

маршрутизации, которые учитывают, как характеристики сетевых соединений, так и оборудования. Сформированные подходы позволяют значительно упростить решения задачи маршрутизации в сложных компьютерных телекоммуникационных системах.

Многочисленные работы, посвященные использованию НС при решении задачи маршрутизации, и близость получаемых результатов к оптимальным, свидетельствуют о робастности таких моделей.

**Список литературы:** 1. *Галушкин, А. И.* Нейрокомпьютеры в разработке военной техники США – Зарубежная радиоэлектроника, 1995. №6, стр. 4-21. 2. *Комашинский В. И., Смирнов Д. А.* Нейронные сети и их применение в системах управления и связи. М.: Горячая линия – Телеком, 2003. 3. *Уоссерман Ф.* Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. - М.: Мир, 1990. 4. *Hajek B., Sasaki G.* Sceduling in Polynomial Time IEEE Trans. Inform. Theory. Sept. 1998. vol. 34, pp. 910-917. 5. *Wieselthier J. E., Barnhart C. M., Ephermides A.* A Neural Networks Approach to Routing Without Interference in Multihop Networks IEEE Transactions on Comm., 1994, vol.42, no.1, pp166-177. 6. *Колесніков К. В., Карапетян А. Р., Кравченко О. В.* Застосування нейронних мереж Хопфілда до задач адаптивної маршрутизації даних в телекомунікаціях // "Автоматика-2010", Том 2, Харків: ХНУРЕ, с.168-169.

*Поступила в редколлегию 03.09.2013*

УДК 004.73

**Використання нейромережевих моделей для визначення оптимального маршруту в мережах з адаптивною маршрутизацією пакетів даних / Колесніков К. В., Карапетян А. Р., Нікулін О. Г. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 56 (1029). – С.50-55 . – Бібліогр.: 6 назв.**

Представлені існуючі методи застосування моделей, побудованих на основі нейронної мережі Хопфілда, для визначення оптимального маршруту. Розглянуто можливість використання нейронних мереж Хопфілда в мережах з адаптивною маршрутизацією. Проаналізовано обчислювальна складність при використанні функції енергії для активації нейронної мережі.

**Ключові слова:** маршрутизація, нейронні мережі, мережі Хопфілда, адаптивна маршрутизація, функція енергії, пошук оптимального шляху на графі. Бібліогр

Existing methods of application models based on Hopfield neural network are presented in the paper. The possibility of using Hopfield neural networks in networks with adaptive routing is examined. The computational complexity when using the activation energy for the neural network is analyzed.

**Keywords:** routing, neural networks, Hopfield networks, adaptive routing, a function of energy, the search for an optimal path in the graph.

УДК 656.11

**П. Ф. ГОРБАЧЕВ**, д-р техн. наук, проф., ХНАДУ, Харьков;  
**А. С. КОЛИЙ**, аспирант, ХНАДУ, Харьков

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЕМКОСТЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ РАЙОНОВ ПРИБЫТИЯ И ОТПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА ХАРЬКОВА**

Представлена методика определения сбалансированной емкости транспортных районов центральной части города по прибытию и отправлению автомобилей за счет включения в расчет количества автомобилей которые осуществляют движение по транспортной сети.

**Ключевые слова:** транспортные районы, матрица корреспонденций, емкости, центр города, транспортные потоки, транспортная сеть.

© П. Ф. ГОРБАЧЕВ, А. С. КОЛИЙ, 2013

**Введение.** Не смотря на то, что в Украине уровень автомобилизации отстает от показателей европейских стран, но уже сегодня необходимо искать инструменты для решения проблем с которыми могут столкнуться участники дорожного движения в ближайшее время. Нарастающая автомобилизация страны требует системных мер, направленных на максимизацию ее преимуществ, при минимизации ее негативных последствий

**Анализ литературных данных и постановка проблемы.** Исходной информацией для расчета матрицы корреспонденций является объем отправления и прибытия автомобилей в каждом районе. При этом необходимым является выполнение условия равенства общего количества прибывающих и убывающих автомобилей [1]

$$\sum_{i=1}^n D_i = \sum_{j=1}^m A_j , \quad (1)$$

где  $D_i$ ,  $A_j$  – количество отправок и прибытий автомобилей в транспортные районы (ТР), ед.;  $n$ ,  $m$  – количество транспортных районов.

Следует отметить, что на практике условие (1) трудно выполнимо из-за особенностей проведения натуральных наблюдений и динамической структуры объекта исследования при которой каждое передвижение начинается и заканчивается в разное время. При этом исходные данные, которые не удовлетворяют условию (1), обычно корректируются с помощью постоянных коэффициентов [2]. Корректировка исходных данных таким способом не позволяет выявить истинные причины возникновения дисбаланса, что не дает возможности обоснованно их устранить. Исходной информацией для расчета матрицы корреспонденций для данных моделей является объем отправления и прибытия автомобилей в каждом районе. При этом необходимым является выполнение условия равенства общего количества прибывающих и убывающих автомобилей [1]

**Цель и задачи исследования.** Целью работы является разработка методики балансировки емкостей прибытия и отправления автомобилей в транспортных районах с учетом динамических процессов в транспортной системе на примере центральной части Харькова. Объектом исследования был выбран процесс перемещения и парковки автомобилей в центральной части города на примере Харькова.

**Определение емкостей прибытия и отправления автомобилей.** Территория центральной части г. Харьков имеет уникальное географическое расположение, при котором ее границы очень четко отделены береговой линией рек Лопань и Харьков, а также Саржинным Яром и Журавлевским спуском и составляет 12,25 км<sup>2</sup> (3,5% от общей площади территории города). Такое расположение значительно упрощает контроль за прибытием и убытием автомобилей в центральной части города (ЦЧГ), так как большинство таких передвижений осуществляется через мосты выше указанных рек. Для определения емкостей ТР, центральная часть города Харькова была разделена на 15 внутренних (центральных) районов (ВТР). 15 мест соединения ЦЧГ и периферии города (ПТР) [3]. Следует отметить, что ПТР в данной работе характеризуются точками обмена транспортными средствами между ЦЧГ и периферией города в целом.

Определение емкостей ТР по прибытию и отправлению автомобилей выполнялось в два этапа. На первом этапе была собрана статистическая информация о плотности стоянки автомобилей, интенсивности прибытия и отправления

автомобилей к местам парковки. На втором этапе на основании проведенного имитационного эксперимента и полученных закономерностей статистических величин был определен спрос на передвижения для каждого центрального транспортного района. [4, 5].

Отдельно были определены емкости ПТР. Для этого были установлены посты наблюдения на основных въездах в ЦЧГ, в которых учетчики фиксировали интенсивность прибытия и убытия автомобилей в центр города [3]. Суммарные значения емкостей центральных и периферийных ТР представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Суммарные емкости отправления и прибытия автомобилей

ТР отправления авт/период	ТР прибытия авт/период		Емкости отправления, $D_{d,s}$
	$A_d$	$A_s$	
$D_d$	$h_{dd}$	$h_{ds}$	10669
$D_s$	$h_{sd}$	$h_{ss}$	28099
Емкости прибытия, $A_{d,s}$	14423	23103	38768
			37526

\*  $d$  - индекс центральных районов,  $s$  - индекс периферийных районов

Из табл. 1 видно, что количество отправлений автомобилей превышает количество прибытий на 1242 ед., или 3%. Такие значительные расхождения обусловлены высокой интенсивностью обмена автомобилями с периферией города, что свидетельствует о необходимости проведения корректировки емкостей ТР.

**Корректировка емкостей прибытия и отправления автомобилей в транспортных районах ЦЧГ Харькова.** Существующие подходы к корректировке неравенства суммарных емкостей ТР в общем случае предполагает изменение одной или обеих емкостей до достижения их равенства. Однако обоснованных указаний для корректировки емкостей в современной науке нет.

Чтобы их сформулировать необходимо определить причины возникновения дисбаланса. К ним можно отнести:

- системные - объект исследования имеет сложную динамическую структуру, для которой характерна непрерывность и стохастичность процесса перемещения автомобилей в течении дня (то есть прибытие и убытие автомобилей осуществляется в разное время), что приводит к постоянно изменяющимся результатам моделирования;

- технологические - при проведении натуральных наблюдений могут возникать ошибки и погрешности, связанные с технологией проведения замеров, точностью технических средств измерения и человеческим фактором;

- организационные - проведение натуральных наблюдений разными методами приводит к получению разнотипной статистической информации, зачастую относящуюся к разным периодам времени, что не позволяет охватить всех состояний объекта.

Технологические и организационные причины возникновения дисбаланса емкостей обычно вызваны стремлением упростить проведение исследований и снизить затраты на их реализацию, чего при достаточных ресурсах можно избежать. Системные причины обусловлены динамической структурой самого объекта исследования, в котором процесс перемещения автомобилей характеризуется изменением положения во времени и пространстве. Такая особенность предполагает

невозможность проследить за маршрутом движения каждого автомобиля в городе. Поэтому исследователи вынуждены проводить наблюдение за тремя событиями: отправлением, движением и прибытием автомобиля. При этом маршрут движения автомобилей остается неизвестным.

Такой дисбаланс особенно заметен, если натурные наблюдения проводятся неполные сутки, что при достаточно большом объекте исследования является единственно возможным методом получения информации о транспортном потоке. При такой форме проведения исследования полная фиксация всех трех событий (отправление, движение и прибытие) происходит лишь в том случае, если все три события совершены автомобилем в промежутке между началом и окончанием натурных наблюдений. Но в общем случае существуют и такие автомобили которые начали движение до начала проведения натурных наблюдений, а закончили свое движение уже в процессе проведения наблюдений учетчиком. В результате учетчик может зафиксировать только прибытие этого автомобиля. В противоположной ситуации происходит, если автомобиль начал движение на этапе проведения наблюдений, а закончил после их окончания. В этом случае не фиксируется прибытие автомобиля. При этом и те и другие автомобили в момент начала и окончания обследований находились на УДС ЦЧГ.

В свою очередь, если бы  $D_n \approx A_n$ , где  $D_n$  - количество убывающих автомобилей не учтенных учетчиком;  $A_n$  - количество прибывающих автомобилей которые не будут зафиксированы, то в этом случае существенного дисбаланса между прибытием и убытием автомобилей в транспортных районах не возникало.

В результате разница между суммами емкостей ТР по прибытию и отправлению сводится к разности количества автомобилей, которые находились на улично-дорожной сети (УДС) ЦЧГ в момент начала и окончания натурных обследований.

$$|A_n - D_n| = \Delta. \quad (2)$$

Количества автомобилей на УДС ЦЧГ можно определить, как произведение средней плотности транспортных средств на протяженность транспортной сети ЦЧГ.

$$D_n = p_a \cdot L_{ц}, \quad A_n = p_d \cdot L_{ц}, \quad (3)$$

где  $p_a, p_d$  – средняя плотность автомобилей на УДС ЦЧГ, авт/км;  $L_{ц}$  – протяженность полос УДС ЦЧГ, км.

Средняя плотность транспортных средств  $\rho$ , определялась на основе подсчета длины очереди автомобилей перед регулируемыми перекрестками. Для этого была проведена серия видео-наблюдений в разных точках ЦЧГ. Так как период моделирования емкостей

внешних и внутренних ТР для данной работы составляет два часа утреннего часа пик с 8<sup>00</sup> до 10<sup>00</sup>, то для определения плотности автомобилей на сети наблюдения проводились для отправления  $p_a$  с 7<sup>50</sup> до 8<sup>10</sup>, а для прибытия  $p_d$  с 9<sup>50</sup> до 10<sup>10</sup>. Результаты исследований представлены на рис.

Из рисунка видно, что

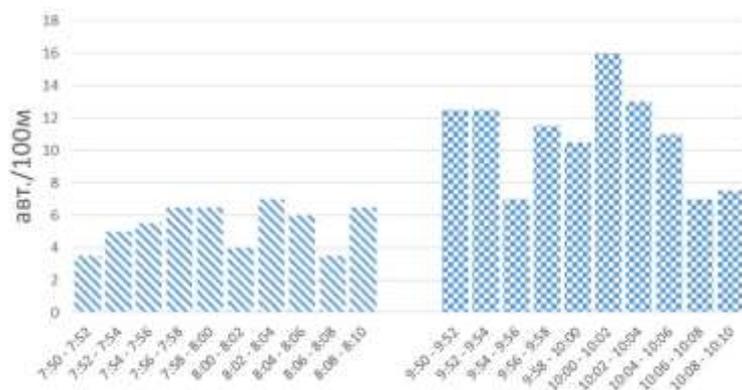


Рис. - Гистограмма плотности автомобилей на сети

плотность автомобилей в начале и конце проведения натуральных наблюдений различна, что в свою очередь объясняет появление дисбаланса между прибытием и убытием автомобилей. Для обоснованной корректировки ёмкостей прибытия и отправления автомобилей предлагается включить в расчет матрицы корреспонденций дополнительный условный транспортный район (УТР) «Транспортная сеть» который отображает наличие движущихся автомобилей на УДС ЦЧГ [3] ( табл. 2.)

Таблица 2 - Суммарные емкости отправления и прибытия автомобилей

ТР отправления авт/период	ТР прибытия авт/период			Емкости отправления, $D_{d,s,n}$
	$A_d$	$A_s$	$A_n$	
$D_d$	$h_{dd}$	$h_{ds}$	$h_{dn}$	10669
$D_s$	$h_{sd}$	$h_{ss}$	$h_{sn}$	28099
$D_n$	$h_{nd}$	$h_{ns}$	$h_{nn}$	913
Емкости прибытия, $A_{d,s,n}$	14423	23103	2040	39566 / 39681

\*  $n$  - индекс транспортной сети

Таким образом после включения в матрицу УТР «Транспортная сеть», разница между суммами емкостей ТР по отправлению и прибытию уменьшилось с 1242 до 115 автомобилей, при этом относительное отклонение составило 0,3%. Полученное отклонение не может оказать критического влияния на последующие результаты моделирования и может быть объяснено к технологическими и организационными причинами.

**Выводы.** Основной причиной расхождения суммарных емкостей по прибытию и отправлению автомобилей в условиях высокой интенсивности обмена между объектом исследования и его окружением, является динамический характер перемещения автомобилей при котором начало и окончание движения может относиться к разным периодам.

Учесть динамику транспортного потока в модели спроса возможна за счет включения в матрицу корреспонденций дополнительного условного ТР «транспортная сеть».

**Список літератури:** 1. *Шацкий Ю. А.* Расчет схемы расселения и трудовых корреспонденции при разработке генерального плана города [Текст] / Ю. А. Шацкий // Журн. Развитие системы городского транспорта — 1971. — №4.— С. 3—14. 2. *Швецов В. И.* Математическое моделирование транспортных потоков [Текст] // Автоматика и телемеханика, № 11. 2003. С. 3-46. 3. *Горбачов П. Ф.* Методика розрахунків місткостей транспортних районів з урахуванням динамічних процесів у транспортній системі [Текст] / П. Ф. Горбачов, О. С. Колий // Автомобільний транспорт: сб. науч. тр., - ХНАДУ. - 2012. - Вип. № 30.-С. 139-143. 4. *Горбачов П. Ф.* Закономірності зміни інтенсивності обміну транспортних засобів на елементах транспортної мережі міста [Текст] / П. Ф. Горбачов, О. С. Колий // Восточно-европейский журнал передовых технологий: сб. науч. тр., - 2008. - Вып.(36), 6/3.- С. 24 - 27. 5. *Горбачов П. Ф.* Визначення завантаження автомобілями центральної частини м. Харкова на основі закономірностей щільності паркування [Текст] / П. Ф. Горбачов, О. С. Колий // Автомобільний транспорт: сб. науч. тр., - ХНАДУ. - 2011. - Вип. № 27. - С. 210 - 214.

Надійшла до редколегії 10.09.2013

УДК 656.11

**Особенности формирования емкостей транспортных районов прибытия и отправление автомобилей для центральной части города Харькова / Горбачев П. Ф., Колий А. С. // Вісник**

НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 56 (1029). – С.55-60. – Бібліогр.: 5 назв.

Представлена методика визначення збалансованої місткості транспортних районів центральної частини міста по прибуттю та відправленню автомобілів за рахунок включення в розрахунок кількості автомобілів, які перебувають у русі на транспортній мережі.

**Ключові слова:** транспортні райони, матриця кореспонденцій, місткості, центр міста, транспортні потоки, транспортна мережа.

The method of determining a balanced capacity of transport area of downtown according to the arrival and departure of vehicles at the expense of taking into account the number of vehicle that form the traffic within the transport network is presented.

**Keywords:** transport areas, the matrix of correspondence, capacities, downtown, traffic, the transport network.

## УДК 656.2

**Г. Я. МОЗОЛЕВИЧ**, канд. техн. наук, доц., ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна, Дніпропетровськ

### ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ПОТОКІВ ПОЇЗДІВ ПО ЗАЛІЗНИЧНОМУ ПОЛІГОНУ

У статті виконані дослідження впливу розподілу потоків поїздів по ланкам залізничного полігону на економічні показники, формалізована та вирішена задача вибору маршрутів пропуску поїздопотоків.

**Ключові слова:** розподіл потоків, прибуток залізниць, вибір маршрутів, задача оптимізації, залізний полігон.

**Вступ.** В умовах розвитку транспортного ринку держави ключовими питаннями для системи перевезень є своєчасне забезпечення вагонами необхідного типу усіх відправників вантажу відповідно до заявок, удосконалення тарифної політики, удосконалення організаційної структури управління залізничним транспортом, технології перевізного процесу й організації поїзної роботи на основі широкого впровадження автоматизованих систем управління, автоматизації диспетчерського контролю просування поїздів. В таких умовах необхідністю постає перехід до фінансової моделі управління залізничним транспортом.

Формування прибуткового механізму в сфері перевезень передбачає мінімізацію їх собівартості. Це вимагає освоєння не тільки нових технологій, але і нових підходів до організації вагонопотоків, а також удосконалення оперативного управління і регулювання, організації тягового обслуговування поїздів, застосування ефективних технологій, що відповідають умовам ринкового середовища. Найбільший ефект від реалізації всіх складових організації перевізного процесу може бути досягнутий за умови централізованого управління перевезеннями з єдиного центру [1]. Однією із основних актуальних задач центру може бути оперативний розподіл потоків по ланкам розвинутої залізничної мережі.

Задача вибору раціонального розподілу потоків по ланкам мережі є оптимізаційною, вирішенням якої присвячено значна кількість наукових праць [2-4]. Цю задачу вирішували вчені в умовах руху по мережі неподільних елементів (рідина, газ тощо) та окремих одиниць потоку (поїздів, автомобілів). В даній статті

© Г. Я. МОЗОЛЕВИЧ, 2013