

окружающее архитектурное пространство. Кажущаяся экономическая нецелесообразность подобного решения, основанная на высокой стоимости строительства на ранее занятой территории, неравномерности загрузки стоянки в течение суток и т.п., опровергается опытом г.Москвы, передовых стран мира [1, 4].

Опровергнуть “экономическую нецелесообразность” нашего предложения можно только путем тщательного и всестороннего анализа создавшегося положения, выявления факторов, говорящих в пользу подобного решения с дальнейшей разработкой научно обоснованных рекомендаций, обеспечивающих безопасное и комфортное функционирование общегородских центров крупнейших городов Украины.

1.Банникова Е.Н., Ильин Д.Ф. Многоэтажные наземные и подземные гаражи-стоянки. Обзоры по проблемам больших городов. – М., 1978.

2.Завальный А.В. Обоснование характеристик магистралей преимущественно грузового движения // Дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. – Харьков, 1991.

3.Сосновский В.А. Трансформация функциональной и транспортной структуры исторических центров крупнейших городов // Автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. архит. – М., 1974.

4.Шештокас В. Гаражи и стоянки. – М.: Стройиздат, 1984.

Получено 27.01.2000

© Боборыкина Т.Ю., 2000

УДК 625.42

Л.И.ШУТИКОВА

Харьковский метрополитен

М.В.ЛЯХОВ

Харьковская государственная академия городского хозяйства

МОБИЛЬНОСТЬ ПАССАЖИРОВ НА МЕТРОПОЛИТЕНЕ

Приводится новая характеристика подвижности пассажиров – мобильность как произведение средней дальности поездки на скорость доставки, даются рекомендации для использования этого показателя в оценке работы метрополитена.

Частота поездок пассажиров на метрополитене определяется не столько транспортной подвижностью, известной как количество поездок одного жителя города за год, сколько скоростью выполнения услуги, т.е. скоростью доставки на необходимое расстояние. В целом поездку с желаемой скоростью характеризует мобильность, т.е. способность к быстрому передвижению.

Определим физическую сущность мобильности пассажира на основе закономерностей распространения пассажиропотоков по линиям метрополитена с учетом макроскопических явлений всего потока и

микроскопического движения одного пассажира. Интенсивность пассажиропотока в общем случае не равна нулю, если распределение интервалов в потоке не равно нулю или распределенные по коммуникациям метрополитена пассажиры не находятся в состоянии загора.

Рассмотрим движение потока пассажиров в направлении оси одной линии метрополитена x . Учитываем при этом, что количество пассажиров, пересекающих сечение линии в течение времени Δt , равно количеству пассажиров, расположенных на участке линии метрополитена на расстоянии $V_y \Delta t$, где V_y – скорость доставки пассажиров, т.е. участковая или эксплуатационная скорость на метрополитене.

Тогда количество пассажиров, перевозимых по участку линии метрополитена, будет

$$\lambda = Q \cdot V_y \cdot \Delta t. \quad (1)$$

Следовательно, интенсивность пассажиропотока за время Δt равна

$$N = \frac{Q \cdot V_y \cdot \Delta t}{\Delta t} = Q \cdot V_y, \quad (2)$$

где Q – плотность пассажиропотока, пасс./км, известная как пассажиронапряженность.

Теперь определим протяженность рассматриваемого участка линии метрополитена $V_y \Delta t = \Delta x$.

Для оценки условий доставки пассажиров на метрополитене ее можно принять равной средней величине дальности поездки пассажира – $\Delta x = l_{cp.d.}$ [1].

Тогда изменение пассажиронапряженности на данном участке пути линии единичной длины будет

$$\Delta Q = \frac{dQ}{dx} \cdot \Delta x = \frac{dQ}{dx} \cdot l_{cp.d.} \quad (3)$$

Подставив (3) в (2), получим

$$T = l_{cp.d.} \cdot N \cdot \frac{dQ}{dx}, \quad (4)$$

где $\frac{dQ}{dx}$ определен как градиент пассажиронапряженности (плотности), пасс./км². Как видно из уравнения (4), интенсивность пассажиропотока N обратно пропорциональна градиенту плотности, т.е. из-

менению пассажиронапряженности на единицу длины линии. Это важный теоретический вывод.

Разделив интенсивность пассажиропотока на градиент пассажиронапряженности, найдем такую характеристику потока, как мобильность β (км²/ч):

$$\frac{N}{\frac{dQ}{dx}} = l_{cp.d.} \cdot V_y = \beta, \quad (5)$$

которая характеризует неравномерность передвижения пассажиров по линиям метрополитена, так как у каждого пассажира своя цель и дальность поездки. Поскольку мобильность определяется дальностью поездки пассажира и скоростью его доставки, эта характеристика служит объективным критерием количественной оценки качества перевозочного процесса, так как чем дальше поездка, тем выше должна быть и ее скорость. Следовательно, чем больше значение мобильности β , тем лучше качество перевозочного процесса.

Участковая и эксплуатационная скорости достаточно стабильны, особенно их средние значения. Существенно изменяется дальность поездки $l_{cp.d.}$. Найдем среднее значение дальности. Для этого рассмотрим особенности городского движения. Предположим, что по линиям метрополитена передвигается N жителей города. Каждый пассажир затрачивает на движение по своему маршруту поездки время T_{cp} . Это предположение верно, если учесть среднюю дальность поездки по городу.

За время движения по линии метрополитена один пассажир задерживается на остановках n раз. Тогда среднее число задержек $n = T_{cp} / t_{c.cp.}$, где $t_{c.cp.}$ – среднее время поездок между станциями без остановок. Следовательно, вероятность задержки i -го пассажира за время dt будет

$$P(dt) = \frac{dt}{t_{c.cp.}}. \quad (6)$$

Установим теперь, сколько пассажиров из числа N задержится в течение интервала dt . Количество N пассажиров, перевозимых по линии метрополитена в интервале dt , испытывает столько задержек,

сколько один пассажир за время $N dt$. Число задержек одного пассажира за большое время $N dt$ равно $N dt / t_{c.sp.}$.

Если число задержек N пассажиров за dt будет $n = N dt / t_{c.sp.}$, то вероятность задержки одного пассажира $P(dt) = 1/N$ равна части этой величины, т.е.

$$\frac{dt}{t_{c.sp.}} = \frac{1}{N} \left(\frac{N \cdot dt}{t_{c.sp.}} \right). \quad (7)$$

Таким образом, относительное число пассажиров, задержавшихся за время $dt = dt / t_{c.sp.}$ (если $t_{c.sp.} = 1$ мин., то за 1 с задержится 1/60 часть пассажиров).

Вероятность того, что пассажир может проехать в метрополитене за время t , не задержавшись на станциях, составляет

$$P_0 = \exp(-t / t_{c.sp.}).$$

Здесь $t_{c.sp.}$ — среднее время движения между станциями, где происходят задержки.

Вероятность того, что пассажир избежит задержки за время $t_{c.sp.}$, будет равна $e^{-1} = 0,37$, так как эта вероятность начинается с очевидности задержки при $t = 0$ (при поездке пассажира) до следующей станции.

Среднее время до следующей задержки равно

$$t_{cp} = \frac{1}{N} \int_0^{\infty} \frac{N(t)}{t_{c.sp.}} dt$$

или

$$\begin{aligned} \bar{t}_{c.sp.} &= \frac{1}{N_0} \int_0^{\infty} t \frac{N \cdot e^{-t/t_{c.sp.}}}{t_{c.sp.}} dt = \frac{N_0}{N_0 \cdot t_{c.sp.}} \int_0^{\infty} t \frac{N \cdot e^{-t/t_{c.sp.}}}{t_{c.sp.}} dt = \\ &= \frac{1}{t_{c.sp.}} \int_0^{\infty} t e^{-t/t_{c.sp.}} dt = \bar{t}_{c.sp.} \end{aligned}$$

Средняя продолжительность (длина) перевозки пассажиров до выхода из вагона $l_{c.c.p.} = l_{c.c.p.} \cdot V_y$, где V_y – участковая скорость поезда метрополитена (корень из среднего квадратичного, т.е. существующая скорость по [1]).

Вероятность того, что пассажир выйдет из вагона, проехав расстояние dx , равна $dx / dl_{c.c.p.}$. Так как вероятность выхода за время dt равна $dt / l_{c.c.p.}$, то вероятность того, что пассажир проехал расстояние x до следующей станции, равна $e^{-x/l_{c.c.p.}}$.

Среднее расстояние поездки пассажира до необходимой станции зависит также от количества станций на линиях метрополитена и в городе, геометрических размеров станций, от количества линий, станций пересадки, от зоны города – центральной, средней, периферийной.

При известной средней дальности поездки пассажира и средней величине участковой скорости поездов на линиях метрополитена можно легко оценить качество перевозочного процесса. Так, при средней дальности $l_{c.p.d.} = 7,13$ км и участковой скорости 38 км/ч мобильность пассажира в 1997г. составила 270,94 км²/ч, тогда как в 1988г. она была равна $\beta = 6,26 \times 41,06 = 257,04$ км²/ч, в 1989г. под влиянием снижения участковой скорости до 40,86 км/ч мобильность составила 255,78 км²/ч, в 1990г. – 254,78 км²/ч.

Мобильность пассажиров возрастает с повышением протяженности линий метрополитена, на которых увеличивается средняя дальность поездки пассажира $l_{c.p.d.}$, а также с ростом скорости передвижения (доставки) пассажира. Следовательно, необходимо стремиться к увеличению скорости перевозки пассажиров, что приводит к экономии времени на транспортные услуги.

Кроме того, мобильность является критерием, по которому необходимо оценивать выполненную метрополитеном работу, а именно: перевозку пассажиров λ на дальность $l_{c.p.d.}$ со скоростью V_y , т.е. работу

$$H = \beta \times \lambda \left(\frac{\text{пасс.} \cdot \text{км}^2}{\text{ч}} \right). \quad (8)$$

Этот показатель более объективен, чем пассажиро-километры, поскольку он учитывает работу в виде транспортного потенциала (пасс.-км²/ч) как силовой функции на протяженность пути его дейст-

вия, т.е. на линиях, где работа по перевозке пассажиров выполняется с возможной скоростью доставки пассажиров.

І.Гук В.І. Элементы теории транспортных потоков и проектирования улиц и дорог. – К.: УМК ВО, 1991.

Получено 25.01.2000

© Шутикова Л.И., Ляхов М.В., 2000

УДК 621.316

Ю.П.КОЛОНТАЄВСЬКИЙ, канд. техн. наук
Харківська державна академія міського господарства

ЗМЕНШЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ ВИКРИВЛЕНЬ ДИСКРЕТНОГО РЕГУЛЯТОРА ЗМІННОЇ НАПРУГИ

Пропонується спосіб зниження нелінійних викривлень вихідної напруги дискретного регулятора, що викликані неідеальністю напівпровідникових ключів змінного струму.

Одним з основних завдань, що виникають при створенні обладнання для реалізації процесів регулювання і контролю електричних параметрів низьковольтних апаратів, є розробка регульованих джерел напруги. Ці джерела повинні забезпечувати зміну напруги в потрібних межах за необхідним законом, підтримку його стабільного значення з високим ступенем точності, а також не повинні мати значних нелінійних викривлень синусоїдної форми.

Одним з напрямків побудови таких джерел є виконання їх на основі дискретних регуляторів [1, 2]. При цьому в регулятора з дискретністю $\pm 1\%$ величина нелінійних викривлень, коли вихідна напруга становить половину напруги мережі, може перевищувати 5% [3]. В основному це є результатом неідеальності напівпровідникових ключів змінного струму, в якості яких звичайно використовують тиристори: наявність значного падіння напруги на замкнутому ключі [4]. А в дискретному регуляторі в процесі роботи послідовно ввімкненою виявляється досить велика кількість ключів, наприклад, у [3] вона становить 8, що й призводить до значних нелінійних викривлень.

Викривлення форми вихідної напруги можна розглядати як результат віднімання від синусоїдної напруги мережі напруги, форма якої наближається до прямокутної, а амплітуда дорівнює сумарному падінню напруги на ключах [5]. Для виключення цього виду нелінійних викривлень або значного їх зниження пропонується ввести в коло струму ключів (в силове коло регулятора) синфазне джерело коливаний прямокутної форми з амплітудою, що дорівнює сумарному падінню напруги на ключах.