

## СИТИЛОГИСТИКА МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Губенко В.К., Лямзин А.А., Хара М.В.

### CITY LOGISTICS MUNICIPAL ELECTRIC TRANSPORT

Gubenko V.K., Lyamzin A.A., Khara M.V.

*Дана характеристика эксплуатационной деятельности транспорта в ситилогистической среде. Определены подходы, позволяющие решить проблему перегрузки транспортных коммуникаций в ситилогистической среде. Предложен механизм оценки возможностей электротранспорта как развивающейся системы в условиях ситилогистической среды.*

**Ключевые слова:** ситилогистическая среда, возможности электротранспортной системы, модель развития.

**Постановка проблемы.** Наблюдается резкое возрастание количества транспортных средств в ситилогистической среде. Состояние ситилогистической среды (СЛС) (рис.1) определено высокой загруженностью транспортных городских коммуникаций, низкой экологической безопасностью грузовых и пассажирских транспортных потоков, а также уровнем взаимодействия транспортных компаний различных форм собственности с поддержкой их деятельности информационными системами, адаптированными к ритму жизни муниципальных образований.



Рис. 1. Транспортная напряженность ситилогистической среды

В этих условиях ограниченные пропускные способности городских транспортных

коммуникаций вызывают периодические транспортные проблемы.

В связи с ростом загруженности городской транспортной сети возникает острая необходимость в решении проблемы снижения этого фактора. Известен ряд подходов к решению этой проблемы. Один из них состоит в модернизации транспортной инфраструктуры города. Однако реализация этого подхода требует значительного финансового обеспечения, что не всегда возможно для экономики города. Другой подход заключается в интенсификации процесса использования электротранспорта, являющегося составной частью муниципальной транспортной системы. Перспективность данного подхода подтверждает существование мощных государственных программ в мире и в некоторых городах Украины «Электротранспорт 2012 – 20..». **Анализ последних исследований и публикаций.** Известен целый ряд работ, посвященных анализу эффективности функционирования транспортных систем [1].

В большинстве работ в качестве критериев эффективности используются, как правило, экономические и временные критерии (рис.2). Так, в [2] рассматриваются три типа оптимизационных задач с экономическими и временными целевыми функциями:

1. Задача минимизации общих экономических издержек, которые зависят от уровня технической оснащенности дорог.
2. Задача минимизации времени поездок при фиксированной величине капитальных вложений.
3. Задача минимизации капитальных вложений в транспортную сеть при заданном времени поездки.

Аналогичные задачи рассматривались также в других работах, однако при этом математические модели оптимизации разрабатывались в предположении о том, что в транспортной сети перемещаются потоки только автомобильного транспорта.



Рис. 2. Показатели, характеризующие качество эксплуатационной деятельности муниципальных электротранспортных систем

Мы рассматриваем процесс эксплуатации в ситилогистической среде *электрического (троллейбусы и трамваи) и автомобильного транспорта.*

**Цель.** Цель работы состоит в оценке концепции возможностей муниципального электротранспорта относительно автотранспорта в ситилогистической среде.

**Результат исследований.** В Западной Европе, Америке и Японии транспортная система трамвайного и троллейбусного парка сформирована с использованием новых конструктивных решений в подвижном составе, например, изменение дизайна салонов. Такой инновационный подход обеспечил пассажирам электротранспорта повышенный комфорт и позволил ему составить конкуренцию в этой области автомобильному транспорту.

Следует отметить: электротранспорт во многих городах мира, помимо функции обслуживания городских пассажиропотоков,

обслуживает грузопотоки в крупных муниципальных центрах. Примером могут служить грузовые трамваи CarGoTram в г. Дрездене (Германия), обслуживающие «стеклянную» мануфактуру города.

В этом смысле привлекательность электротранспорта в Украине уступает «автомобилизации» грузовых и пассажиропотоков, снижающих безопасность и экологичность системы «транспорт–человек–среда».

Муниципальный электротранспорт ныне функционирует в 54 городах Украины и обеспечивает около 60 % внутренних городских пассажирских перевозок. Вместе с тем более 80 % парка трамвайных вагонов и троллейбусов исчерпали нормативный срок эксплуатации (16 лет для трамваев и 10 лет для троллейбусов) и подлежат списанию. На сегодняшний день большую часть рабочего парка электротранспорта составляют устаревшие модели (табл. 1.) [6].

Таблица 1

Модели горэлектротранспорта в некоторых крупных городах Украины

| Наименование города | Модель                  |   |
|---------------------|-------------------------|---|
|                     | трамвай                 | троллейбус  |
| Донецк              | Т3, Т6Б5 (Татра-Юг), К1 | ЗИУ-9, ЗИУ-10, ЮМЗ Т-1, ЮМЗ Т-2, ЛАЗ-52522              |
| Мариуполь           | КТМ-5, КТМ-8, К1        | Шкода 9Тр, Шкода 14 Тр, ЗИУ-9, ЗИУ-10, ЮМЗ Т-1, ЮМЗ Т-2 |
| Харьков             | Т3, Т6Б5, КТМ-19        | ЗИУ-9, ЗИУ-10, ДАК 217Е, Rocar, ЮМЗ Т-1                 |

Рассмотрим состояние электротранспорта в таких городах, как г. Харьков и г. Мариуполь.

В г. Харькове с численностью населения (на 1 мая 2012 год) 1 млн 437 тысяч 200 человек, с

1999 – 2010 гг. наблюдалось сокращение трамвайной сети на 5 км.

Для города Мариуполя изношенность электроподвижного состава является той проблемой, которая сдерживает развитие электротранспорта в ситилогистической среде. Так, например: в настоящее время маршруты ситилогистических районов обслуживаются 94 вагонами типа (ежедневно на линии города выходят около 60):

КТМ-5М3 (83 вагона в рабочем состоянии) с 1975 года;

КТМ-8 (4 вагона из 5) с 1994 года;

К-1 (7 вагонов) с 2006 года;

ЛМ-2008 (2 вагона) с 2012 года.

Расширяет возможности эксплуатационной деятельности электротранспорта введение новых логистических цепей взамен автомобильных. Например, в г. Мариуполе вводится троллейбусный маршрут, проходящий через жилые районы к расположенным на окраине муниципального образования «Сити-центру» и оптовому центру реализации сельскохозяйственной продукции «Азовский».

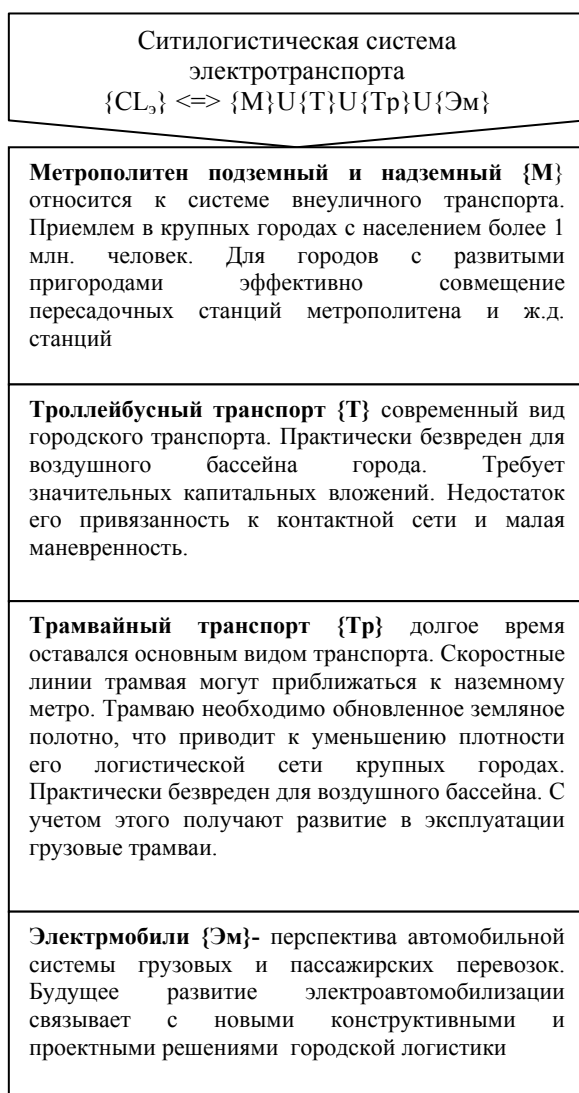


Рис. 3. Структура ситилогистического электротранспорта

Учитывая, что электротранспортная система в ситилогистической среде после продолжительной стагнации может считаться как развивающаяся, предлагаем для оценки ее «возможностей» использовать модель развития ситилогистического электротранспорта [7].

Ситилогистический электротранспорт {CL<sub>3</sub>} включает: подсистему метрополитен {M} с ее объектами и функциями; подсистему объектов троллейбусного транспорта {T}; подсистему трамвайного хозяйства {Tr}; подсистему электромобильного транспорта {Эм} получившую в последнее время развитие как экологически чистый транспорт. В общем виде ситилогистическая система электротранспорта приведена на рис. 3.

Модели развития позволяют определить будущее распределение поездок между различными парами выделенных в ситилогистической среде зон на основе исходных данных о количестве выездов и въездов для отдельных зон и количестве поездок между различными парами зон. Прогнозируемые значения выходных переменных получаются из известных (на момент составления прогноза) значений с помощью коэффициента развития, который представляет собой оценку ожидаемых изменений в плотности населения и в степени использования территорий рассматриваемых зон. На основе модели развития предложено несколько методов анализа городского электротранспорта, среди них – методы постоянного коэффициента развития, среднего коэффициента развития, здравого смысла и так называемый «детройтский метод». Однако наиболее тщательно разработанным и поэтому широко распространенным является метод Фратера.

Основное предположение, используемое в методе Фратера, состоит в том, что количество поездок из *i*-той зоны СЛС в *j*-ю для некоторого будущего момента времени пропорционально исходному числу всех выездов из *i*-той зоны СЛС, умноженному на коэффициент развития *j*-той зоны СЛС.

Общее соотношение, используемое в методе Фратера, имеет следующий вид:

$$T_{ij(i)} = \frac{t_{ij} F_i F_j \sum_x t_{ix}}{\left( \sum_x t_{ix} F_x \right)} \quad (1)$$

где  $T_{ij(i)}$  - прогнозируемое количество поездок между *i*-той и *j*-той зонами СЛС, обуславливаемое развитием *i*-той зоны;

$T_{ij(j)}$  - прогнозируемое количество поездок между *i*-той и *j*-той зонами, обуславливаемое развитием *j*-той зоны (величину  $T_{ij(j)}$  можно получить из формулы для  $T_{ij(i)}$ , если в правой части этой формулы индексы *i* и *j* поменять местами);

$t_{ij}$  - исходное число всех поездок между *i*-той и *j*-той зонами СЛС;

$F_x$ - коэффициент развития для зоны с номером  $x$ , где  $x$  принимает множество значений, соответствующих всем рассматриваемым зонам СЛС.

Если через  $T_{ij}$  обозначить прогнозируемое количество всех поездок между  $i$ -той и  $j$ -той зонами СЛС, то имеем:

$$T_{ij} = \frac{T_{ij(i)} + T_{ij(j)}}{2}. \quad (2)$$

Поскольку величины, определяемые из двух приведенных выше соотношений, как правило, не удовлетворяют условию:

$$\sum_j T_{ij} = F_i \sum_j t_{ij}, \quad (3)$$

то для его выполнения необходимо использовать метод приближений. Модель основана на предположении о том, что число людей, выезжающих из некоторой зоны СЛС, прямо пропорционально числу «возможностей», имеющихся на маршруте, и обратно пропорционально числу «реализованных возможностей». В качестве упомянутых «возможностей» можно рассматривать, например, для города Мариуполя торговые центры – новый оптовый центр реализации сельхозпродукции «Азовский», «Сити-центр» (для людей, выезжающих за покупками).

Модель конфликтующих возможностей математически может быть представлена с помощью выражения:

$$T_{ij} = O_i \left[ e^{-LD} - e^{-L(D+D_j)} \right], \quad (4)$$

где  $T_{ij}$  - количество поездок из  $i$ -той зоны СЛС в  $j$ -тую;

$O_i$  - общее количество поездок, начинающихся в  $i$ -той зоне СЛС;

$D$  - количество имеющихся (или отсутствующих) целей на маршрутах, ведущих в  $j$ -тую зону СЛС;

$D_j$  - количество поездок, заканчивающихся в  $j$ -той зоне СЛС;

$L$  - некоторая оценка вероятности того, что в случайно выбранном пункте назначения может быть достигнута цель отдельной поездки ( $L$  представляет собой величину, которую необходимо определить на основе исходных данных; она характеризует степень убывания величины  $T_{ij}$  с увеличением числа целей и длины маршрута);

$e$  - основание натурального логарифма.

**Выводы.** Предложен механизм оценки возможностей электротранспорта как развивающейся системы в условиях ситилогистической среды. Применение механизма позволит определить целесообразность и виды возможных административных решений в области развития муниципального электротранспорта.

## Литература

1. Авен О.И., Ловецкий С.Е. Моисеенко Г.Е. Оптимизация транспортных потоков. М., Наука, 1985.
2. Рекомендации по разработке системы управления качеством продукции (услуг) на уровне предприятий городского электрического транспорта <http://www.gost-snip-rd.rf/Data1/47/47929/index.htm>.
3. Электротранспорт Украины [http://www.ukrelectro.h11.ru/ukr\\_get\\_model.html](http://www.ukrelectro.h11.ru/ukr_get_model.html)
4. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Основы математики и ее приложения в экономическом анализе: Учебник. 3-е изд., исп. М.: Дело, 2007. 688 с.

## References

1. Aven OI, Lovetskiy SE, GE Moysenko Optimization of traffic flows. Oxford: Pergamon Press, 1985..
2. Recommendations for the development of the system of quality control (services) at the enterprise level of urban electric transport ; [electronic resource]. – Mode of access: URL: [www.gost-snip-rd.rf/Data1/47/47929/index.htm](http://www.gost-snip-rd.rf/Data1/47/47929/index.htm).
3. Elektrotransport Ukraine ; [electronic resource]. – Mode of access: URL: [www.ukrelectro.h11.ru/ukr\\_get\\_model.html](http://www.ukrelectro.h11.ru/ukr_get_model.html)
4. Krass M.S, Chupryna B.P Fundamentals of mathematics and its applications in economic analysis: Tutorial. 3rd ed., App. M: Business, 2007. 688.

### Губенко В.К., Лямзин А.А., Хара М.В. Сітілогістика муніципального електротранспорту

*Дана характеристика експлуатаційної діяльності транспорту в ситілогістичному середовищі. Визначено підходи, що дозволяють вирішити проблему перевантаження транспортних комунікацій у ситілогістичному середовищі. Запропоновано механізм оцінки можливостей електротранспорту як системи, що розвивається в умовах ситілогістичного середовища.*

**Ключові слова:** ситілогістичне середовище, «можливості» електротранспортної системи, модель розвитку.

### Gubenko V.K., Lyamzin A.A., Khara M.V. City logistics municipal electric transport

*The characteristics of the operational activities of transport in sitilogistics environment. Approaches allowing to solve the problem of traffic congestion in communication sitilogistics environment. We propose a mechanism for assessing "opportunities" Electric as an evolving system in sitilogistics environment.*

**Keywords:** sitilogistics environment "opportunities" electric transport system, development model.

**Губенко В.К.** – д.т.н., профессор кафедры «Технологии международных перевозок и логистика», ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь, Украина, e-mail: [vkubenko435@gmail.com](mailto:vkubenko435@gmail.com)

**Лямзин А.А.** – к.т.н., доцент кафедры «Технологии международных перевозок и логистика», ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь, Украина, e-mail: [alyamzin@yandex.ua](mailto:alyamzin@yandex.ua)

**Хара М.В.** – к.т.н., доцент кафедры «Промышленный транспорт», ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь, Украина, e-mail: [marina-khara@yandex.ru](mailto:marina-khara@yandex.ru)

Рецензент: Парунаканя В.Э., д.т.н., проф.

Статья подана 12.07.2013