

WORLD PROBLEMS AND WAYS OF SOLVING MODERN PROBLEMS

Proceedings of the XXVI International Scientific and Practical Conference

Oslo, Norway
July 02 – 05, 2024

UDC 01.1

The 26th International scientific and practical conference “World problems and ways of solving modern problems” (July 02 – 05, 2024) Oslo, Norway. International Science Group. 2024. 269 p.

ISBN – 979-8-89443-783-5

DOI – 10.46299/ISG.2024.1.26

EDITORIAL BOARD

<u>Pluzhnik Elena</u>	Professor of the Department of Criminal Law and Criminology Odessa State University of Internal Affairs Candidate of Law, Associate Professor
<u>Liudmyla Polyvana</u>	Department of accounting, Audit and Taxation, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
<u>Mushenyk Iryna</u>	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Mathematical Disciplines, Informatics and Modeling. Podolsk State Agrarian Technical University
<u>Prudka Liudmyla</u>	Odessa State University of Internal Affairs, Associate Professor of Criminology and Psychology Department
<u>Marchenko Dmytro</u>	PhD, Associate Professor, Lecturer, Deputy Dean on Academic Affairs Faculty of Engineering and Energy
<u>Harchenko Roman</u>	Candidate of Technical Sciences, specialty 05.22.20 - operation and repair of vehicles.
<u>Belei Svitlana</u>	Ph.D., Associate Professor, Department of Economics and Security of Enterprise
<u>Lidiya Parashchuk</u>	PhD in specialty 05.17.11 "Technology of refractory non-metallic materials"
<u>Levon Mariia</u>	Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Scientific direction - morphology of the human digestive system
<u>Hubal Halyna Mykolaiivna</u>	Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Пістунов Ігор Миколайович,

д.т.н., професор кафедри економіки та економічної кібернетики,
Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»

Проблема оптимізації потоків міського дорожнього руху лежить одночасно в декількох вимірах, зокрема економічному та соціальному. Наприклад, 30% населення нашої країни не можуть користуватися інфраструктурними об'єктами, які є нав'язаними задля уявної безпеки. Яскравими прикладами такої інфраструктури є підземні та надземні пішохідні переходи.

Наразі існує гостра необхідність організації дорожньої мережі, яка б змогла зробити вулицю зручною та безпечною для велосипедистів, пішоходів та маломобільних груп населення, таких як літні люди, інваліди, молоді батьки з дітьми.

В ході пошуку способів розв'язання даної задачі в якості об'єкта дослідження було обрано фінансування будівництва інфраструктурних об'єктів у м. Дніпро за рахунок коштів міського бюджету, предметом дослідження є економіко-математичні методи обґрунтування ефективності використання бюджетних коштів. Дістало подальшого розвитку питання економічної оптимізації міських транспортних шляхів, а саме запропоновано інтеграцію економіко-математичних моделей в єдину економіко-інформаційну систему оптимізації транспортних потоків, що дозволяє впровадження процесу постійного моніторингу і вдосконалення конфігурації балансування транспортних потоків за критерієм мінімізації часу очікувань в заторах.

Нехай $P_i(t)$ – ймовірність того, що за час t вхідний потік системи нараховуватиме i автомобілів, тоді:

$$P_i(t) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^i}{i!}, i \geq 0 \quad (1)$$

де λ – число автомобілів в потоці за одиницю часу;

t – період часу.

Розрахунки за стохастичною моделлю визначили ймовірності появи транспортних засобів за встановлені проміжки часу. Спроцену таблиці отриманих розрахунків наведено у табл. 1. З табл. 1 випливає, що ймовірність появи до 20 транспортних засобів на перехресті просп. Слобожанського та вул. Калинова найбільша та складає 78%. Аналогічно і на наступних перехрестях. Натомість, на перехрестях від вул. Василя Сухомлинського і до вул. Байкальська найбільшою є ймовірність появи до 10 транспортних засобів, вона складає 97%.

Таблиця 1

Аналіз транспортних потоків на просп. Слобожанський

№ п/п	Найменування транспортного вузла	t зел.,с	t, зел., хв	λ, потік, ч	λ, потік, хв.
1	вул. Василя Сухомлинського	25	0,42	219	3,7
2	вул. Воронежська	35	0,58	301	5
3	вул. Байкальська	30	0,5	401	6,7
4	вул. Софії Ковалевської	45	0,75	444	7,4
5	вул. Калинова	50	0,83	2549	42,5
6	зуп. Донецька	45	0,75	2751	45,8
7	вул. Богдана Хмельницького	50	0,83	2751	45,8
8	зуп. Грушевського	75	1,25	5060	84,3
9	зуп. Виконком	85	1,42	5060	84,3
10	просп. Майнуйлівський	95	1,25	5060	84,3

Для реалізації «зеленої хвилі» необхідно, щоб довжина циклу на всіх перехрестях проспекту має бути однаково:

$$T_n = t_z + t_c + 2t_j \quad (2)$$

де T_n – цикл n-ного світлофора,
 t_z – час горіння зеленого сигналу,
 t_c – час горіння червоного сигналу,
 t_j – час горіння жовтого сигналу.

Також для організації «зеленої хвилі» важливим показником є час синхронізації роботи світлофорів. Нехай всі світлофори будуть пронумеровані від 1 до 10. Визначимо 1 квартал як пару з 1 та 2 світлофорів, 2 квартал – як пару з 2 та 3 світлофорів і так далі. Тоді показник буде визначати інтервал часу між моментами початку роботи i-го та (i+1)-го світлофорів. t_c – єдиний параметр, який може бути об'єктом управління, так як величини можуть змінюватися незалежно від різних кварталів.

Якщо розглядати рух транспорту в один бік, то для даної математичної моделі існує 3 варіанти руху та очікування автомобілів в залежності від значення t_c .

1. Всі машини зупиняються на червоному світлі та очікують однаковий час (за принципом перший прийшов – перший пішов). Тоді час очікування:

$$t_{оч1} = n_i(t_c - t_{пр}) \quad (3)$$

де $t_{пр}$ – середній час проїзду ТЗ від i-го до (i+1)-го перехрестя.

2. Частина машин проїде на зеленій, інша частина залишиться на червоному протягом часу $t_{кр}$, тоді час очікування:

$$t_{оч2} = (n_i(t_{пр} + t_c - t_c)/\Delta t)t_c \quad (4)$$

де Δt – інтервал часу між авто, що рухаються послідовно.

3. Всі авто проїдуть на зелене світло:

$$t_{оч3} = 0 \quad (5)$$

Таким чином, загальний час очікування автомобілів на *i*-му перехресті буде складати:

$$t_{оч_i} = t_{оч1} + t_{оч2} \quad (6)$$

Очевидно, що загальний час очікування повинен бути мінімальним. Тому оберемо суму часу очікування на кожному світлофорі як цільову функцію.

Цільова функція, що враховує час очікування транспортних засобів на перехресті має наступний вигляд:

$$\sum_{i=1}^n t_{оч_i} \rightarrow \min \quad (7)$$

Час очікування має свою конвертацію в економічному вимірі і визначається грошовими витратами на паливо використане під час холостої роботи двигуна ТЗ, додатковим забрудненням навколишнього середовища, втраті продуктивного робочого часу [1]. Наприклад, економічні втрати від заторів в Великобританії оцінюються в 37,9 млрд. дол. США на рік, або 1,22% від ВВП [2]. Для співставлення, ВВП України за 2023 рік оцінювався в 176,52 млрд. дол. США, а за деякими оцінками на м. Дніпро припадає 10% ВВП, тоді економічні втрати від заторів в місті можна оцінювати в 215 млн. дол. США на рік. При середній зарплаті в області на рівні 15 тис. грн, вартість однієї години праці в середньому становить 93,7 грн/год або 1,56 грн/хв, що можна використати як оцінку втрат від 1 хв. очікування в заторі одного ТЗ.

Запропонована система дозволяє впровадження заснованого на даних підходу до постійного і безперервного моніторингу ефективності транспортних потоків та їх балансування шляхом розрахунку оптимальних конфігурацій розв'язок за часом очікування та імітаційного моделювання наслідків такої оптимізації.

Отримані результати можуть бути корисні для вдосконалення систем з управління міськими транспортними шляхами, що розглядаються як значуща підсистема загальної економічної системи сучасного міста.

Список літератури

1. G.R., Bivina., Vishrut, Landge., V.S., Sanjay, Kumar. (2016). Socio Economic Valuation of Traffic Delays. Transportation research procedia, 17:513-520. doi: 10.1016/J.TRPRO.2016.11.104
2. Phil, Goodwin. (2004). The economic costs of road traffic congestion.

World problems and ways of solving modern problems

Scientific publications

Proceedings of the XXVI International Scientific and Practical Conference
«World problems and ways of solving modern problems»,
Oslo, Norway. 269 p.
(July 02 – 05, 2024)

UDC 01.1

ISBN – 979-8-89443-783-5

DOI – 10.46299/ISG.2024.1.26

Text Copyright © 2024 by the International Science Group (isg-konf.com).

Illustrations © 2024 by the International Science Group.

Cover design: International Science Group (isg-konf.com)©

Cover art: International Science Group (isg-konf.com)©

All rights reserved. Printed in the United States of America.

No part of this publication may be reproduced, distributed, or transmitted, in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

The content and reliability of the articles are the responsibility of the authors. When using and borrowing materials reference to the publication is required. Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine and from neighboring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

The recommended citation for this publication is: Makarenko O., Dedenova O. Wood is the ancient composite material of the future. Proceedings of the XXVI International Scientific and Practical Conference. Oslo, Norway. 2024. Pp. 17-23

URL: <https://isg-konf.com/world-problems-and-ways-of-solving-modern-problems/>