребер. В случае постановки на плоскости большинство решений являются геометрическими, что усложняет их обобщение на случай неравномерного рельефа. Помимо этого проведены исследования решения различных частных случаев постановки исходной задачи, важных для прикладной области, связанных с уточнением вида функции рельефа и конфигурации заданных вершин на плоскости. Также исследуется применение алгоритмов решения задачи Штейнера в трехмерной евклидовой плоскости [2] для решения основной задачи работы.

Литература

1. Лотарев Д. Т., Уздемир А. П. Размещение транспортных сетей на неоднородной территории // Автоматика и телемеханика. 2002. № 7. С. 117-127.
2. Cheng X., Li Y., Du D.-Z., Ngo H. Q. Steiner Trees in Industry // Handbook of Combinatorial Optimization (vol 5). Kluwer Academic Publishers, 2004. P. 193–216.

3. Hwang F. K., Richards D. S., Winter P. The Steiner Tree Problem. Amsterdam, London, New York, Tokyo: North Holland, 1992.