

1.Житков В.А., Ким К.В. Методы оперативного планирования грузовых автомобильных перевозок. – М.: Транспорт, 1982. – 184 с.

2.Танаев В.С., Шкурба В.В. Введение в теорию расписаний. – М.: Наука, 1975. – 240 с.

3.Беллман Р. Применение динамического программирования к задаче о коммивояжере // Кибернетический сборник. – М.: Мир, 1964. – 270 с.

4.Крушевский А.В. Задача о бродячем торговце / Материалы научных семинаров по теоретическим и прикладным вопросам кибернетики. – К.: Освіта, 1964. – 320 с.

Получено 20.05.2005

УДК 625.72 : 331.015.11

И.Э.ЛИННИК, канд. техн. наук, Э.В.ГАВРИЛОВ, д-р техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ ГОРОДА

Рассматривается критериальная база оптимизации транспортных сетей города. Предложен новый системный критерий оптимизации – время совместного существования компонентов системы «транспортная сеть – биосфера города».

Оптимизация транспортной сети города является одной из важнейших в разработке планов преобразования городской территории. Проблема оптимизации включает три группы задач: анализ пассажиропотоков на существующей сети города, синтез маршрутов городского транспорта и синтез новых участков транспортной сети или сети в целом.

Анализ пассажиропотоков позволяет выявить наиболее и наименее нагруженные участки сети при существующих видах и маршрутах городского транспорта. Пассажиропотоки определяются на основе гравитационных моделей, в которых учитывается стоимость поездки, для этого обычно выбирается время поездки. Предполагается, что пассажиры движутся по путям, стоимость по которым является минимальной [1].

Задача синтеза маршрутов городского транспорта решается путем изменения маршрутов, а иногда и видов транспорта, чтобы получить равномерную нагрузку на сети. В качестве критерия оптимальности маршрутов используется минимум функционала от разницы между фактической и желаемой плотности распределения потоков в сети. При большой размерности сети в ней выделяются наиболее чувствительные к изменениям маршрутов участки, и поиск оптимальных маршрутов производится только по этим участкам. На целевую функцию оптимизации маршрутов накладываются ограничения по средней скорости транспортных средств, загрязнению окружающей среды и т.п. [1].

Задача синтеза новых участков транспортной сети или сети в целом возникает при создании генеральных планов новых городов и прокладке новых транспортных магистралей по уже существующим.

Решение задачи начинается с построения кратчайшей связывающей сети, соединяющей все грузообразующие и грузопоглощающие точки при наименьшей приведенной длине сети [2]. Для отбора звеньев в кратчайшую связывающую сеть используется показатель $1/Q$, который представляет собой длину участка дороги, приходящуюся на 1т перевозимого груза. Этот показатель назван приведенным расстоянием.

По полученной схеме начертания сети рассчитывается приведенная стоимость перевозок, учитывающая транспортные и строительные расходы. На основе анализов этих затрат в сеть вводятся дополнительные звенья, уменьшающие приведенную стоимость.

Дальнейшая корректировка сети осуществляется с учетом рельефа местности, различных препятствий, требований ландшафтного проектирования, защиты окружающей среды и т.д.

Анализ рассмотренных задач показывает, что в число критериев, оценивающих качество принимаемых решений, входит время поездки, плотность распределения потоков в сети и приведенная длина сети. Каждый из этих критериев прямо или косвенно отражает экономические интересы общества. Безопасность, удобство поездок, загрязнение окружающей среды и т.п. учитываются лишь в качестве ограничений, накладываемых на рассматриваемые критерии.

Аналогична критериальная база решения задач организации и управления движением на транспортной сети [3]. Основными критериями в этом случае выступают продуктивность, экономичность, надежность, минимизация потребления энергии и совместимость различных видов транспорта. Как и в предыдущем случае, данные критерии отражают экономические интересы общества. Предупреждение загрязнения окружающей среды, удобство и безопасность движения рассматриваются в роли ограничений, накладываемых на основные критерии.

Следует заметить, что экономические интересы общества лежат в основе практически любых решений, связанных с развитием города. Особенно ярко это обстоятельство стало проявляться в период перехода общества на рельсы капиталистического развития. Выгода, прибыль, минимум затрат – главное, что определяет принимаемые решения во всех областях планирования городской системы. Понятие экономичности стало отождествляться с экономией финансовых затрат.

Финансовые затраты (деньги) – мера стоимости овеществленного человеческого труда. Следовательно, вопрос о том «хорошее или плохое» решение сводится к вопросу «выгодно ли это решение для человечества и насколько?». Вопрос о выгоде этих решений для природы не ставится или учитывается в качестве ограничений. Последнее связано с некоторым «отчуждением» человека от природы.

Активность человека и решение различных проблем с позиций выгоды для себя в настоящее время проявляется в планетарных масштабах, и вызывает обоснованную тревогу о сохранности биосферы и ее субъекта, т.е. человека. Явный ущерб, наносимый человеком биосфере в процессе ее преобразования, привел к убеждению, что человек не может ставить себя по отношению к природе в положение «завоевателя» и преобразовывать природу лишь на основе критерия выгоды для себя. Гармоническое единение с природой, повышение синергетических и понижение антагонистических взаимоотношений между развитием природы и человека должны стать целью дальнейшего развития человеческого общества, требующей принципиального изменения в наборе показателей эффективности принимаемых решений. Эти показатели должны носить системный характер и оценивать выгоду для системы в целом, а не для отдельных ее компонентов.

Применительно к транспортной сети таким показателем может быть время совместного существования транспортной сети и биосферы города. Тогда максимизация этого времени может рассматриваться в роли целевой функции в задачах оптимизации сети [4, 5]

$$T \xrightarrow{f_i} \max,$$

где T – время совместного существования; f_i – координата состояния i -го компонента системы.

На данную функцию могут быть наложены ограничения по приведенной стоимости перевозок, учитывающей эксплуатационные и строительные затраты.

Время существования системы можно рассматривать как период, в течение которого фактическое состояние i -й координаты состояния f_i достигает своего предельно допустимого значения f_{in} . Причем понятие «время существования» не эквивалентно понятию «время жизни» системы, а соответствует лишь времени выхода значений координат за пределы некоторой области регулирования.

Если в начальный момент времени t_0 система находилась в точке $F_0(f_1, f_2, \dots, f_n)$ и затем переместилась к границе допустимой области

$F_n(f_{1n}, f_{2n}, \dots, f_{nn})$, то

$$T = \sum_{i=1}^n t_i,$$

где t_i – время движения i -й координаты состояния до границы допустимой области со скоростью $(u_i - v_i)$; u_i – скорость естественного увеличения координаты f_i ; v_i – скорость уменьшения значений координаты f_i за счет регулирующего внешнего воздействия.

За время T состояние системы изменяется на величину

$$\Delta F = \sum_{i=1}^n t_i (u_i - v_i).$$

На границе допустимой области вектор состояния системы

$$F(t_0 + T) = F(t_0) + \sum_{i=1}^n t_i (u_i - v_i),$$

а i -я координата состояния

$$f_i - f_{0i} = u_i T - v_i t_i.$$

Деля последнее выражение на v_i и суммируя по i , получим

$$\sum_{i=1}^n \frac{f_i}{v_i} - \sum_{i=1}^n \frac{f_{0i}}{v_i} = T \left(\sum_{i=1}^n \frac{u_i}{v_i} - 1 \right).$$

Отсюда время существования системы

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{f_i}{v_i} - \sum_{i=1}^n \frac{f_{0i}}{v_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{u_i}{v_i} - 1}.$$

Введя обозначения:

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{u_i}{v_i} - 1, \quad r(F) = \sum_{i=1}^n \frac{f_i}{v_i}, \quad r(F_0) = \sum_{i=1}^n \frac{f_{0i}}{v_i},$$

получим

$$T = \frac{r(F)}{R} - \frac{r(F_0)}{R}.$$

Зададим далее границы области допустимых значений $F_n(f_{1n}, f_{2n}, \dots, f_{nn})$ уравнением эллипсоида вращения

$$\Phi(F) = \sum_{i=1}^n f_i^2 e_i - 1 = 0,$$

где e_i – коэффициент пропорциональности.

Ограничена ли эта область для всех координат уравнением эллипсоида, должны показать дальнейшие экспериментальные исследования.

С учетом изложенного задача максимизации времени существования системы «транспортная сеть – биосфера города» представляется в виде

$$\frac{r(F)}{R} - \frac{r(F_0)}{R} \xrightarrow{f_i} \max,$$

$$\sum_{i=1}^n f_i^2 e_i - 1 = 0,$$

$$f_i \geq 0.$$

Величина $\frac{r(F_0)}{R}$ является постоянной и ее можно отбросить.

Кроме того, $R > 0$, поэтому можно упростить задачу

$$r(F) \xrightarrow{f_i} \max,$$

$$\sum_{i=1}^n f_i^2 e_i - 1 = 0,$$

$$f_i \geq 0.$$

Решение данной задачи устанавливает локальное правило управления координатами состояния f_i . Это правило состоит в следующем: в каждый момент времени для того, чтобы максимизировать время существования системы, необходимо обеспечить управляющее воздействие на то направление, для которого выполняется условие

$$\min_i f_i e_i v_i.$$

Если под f_i понимать координату состояния i -го элемента транспортной сети, то локальное правило позволяет установить очередность управляющих воздействий на элементы сети.

Таким образом, оптимизация транспортной сети города должна обеспечивать гармонизацию отношений между компонентами системы «транспортная сеть - биосфера города».

В качестве комплексного показателя эффективности оптимизации может быть принято время совместного существования компонентов системы.

Для максимизации времени существования системы необходимо направлять управляющие воздействия на тот элемент сети, который испытывает минимальное тормозящее влияние со стороны эксплуатационной службы города.

1. Попков Ю.С., Посохин М.В., Гутнов А.Э., Шмульян Б.Л. Системный анализ и проблемы развития городов. – М.: Наука, 1983. – 512 с.

2. Хомяк Я.В. Проектирование сетей автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1983. – 208 с.

3. Иносе Х., Хамада Т. Управление дорожным движением. – М.: Транспорт, 1983. – 248 с.

4. Линник И.Э. Эколого-экономические критерии проектирования сети автомобильных дорог // Экологическое значение автомобильных дорог: Сб. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – С.3-11.

5. Гаврилов Э.В., Гридчин А.М., Ряпухин В.Н. Системное проектирование автомобильных дорог. – Москва – Белгород: Изд-во «АСВ», 1998. – 138 с.

Получено 25.04.2005

УДК 621.316.925

В.М.БУРЯК, Н.А.ДЕЙНЕКО, кандидаты техн. наук

Харківська національна академія міського господарства

А.О.ДЕЙНЕКО

Харківський національний університет радіоелектроніки

ВИЗНАЧЕННЯ КОНТРОЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЇВ КЕРУВАННЯ І ЗАХИСТУ НА ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЯХ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Розглядаються пристрої керування і захисту на тягових підстанціях електричного транспорту як об'єкти контролю при відповідному урахуванні всіх факторів, що впливають на результати контролю.

Пристрої керування і захисту на тягових підстанціях електричного транспорту в процесі експлуатації знаходяться в умовах безупинного впливу безлічі зовнішніх і внутрішніх факторів, вплив яких на пристрої носить випадковий характер як за моментом виникнення, так і за