



РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ПРИДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ МИНИМАКСНОГО МЕТОДА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Развитие сети автомобильных дорог является одним из ключевых факторов экономического развития региона. При этом, эффективность дорожной сети определяется не только качеством самих дорог, но и развитием придорожной инфраструктуры (места питания, отдыха, магазины, АЗС, пункты техобслуживания, экстренных служб, медицинской помощи и др.) [1, 2]. Поэтому возникает задача оптимального планирования объектов придорожной инфраструктуры. Такая же аналогичная задача существует и по отношению объектов социальной инфраструктуры в городах в целом [3, 4].

Цель работы – решение задачи оптимального размещения объектов инфраструктуры на основе минимаксного метода.

Задача размещения объектов инфраструктуры можно представить в виде графовой структуры. Пусть, например, имеется неориентированный граф, который представляет собой сеть дорог, т.е. вершины его соответствуют отдельным населенным пунктам, а ребра – дорогам между ними (рис. 1). Для удобства будем считать, что веса ребер равны единице. Требуется оптимально разместить объект инфраструктуры, например, магазин. В подобных ситуациях критерий оптимальности заключается в оптимизации «наихудшего» случая, т.е. в минимизации расстояния от места обслуживания до наиболее удаленного пункта. Следовательно, местами размещения должны быть центральные вершины.

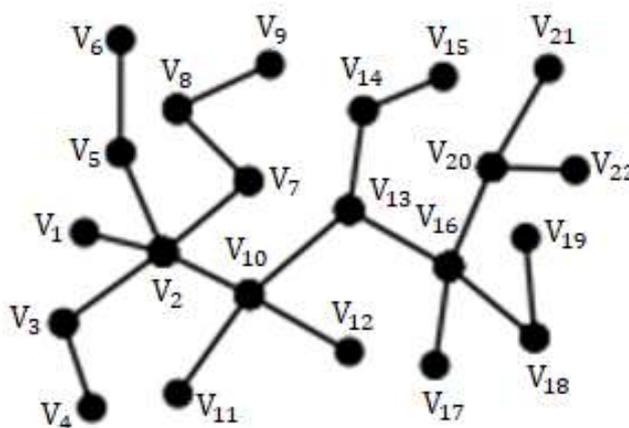


Рис. 1. Пример неориентированного графа, описывающего сеть дорог

Для решения данной задачи введём ряд определений. Пусть $G = (V, X)$ – связный граф. Эксцентриситет вершины $v \in V$ – число $e(v) = \max_{w \in V} \rho(v, w)$. Радиус $r(G)$ графа – наименьший из эксцентриситетов его вершин: $r(G) =$



$\min_{v \in V} e(v)$. Диаметр графа $\dim(G)$ – наибольший из эксцентриситетов его вершин: $\dim(G) = \max_{v \in V} e(v)$. Иногда диаметр определяют как величину, равную удвоенному радиусу. Вершина v называется центральной, если $e(v) = r(G)$. Множество всех центральных вершин – центр графа.

Перейдем непосредственно к решению задачи. Составим таблицу 1 для рассмотрения эксцентриситетов вершин исходного графа

Таблица 1

Вершина V_i	Эксцентриситет вершины V_i $e(V_i)$
V_9	8
V_8	7
V_7	6
V_2	5
V_5	6
V_6	7
V_1	6
V_3	6
V_4	7
V_{10}	4
V_{11}	5
V_{12}	5
V_{13}	5
V_{14}	6
V_{15}	7
V_{16}	6
...	...

Дальше можно не рассматривать вершины, так как в дальнейшем эксцентриситет вершины не будет принимать значение ниже 4. Из табл. 1 следует, что радиус исходного графа $r(G) = 4$. Следовательно, вершина V_{10} является центральной, а множество $\{V_{10}\}$ — центром исходного графа. Итак, наиболее оптимальным размещением магазина будет размещение в вершине V_{10} .

Рассмотренная задача представляет собой идеальный случай. Реальные минимаксные задачи размещения отличаются от этой идеальной тем, что приходится еще учитывать другие обстоятельства – фактические расстояния между отдельными пунктами, стоимость, время проезда и прочее. Для того, чтобы учесть это, используют взвешенные графы. Но и в этом случае после нахождения эксцентриситетов вершин определяются радиус, центральные вершины и в конечном итоге – центр графа.

Таким образом, предложенный метод позволяет решать важную задачу оптимального размещения объектов инфраструктуры автомобильных дорог.



Метод достаточно просто алгоритмизируется и реализован в программном продукте. Кроме того, данный метод может быть рекомендован для решения задачи оптимального размещения электронных средств внутри зданий с учетом потенциальной электромагнитной обстановки [6, 7].

Литература

1. Бирюков Д. С., Заславская Е. В. Задача оптимального размещения объектов инфраструктуры автомобильных дорог общего пользования // Вестник НТУ ХПИ. 2014. №35 (1078).
2. Бирюков Д. С., Заславская О. В. Оптимальное размещение и комплектация аварийно-спасательных служб для реагирования на чрезвычайные ситуации // Вестник НТУ ХПИ. 2013. №39 (1012).
3. Рязанова, О. Е. Планирование размещения объектов социальной инфраструктуры с помощью ГИС на примере Центрального административного округа города Тюмени / О. Е. Рязанова, В. А. Добрякова // Актуальные проблемы обеспечения устойчивого развития Тюменского региона: матер. 68-й студ. науч. конф., Тюмень, Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2017, вып. 3. С. 68-74.
4. Лопаткина Анна Евгеньевна Размещение объектов социальной инфраструктуры: зарубежный опыт и возможности для Российской практики // Russian Journal of Education and Psychology. 2014. №4 (36).
5. Плотников П. В. Прямое решение минимаксной задачи размещения в прямоугольной области на плоскости с прямоугольной метрикой / П. В. Плотников, Н. К. Кривулин // Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2018. — Т. 14, № 2.
6. Гизатуллин З.М., Набиев И.И., Шкиндеров М.С. Помехоустойчивость локальных вычислительных сетей при внешних электромагнитных воздействиях // Телекоммуникации. – 2017. – №2. – С. 41-47.
7. Нуриев М.Г., Гизатуллин З.М. Физическое моделирование преднамеренного электромагнитного воздействия на вычислительную технику через металлоконструкции здания // Информация и безопасность. – 2017. – №3(4). – С. 456-459.