

УДК 656.13:658

Розглянуто питання використання електричного транспорту для обслуговування учасників логістичних систем. Запропоновано класифікацію місць перевантаження за участю вантажного трамвая при транспортному обслуговуванні учасників логістичної системи. Запропоновано термін «міський логістичний центр» для організації роботи логістичних систем

Ключові слова: міський електричний транспорт, логістична система

Rассмотрены вопросы использования электрического транспорта для обслуживания участников логистических систем. Предложена классификация мест перегрузки с участием грузового трамвая при транспортном обслуживании участников логистической системы. Предложен термин «городской логистический центр» для организации работы логистических систем

Ключевые слова: городской электрический транспорт, логистическая система

The aspects of the electric transport operation to provide the logistic system maintenance are under consideration. The road congestion elements have been classified taking into account the cargo tram operation in transport maintenance of the logistic system elements/ The term of city logistic centre has been offered to denote the centre to organize the logistic system operation

Key words: city electric transport, logistic system

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА В ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ГОРОДА

А. В. Алпеева

Аспирант

Кафедра транспортных систем и логистики
Харьковская национальная академия городского
хозяйства

Контактный тел.: 8 (057) 707-32-61, 8-097-286-77-90

E-mail: anna_alpeeva@mail.ru

ул. Революции, 12, г. Харьков

1. Введение

Основная цель перевозок заключается в обеспечении надлежащего уровня транспортного обслуживания клиентов, в процессе осуществления перевозок грузов в установленное время при оптимальном использовании трудовых материальных и финансовых ресурсов [1]. Следует отметить, что в последнее время интерес к электрическому транспорту (в частности, к трамваю и троллейбусу), как к грузовому коммерческому транспорту, начинает увеличиваться. Одним из факторов, который предопределяет целесообразность задействовать электрический транспорт при перевозке грузов, является определенное экологическое преимущество по сравнению с автомобильным транспортом. В связи с этим актуальным является рассмотрение вопроса об использовании электрического транспорта (трамвая и троллейбуса) во взаимодействии с автомобильным транспортом при доставке грузов в городе.

2. Анализ литературы

Качество обслуживания потребителей во многом обеспечивается использованием комплексной системы эксплуатации различных видов транспорта. Таким образом, организуется система прямых смешанных сообщений, среди которых выделяется автомобильно-электрическое сообщение (например [2]).

Анализ литературы позволяет сделать вывод, что вопросы использования городского электрического транспорта для грузовых перевозок, были актуальны еще в 70-е годы 20ст. (согласно [3]). На тот момент авторами отмечается, что использование грузового трамвая характеризуется меньшей себестоимостью перевозок, в отличие от автомобильного транспорта (согласно [3]). На сегодняшний момент существует ряд публикаций, рассматривающие возможность применения городского электрического транспорта (трамвая, троллейбуса) при осуществлении внутригородских грузовых перевозок (например [4-5]). Можно также отметить факт

рассмотрения вопроса применения трамвая и троллейбуса для обслуживания потребностей города, в качестве грузового транспорта. В частности, задействование трамвая не только как пассажирского, но и как грузового транспорта, рассматривался на заседаниях профильной комиссии по транспортному комплексу законодательных сборов Санкт-Петербурга [6].

В связи с этим использование автомобильно-электрического сообщения при обслуживании клиентов в городе предполагает изучение возможных схем такого сообщения. В свою очередь, необходимо провести детальный анализ каждой из этих схем и выделить технологические особенности использования автомобильного и электрического транспорта в логистических системах города.

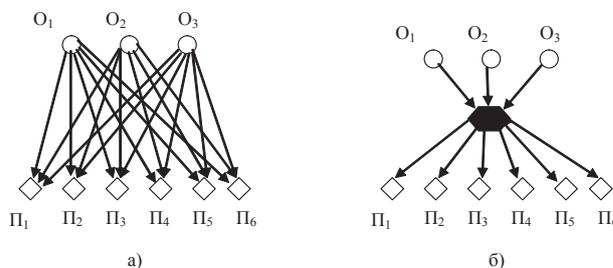
3. Цель исследования

Целью данной статьи является описание технологических особенностей использования автомобильного и электрического транспорта в логистических системах города.

4. Результаты исследования

Для осуществления поставленной цели необходимо решить целый спектр задач, среди которых - совершенствование режима взаимодействия разных видов транспорта. Для того, чтобы описать технологические особенности взаимодействия разных видов транспорта, надо очертить границы объекта исследования.

Рассмотрим логистическую систему, состоящую из i -ого количества отправителей и j -ого количества получателей. Обслуживание участников транспортного процесса данной логистической системы проводится автомобильным транспортом - рис. 1.



- а) – доставка груза при прямых связях
- б) – доставка груза при участии посредников (дистрибьюторов)
- получатель в логистической системе
- ◇ отправитель в логистической системе
- доставка груза осуществляется автомобильным транспортом
- посредник в логистической системе

- а) – доставка груза при прямых связях
- б) доставка груза при участии посредников (дистрибьюторов)

Рис. 1. Схемы связей участников логистической системы города

Такая организация перевозок в городе сопровождается распыленностью материальных потоков, увеличением интенсивности движения на дорогах города, загрузкой улично-дорожной сети, что приводит к уве-

Таблица 1

Классификация мест перегрузки с участием грузового трамвая при транспортном обслуживании участников логистической системы

Места перегрузки	Тип полотна	Характеристика типа полотна	Преимущества расположения	Недостатки расположения	Недостатки логистической системы
Грузовые остановки	Изолированное полотно	Трамвайная линия проходит отдельно от дороги, например, по перелеску, отдельному мосту или эстакаде, отдельному туннелю	Дает возможность в любом месте, относительно территории, расположить перегрузочный пункт	Как правило расположено относительно далеко от дороги, или в отдаленных районах города с неразвитой инфраструктурой	Обслуживание материальных потоков удобно при соответствующем грузооборотеспросе.
ответвления	Обособленное полотно	Полотно трамвая проходит вдоль дороги (параллельно ей), но обособленно от проезжей части	Дает возможность съехать с основной линии и безопасно разгружать вагоны, не мешая пассажирским перевозкам.	Как правило расположено с одной стороны дороги, которая усложняет расположение и выезд автомобильного транспорта от ПП	Дополнительные расходы на построение ответвленного полотна и зон стоянки и разгрузки.
конечные остановки («круг трамвая»)				Недостатки связаны с типом конечных станций (см.табл. 2.)	

Продолжение таблицы 1

пассажирские остановки	Объединенное полотно	Полотно не обособленное от проезжей части и может использоваться безрельсовыми транспортными средствами (автомобилями, велосипедами и др.).	–	1. Затормозив, которые в свою очередь приводят к авариям;	–
отдельный заезд			Дает возможность съехать с основной линии.	2. Скорость ограничена из-за внешних факторов.	Дополнительные расходы на построение отдельного заезда

личению затрат на доставку грузов. Для оптимизации функционирования грузового транспорта в городе и поддержания необходимого уровня качества обслуживания потребителей в городе предлагается введение в качестве участника логистических систем в городе - городского логистического центра (ГЛЦ). Под городским логистическим центром понимается многофункциональный терминальный комплекс, выполняющий функции единого регулирующего и координирующего органа, а также логистической транспортно-распределительной системы, обеспечивающий координацию и взаимодействие различных видов транспорта, выполнение погрузочно-разгрузочных работ и перевалки грузов, краткосрочное и длительное хранение грузов, грузопереработку, выполнение необходимых таможенных процедур, комплексное транспортно-экспедиционное обслуживание, обеспечение доставки грузов клиентам по технологии «от двери к двери» и «точно в срок», предоставляющий полный комплекс сервисных и коммерчески-деловых услуг, включая производственно-техническое, банковское, информационное, консалтингово – аналитическое обслуживание и другие виды логистического сервиса.

На основании натурных исследований и анализа литературы [3] можно предложить следующую классификацию мест перегрузки с участием грузового трамвая при транспортном обслуживании логистических систем (табл. 1).

Отдельно проанализируем варианты мест перегрузки, информацию сводим в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика мест перегрузки

Варианты пунктов перегрузки	Характеристика
Ответвление	Представляет собой отдельный заезд, отделенный от основной линии.
Конечные остановки – круг трамвая (рис. 3)	а – «тупик» – на данный момент не используются; б, в, г, д - кольцевые и петлевые конечные пункты - по схеме есть наиболее удобными в эксплуатации. Радиус петли или кольца по обыкновению принимают 20-50м. е - треугольные конечные пункты бывают двух типов: треугольник односторонний (правый или левый) и треугольник двухрельсовый. Возможность размещения как в конце, так и в середине линии.
На пассажирских остановках	Используются грузопассажирские трамваи, 1/3 или 1/4 вагона используется под груз, например, для перевозки почтовых отправлений или корреспонденции. Используются прицепы как к пассажирским так и к грузовым трамваям.
Отдельный заезд	Данный тип используется для въезда в состав, пункта, который находится на территории города.

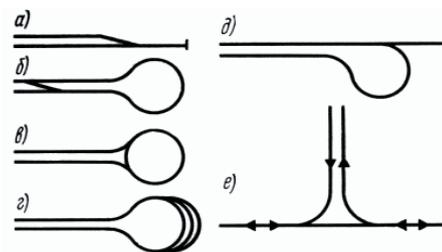


Рис. 3. Схемы конечных остановок (а, б, в, г, д, е – см. табл. 2)

Таким образом, мы проанализировали особенности расположения трамвайного полотна и остановок. Данная информация дает возможность провести натурные наблюдения и определить особенности расположения перегрузочных пунктов.

Далее рассмотрим схемы автомобильно-электрического сообщения (табл. 4).

Следующим этапом рассмотрим объект исследования – логистические системы города с учетом транспортных связей различных видов транспорта (автомобильного и электрического).

На данной схеме в общем виде представлена совокупность логистических систем, которая обслуживается городским логистическим центром. Таким образом образуется система прямых смешанных сообщений: автомобильно-электрические сообщения (трамвай, троллейбус). При этом затраты на доставку грузов предлагается определять по совокупности затрат доставки их автомобильным и городским электрическим транспортом (трамвайным и троллейбусным) с учетом действующих на этих видах транспорта правил исчисления затрат на доставку грузов:

$$Z_{лс}^{гор} = f(Z_{лс_m}^{ГЛЦ}(x), \sum_{i=1}^f Z_{лс_m}(y)) , \tag{1}$$

$$Z_{лс}^{гор} = f((Z_{лс_1}^{ГЛЦ}(x), Z_{лс_2}^{ГЛЦ}(x), Z_{лс_3}^{ГЛЦ}(x), \dots, Z_{лс_m}^{ГЛЦ}(x)), \sum_{i=1}^f Z_{лс_m}(y))$$

$$Z_{лс}^{гор} = \sum_{m=1}^P \min(Z_{лс_m}^{ГЛЦ}(x), \sum_{i=1}^f Z_{лс_m}(y)) , \tag{2}$$

где $Z_{лс}^{гор}$ – затраты логистической системы города, грн;

$Z_{лс_m}^{ГЛЦ}(x)$ – затраты группы логистической системы, обслуживаемые городским логистическим центром, грн;

$Z_{лс_m}(y)$ – затраты логистической системы, грн;

x – вид транспортного средства, обслуживающий логистические системы через ГЛЦ, $x \in$; (автом., трамвай троллейбус);

y - вид транспортного средства, обслуживающий логистические системы без участия ГЛЦ, $y \in$ (автом.).

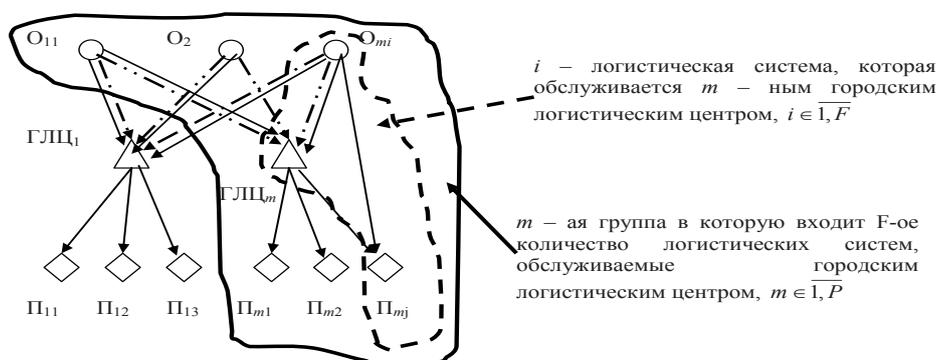
Рассмотрим группу логистических систем – рис. 5.

Таблица 4

Схемы автомобильно-электрического сообщения

Схема	Технологические особенности
	Доставка груза от грузоотправителя к ГЛЦ осуществляется с помощью контрейлерных перевозок (до трамвайных путей или к троллейбусной контактной сети груз везется автомобильным транспортом, затем транспортировка подвижного состава осуществляется по трамвайному полотну или по троллейбусным контактным сетям на специализированном подвижном составе.) В ГЛЦ происходит оформление заказов потребителей и сформированные заказы на автомобильном транспорте следуют к грузополучателям
	Доставка груза от грузополучателя к ГЛЦ осуществляется городским электрическим транспортом (в зависимости от наличия соответствующих средств сообщения). Сформированные заказы от ГЛЦ на автомобильном транспорте доставляются грузополучателям
	Доставка груза от грузополучателя к грузополучателю осуществляется троллейбусом

- грузоотправитель;
- грузополучатель;
- места перегрузки;
- городской логистический центр.



- Отправитель в i – той логистической системе, которая входит в m – ную группу, обслуживаемую городским логистическим центром, $i \in \overline{1, F}$
- Городской логистический центр, который обслуживает F -ое количество логистических систем m – ной группы
- j получатель в i – той логистической системе, которая входит в m – ную группу, обслуживаемую городским логистическим центром, $j \in \overline{1, C}$
- Доставка груза осуществляется автомобильным транспортом
- Доставка груза осуществляется городским электрическим транспортом (трамвай, троллейбус)

Рис. 4. Общая схема функционирования объекта исследования

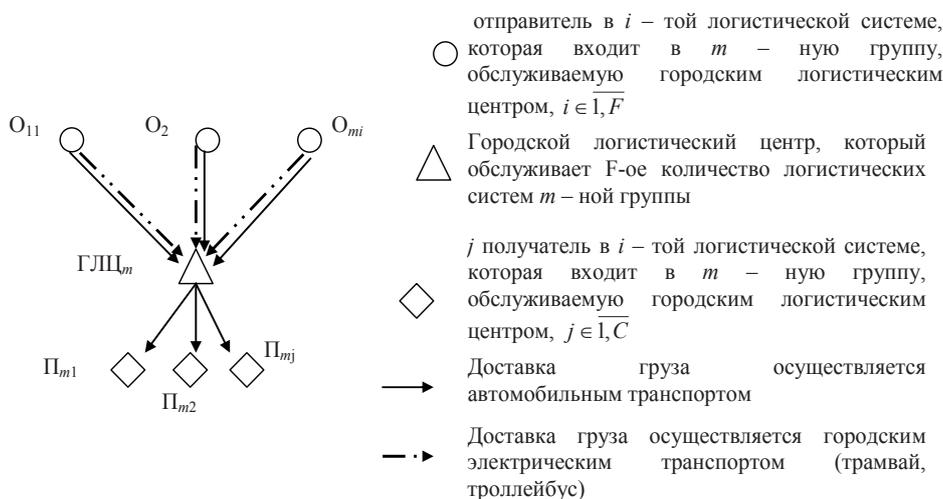


Рис. 5. Группа логистических систем

Затраты группы логистических систем, обслуживаемые городским логистическим центром предлагаются определять по следующей формуле:

$$Z_{лс_m}^{ГЛЦ} = Z_m^{отпр-ГЛЦ} + Z_m^{ГЛЦ-пол} + Z_m^{ГЛЦ} + \sum_{i=1}^F Z_{mi}^{отпр} + \sum_{j=1}^C Z_{mj}^{получ} \quad (3)$$

где $Z_{mi}^{отпр}$ – затраты i – того отправителя, который обслуживается m – ным городским логистическим центром, $i \in \overline{1, F}$, грн;

$Z_{mj}^{получ}$ – затраты j – того получателя в i – той логистической системе, которая обслуживается m – ным городским логистическим центром, $j \in \overline{1, C}$, грн;

$Z_m^{ГЛЦ}$ – затраты городского логистического центра, который обслуживает m – ную группу логистических систем, $m \in \overline{1, P}$, грн;

$Z_m^{ГЛЦ-пол}$ – затраты на транспортировку груза от m – ного ГЛЦ к получателям, грн;

$Z_m^{отпр-ГЛЦ}$ – затраты на транспортировку продукции на участке «отправитель-ГЛЦ», грн;

F – количество отправителей, обслуживаемые m – ным городским логистическим центром;

C – количество получателей в i – той логистической системе, которая обслуживается m – ным городским логистическим центром.

Затраты на транспортировку от отправителя к городскому логистическому центру предлагается определять:

$$Z_m^{отпр-ГЛЦ} = \sum_{i=1}^F \min_{x \in \{автом., трамвай, троллейбус\}} (Z_{ix}^{отпр}) \quad (4)$$

$Z_{ix}^{отпр}$ – затраты на транспортировку x –ым видом транспорта, $x \in \{автом., трамвай, троллейбус\}$.

Затраты на транспортировку продукции на участке от i -того отправителя к m – ному ГЛЦ определяются:

$$Z_{ix}^{отпр} = \frac{Q_{mi}}{q_{н_x} \cdot \gamma_x} \cdot \left(\left(\frac{l_{m_i}^{отпр-ГЛЦ}}{V_{T_x}} + t_{п-р_x} \right) \cdot C_{пост_x} + l_{m_i}^{отпр-ГЛЦ} \cdot C_{пер_x} \right) \quad (5)$$

где Q_{mi} – среднесуточный объем перевозок от i -того отправителя к m – ному ГЛЦ, т.;

$q_{н_x}$ – номинальная грузоподъемность x –ого вида транспорта, т.;

γ_x – коэффициент использования грузоподъемности x –ого вида транспорта;

V_{T_x} – техническая скорость x –ого вида транспорта, км/ч.;

$t_{п-р_x}$ – время погрузки-разгрузки в m – ному ГЛЦ, ч.;

$C_{пост_x}$ – постоянные затраты x –ого вида транспорта, грн/ч.;

$l_{m_i}^{отпр-ГЛЦ}$ – длина маршрута от i -того отправителя к m – ному ГЛЦ x –ым видом транспорта;

$C_{пер_x}$ – переменные затраты x –ого вида транспорта, грн/км.;

Затраты на транспортировку от городского логистического центра предлагается определять:

$$Z_m^{ГЛЦ-пол} = \sum_{j=1}^C Z_{авт_j}^{ГЛЦ-пол} \quad (6)$$

где $Z_{авт_j}^{ГЛЦ-пол}$ – затраты на транспортировку автомобильным транспортом от ГЛЦ к j – ому получателю, грн.

Затраты на транспортировку от городского логистического центра к получателю равны:

$$Z_{авт_j}^{ГЛЦ-пол} = \frac{Q_{mj}}{q_{н_{авт}} \cdot \gamma} \cdot \left(\left(\frac{l_{m_{mj}}^{авт}}{V_{Т_{авт}}^{авт}} + t_{п-р}^{авт} \right) \cdot C_{пост}^{авт} + l_{m_{mj}}^{авт} \cdot C_{пер}^{авт} \right) \quad (7)$$

где Q_{mj} – среднесуточный объем перевозок от m – ного ГЛЦ к j – ому получателю, т.;

$q_{н_{авт}}$ – номинальная грузоподъемность автомобильного транспорта, т.;

γ – коэффициент использования грузоподъемности автомобильного транспорта;

$V_{Т_{авт}}^{авт}$ – техническая скорость автомобильного транспорта, км/ч.;

$t_{п-р}^{авт}$ – время погрузки-разгрузки у j – ого получателя, ч.;

$C_{пост}^{авт}$ – постоянные затраты автомобильного транспорта, грн/ч.;

$l_{m_{mj}}^{авт}$ – длина маршрута от m – ного ГЛЦ к j -тому получателю автомобильным транспортом, км;

$C_{пер}^{авт}$ – переменные затраты автомобильного транспорта, грн/км.;

Среднесуточный объем перевозок от ГЛЦ к получателю можно представить:

$$Q_{mj} = \sum_{i=1}^F q_{ij} \quad (8)$$

q_{ij} – среднесуточная потребность j -того получателя в i -том виде продукции.

Затраты отправителя, которые обслуживаются m – ным ГЛЦ:

$$Z_{mi}^{отпр} = (Z_{хр}^{отпр} + Z_{к}^{отпр} + Z_{от}^{отпр}) \cdot Q_{mi} \quad (9)$$

где $Z_{хр}^{отпр}$ – себестоимость отправителя, связанная с хранением товаров, грн/т.;

$Z_{к}^{отпр}$ – себестоимость отправителя, связанная с комплектацией заказов, грн/т.;

$Z_{от}^{отпр}$ – себестоимость отправителя, связанная с отгрузкой товара, грн/т.;

Q_{mi} – среднесуточный объем перевозок от i -того отправителя к m – ному ГЛЦ, т.

Затраты получателя предлагается определять по формуле:

$$Z_{mi}^{получ} = (Z_{хприоб}^{получ} + Z_{р}^{получ}) \cdot q_{ij} \quad (10)$$

где $Z_{хприоб}^{получ}$ – себестоимость получателя, связанная с приобретением продукции, грн/т.;

$Z_{р}^{получ}$ – себестоимость получателя, связанная с разгрузкой груза, грн/т.;

q_{ij} – среднесуточная потребность j -того получателя в i -том виде продукции, т.

Таким образом, затраты логистической системы, обслуживаемые городским логистическим центром с учетом формул (4-10) имеют вид:

$$\begin{aligned}
 Z_{лс}^{ГЛЦ}(x) = & \\
 = & \left(\min_{x \in \text{abt., трам., трон.}} \left(\frac{Q_{im}}{q_{H_{im}}^x \cdot \gamma} \cdot \left(\frac{I_{M_{im}}^x}{V_{T_{im}}^x} + t_{п-р}^x \right) \cdot C_{пост_{im}}^x + I_{M_{im}}^x \cdot C_{пер_{im}}^x \right) \right) + \\
 & + \sum_{j=1}^{C_{mj}} \left(\frac{\sum_{i=1}^F q_{ji}}{q_{H_{mj}}^x \cdot \gamma} \left(\left(\frac{I_{M_{mj}}^{авт}}{V_{T}^{авт}} + t_{п-р}^{авт} \right) C_{пост_{mj}}^{авт} + I_{M_{mj}}^{авт} \cdot C_{пер_{mj}}^{авт} \right) \right) + \\
 & + (Z_{р_м} + Z_{пр_м} + Z_{x_м} + Z_{к_м} + Z_{от}) \cdot Q_m + Z_{п.с_м} + \\
 & + \sum_{i=1}^F ((Z_{xp_{im}}^{отпр} + Z_{к_{im}}^{отпр} + Z_{от_{im}}^{отпр}) \cdot Q_{im}) + \\
 & + \sum_{j=1}^C ((Z_{приоб_{im}}^{получ} + Z_{р_{im}}^{получ}) \cdot q_{ji})
 \end{aligned} \tag{11}$$

Для оценки работы грузового транспорта в городе из представленных моделей затрат логистической системы следует отдельно выделить затраты на транспорт:

$$Z_{лс}^{гор} = \left(\sum_{j=1}^C \left(\frac{q_{ij}}{q_{H_{ij}}^q \cdot \gamma} \left(\left(\frac{I_{ij}}{V_{T}^q} + t_{п-р_{ij}}^q \right) C_{пост_{ij}}^q + I_{M_{ij}}^q \cdot C_{пер_{ij}}^q \right) \right) \right) \tag{12}$$

5. Выводы

В данной статье были рассмотрены вопросы использования электрического транспорта для обслуживания участников логистической системы. Предложена классификация мест перегрузки с участием грузового трамвая при транспортном обслуживании участников логистической системы. Предложено для организации логистической системы в городе использовать городской логистический центр. Предложено определения термина «городской логистический центр», которое в отличие от существующих подходов к описанию логистических центров, учитывает особенности логистических систем города. В статье предложены технологические схемы использования электрического транспорта

при обслуживании материального потока. Разработанная математическая модель работы грузового транспорта в городе, которая учитывает работы городского электрического транспорта и разрешает определять расхода при разных вариантах доставки груза. В дальнейшем необходимо определить зависимость работы грузового транспорта с учетом особенностей различных логистических систем.

Литература

1. Дмитриченко М.Ф. Транспортні технології в системах логістики. / Дмитриченко М.Ф., Левковец П.Р. Ткаченко А.М. та ін. – Київ: ІНФОРМАВТОДОР, 2007. – 676с.
2. Горяинов А.Н. Математическое описание работы грузового транспорта в городе / Горяинов А.Н., Алпеева А.В. // Вісті автомобільно-дорожнього інституту: Науково-виробничий збірник Дон. НТУ. – Горлівка, 2008. – №2(7). Стр 56-62.
3. Страментонтов А.Е. Городской транспорт. / Страментонтов А.Е., Сосянц В.Г., Фишельсон М.С. – 2-е перераб. И допол. – М.: Стройиздат, 1969. – 423с.
4. Горяинов А.Н. Возможность применения троллейбуса в грузовых перевозках / Горяинов А.Н., Столяров А.Н. // Восточно европейский журнал передовых технологий. Вып. 1/2(31). – Харьков: Технологический центр, 2008. – С.58-62
5. Горяинов А.Н. Потенциал трамвайного хозяйства для удовлетворения потребностей грузовых перевозок / Горяинов А.Н., Несиеянов К.В. // Восточно европейский журнал передовых технологий. Вып. 1/2(31). – Харьков: Технологический центр, 2008. – С.43-47
6. Light ideas for urban freight / International Railway Journal, vol.47, issue 6 (November), 2007. - pg.35-36.
7. Организация и планирование грузовых автомобильных перевозок: Под ред. Л.А.Александрова. - М.:Вышш.шк., 1986. – 336с.