

# ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ

Черненко В. О., студент гр. Т-32-18  
Бугайова М. О., ас. каф. ОіБДР

Аналіз існуючих методів моделювання пішохідних та транспортних потоків показав, що найбільш ефективним і сучасним підходом на даному етапі розвитку науки і технічного оснащення є імітаційне моделювання.

Імітаційне моделювання - метод, що дозволяє будувати моделі, що описують процеси так, як вони проходили б у дійсності [1, 2, 3]. Таку модель можна «програти» в часі як для одного випробування, так і заданої їх безлічі. При цьому результати будуть визначатися випадковим характером процесів. За цими даними можна отримати достатньо стійку статистику. Для реалізації вище зазначеного підходу фахівець в області організації руху транспортних і пішохідних потоків на сучасному етапі їх існування застосовує ряд програмних продуктів, а саме PTV Vision, AnyLogic, Vensim, Aimsun і ін [4, 5, 6]. В Україні найбільш поширені продукти PTV Vision і AnyLogic.

AnyLogic — програмне забезпечення для імітаційного моделювання, який підтримує усі підходи для побудови імітаційної моделі. Унікальність, гнучкість та потужність мови моделювання, надаваного AnyLogic, дозволяє враховувати будь-який аспект системи з будь-яким рівнем деталізації.

У якості об'єкта дослідження обрали регульоване перехрестя вул. Вернадського – вул. Малом'ясницька в місті Харкові. Під час проведення натурного обстеження були зібрані дані про інтенсивність транспортних та пішохідних потоків, характеристики світлофорного регулювання на перехресті. За допомогою програмного забезпечення AnyLogic, було побудовано мікроскопічну імітаційну модель перехрестя, на якій відтворено рух транспорту і пішоходів. Основною метою використання програми AnyLogic було проведення оптимізаційних експериментів на перехресті. В результаті експерименту побудови моделі отримано наступне (рис. 1).



Рисунок 1 – Побудована модель

При запуску оптимізаційного експерименту, у якості цільової функції було обрано час проїзду перехрестя транспортними засобами. Попередньо цей час було пораховано, зібравши відповідну статистику. Значення відповідають різниці між поточним часом і часом появи автомобіля в моделі. В якості візуального представлення цих даних виступає гістограма (рис. 2).

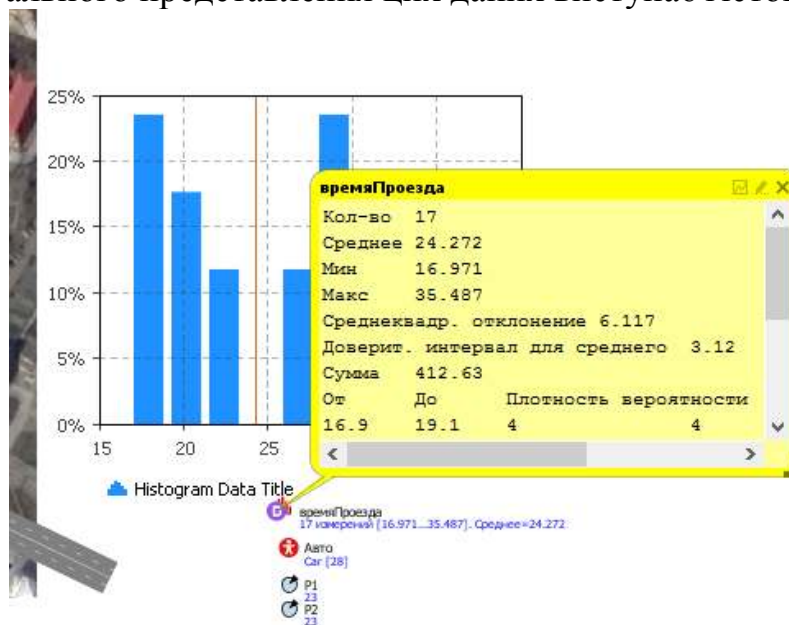


Рисунок 2 – Вікно розрахунку функціоналу моделі

Оптимізаційний експеримент, який полягав в оптимізації тривалості циклу у 2-х фазах допоміг нам встановити 3 залежності:

- залежність основного такту від інтенсивності руху транспортного потоку;
- залежність тривалості основного такту від інтенсивності руху транспортного потоку;
- залежність середнього часу руху від інтенсивності транспортного потоку.

Дані залежності були проведені при існуючій інтенсивності, при збільшенні та зменшенні інтенсивності на 10 - 20%.

На графіках (рис. 3 – 5) можна наглядно побачити, що тривалість циклу при збільшенні інтенсивності руху буде зростати, основний такт у першій фазі буде знижуватись, а у другій фазі зростати, середній час руху буде також зростати. Одним із найважливіших результатів оптимізації було зменшення середнього часу руху, якщо існуючий середній рух дорівнює 57 с, то при оптимізації він був максимум 52 с.

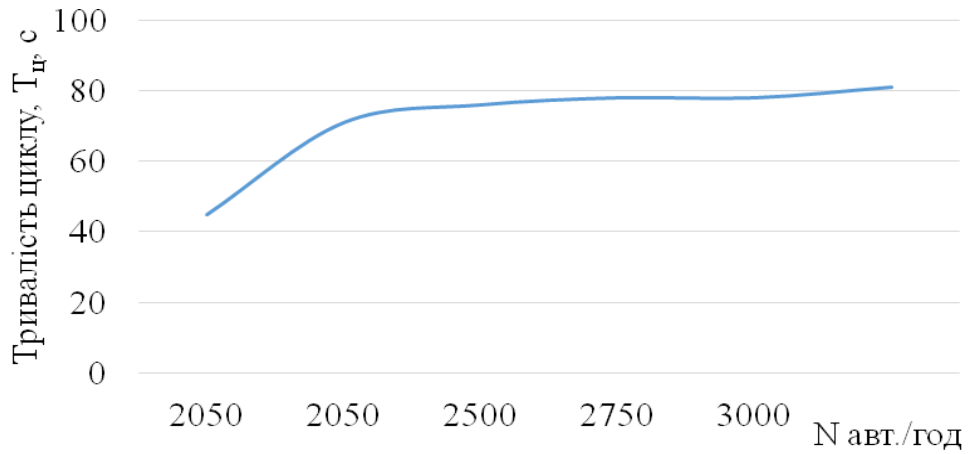


Рисунок 3 – Залежність тривалості циклу від інтенсивності руху транспортного потоку

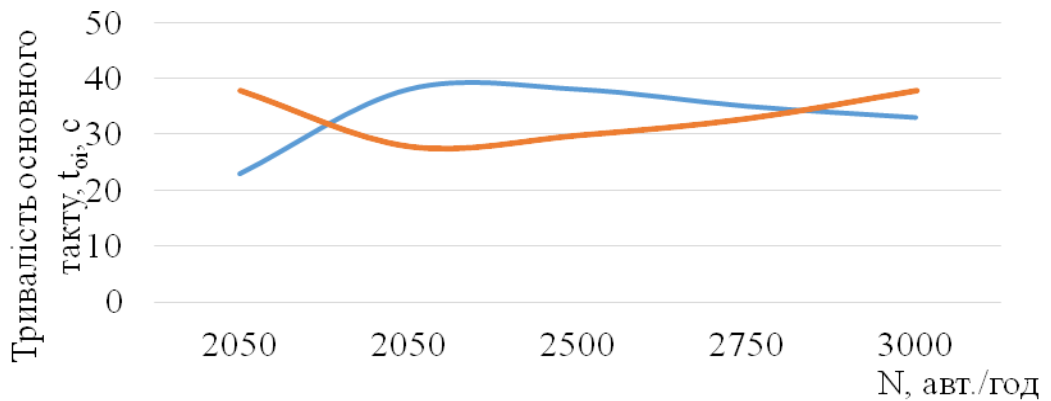


Рисунок 4 – Залежність тривалості основного такту від інтенсивності руху транспортного потоку

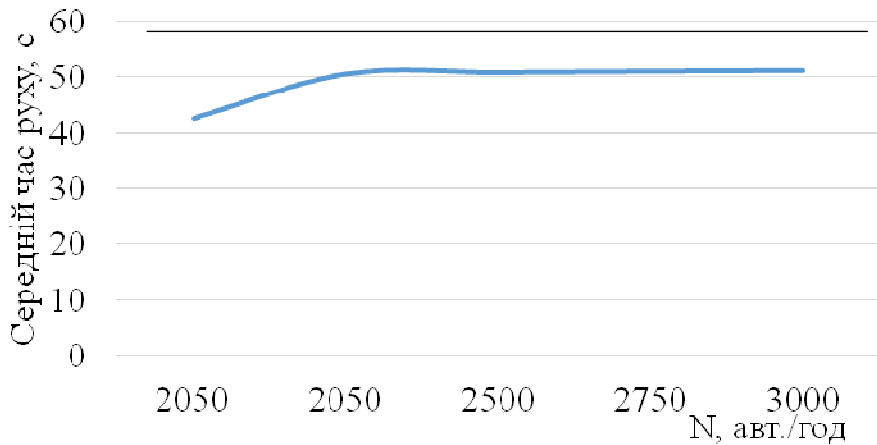


Рисунок 5 – Залежність середнього часу руху від інтенсивності руху транспортного потоку

Встановлено, що мікроскопічна швидкість нагадує нормальний розподіл з середнім значенням 1,38 м/с та стандартним відхиленням 0,37 м/с. Розподіл прискорення також має схожість з нормальним розподілом з середнім значенням 0,68 м/кв.

Також на досліджувальному перехресті було розраховано середню затримку транспортних потоків на кожному напрямку та середню затримку пішоходів результати розрахунків приведені у таблиці 1.

З розрахунків видно, що при збільшенні тривалості циклу, затримки значно зменшаться і рівень обслуговування буде вищим.

Таблиця 1 – Результати оптимізації

Напрямок	Існуючі характеристики						Пропоновані характеристики					
	1-3	1-2	4-1	3-1	3-2	2-3	1-3	1-2	4-1	3-1	3-2	2-3
Інтенсивність, N	1023	108	163	597	399	411	1023	108	163	597	399	411
Тривалість циклу, $T_{\text{ц}}$	56						51					
Тривалість основних тактів, $t_i$	23			23			33			18		
Середня затримка транспорту, $\Delta t_{\text{тр}}$	16,7						9,8					
Середня затримка пішоходів, $\Delta t_{\text{піш}}$	3,3											
Рівень обслуговування транспортних потоків, LOS	E						C					
Рівень обслуговування пішохідних потоків, $LOS_{\text{ред}}$	D						E					
Час у мережі, $T_{\text{сети}}$	52,5						51,4					

У результаті проведених досліджень, можна зробити висновок що доцільно використовувати імітаційне моделювання, зокрема програмне забезпечення AnyLogic для визначення оптимальних характеристик світлофорного циклу на перехресті.

#### Література

1. May, A. D. (1990) Traffic Flow Fundamental [Tekst] / Prentice Hall, New Jersey.
2. Fruin, J.J. (1971) Designing for Pedestrians: A Level of Service Concept [Tekst] / Highway research Record 355, 1-15.
3. Fruin, J.J. (1971). Pedestrian Planning and Design [Tekst] / Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, Inc. New York.
4. Transportation Research Board [Tekst] / Highway Capacity Manual, Special Report 204 TRB, Washington D.C, (1985).
5. Institute of Transportation Engineers (1994). Manual of Transportation Engineering Studies / [Tekst] Prentice Hall, New Jersey.
6. Helbing, D and Molnar, P. (1997) Self-Organization Phenomena in Pedestrian Crowds, in: F. Schweitzer (ed.) / [Tekst] Self-Organization of Complex Structures: From Individual to Collective Dynamics. Gordon and Breach. London pp. 569-577.