

Харьковской области и с самим городом Харьковом. С учетом дальнейшего роста автомобилизации населения Украины до 500 автомобилей на тысячу жителей плотность автомагистралей необходимо довести до 4 км/км². Украина имеет колоссальный транзитный потенциал. Но в Украине нет ни одного транспортного коридора, который на всей протяженности состоит из дорог первой категории.

Литература

1. Гук, В.И. Элементы теории транспортных потоков и проектирования улиц и дорог: учебн. пособие для вузов / В.И. Гук. – К.: УМК ВО, 1991. – 255 с.
2. Крауфорд, Ф. Волны. Берклеевский курс физики / Ф. Крауфорд; пер. с англ. – М.: Наука, 1974. – Т. 3. – 528 с.
3. Гук, В.І. Транспортні потоки: теорія та її застосування в урбаністиці: наукове видання / В.І. Гук, Ю.М. Шкодовський. – Харків: «Золоті сторінки», 2009. – 232 с.

УДК 656

ПЕРСПЕКТИВЫ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В КРУПНЕЙШИХ ГОРОДАХ TRAFFIC PROSPECTS IN THE LARGEST CITIES

Лобашов А.О., доктор технических наук, профессор кафедры транспортных систем и логистики Харьковского национального университета городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, г. Харьков;
Дульфан С.Б., директор департамента транспорта и связи Харьковского городского совета, г. Харьков

Lobashov A.O., Doctor of Technical Sciences, professor of chair transport systems and logistics of the Kharkov national university of municipal economy of name A.N. Beketova, Kharkov;

Dulfan S. B., director of the department of transport and communication of the Kharkov city council, Kharkov

Аннотация. *Представлены закономерности изменения суммарного времени всех передвижений по транспортной сети города. Данные закономерности могут быть использованы для предварительной оценки мероприятий по совершенствованию транспортной сети.*

Summary. *Regularities of change of total time of movement on a transport network of the city are presented. These regularities can be used for a preliminary estimate of actions for improvement of a transport network.*

Введение

Среди всех существующих путей снижения остроты современных транспортных проблем крупнейших городов наиболее радикальным является развитие и реконструкция транспортных сетей [1, 2]. Однако этот подход связан со значительными единовременными затратами, что существенно ограничивает его применение. Возможности различных стран и городов по развитию транспортных сетей резко отличаются. Тем не менее, совершенствование транспортных сетей городов производится практически во всех странах.

Разработка и обоснование мероприятий по совершенствованию транспортных сетей городов требуют изучения закономерностей изменения основных параметров движения транспортных потоков после реализации этих мероприятий. Инвестиции в транспортные сети городов только тогда будут эффективными, когда будут разработаны достаточно точные методы оценки изменения социальных экономических и экологических показателей функционирования транспортных сетей в зависимости от факторов, влияющих на них. Разработка таких методов возможна только на основе закономерностей изменения характеристик дорожного движения при изменении параметров транспортных сетей. В связи с этим изучение таких закономерностей является актуальной научной задачей.

Данной научной проблеме посвящено достаточно много работ. Например, в работе [1] представлены результаты исследования влияния типа планировочной структуры города и площади его территории на уровень развития различных видов городского пассажирского транспорта, их объемы перевозок. Но при этом не исследовалось влияние параметров транспортной сети на характеристики дорожного движения.

Авторы работ [3, 4] приводят результаты исследований изменения показателей эффективности различных схем планировочных структур городов. Однако приведенные результаты не позволяют хотя бы частично решить сформулированную выше задачу.

Ряд закономерностей изменения параметров функционирования транспортных сетей городов представлены в работах [5, 6]. Так в работе [5] рассматриваются зависимости суммарного времени всех передвижений по транспортной сети, средней скорости сообщения по сети в зависимости от уровня автомобилизации. В работе [6] представлены закономерности изменения этих же показателей в зависимости от удельной плотности транспортной сети города. Данные зависимости дают возможность рассчитать весьма важные параметры движения транспортных потоков в зависимости от характеристик транспортной сети. Поэтому они могут использоваться для предварительной оценки мероприятий по совершенствованию транспортной сети. Недостатком данных зависимостей является то, что они однофакторные. Они не учитывают совместное влияние уровня автомобилизации и

удельной плотности транспортной сети города на параметры транспортных потоков. В связи с этим представляется целесообразным получить двухфакторную зависимость изменения суммарного времени всех передвижений по транспортной сети города, учитывающую совместное влияние уровня автомобилизации и удельной плотности транспортной сети города.

Тенденции изменения времени движения в крупнейших городах

Уровень автомобилизации в значительной степени определяет величину транспортного спроса в городе, который влияет на объемы движения. Уровень автомобилизации зависит от численности населения и количества автомобилей в городе, которые постоянно изменяются. Плотность транспортной сети является менее подвижным фактором. Это определяется сроками проведения мероприятий по совершенствованию транспортной сети города.

Несмотря на различный характер подвижности факторов, уровень автомобилизации и плотность транспортной сети города осуществляют совместное влияние на параметры транспортных потоков. В связи с этим для выполнения предварительной оценки результатов мероприятий по совершенствованию транспортной сети необходимо знать закономерности совместного влияния уровня автомобилизации и плотности сети на эффективность ее функционирования.

Для исследования данных закономерностей использовалось моделирование транспортных потоков согласно методики [7]. Исследование проводилось на примере транспортной сети г. Харькова в утренний час «пик». Диапазон варьирования уровнем автомобилизации был установлен от 130 до 200 авт./тыс. чел. Это объясняется тем, что в настоящее время в г. Харькове уровень автомобилизации составляет $PA = 148$ авт./тыс. чел. Учитывая, что за последние 5 лет темпы роста уровня автомобилизации составляют 2-3 авт./тыс. чел в год, установленный диапазон позволит дополнить расчеты на перспективу на 20–25 лет.

Диапазон варьирования удельной плотностью транспортной сети был установлен в пределах $Gn = 2,0–4,0$ км²/км². В настоящее время в г. Харькове удельная плотность транспортной сети составляет $Gn = 1,98$ км²/км². Поэтому такой диапазон варьирования удельной плотностью транспортной сети является приемлемым для решения научно-практических задач.

После определения диапазонов варьирования уровнем автомобилизации и удельной плотностью транспортной сети было выполнено моделирование транспортных потоков. Для этого использовался итерационный алгоритм, который предусматривает пошаговое моделирование распределения транспортных потоков в транспортной сети города. Каждый шаг этого алгоритма сопровождается варьированием одной из независимых переменных: уровня автомобилизации или удельной плотности транспортной сети города.

Моделирование распределения транспортных потоков производилось после каждого изменения какой-либо из независимых переменных. Указанный итерационный алгоритм прекращает свою работу после рассмотрения всего диапазона изменения уровня автомобилизации и удельной плотности транспортной сети города.

По результатам моделирования распределения транспортных потоков можно рассчитать характеристики дорожного движения на участках транспортной сети: интенсивность движения, скорость транспортных потоков. Эта информация дает возможность рассчитать суммарное время всех передвижений по транспортной сети города, среднее время одного передвижения.

Моделирование распределения транспортных потоков, построенное на варьировании параметрами транспортной сети позволило получить большой объем статистической информации о характеристиках дорожного движения. В данной статистике проявляется взаимосвязь между параметрами транспортной сети и характеристиками движения транспортных потоков.

В таблице 1 приведены полученные значения суммарного времени всех передвижений по транспортной сети города при различных значениях уровня автомобилизации и удельной плотности транспортной сети города.

Таблица 1 – Расчетные данные изменения суммарного времени всех передвижений по транспортной сети города в зависимости от уровня автомобилизации и плотности транспортной сети, тыс.ч.

| Факторы | | Уровень автомобилизации, авт./1000 чел. | | | | | | | |
|--|-----|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 |
| Плотность сети, км ² / км ² ·10 ² | 2,0 | 29,70 | 32,40 | 35,80 | 39,80 | 45,10 | 51,70 | 60,60 | 73,30 |
| | 2,5 | 22,15 | 24,16 | 26,70 | 29,68 | 33,63 | 38,55 | 45,19 | 54,66 |
| | 3,0 | 18,56 | 20,25 | 22,38 | 24,88 | 28,19 | 32,31 | 37,88 | 45,81 |
| | 3,5 | 16,45 | 17,95 | 19,83 | 22,05 | 24,99 | 28,64 | 33,57 | 40,61 |
| | 4,0 | 15,03 | 16,40 | 18,12 | 20,14 | 22,82 | 26,16 | 30,67 | 37,10 |

После обработки статистических данных изменения суммарного времени всех передвижений по транспортной сети города в зависимости от уровня автомобилизации и плотности транспортной сети (см. таблицу 1) методами регрессионного анализа были определены параметры двухфакторной математической модели. Наилучшие показатели адекватности и информационной способности получила следующая нелинейная модель:

$$T_{\text{сум}} = 5,19 \cdot 10^{-3} \cdot PA^2 + 6,084 \cdot Gn^2 - 0,88 \cdot PA - 24,24 \times \quad (1)$$

$$\times Gn - 0,14 \cdot PA \cdot Gn + 117,7,$$

где $T_{\text{сум}}$ – суммарное время всех передвижений по транспортной сети города, тыс.ч;

PA – уровень автомобилизации, авт./тыс.чел.;

Gn – плотность транспортной сети, км²/км².

На рисунке 1 изображена поверхность, которая характеризует двухфакторную зависимость суммарного времени всех передвижений по транспортной сети города от независимых переменных.

Полученная зависимость (см. рисунок 1) является нелинейной. Она позволяет определить перспективное значение $T_{\text{сум}}$ с учетом существующих тенденций изменения уровня автомобилизации и удельной плотности транспортной сети. При существующих сегодня значениях PA и Gn суммарное время всех передвижений по транспортной сети составляет $T_{\text{сум}} = 36,4$ тыс.ч. Согласно полученной зависимости, через 15–20 лет уровень автомобилизации может достичь $PA = 180$ авт./1000 чел. Если при этом транспортная сеть города не будет развиваться ($Gn = \text{Const}$), такой рост транспортного спроса обеспечит значение общего времени движения по сети $T_{\text{сум}} = 51,7$ тыс. ч. Таким образом, рост суммарного времени всех передвижений по транспортной сети города может составить 61 %.

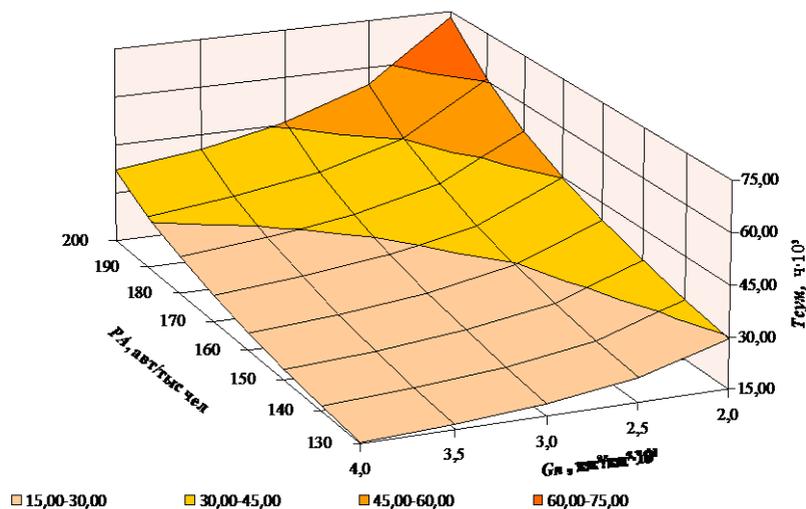


Рисунок 1 – Зависимость суммарного времени всех передвижений по транспортной сети города от уровня автомобилизации и удельной плотности транспортной сети

С помощью полученной зависимости (см. рисунок 1) можно определить требования к развитию транспортной сети для сохранения существующего значения $T_{\text{сум}}$. Для выполнения этого условия удельная плотность сети должна быть более $Gn = 3,0 \text{ км}^2/100\text{км}^2$. Таким образом, сохранение условий движения по показателю $T_{\text{сум}}$ на существующем уровне требует почти в 1,5 раза увеличить площадь дорожного покрытия в городе. Такой расчет корректен при допущении, что все другие подходы к улучшению условий движения в городе не будут использоваться в рассматриваемом периоде времени.

Заключение

Полученная математическая модель изменения суммарного времени всех передвижений по транспортной сети города в зависимости от уровня автомобилизации и плотности транспортной сети обладает достаточной точностью и адекватностью и может быть использована для предварительной оценки эффективности мероприятий по совершенствованию транспортной сети крупнейших городов. В дальнейшем аналогичный подход может быть использован для изучения закономерностей изменения других характеристик дорожного движения в городах.

Литература

1. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: справочник / В.У. Рэнкин [и др.]; пер. с англ. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.
2. Системологія на транспорті: підручник у 5 кн. / під заг. ред. М.Ф. Дмитриченка. – Кн. IV: Організація дорожнього руху / Е.В.Гаврилов [та ін.]. – К.: Знання України, 2007. – 452 с.
3. Фишельсон, М.С. Транспортная планировка городов: учеб. пособие для студ. авт.-дор спец. вузов / М.С. Фишельсон. – М.: Высш. шк., 1985. – 239 с.
4. Лобанов, Е.М. Транспортная планировка городов / Е.М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
5. Доля, В.К. Моделювання впливу рівня автомобілізації на ефективність функціонування транспортної мережі / В.К. Доля, О.О. Лобашов, О.В. Прасоленко // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – 2010. – Вип. 3. – С. 19–23.
6. Лобашов О.О. Про вплив рівня розвитку транспортної мережі міста на ефективність дорожнього руху / О.О. Лобашов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – № 5-6. – С. 45–47.
7. Лобашов, О.О. Методика дослідження впливу транспортної мережі на параметри транспортних потоків у містах / О.О. Лобашов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – № 2. – С. 24–25.