

УДК 656.13

Е.И. Куш, А.С. Галкин, Н.А. Фиялко

*Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, Харьков*

## ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ХАРЬКОВА)

*В статье исследовано влияние параметров города на планирование транспортного процесса. Рассмотрены подходы к повышению эффективности транспортного процесса. Формализованы модели влияния уровня автомобилизации, схемы улично-дорожной сети и плотности улично-дорожной сети города на время оборота на развозочных маршрутах.*

**Ключевые слова:** коэффициент непрямолинейности, розничная сеть, расстояние, длина маршрута, схема улично-дорожной сети.

### Постановка проблемы

Одной из важных теоретических и практических задач транспорта является планирование и организация процесса перевозки грузов в городах. Системный подход к изучению транспортного процесса позволил выделить группы факторов, влияющие на его организацию и планирование: факторы характеризующие технологию перевозок [1-4], технологию погрузочно-разгрузочных работ [2, 4], условия (среду) движения [5-7], транспортное средство [1, 4] и водителя [4, 7]. В тоже время, несмотря на разнообразие существующих методов и параметров, которые они учитывают, недостаточно изученным и быстроменяющимися являются факторы, которые описывают внешнюю среду и условия, в которых протекает транспортный процесс. К таким факторам, исследователи относят: дорогу и дорожное покрытие, погоду, время суток, сервисные условия по пути следования, включая наличие заправок станций и другие [8-12]. Кроме этого, планирование и организация перевозок в городских условиях так же требует рассмотрения параметров самого города: площадь, численность населения, радиус, уровень автомобилизации, плотность улично-дорожной сети, схему транспортной планировки и другие [9-12], влияние которых недостаточно изучено.

Устойчивое повышение уровня автомобилизации в последние годы при практически неизменной плотности улично-дорожной сети повлияло на рост транспортных заторов, снижение скоростей движения и, как следствие, увеличение времени обслуживания. При этом за счет разнородности улично-дорожной сети в разных частях города, её влияние будет разной. Планирование транспортного процесса и суточных графиков завоза и вывоза для клиентов перевозчика,

не учитывая городскую составляющую, может существенно повлиять на эффективность их обслуживания.

### Постановка задачи

Целью статьи является исследование влияния параметров города на планирование и организацию транспортного процесса.

### Изложение основного материала

Цикл транспортного процесса включает в себя [1-4]: подготовку грузов к перевозке, подачу транспортных средств, погрузку грузов, оформление перевозочных документов, перемещение, выгрузку и сдачу груза грузополучателю. Многократное повторение отдельных циклов влияет на состав линейного времени работы транспорта [1, 4, 10, 13]. При этом ученые отмечают, что одним из ключевых понятий в транспортном процессе является время оборота [1, 14, 15]:

$$\bar{T}_{об}^{mc} = \frac{\bar{l}_m}{V_m^{mc}} + t_{ni}^{pi} + t_{pi}^{pc}, \quad (1)$$

где  $\bar{l}_m$  - средняя длина маршрута, км;

$V_m^{mc}$  - техническая скорость транспортного средства, км/ч;

$t_{ni}^{pi}$  - время простоя под погрузкой, ч;

$t_{pi}^{pc}$  - время простоя под разгрузкой при обслуживании розничной сети, ч.

Время движения зависит от технической скорости ( $V_i$ ), значение которой обычно задается из опыта предыдущих перевозок и грузоподъемности транспортного средства, времени суток. По разным данным она находится в диапазоне от 18 до 36 км/час [9, 12, 16, 17]. Ряд источников [1-3, 5, 15] указывает на то, что на этот показатель так же влияют параметры конкретного города, а именно плотность улично-дорожной сети и уровень автомобилизации. Слишком высокая плотность сети имеет недостатки, такие как значительные

капитальные вложения в её строительство, большие эксплуатационные расходы на ее содержание, а также малую скорость движения транспорта в результате частых пересечений [9, 10]. Слишком низкая плотность затрудняет движение до заданной точки маршрута. По действующим градостроительным нормам средняя плотность транспортных сетей в городах находится в пределах 1,0 - 2,5 км/км<sup>2</sup> [9], при этом в целом и отдельных его зонах принимает различные значения, табл. 1 [10].

Таблица 1 – Плотность магистральной уличной сети

Группы городов	Средняя плотность магистральной уличной сети по городу, км/км <sup>2</sup>	В том числе в зонах городов		
		центральный	средний	периферийный
Крупнейшие	2,0-2,5	4,0	2,2	1,4
Крупные	1,8-2,1	3,4	1,6	1,2
Большие	1,6-1,8	2,2	1,4	1,1
Средние	1,4-1,6	1,6	1,2	1,0
Малые	1,0-1,2	1,2	1,0	0,7

Для современных городов Украины средний уровень автомобилизации составляет 170-180 автомобилей на 1000 жителей. Данный уровень является предельным и обусловлен не только емкостью городской территории, но и трудностями использования автомобилей: сложностью нахождения мест под стоянку; высокой степенью загрузки улиц; низкой скоростью движения в плотных транспортных потоках и другое [12]. Кроме этого, обостряется проблема охраны окружающей среды. Увеличение уровня автомобилизации приводит к уменьшению скоростей из-за перегрузки магистральных улиц городов [11].

Скорость передвижения по сети в зависимости от удельной плотности для г. Харькова может быть определена по следующей зависимости [17]:

$$V = 17,4 \cdot Gn - 1,62 \cdot Gn^2 - 10,56, \quad (2)$$

где  $Gn$  – удельная плотность улично-дорожной сети, км/км<sup>2</sup>.

Скорость передвижения по сети в зависимости от уровня автомобилизации для города [17]:

$$V = -1,29 \cdot 10^{-3} \cdot PA^2 + 0,326 \cdot PA - 1,66, \quad (3)$$

где  $PA$  – уровень автомобилизации, авт/1000 жит.

На время оборота на маршруте влияет его длина. При её расчетах используют как конкретные (определенные) маршруты так и средние (абстрактные) [1]. В данном исследовании, для достижения поставленной цели, использованы

абстрактные маршруты с условием:

$$Q \geq q_n \cdot \gamma, \quad (4)$$

где  $Q$  – объем перевозимого груза за оборот, т;  
 $q_n$  – грузоподъемность транспортного средства, т;  
 $\gamma$  – коэффициент использования грузоподъемности.

Применение абстрактных маршрутов позволяет использовать среднее расстояния доставки между пунктами завоза-вывоза, которая может быть определена по формуле [14]:

$$\bar{l}_m = \bar{l}_{cn} \cdot N_{pc}, \quad (5)$$

где  $N_{pc}$  – количество участников розничной сети, ед.;

$\bar{l}_{cn}$  – среднее расстояние между всеми участниками транспортного процесса, км.

Расчет среднего расстояния между участниками транспортного процесса:

$$\bar{l}_{cn} = \frac{\sum_{i=1}^n l_{ij}}{n}, \quad (4)$$

де  $l_{ij}$  – расстояние между участниками транспортного процесса, км;

$n$  – количество связей между пунктами, ед.

При такой постановке все пункты будут равномерно удалены друг от друга, что соответствует идеальным условиям задачи.

Среднее расстояние доставки между участниками транспортного процесса с учетом параметров города можно описать параметрами:

1. Коэффициент непрямолинейности дорожной сети ( $R$ );
2. Коэффициент неравномерности размещения участников транспортного процесса ( $\delta$ );
3. Плотность размещения пунктов заезда на территории транспортного обслуживания ( $\lambda_o$ ).

Для описания неравномерности размещения пунктов заезда можно использовать дисперсию ( $\delta$ ) отклонение от среднего расстояния между пунктами [19]:

$$\delta = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n l_{возд\_i}^2}}{\sum_{i=1}^n l_{возд\_i}} \quad (5)$$

где  $l_{возд\_i}$  – расстояние между пунктами «по воздуху», км;

$n$  – количество измерений, ед.

Приспособленность улично-дорожной сети к требованиям современного городского движения оценивается коэффициентом непрямолинейности [12]:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n l_{дор\_i}}{\sum_{i=1}^n l_{возд\_i}}, \quad (6)$$

где  $l_{дор\_i}$  – расстояние между участниками транспортного процесса по дороге, км.

Значение коэффициента непрямолинейности ( $R$ ) зависит от схемы улично-дорожной сети (табл. 2).

Плотность дислокации потребителей  $\lambda_o$ , определим как [18]:

$$\lambda_o = \frac{N_{pc}}{S_m}, \quad (7)$$

где  $S_m$  – площадь района обслуживания (площадь города), км<sup>2</sup>.

Учитывая данные модели (5-7) среднее расстояние между пунктами можно определить из  $R$ ,  $\delta$ ,  $\lambda$  по следующей формуле:

$$\bar{l}_{cn} = \frac{\sqrt{\lambda_o^{-1}}}{R} \cdot \delta, \quad (8)$$

Таблица 2 - Описание схем планировочных структур города

Название схемы	Описание	Коэффициент	Источник
Свободная	Вся сеть состоит из узких кривых улиц с переменной шириной проезжей части.	-	[5-9]
Радиальная	Очень затруднены связи между периферийными районами, вызывают значительный перепробег и перегрузки центра города.	>>1	[5,6,8,9]
Радиально-кольцевая	Имеет два принципиально различных типа магистралей - радиальные и кольцевые.	1,05 -1,1	[5-9]
Прямоугольная	Отсутствует четко определённое центральное ядро и возможность равномерного распределения транспортных потоков по всей территории города.	1,4-1,5	[5-9]
Прямоугольно-диагональная	Она включает в себя диагональные и хордовые улицы, пробиваются в существующей застройке по наиболее загруженным направлениях.	1,2-1,3	[5-7, 9]
Гексагональная	В основе схемы лежит комбинация шестиугольников, исключается образование сложных узлов на пересечениях магистральных улиц.	-	[5,6]

На следующем этапе исследования для определения среднего расстояния между участниками транспортного процесса было выявление влияния параметров города на реальных объектах, для этого были выбраны 4 розничные сети в г. Харькове: «АТБ», «Кулинич», ProStor, «Фокстрот». Их магазины были отмечены на карте и определены кратчайшие расстояния между ними (рис.1.). Расстояния определялось с использованием сервиса "Google Карты".

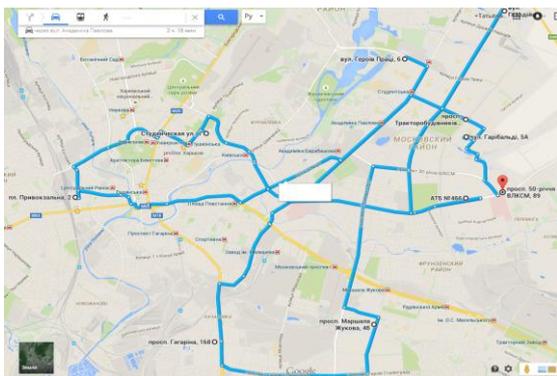


Рисунок 1 – Схема размещения участников (розничная сеть АТБ)

Для расчета коэффициента непрямолинейности дорожной сети г. Харькова были отмечены участники одной розничной сети на карте, измерено расстояния от центра города до них «по воздуху» и «по дорогам» (рис. 2).



Условные обозначения:

- - расстояние между пунктами по дороге, км;
- - - - расстояние между пунктами по воздуху, км.

Рисунок 2 - Схема размещения участников розничной сети «АТБ» для расчета коэффициента непрямолинейности дорожной сети для г. Харькова

Результаты расчетов коэффициента непрямолинейности дорожной сети приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Результати розрахунку відстаней в мережі «АТБ» для м. Харків

№	Адрес	Длина по дорогам, км	Длина по воздуху, км
1	вул. Героїв Праці, 6	-	-
2	просп. Гагаріна, 168	11	13
3	просп. Маршала Жукова, 46	6	4,5
4	просп. Тракторобудівників, 107	9	7,7
5	пл. Привокзальна, 2	12,2	11,5
6	вул. Студентська, 7	5,5	4,3
7	Салтівське шосе, 143	9,8	7,5
8	вул. Гвардійців-Широнінців, 102	8	5,9
9	вул. Гарібальді, 5А	5,3	3,7
10	просп. 50-річчя ВЛКСМ, 89	2,6	1,9
Всього		69,4	60
Среднее		6,94	6,0

На следующем этапе было  $R$  4 разных розничных сетей (табл. 4).

Таблица 4 – Результати расчетов коэффициентов непрямолинейности для различных розничных сетей г. Харькова

№	Название розничной сети	Коэффициент непрямолинейности	Среднее значение коэффициента непрямолинейности	Количество участников розничной сети
1	«Кулиничі»	1,23	1,2	10
2	АТБ	1,15		10
3	ProStor	1,18		10
4	Фокстрот	1,26		10

По данным табл. 4 можно сделать вывод, что в пределах одного города коэффициент непрямолинейности существенно не отличается и находится в диапазоне 1,15 – 1,26. Следует отметить, что в чистом виде все рассмотренные схемы уличной сети в современных крупных городах встречаются редко. Разные значения коэффициента  $R$  указывают на разную плотность улично-дорожной сети в разных районах. В результате полученных данных и анализа таблицы 2 можно сделать вывод о том, что схема планирования улично-дорожной сети г. Харькове соответствует прямоугольно-диагональная планировка. Визуальный анализ подтверждает полученные результаты.

На следующем этапе с использованием (5), были

определены коэффициенты непрямолинейности размещения участников транспортной сети. Как показали исследования (табл. 5) при увеличении площади и фиксированном количестве участников розничной сети среднее расстояние между участниками увеличивается.

Таблица 5 – Результати розрахунку коефіцієнта непрямолинейности распределения участников по территории города

Название розничной сети	Коэффициент непрямолинейности	Среднее значение коэффициента непрямолинейности распределения участников розничной сети по территории города	Количество участников розничной сети
«Кулиничі»	0,46	0,5	10
АТБ	0,51		10
ProStor	0,48		10
Фокстрот	0,56		10

В случае, когда участники транспортного процесса равномерно удалены друг от друга то  $\delta=1$ ; чем больше фактическое расстояние между пунктами отклоняется от среднего, тем больше будет отклоняться значение параметра от 1.

Скорость передвижения по сети в зависимости от удельной плотности (1) и в зависимости от уровня автомобилизации (2). Полученные значения скоростей передвижения существенно не отличаются, что позволяет сделать вывод о целесообразности использования в дальнейших расчетах для определения времени оборота.

Полученные результаты из табл. 3-5 и уравнений (2), (3) используем для нахождения времени оборота (1).

Полученные результаты представлены в виде графика зависимости времени оборота для разных розничных сетей от коэффициента непрямолинейности дорожной сети (рис. 3):

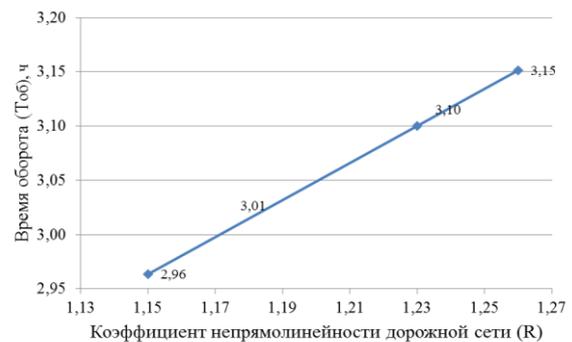


Рисунок 3 – Зависимость времени оборота от коэффициента непрямолинейности дорожной сети

Анализ полученной закономерности позволяет сделать вывод, что зависимость времени оборота от коэффициента непрямолинейности дорожной сети

имеет прямопропорциональный характер. С увеличением непрямолинейности увеличивается время оборота.

### Вывод

На планирование транспортного процесса в городе влияет множество факторов, среди которых недостаточно изученным являются параметры города.

В качестве показателей, характеризующих уровень развития транспортной сети, были рассмотрены: удельная плотность транспортной сети и уровень автомобилизации, схема улично-дорожной сети. В результате исследования была формализована графическая зависимость влияния коэффициента непрямолинейности дорожной сети и времени оборота, которая позволяет более точно спланировать транспортный процесс для конкретной розничной сети учитывая параметры города.

### Литература

1. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки / А. И. Воркут. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 447 с.
2. Николин В. И. Автотранспортный процесс и оптимизация его элементов / В. И. Николин // М.: Транспорт, 1990. – 191 с.
3. Наумов В. С. Модель wyboru оптимальних транспортно-технологічних схем доставки вантажів в контейнерах / В. С. Наумов, Н. С. Вітер // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. Частина. – 2011. – №5 (159). – С. 259-269.
4. Давідіч Ю. О. Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології водіїв: Монографія / Ю. О. Давідіч. – Харків: ХНАДУ, 2006. – 292 с.
5. Гульпенко К. В. Транспортный процесс и проблемы его учета на специализированных автотранспортных предприятиях / К. В. Гульпенко, В. В. Гайсенко // Проблемы современной экономики. – 2011. – №. 3. – С. 263-268
6. Gajewska, T. Kryteria jakości usług logistycznych w transporcie chłodniczym (Diss) / Teresa Gajewska. – Kraków: Uniwersytet ekonomiczny w Krakowie. – 2013. – 235 p.
7. Abdel-Aty M. A.. Using stated preference data for studying the effect of advanced traffic information on drivers' route choice / M. A. Abdel-Aty, R. Kitamura, P. P. Jovanis // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. – 1997. – T. 5. – №. 1. – С. 39-50.
8. Prasolenko O. The Human Factor in Road Traffic City / O. Prasolenko, O. Lobashov, A. Galkin // International Journal of Automation, Control and Intelligent Systems. – 2015. – Vol. 1, No. 3, Pages: 77–84 Режим доступу: [files.aiscience.org/journal/article/pdf/70100035.pdf](http://files.aiscience.org/journal/article/pdf/70100035.pdf)
9. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов: учебник для студентов вузов / Е. М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.

10. Xie F., Levinson D. Evolving transportation networks / F. Xie, D. Levinson. – Springer Science & Business Media, 2011. – 278 с.
11. Черепанов В. А. Транспорт в планировке городов / В. А. Черепанов. – М.: Стройиздат, 1970. – 308 с.
12. 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. – 45-47 с.
13. Сологуб Д. М. Грузовые автомобильные перевозки. Ч. I. Основы теории транспортного процесса. / Д. М. Сологуб. – Киев, 1997. – 180 с.
14. Рославцев Д. Н. Планирование работы транспорта в цепи поставок // Коммунальное хозяйство городов. Науч. – техн. сб. – К: “Техніка”, 2006. – Вып. 69. – С. 183-187.
15. Ольхова М. В. Дослідження часу обслуговування логістичної системи транспортним підприємством / М. В. Ольхова // Коммунальное хозяйство городов. – 2009. – №. 90. – С. 431-435.
16. Куш С. І. Формування розвізних маршрутів тарно-штучних вантажів у містах / С. І. Куш, В. С. Скрипін // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – 2016. – №. 160. – С. 97–105
17. Лобашов О. О. Вплив параметрів транспортних мереж значних і найзначніших міст на швидкість транспортних потоків / О.О. Лобашов, С. Б. Дульфан // Комунальне господарство міст. – 2013. Вип. 109. – С. 107–110 с.
18. Нефьодов В. М. Підвищення ефективності автомобільних перевезень партійних вантажів з використанням розподільчих центрів / В. М. Нефьодов. – Спеціальність 05.22.01 – транспортні системи. – Харків: ХНАДУ – 2007.
19. Dolia V., Galkin A., Kush Ye., Vakulenko K., D. Ponkratov D., Prunenکو D. City's Parameters Influence on Transportation Servicing / 5th International Conference on Advanced Logistics and Transport (ICALT). – 2016 p. 205-211

### References

1. Воркут, А. И. (1986). Грузовые автомобильные перевозки. К.: Вища школа.
2. Николин, В. И. (1990). Автотранспортный процесс и оптимизация его элементов. М.: Транспорт, 191.
3. Наумов, В. С. (2011). Модель wyboru оптимальних транспортно-технологічних схем доставки вантажів в контейнерах. Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля.–Луганськ, 259-264.
4. Давідіч, Ю. О. (2006). Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології водія. Харків: ХНАДУ.
5. Гульпенко, К. В., & Гайсенко, В. В. (2011). Транспортный процесс и проблемы его учета на специализированных автотранспортных предприятиях. Проблемы современной экономики, (3).
6. Gajewska, T. (2013). Kryteria jakości usług logistycznych w transporcie chłodniczym (Doctoral dissertation).
7. Abdel-Aty, M. A., Kitamura, R., & Jovanis, P. P. (1997). Using stated preference data for studying the effect of advanced traffic information on drivers' route choice.

- Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 5(1), 39-50.
8. Prasolenco, O., Lobashov, O., & Galkin, A (2015). The Human Factor in Road Traffic City. 1(3), 77–84
9. Лобанов, Е. М. (1990). Транспортная планировка городов. М.: Транспорт, 240, 32.
10. Xie, F., & Levinson, D. (2011). Evolving transportation networks. Springer Science & Business Media
11. Черепанов, В. А. (1970). Транспорт в планировке городов. изд-во Литературы по строительству
12. Лобашов, О. О. (2010). Про вплив рівня розвитку транспортної мережі міста на ефективність дорожнього руху. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, (5-6), 45-47.
13. Сологуб, Д. М. (1997). Грузовые автомобильные перевозки. Часть I. Основы теории транспортного процесса.
14. Рославцев, Д. Н. (2006). Планирование работы транспорта в цепи поставок. Коммунальное хозяйство городов, (69), 183-187.
15. Ольхова, М. В. (2009). Дослідження часу обслуговування логістичної системи транспортним підприємством. Коммунальное хозяйство городов, (90), 431-435.
16. Куш, С. І., & Скрипін, В. С. (2016). Формування розвізних маршрутів тарно-штучних вантажів у містах. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту, (160).
17. Лобашов, О. О., & Дульфан, С. Б. (2013). Вплив параметрів транспортних мереж значних і найзначніших міст на швидкість транспортних потоків. Коммунальное хозяйство городов, (109), 107-110.
18. Нефьодов, В. М. (2007). Підвищення ефективності автомобільних перевезень партійних вантажів з використанням розподільчих центрів (Doctoral dissertation, ВМ Нефьодов).
19. Dolia V., Galkin A., Kush Ye., Vakulenko K., D. Ponkratov D., Prunencko D. (2016). City's Parameters Influence on Transportation Servicing / 5th International Conference on Advanced Logistics and Transport (ICALT), 205-211

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Давидич Ю. А., Харківський національний університет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, Харків

**Автор:** КУШ Евгений Иванович  
Харківський національний університет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, Харків, кандидат технических наук, доцент.  
E-mail – kush\_bush@mail.ru

**Автор:** ГАЛКИН Андрей Сергеевич  
Харківський національний університет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, Харків, кандидат технических наук, доцент.  
E-mail – andrey\_\_g@mail.ru

**Автор:** ФИЯЛКО Наталия Александровна  
Харківський національний університет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, Харків, магистр ТС.  
E-mail – stairwaytoheaven1084i@gmail.com

## ПЛАНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ МІСТА (НА ПРИКЛАДІ МІСТА ХАРКОВА)

Є.І. Куш, А.С. Галкин, Н.А. Фиялко

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків

*У статті досліджено вплив параметрів міста на планування транспортного процесу. Розглянуто підходи до підвищення ефективності транспортного процесу. Формалізовано моделі впливу рівня автомобілізації, схему вулично-дорожньої мережі, щільність вулично-дорожньої мережі міста на час обороту на розвізних маршрутах.*

**Ключові слова:** коефіцієнт непрямої лінійності, роздрібна мережа, відстань, довжина маршруту, схема вулично-дорожньої мережі.

## PLANNING OF CARGO'S TRANSPORTATION PROCESS IN THE CITY (ON KHARKIV CITY EXAMPLE)

Ye.I. Kush, N.A. Fiyalko, A.S. Galkin

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

*Article explored influence of city's parameters on the transportation process. Formalize models of Automobiliation level, the scheme of the road network, the density of the road network influence on turnover time in delivery routes. Detailed influence of external factors on transportation process and detached the role and influence of city's parameters on it. Discover model was implemented for real city's retail network. Calculated data showed highly efficiency use of proposed models for description transportation process in biggest cities. As efficiency indicator the turnover times has been used. Analysis of the resulting patterns leads to the conclusion that turnover time reduced on speed of communication and density of road network and increase of nonlinearity coefficient increased turnaround time. Research results can be use for planning and organizing the transport process in biggest cities for different retail networks.*

**Keywords:** nonlinearity coefficient, retailer, distance, route length, the circuit road network.