26. Давыдов А. П. Новые квантовые объекты космомикрофизики – элементарные бессингулярные черные дыры – как следствие КЭД и ОТО // Фундаментальные и прикладные исследования: сб. науч. труд. Магнитогорск: Изд-во МГПИ, 1997. С. 22-41.
27. Davydov A.P. Novye kvantovye ob#ekty kosmomikrofiziki – jelementarnye bessinguljarnye chernye dyry – kak sledstvie KJeD i OTO // Sb. nauch. trudov "Fundametal'nye prikladnye issledovanija". Magnitogorsk: Izd-vo MGPI, pp. 22-41, 1997.
28. Davydov A.P. Vozmozhnost' kvantovyh bessinguljarnyh chernyh dyr s plankovskimi parametrami i jekstremal'noj metrikoj v fizike i kosmologii // Jelektromagnitnye volny i jelektronnye sistemy. 1998. V. 3. № 2. pp. 67-78.
29. Davydov A.P. Foton kak kvazichastica pri vozbuzhdenii spinovoj volny v fizicheskom vakuume na plankovskih rasstojanijah // Tez. dokl. XLIV vnutriv. nauch. konf. prepod. MaGU "Sovrem. problemy nauki i obrazov.". Magnitogorsk: Izd-vo Magnitogorsk. gos. un-ta, p. 174, 2006.
30. Davyidov A. P. Kurs lektsiy po kvantovoy mehanike. Matematicheskiy apparat kvantovoy mehaniki: ucheb. posobie. Magnitogorsk: Izd-vo Magnitogorsk. gos. tehn. un-ta im. G.I. Nosova, 2014. 188 p.
31. Davydov A.P. Jekstremal'nye maksimony, struktura fundamental'nyh chastic, KJeD, OTO i RTG A.A. Logunova //Jelektromagnitnye volny i jelektronnye sistemy. 2001. V. 6. №5. p. 4-13.
32. Davyidov A. P. O postroenii spetsialnoy teorii otnositelnosti (STO) iz simmetrii prostranstva i vremeni bez postulatov STO // Elektromagnitnyie volnyi i elektronnyie sistemyi. 2003. V. 8, № 1. pp. 49-58.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ СЕТЕВОЙ МОДЕЛИ НАХОЖДЕНИЯ КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ ЭВАКУАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ

Асламова В.С., Темникова Е.А.
(г. Иркутск, Иркутский государственный университет путей сообщения)
e-mail: aslamovav@yandex.ru, temnikova_ea@bk.ru

APPLICATION OF THE LINEAR NETWORK MODEL OF FINDING THE SHORTEST WAY OF EVACUATION OF THE POPULATION

Aslamova VS, Temnikova EA.
(Irkutsk, Irkutsk State University of Railway Transport)

Abstract. The report considers an algorithm for solving the problem of advance evacuation of the population, which is formulated as finding the shortest path in a linear network model representing the routes of movement along the existing transport network of roads with a cycle. The starting point is the prefabricated evacuation point, and the final one is the receiving evacuation point, the numbers on the edges are the length of the path between the intermediate points.

Key words: evacuation point, linear network model with a cycle, evacuation of the population, algorithm for finding the shortest path, graph.

Применение теории графов. На современном этапе развития информационных технологий использование теории графов широко и разнообразно:

– в химии для описания структур химических элементов и числа теоретически возможных изомеров углеводородов и других органических соединений [1];

– в информатике и программировании (граф – блок-схема алгоритма программы);

– в коммуникационных и транспортных системах для поиска кратчайшего пути на сети дорог [2]. В частности, для маршрутизации данных в Интернете. Алгоритмы нахождения кратчайшего пути используются для поиска путей между физическими объектами на картах Google или OpenStreetMap;

– в дискретной математике [3] для анализа и синтеза различных дискретных преобразователей: функциональных блоков компьютеров, комплексов программ и т.д.;

– в геоинформационных системах при проектировании сооружений, линии электропередач, газопроводов и т.д.;

– в логистике [3];

– при замене оборудования и многое другое.

Математическая модель сетевой модели нахождения кратчайшего пути эвакуации населения. Согласно постановлению Правительства РФ от 22.06.2004 № 303 "О порядке эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы" в зависимости от времени и сроков проведения выделяются варианты эвакуации населения:

– упреждающая (заблаговременная), проводимая из прогнозируемых зон чрезвычайных ситуаций (ЧС);

– экстренная (безотлагательная – из зон действия поражающих факторов ЧС) [4]. Маршрутами эвакуации населения, ввода сил и средств ликвидации ЧС будут являться автодороги существующей транспортной сети, наиболее благоприятные для движения. Для сокращения сроков эвакуации необходимо выбирать маршрут, имеющий минимальную (кратчайшую) протяженность.

Рассмотрим задачу нахождения кратчайшего пути эвакуации, которая состоит в нахождении связанных между собой дорог на транспортной сети, имеющих в совокупности минимальную длину от исходного сборного эвакуационного пункта до пункта назначения (приемного эвакуационного пункта). Такую сеть дорог представим в виде графа с положительными весами, которые соответствуют протяженности данного участка, км (рис. 1).

Модель задачи о кратчайшем пути строится, исходя из следующих предположений:

1. Каждая переменная соответствует только одной дуге.
2. Каждое ограничение соответствует вершине сети.

Обозначим x_{ij} представляет величину потока по дуге между вершинами (i, j), d_{ij} – длина дуги. Тогда математическая модель задачи о кратчайшем пути в сети с n узлами запишется в виде:

$$Z = \sum_{(i,\, j)}\sum d_{ij}\, x_{ij} \rightarrow \min$$

при ограничениях

$$\begin{cases} \sum\limits_{1,\, j} x_{1j} = 1 \,(\text{исходный сборный эвакуационный пункт}) \\ \sum\limits_{i,\, k} x_{ik} = \sum\limits_{(k,\, j)} x_{kj} \;\; (\text{для всех к} \neq 1 \text{ или n, какой поток зашел,такой и вышел}) \\ \sum\limits_{(i,\, n)} x_{in} = 1 \,(\text{приемный эвакуационный пункт}) \\ x_{ij} \geq 0 \,(\text{для всех i и j}) \end{cases}$$

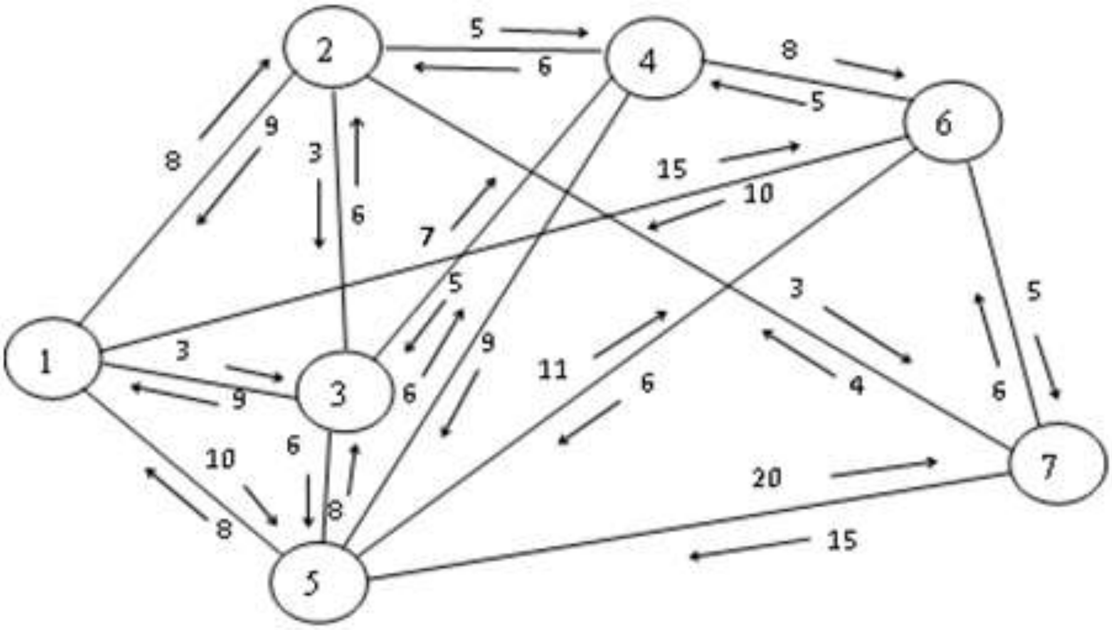

Рис. 1 Линейная сеть автомобильных дорог с циклом: 1 – исходный сборный эвакуационный пункт, 2-6 – промежуточные пункты, 7 – приемный эвакуационный пункт.

Ограничения представленной модели отвечают формулировке транспортной задачи с промежуточными пунктами: единица потока доставляется из узла 1 в узел n. В примере n = 7. Первым и последним ограничениями устанавливается, что суммарный поток, выходящий из узла 1, равен 1, как и суммарный поток, поступающий в узел n. В любом промежуточном узле суммарный входной поток равен суммарному выходному потоку. Следует отметить, что из-за наличия одностороннего движения величины d_{ij} и d_{ji} могут отличаться друг от друга.

Алгоритм нахождения кратчайшего пути эвакуации населения в сети с циклом.

Обозначим v_j – сумма длин дуг, образующих цепь, ведущую из узла 1 в узел j, u_i – кратчайшее расстояние от узла 1 до узла i. Положим $v_1 = 0$ и $u_i = v_j$, если $i = j$. При условии, что i и j соединены дугой ($d_{ij} \neq 0$), величина v_j определяется по формуле

$v_j = \min\{u_i + d_{ij}\}$. (1)

Если дуга ориентирована (т.е. движение одностороннее), расстояние в другом направлении полагается равным бесконечности.

1. $i = 1$ и $v_1 = u_1 = 0$.

2. В цикле $j = 2$ до n для нахождения величины v_j по формуле (1) ищется узел i, находящийся на минимальном расстоянии $min = d_{ij}$ до узла j.

$v_j = \min$; $u_j = v_j$.

3. В цикле с i =1 до n для всех j = 1 до n, уточняем значения v_j с учетом двухстороннего движения. Если значения v_j верно вычислены, то для всех значений i и j должно выполняться неравенство

$v_j - u_i \leq d_{ij}$. (2)

4. Если неравенство (2) не выполняется, то между узлами i и j существует более короткий путь. Тогда пересчитываем по формуле $v_j = u_i + d_{ij}$. Заменяем $u_j = v_j$. Переход к следующему значению параметра цикла.

Если условие (2) во вложенном цикле не нарушалось, переходим к пункту 5, иначе идем на пункт 3.

5. Полученные значения v_j определяют кратчайшее расстояние между узлом 1 и узлами j =2, 3, …, n. Длина кратчайшего пути от сборного пункта 1 до пункта назначения равна Z

$= v_n$. Номера узлов кратчайшего пути будем хранить в массиве P (m =1; $P[m] = n$). Выполняем идентификацию узлов сети, образующих кратчайший путь, начиная с узла $j = n$.

6. Ищем узел i, предшествующий узлу j, для которого выполняется равенство $u_i = v_i – d_{ij}$.
Запоминаем $m = m$ +1; $P[m] = i; j = i$.
7. Пока $j \neq 1$, переход на пункт 6, иначе – на пункт 8.
8. В цикле k от m до 1 с шагом «–1» печатаем номера узлов $P[k]$ кратчайшего пути.

Алгоритм нахождения кратчайшего пути на сети автомобильных дорог, содержащей циклы, основан на рекурсивных вычислениях и более подробно с числовыми примерами рассмотрен в работе [5].

Апробация алгоритма. Программа автоматизированного расчета кратчайшего пути эвакуации реализована в Delphi 7.0. Программа была протестирована на данных, указанных на рис. 1. Получен кратчайший путь, идущий через узлы 1→2→7, который имеет минимальную протяженность, равную 11 км. Результат работы программы совпал с расчетом вручную.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яблонский Г.С., Быков В.И., Горбань А.Н. Кинетические модели каталитических реакций. – Новосибирск: Наука (Сиб. отделение), 1983. – 255 с.
2. Алексеев В.Е., Таланов В.А. Нахождения кратчайших путей в графе. Графы. Модели вычислений. Структуры данных. – Нижний Новгород: Нижегородский гос. ун-т, 2005. – 307 с.
3. Пахомов В.И., Петрова Г.П. Логистика. – М.: Проспект, 2006. 232 с.
4. Постановление Правительства РФ от 22.06.2004 № 303 "О порядке эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы".
5. Асламова В.С., Темникова Е.А. Теория принятия управленческих решений: учебное пособие. – Иркутск : ИрГУПС, 2016. – 208 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПРОСА В МАРКЕТИНГОВЫХ ЦЕЛЯХ МЕТОДАМИ ЛИНЕЙНОЙ РЕГЕРЕССИИ

Н.Д. Базулин, О.А. Торшина
(г. Магнитогорск, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова)
e-mail: baz2142@my.com, olganica@mail.ru

MATHEMATICAL MODELING OF DEMAND IN MARKETING GOALS BY METRODS OF LINEAR REGRESSION

N.D. Bazulin, O.A. Torshina
(Magnitogorsk, Magnitogorsk State Technical University them. G.I. Nosova)

Annotation: In this paper the mathematical modeling of the demand for marketing purposes. This uses regression analysis and least squares method.

Keywords: math, modeling, linear regression, ordinary least square, pseudoinverse matrix, approximation.

Построим математическую модель зависимости спроса от цены товара и среднегодового дохода покупателя, при этом осуществим прогнозирование спроса.