

## **Применение элементов теории графов при распределении ресурсов типа мощности для линейно-протяженных объектов**

О.В. Ключникова, С.С. Кадилин

Перемещение фронта работ в пространстве является особенностью прокладки инженерных сетей, и как следствие, приведет к необходимости перебазировки линейных бригад, затрачиванию дополнительных средств и времени. В связи с этим, можно поставит задачу о сокращении перебазировок линейных бригад при прокладке, реконструкции или модернизации линейно-протяженных объектов. [1,2,3].

Все многообразие ресурсов, используемых в производстве можно разделить на два принципиально различных класса: складироваемые или материально-технические ресурсы и не складироваемые, иначе называемые ресурсами типа мощности. Существует довольно значительное количество моделей, описывающих распределение материально-технических ресурсов, но вот распределению ресурсов второго типа библиография гораздо меньше, хотя в условиях строительного производства, когда фронты работ могут быть разнесены н пространстве на значительные расстояния, такая задача представляется весьма актуальной [4].

Задачи размещения связаны с решением проблем наилучшего расположения в определенных регионах таких систем обслуживания, как торговые центры, посты пожарной охраны, фабрики, аэропорты, склады и т. д [5,6,7]. Исходя из этого существует многообразие задач размещения. В этой статье рассматриваются такие задачи, для которых областью допустимых точек размещения центров обслуживания является некоторый граф, т. е. эти центры могут располагаться в какой-либо вершине или на какой-либо дуге графа.

В таких задачах есть два основных критерия оценки качества размещения: минимизация максимального расстояния и минимизация суммы расстояний. Соответственно имеем и две основные задачи.

Рассмотрим следующее задание: найти максимальный поток и минимальный разрез в транспортной сети, используя алгоритм Форда–Фалкерсона (алгоритм расстановки пометок). Построить граф приращений. Проверить выполнение условия максимальности построенного полного потока. Источник – вершина 1, сток – вершина 8.

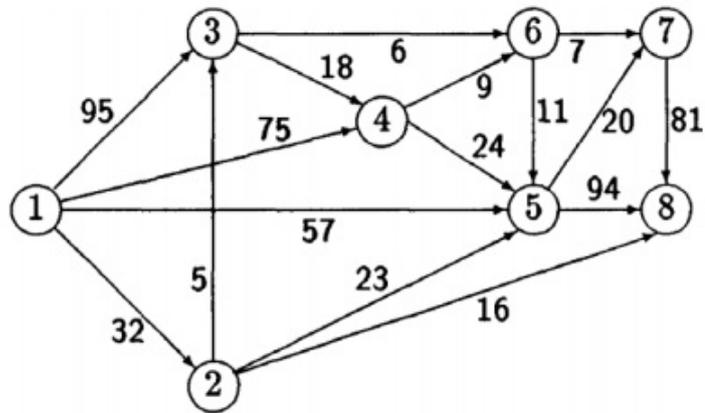


Рис. 1. Исходная модель транспортной сети

Решение: С помощью алгоритма Форда–Фалкерсона найдем наибольший поток из 1 в 8 (см. рис 1).

Шаг 1. Выбираем произвольный поток, например, 1-3-6-7-8. Его пропускная способность равна минимальной из всех пропускных способностей входящих в него дуг, то есть 6. Уменьшаем пропускные способности дуг этого потока на 6, насыщенную дугу 3-6 вычеркиваем [8].

Шаг 2. Выбираем произвольный поток, например, 1-4-5-8. Его пропускная способность равна минимальной из всех пропускных способностей входящих в него дуг, то есть 24. Уменьшаем пропускные способности дуг этого потока на 24, насыщенную дугу 4-5 вычеркиваем.

Шаг 3. Выбираем произвольный поток, например, 1-5-8. Его пропускная способность равна минимальной из всех пропускных

способностей входящих в него дуг, то есть 57. Уменьшаем пропускные способности дуг этого потока на 57, насыщенную дугу 1-5 вычеркиваем.

Шаг 4. Выбираем произвольный поток, например, 1-2-8. Его пропускная способность равна минимальной из всех пропускных способностей входящих в него дуг, то есть 16. Уменьшаем пропускные способности дуг этого потока на 16, насыщенную дугу 2-8 вычеркиваем.

Шаг 5. Выбираем произвольный поток, например, 1-2-5-8. Его пропускная способность равна минимальной из всех пропускных способностей входящих в него дуг, то есть 13. Уменьшаем пропускные способности дуг этого потока на 13, насыщенную дугу 5-8 вычеркиваем.

Шаг 6. Выбираем произвольный поток, например, 1-2-5-7-8. Его пропускная способность равна минимальной из всех пропускных способностей входящих в него дуг, то есть 3. Уменьшаем пропускные способности дуг этого потока на 3, насыщенную дугу 1-2 вычеркиваем.

Шаг 7. Выбираем произвольный поток, например, 1-4-6-7-8. Его пропускная способность равна минимальной из всех пропускных способностей входящих в него дуг, то есть 1. Уменьшаем пропускные способности дуг этого потока на 1, насыщенную дугу 6-7 вычеркиваем.

Шаг 8. Суммарный поток  $6+24+57+16+13+3+1+8=128$ . Величина разреза  $6+9+24+57+32=128$ .

Учитывая особенности линейно-протяженного строительства то такая задача выдвигается на первый план на стадии организационно-технологического проектирования, при осуществлении разработки графика движения бригад по объектам строительства [9,10]. При этом процедура распределения не складываемых ресурсов рассматривается как задача нахождения максимальной построенного полного потока. Где физическая сущность располагаемых объектов, как правило, оказывает влияние на вид ограничений и критерии оптимальности, выбираемые для оценки размещения. При анализе возможных подобных задач, учитывается, что в

качестве объекта размещения рассматриваются производственные подразделения строительной организации.

Следует отметить, что полученное в этом случае решение, удовлетворяя требованиям минимальности необходимого числа размещаемых единиц ресурса, в общем случае не будет соответствовать оптимальному размещению при других критериях, например минимизации на размещение затрат на размещение или же максимизации эффекта, получаемого от данного размещения ресурсов типа мощности. Поэтому приходится решать соответствующую задачу комбинаторного программирования. В этом случае, для получения решения, близкого к оптимальному, можно рекомендовать использование следующего эвристического правила: для размещения ресурсов типа мощности пункты выбираются по возрастанию (убыванию) эффекта (затрат) от размещения. В том случае, если не удастся разместить все ресурсы, предназначенные для размещения, то размещение необходимо начать с пункта, имеющего более низкие характеристики.

#### Литература

1. Саар О.В., Зильберова И.Ю., Томашук Е.А. Комплексные организационно-технологические системы инженерного обеспечения территорий [Текст]: Монография. Ростовский Государственный Строительный Университет. – Ростов-на-Дону: 2012. – 178с.
2. Зильберова И.Ю., Саар О.В. Проблемы применения совместного производства работ по строительству, реконструкции и модернизации инженерных сетей и телекоммуникационных систем на территории Ростовской области // Электронный научно-инновационный журнал Инженерный вестник Дона. – 2010. - № 1.  
<http://ivdon.ru/magazine/archive/n1e2010/168>
3. Саар О.В. Организационно-технологическое обеспечение устойчивого развития инфраструктуры строительных организаций // Материалы

- Международ. науч-практ. конф. «Строительство – 2009». – Ростов н/Д: РГСУ, 2009. – С. 114-115.
4. Костюченко В. В. Организационно-технологические строительные системы : учебник. Ростов н/Д : Феникс , 1994. 238 с.
  5. Саар О.В. Организационно-экономическое обеспечение устойчивого развития строительных предприятий в Западной Сибири // Известия Ростовского государственного строительного университета. – 2009. - №13. – С. 285-286.
  6. Крамаренко В.О., Саар О.В. Совершенствование методики оценки критической ситуации при строительстве и эксплуатации объектов линейно-протяженного характера // Материалы Международ. науч-практ. конф. «Строительство – 2008». – Ростов н/Д: РГСУ, 2008. –С. 68 – 69.
  7. Ключникова О.В., Хатунцева А.В. Формирование системы управления для строительства, реконструкции или модернизации инженерных сетей Ростовской области // Электронный научно-инновационный журнал Инженерный вестник Дона. – 2012. - № 4 (часть 2). <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1e2010/168>
  8. Згонник А.С . Математическое бюро [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.matburo.ru> (доступ свободный).
  9. Classroom organization and participation: college student is perceptions. Weaver, Robert R.; Qi, jiang. Journal of higher education, v 76 n 5 p 570. Sep – Oct 2005.
  10. DoD Guide to Integrated Product and Process Development. – Office of the Under Secretary of Defense (Acquisition and Technology). – Washington, DC 20301 – 3000. 1996, February 5.