

Литература

1. Давиденко, А. М. Новые методы изучения и совершенствования действующих производств и их возможности [Текст] / А. М. Давиденко, М. Д. Кац // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2004. - №6. - С. 189-193.
2. Биленко, Д. А. Доказательство корректности использования метода восстановления одномерных зависимостей для изучения и совершенствования действующих производств с помощью имитационного моделирования [Текст] / Д. А. Биленко, А. М. Давиденко, А. В. Лютой, М. Д. Кац // Вестник Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля. - 2007. - №5(2). - С. 18-24.
3. Давиденко, А. М. Экспериментальная проверка эффективности метода восстановления одномерных зависимостей для решения многокритериальных задач с помощью имитационного моделирования [Текст] / А. М. Давиденко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2007. - №3. - С. 9-14.
4. Кац, М. Д. Метод компромиссной субоптимизации – методологическая основа повышения эффективности технологических процессов одновременно по энергетическим, экономическим, экологическим и другим показателям [Текст] / М. Д. Кац, А. М. Давиденко // Экология и промышленность. - 2008. - №4. - С. 61-67.
5. Грачев, Ю. М. Новый подход к решению задачи повышения эффективности доменной плавки одновременно по удельному расходу кокса и производительности [Текст] / Ю. М. Грачев, М. Д. Кац, А. М. Давиденко // Металлургическая и горнорудная промышленность. - 2008. - №5. - С. 142-145.

У статті розглянуті питання, пов'язані з роботою логістичних систем міст. Представлено дані про особливості транспортних потоків міста. Виділено недоліки існуючого підходу розподілу транспортного потоку різних видів транспортних засобів у місті

Ключові слова: дорожній рух, логістична система, транспорт

В статье рассмотрены вопросы, связанные с работой логистических систем городов. Представлены данные об особенностях транспортных потоков города. Выделены недостатки существующего подхода распределения транспортного потока различных видов транспортных средств в городе

Ключевые слова: дорожное движение, логистическая система, транспорт

This article the questions connected with work of logistical systems of cities are considered. Data about features of transport streams of city are presented. Shortcomings the existing approach of distribution of a transport stream of various kinds of vehicles of city are allocated

Keywords: traffic, logistical system, transport

УДК 656.13:658

РАССМОТРЕНИЕ ГОРОДСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ С УЧЕТОМ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОГО ТРАНСПОРТА

А. Н. Горяинов

Кандидат технических наук, доцент*

Контактный тел.: 8-067-257-92-16, 8 (057) 707-32-61

E-mail: goryainov@ukr.net

Ю. В. Бугаев

Ассистент*

*Кафедра транспортных систем и логистики
Харьковская национальная академия городского хозяйства

ул. Революции, 12, г. Харьков, Украина, 61002

Контактный тел.: 8-093-758-28-81

Введение

В настоящее время автомобильный транспорт является одним из наиболее массовых видов транспорта.

Обеспечивая экономию времени при перевозке пассажиров и грузов, он способствует развитию производительных сил общества, расширению межрегиональных

связей, вовлечению в процесс общественного воспроизводства ресурсов отдаленных районов страны [1].

Транспорт принадлежит к одной из самых больших и сложных систем, с которой приходится иметь дело при организации жизни общества [2]. К этому привело то, что транспортный процесс как процесс перемещения материальных потоков присутствует практически во всех отраслях производства. А нескончаемый и увеличивающийся рост перевозок делает более актуальными комплексные теоретические исследования и моделирование транспортного процесса, которые будут способствовать повышению его эффективности.

Анализ последних достижений

Результаты статистической информации Международной базы данных о дорожном движении и дорожно-транспортных происшествиях, находящийся в ведении Организации международного сотрудничества и развития, говорят о том, что во многих странах мира продолжается рост уровня автомобилизации [3]. Современные научные разработки, касающиеся исследований транспортного процесса, сводятся к следующему: транспортный процесс – составная часть логистики, включающая операции перемещения и хранения сырья, запасов, незавершенного производства и конечной продукции из места происхождения в место потребления [2]. Управление транспортным процессом является одной из основных функций логистической деятельности. Процесс рассматривается в строгой взаимосвязи с другими видами деятельности, занимающимися материальными потоками (на основании [1,2]). В основе решения вопросов, организации движения грузового транспорта, лежит моделирование потоков грузов [4]. Вопросами дорожного движения уделялось достаточно много внимания [5,6], но применение этих методов при организации работы грузового транспорта мало изучено.

Постановка задачи

Целью данной работы является определение возможности исследования грузовых транспортных потоков по существующим методикам дорожного движения.

Результаты исследований

С увеличением внутригородских грузовых перевозок увеличивается парк грузовых автомобилей и, соответственно, их число на улично-дорожной сети. Такая ситуация приводит к возникновению в городе таких проблем как:

- увеличение интенсивности грузового транспорта и, как следствие, всего потока;
- снижение пропускной способности, т.к. улично-дорожная сеть не рассчитана на такую нагрузку;
- вследствие первого и второго пунктов возникают заторы;
- в результате заторов усиливается влияние транспорта на окружающую среду, что плохо влияет на условия жизни населения.

В организации дорожного движения существует ряд методов и приемов по управлению транспортным потоком, такие как [6]: разделение потоков, снижение потенциальной опасности конфликтов, повышения производительности движения, классификация улиц и дорог. Данные методы распространяются на поток в целом, где преобладающим является легковой транспорт. Несмотря на важность грузового транспорта для города, ему отводится, в основном, второстепенный приоритет, и даже запрет на движение. Разрабатывая мероприятия по организации дорожного движения, инженеры приравнивают грузовой транспорт к легковому транспорту через коэффициенты приведения, пользуясь следующей формулой [6]:

$$N_{пр.л} = N_{л} + N_{г} \cdot K_{пр.г} + N_{а} \cdot K_{пр.а} + N_{п} \cdot K_{пр.п} , \quad (1)$$

где $N_{л}, N_{г}, N_{а}, N_{п}$ - соответственно интенсивность движения легковых, грузовых автомобилей, автобусов, автопоездов в физических единицах;

$K_{пр.г}, K_{пр.а}, K_{пр.п}$ - коэффициент приведения для грузовых автомобилей, автобусов, автопоездов (легковой автомобиль – 1; грузовые до 2т – 1,5; автопоезда до 12т – 3,5; автобус – 2,5; троллейбус – 3,0 [6]).

Цель этих коэффициентов - привести разнородный транспортный поток к наиболее распространенному транспорту - легковому. Это позволяет моделировать транспортный поток города. Однако здесь существует ряд противоречий. Например, если использовать гравитационную модель транспортного потока, то она, в основном, относится к легковому транспорту (ввиду использования пунктов образования и поглощения легковых автомобилей). В то же время грузовой транспортный поток не всегда может этому соответствовать, так как у грузового транспорта объекты тяготения в большинстве своем другие, а могут и совсем не совпадать с легковым транспортом.

С каждым годом параметры грузового транспорта меняются, и сейчас на улично-дорожной сети появились грузовые транспортные средства, которые значительно меньше среднестатистического легкового автомобиля. Соответственно, необходимо пересмотреть коэффициенты приведения.

Интересным является проведение анализа транспортного потока на предмет приведения его не к легковому, а к грузовому транспорту.

Рассмотрим пример с двумя транспортными потоками на улично-дорожной сети города (табл. 1).

Таблица 1

Состав транспортных потоков

Направление	Количество отдельных транспортных средств				Интенсивность, пр.ед./ч	
	Легковой, ед./ч	Грузовой, ед./ч	Автобус, ед./ч	Троллейбус, ед./ч	Первый случай (к легковому)	Второй случай (к грузовому)
Прямое	189	15	12	7	262	176
Обратное	226	23	5	9	263	201

Рассчитаем интенсивность по формуле (1)
Для прямого направления:

$$N_{тр,п}^n = 189 + 15 \cdot 1,5 + 12 \cdot 2,5 + 7 \cdot 3 = 262 \text{ пр.ед./ч,}$$

Для обратного направления:

$$N_{тр,п}^o = 226 + 23 \cdot 1,5 + 5 \cdot 2,5 + 9 \cdot 3 = 263 \text{ пр.ед./ч,}$$

Такие результаты получаются, когда расчеты производятся по существующей методике [6].

Предлагается, для приведения транспортного потока к грузовому транспорту использовать следующую формулу:

$$K_{пр}^{гр} = \frac{K_{пр,г}^n}{K_{пр,л}^n}, \quad (2)$$

где $K_{пр,г}^n$ - коэффициент приведения грузового транспорта (транспортное средство до 2т) к легковому;

$K_{пр,л}^n$ - коэффициент приведения i-го транспорта к легковому транспорту.

$$K_{пр}^{гр} = \frac{1}{1,5} = 2/3 = 0,67$$

В результате получаем следующие коэффициенты – табл.2.

Таблица 2

Коэффициенты приведения к грузовому транспорту

Легковой автомобиль	Грузовые до 2т	Автопоезда до 12т	Автобус	Троллейбус
0,67	1	2,33	1,67	2

С учетом формул (1) и (2):

$$N_{тр,п}^{гр} = N_{л} \cdot K_{пр,л}^{гр} + N_{г} + N_{а} \cdot K_{пр,а}^{гр} + N_{п} \cdot K_{пр,п}^{гр}, \quad (3)$$

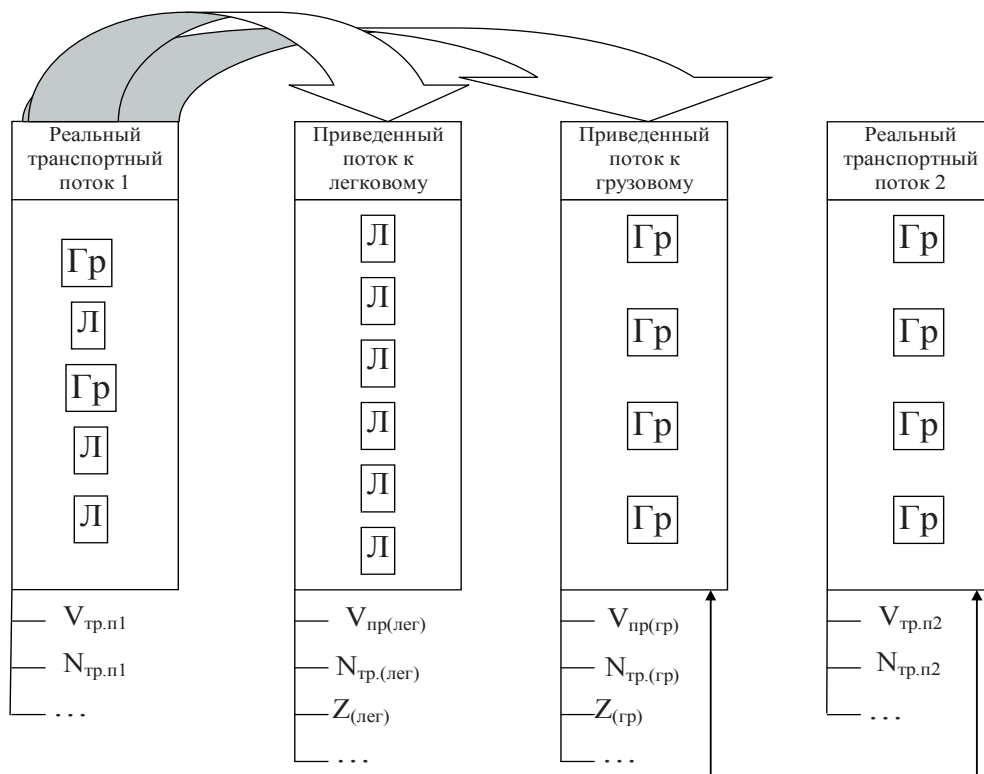
где $K_{пр,л}^{гр}, K_{пр,а}^{гр}, K_{пр,п}^{гр}$ - соответственно коэффициенты приведения легкового, автобуса, автопоезда к грузовому транспорту (см. табл.2)

Для прямого направления:

$$N_{тр,п}^{н,гр} = 189 \cdot 0,67 + 15 + 12 \cdot 1,67 + 7 \cdot 2 = 176 \text{ , пр.ед./ч,}$$

Для обратного направления:

$$N_{тр,п}^{о,гр} = 226 \cdot 0,67 + 23 + 5 \cdot 1,67 + 9 \cdot 2 = 201 \text{ , пр.ед./ч}$$



Л - Легковое транспортное средство;
Гр - Грузовое транспортное средство.

Рис. 1. Схема приведения транспортного потока к легковому и грузовому транспорту

Возникает вопрос относительно того, сколько же транспортных средств в транспортном потоке. На рис. 1 показана разница между приведенным потоком к легковому транспорту и к грузовому.

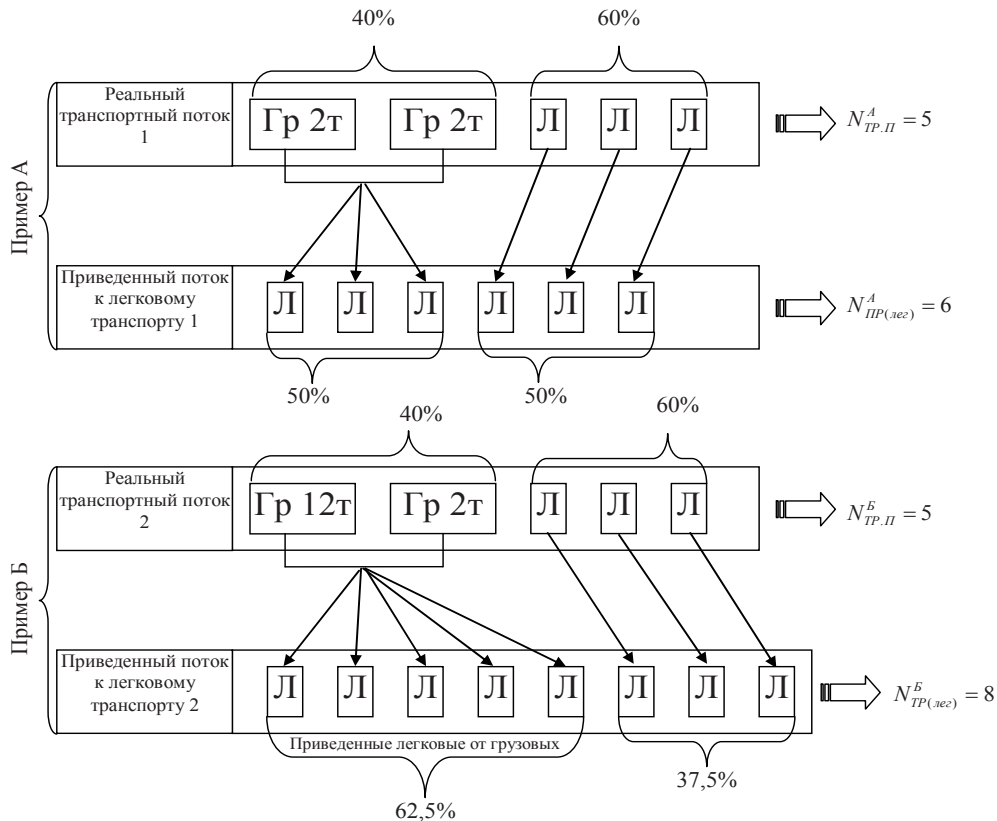
Интересно то, что после приведения транспортного потока не является возможным определение процентного соотношения грузового, легкового и других видов транспорта.

Рассмотрим пример приведения реального транспортного потока с одинаковым количеством транспортных средств, но с разными характеристиками грузового транспорта (рис. 2).

Как видно из примера, количество транспортных средств грузового транспорта меньше чем легковых, хотя после приведения к легковому виду транспорта (пример А) удельный вес приведенных грузовых транспортных средств становится равным легковому.

В то же время, на втором примере (пример Б) удельный вес приведенных легковых транспортных средств от грузовых составляет 62,5% только за счет появления двенадцати тонного грузового транспортного средства. Возникает вопрос целесообразности приведения данного транспортного потока к легковому виду транспорта.

На рис. 3 видно, как может изменяться состав транспортного потока в зависимости от особенностей улично-дорожной сети и инфраструктуры города. На одних улицах в состав транспортного потока может входить большое количество легковых транспортных средств,



Л - Легковое транспортное средство;
 Гр 2Т - Грузовое транспортное средство грузоподъемностью 2тонны;
 Гр 12Т - Грузовое транспортное средство грузоподъемностью 12тонн.

Рис. 2. Схема приведения транспортного потока к легковому виду транспорта

а на других транспортный поток состоит в большинстве своем из грузовых транспортных средств.

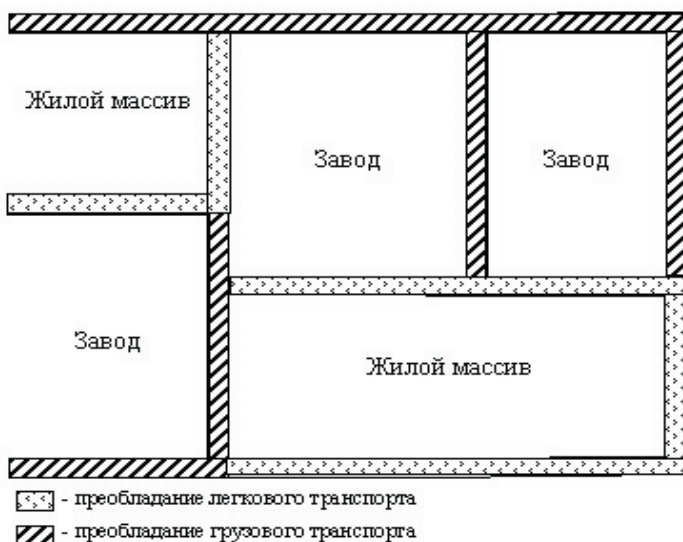


Рис. 3. Пример улично-дорожной сети

Анализ показателей транспортного потока (отдельно реального и физического) свидетельствует о проблеме их сопоставимости.

Например, рассмотрим такой показатель как загруженность (Z). Он определяется по следующей формуле[6]:

$$Z = \frac{N_i}{n_i \cdot P_i}, \quad (4)$$

где n_i - количество полос;

P_i - пропускная способность одной полосы ($P_i = 750$ авт/ч).

Согласно этой формулы для не приведенного потока (реального потока), данный показатель нет возможности определить. Это связано с тем, что входящий в расчет показатель P_i нормирован для приведенного потока.

Далее проанализируем такой параметр как скорость

реального потока (обозначим $V_{TP.L1}$) должно соответствовать скорости приведенного потока к легковому (обозначим $V_{PP(Leg)}$). Однако, $V_{TP.L1}$ скорее всего, может не соответствовать скорости приведенного потока к грузовому (обозначим $V_{PP(Gr)}$). Можно предположить, что чем больше интенсивность реального потока, тем сильнее могут быть отличия в этих скоростях.

Рассмотрим пример улично-дорожной сети (рис. 4). Подвижному составу необходимо доставить груз с производственного предприятия (ПП) в супермаркет (СМ). По существующей методике груз будет доставлен по кратчайшему маршруту. Для этого транспортному средству необходимо пересечь два перекрестка с разной интенсивностью.

Например, при подъезде к первому перекрестку дорога перегружена и возник затор, следовательно время доставки увеличивается на время простоя в этом заторе и соответственно становится больше расчетного. И, как следствие, транспортная компания может нести убытки, если предусмотрены штрафные санкции за несвоевременную доставку груза. Если за критерий взять не кратчайший путь, а время то одним из вариантов может быть более длинный маршрут доставки груза.

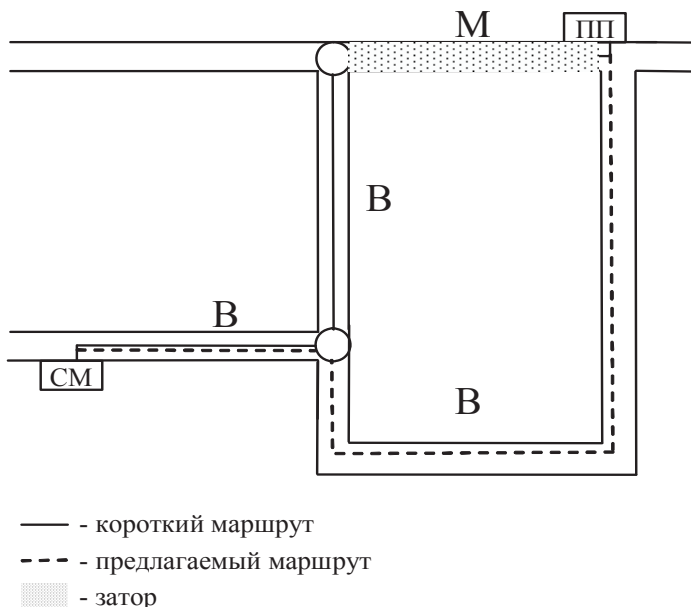


Рис. 4. Схема улично-дорожной сети

Рассмотрим дорожное движение с точки зрения грузовых перевозок. Для расчета времени движения груза (t_d) используют следующую формулу:

$$t_d = \frac{l_m}{V_m}, \tag{5}$$

где l_m - длина маршрута;
 V_m - скорость на маршруте.

Скорость на маршруте зависит от интенсивности на улично-дорожной сети, по которой проходит маршрут, и характеристики перекрестков, по которым движется транспортное средство. С учетом этого скорость можно представить в следующем виде:

$$V_m = f(N_l + N_r + N_a + \dots + N_n; t_{\Delta n1} + t_{\Delta n2} + t_{\Delta n3} + \dots + t_{\Delta nn}), \tag{6}$$

где N_l, N_r, N_a, N_n - соответственно приведенная интенсивность легкового, грузового, автобуса, автопоезда к легковому виду транспорта;

$t_{\Delta n1}, t_{\Delta n2}, t_{\Delta n3}, t_{\Delta nn}$ - соответственно время задержки на первом, втором, третьем, n-ом перекрестке.

Длину маршрута можно представить следующим образом:

$$l_m = l_{mг} + l_{mв} + \dots + l_{mn}, \tag{7}$$

где $l_{mг}, l_{mв}, l_{mn}$ - соответственно длина участка магистрального типа дороги, длина участка второстепенного типа дороги, длина участка n-го типа дороги на маршруте.

Используя формулы (6) и (7) можно представить формулу (5) в следующем виде:

$$t_d = \frac{l_{mг} + l_{mв} + \dots + l_{mn}}{f(N_l + N_r + N_a + \dots + N_n; t_{\Delta n1} + t_{\Delta n2} + t_{\Delta n3} + \dots + t_{\Delta nn})} \tag{8}$$

Выводы

1. В связи с изменением ситуации на улично-дорожной сети и технических характеристик всех видов транспорта необходимо пересмотрение методов и способов организации дорожного движения.

2. Существует противоречие в рассмотрении параметров дорожного движения. Требуют пересмотра коэффициенты приведения транспортного потока.

3. Целесообразным является выделение грузового транспорта из общего транспортного потока ввиду различия центров тяготения от потоков легкового транспорта.

4. В будущем целесообразно рассмотреть влияние грузеных и не грузеных грузовых транспортных средств на характеристики транспортного потока.

Литература

1. Сильянов В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц [Текст]: Сильянов В.В., Домке Э.Р. — М.: Издательский центр «Академия», 2007. — 352 с.
2. Николин В.И. Автотранспортный процесс и оптимизация его элементов [Текст]. — М.: Транспорт, 1990. — 342 с.
3. Сафронов Э.А. Транспортные системы городов и регионов [Текст]. - М., Издательство АСВ, 2005. — 272 с.
4. Врубель Ю.А. Организация дорожного движения. Часть 2 [Текст]. — Мн: Белорусский фонд безопасности дорожного движения, 1996. — 306 с.
5. Організація дорожнього руху / Системологія на транспорті [Текст]: Кн. IV / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля. — К.: Знання України, 2005. — 452 с.
6. Кликовштейн Г.И. Организация дорожного движения — 2е изд. перераб. и доп [Текст]. — М.: Транспорт, 1981. 240 с.