

**ДОДАТОК А**  
**Довідка про використання результатів дипломної роботи**

29018, Україна, м. Хмельницький,  
вул. Тернопільська, 17, а/с № 1122,  
ТОВ «Інтелектуальні системи контролю»  
тел. 0382-725510, 725538  
Моб. 050 436 15 16  
[www.gps-group.com.ua](http://www.gps-group.com.ua)  
e-mail: [sale@gps-group.com.ua](mailto:sale@gps-group.com.ua)



Зав. кафедри  
комп'ютерної інженерії  
д.т.н., проф. О.М. Березькому

**ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ**

Виконана студентом групи КСМм-21 факультету комп'ютерних інформаційних технологій Тернопільського національного економічного університету Зубко Р.А дипломна робота та тему «Моделювання контролю руху міського транспорту на основі мереж Петрі» відповідає замовленню товариства, має певну практичну значимість і планується до впровадження.

Директор ТОВ «Інтелектуальні системи контролю» \_\_\_\_\_ Стрілецька О.Г.  
(підпис)

М.П. \

ДОДАТОК Б  
Копія публікації





Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний економічний університет  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Вінницький національний технічний університет  
Асоціація фахівців комп'ютерних інформаційних технологій

МАТЕРІАЛИ  
VI Всеукраїнської школи-семінару  
молодих вчених і студентів

# СУЧАСНІ КОМП'ЮТЕРНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

ADVANCED COMPUTER INFORMATION TECHNOLOGIES

20-21 травня 2016 року

## АСІТ'2016

Тернопіль  
ТНЕУ  
2016

АСІТ'2016, Тернопіль, 20-21 травня 2016



ББК 32.97

УДК 004.2-3+004.9+51.7+519.6-8

**Організатори школи-семінару:**

Тернопільський національний економічний університет  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Вінницький національний технічний університет  
Асоціація фахівців комп'ютерних інформаційних технологій  
за підтримки:

Благодійної організації «Асоціація фахівців комп'ютерних інформаційних технологій».

Благодійного фонду "МагнетікВан.Орг".

ТОВ "Елекс".

Компанії "Ecodery".

Компанії "Волошин".

32.97 Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: Матеріали VI Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів АСІТ'2016. – Тернопіль: ТНЕУ, 2016. – 199 с.

У матеріалах конференції опубліковані результати наукових досліджень і розробок науковців та студентів факультету комп'ютерних інформаційних технологій ТНЕУ, а також інших навчальних і наукових закладів України з таких напрямків: математичні моделі об'єктів та процесів; спеціалізовані комп'ютерні системи; системи штучного інтелекту; інженерія програмного забезпечення; комп'ютерні технології інформаційної безпеки; інформаційно-аналітичне забезпечення економічної діяльності.

Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, інженерно-технічних працівників, аспірантів та студентів.

**Відповідальний за випуск:**

Дивак М. П., д. т. н., професор, декан факультету комп'ютерних інформаційних технологій

*Рекомендовано до друку*

*Вченою Радою факультету комп'ютерних інформаційних технологій  
Тернопільського національного економічного університету  
(протокол № 7 від 26.04.2016 р.)*

*Відповідальність за достовірність, стиль викладення та зміст  
надрукованих матеріалів несуть автори.*

ISBN 978-966-654-404-2

©ТНЕУ, 2016

© колектив авторів, 2016



## ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

КРИСОВАТИЙ Андрій Ігорович	д.е.н., професор (ТНЕУ) – голова
ДИВАК Микола Петрович	д.т.н., професор (ТНЕУ) – співголова
LIVOR Dostalek	професор (Південночеський університет, Чеська республіка)
БЕРЕЗЬКИЙ Олег Миколайович	д.т.н., професор (ТНЕУ)
БОДНАР Дмитро Ількович	д.ф.-м.н., професор (ТНЕУ)
БОДЯНСЬКИЙ Євген Володимирович	д.т.н., професор (Харківський національний університет радіоелектроніки)
БУЯК Леся Михайлівна	к.е.н., доцент (ТНЕУ)
КАРПІНСЬКИЙ Микола Петрович	д.т.н., професор (Університет в Бельську- Бялій, Польща)
ЛУГОВОЙ Анатолій Васильович	к.т.н., професор (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)
ЛУПЕНКО Сергій Анатолійович	д.т.н., професор (Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя)
МЕЛЬНИК Анатолій Олексійович	д.т.н., професор (НУ «Львівська політехніка»)
НИКОЛАЙЧУК Ярослав Миколайович	д.т.н., професор (ТНЕУ)
РОМАНЮК Олександр Никифорович	д.т.н., професор (Вінницький національний технічний університет)
САВАНЕВИЧ Вадим Євгенович	д.т.н., професор (Ужгородський національний університет)
САЧЕНКО Анатолій Олексійович	д.т.н., професор (ТНЕУ)
СТАХІВ Петро Григорович	д.т.н., професор (НУ «Львівська політехніка»)
СТЕПАШКО Володимир Семенович	д.т.н., професор (Міжнародний науково- навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОНУ)
ТЕСЛЮК Василь Миколайович	д.т.н., професор (НУ «Львівська політехніка»)



## МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТІВ ТА ПРОЦЕСІВ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ БАГАТОКОМПОНЕНТНОГО МАСОПЕРЕНЕСЕННЯ В НЕОДНОРІДНИХ МІКРОПОРИСТИХ СЕРЕДОВИЩАХ	
Бомба А.Я., Присяжнюк І.М., Присяжнюк О.В. ....	10
МОДЕЛЮВАННЯ КОНТРОЛЮ РУХУ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ МЕРЕЖ ПЕТРИ	
Борейко О.Ю., Зубко Р.А. ....	11
СТУПІНЬ ХАОТИЧНОСТІ БІОЛОГІЧНОГО СИГНАЛУ ЯК ДОДАТКОВА ОЗНАКА СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ	
Ваховський І.В. ....	13
ФРАКТАЛЬНІ СПЛАЙНИ АНАЛІЗУ І СИНТЕЗУ БАГАТОМАСШТАБНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ	
Вербовий С.О., Скрипець В.І. ....	15
МЕТОД НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВІБРАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ	
Дзерин О.Ю., Юзефович Р.М., Яворський І.М., Мацько І.Й. ....	17
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СПОЖИВАННЯ КИСНЮ ОРГАНІЗМОМ ПРИ ОПЕРАЦІЯХ НА СЕРЦІ В УМОВАХ ШТУЧНОГО КРОВООБІГУ	
Зибіна Т.І. ....	19
ОЦІНКА ДОСТОВІРНОСТІ БІНАРНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ НА ОСНОВІ ЛОГІСТИЧНОЇ РЕГРЕСІЇ.....	21
Касянчук М.М., Шугайло О.І., Івасьєв С.В. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЯКОСТІ ГПСОКАРТОНУ НА СТАДІЯХ ЙОГО ВИРОБНИЦТВА	
Манжула В.І., Рижий О.В., Кирильчук А.Б. ....	22
ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ВОЛОГОСТІ ГПСОКАРТОНУ ПРИ РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛЯХ ЙОГО СУШІННЯ	
Масляк Ю.Б. ....	25
АЛГОРИТМ АПРОКСИМАЦІЇ ЕКГ-СИГНАЛУ НА ОСНОВІ НЕЛІНІЙНОГО МЕТОДУ НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ	
Матушевич Н.А. ....	26
МОДЕЛЮЮЧИЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ СКЛАДНИХ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ	
Мельник А.М., Проць С.Я. ....	28
ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ РОБОТИ ОКРЕМИХ КОМПОНЕНТ ЯДРА ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	
Голець Є.Я. ....	30
АЛГОРИТМИ ТА ЗАСІБ ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА	
Трембач Р.Б., Матіяш В.Б., Драбик І.В. ....	31
ЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗВОРОТНОГО ГОРТАННОГО НЕРВА ТА ЙОГО МОНІТОРИНГ В ПРОЦЕСІ ОПЕРАЦІЇ НА ЩИТОПОДІБНІЙ ЗАЛОЗІ	
Дивак М.П., Дивак А.М., Шідловський О.В. ....	33
МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПРОЦЕСІВ У БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ НА СТАДІЇ МЕТАНОГЕНЕЗУ	
Гураль І.В. ....	35



та умовами контакту на межі розділу шарів:

$$C_{i,j-1}|_{l_j} = C_{i,j}|_{l_j}, \left( D_{i,j-1} \frac{\partial C_{i,j-1}}{\partial x} - v(l_j) C_{i,j-1} \right) \Big|_{l_j} = \left( D_{i,j} \frac{\partial C_{i,j}}{\partial x} - v(l_j) C_{i,j} \right) \Big|_{l_j},$$

де  $C_{i,j}(x,t)$  – концентрація  $i$ -того сорту забруднюючої речовини в міжчастинковому просторі в  $j$ -тому шарі фільтра,  $U_{i,j}(x,r,t)$  – концентрація  $i$ -того сорту забруднюючої речовини на сфері радіуса  $r \geq R$  мікрочастинки з центром в точці з координатою  $x$ ,  $D_{i,j} = \varepsilon d_{i,j}$  та  $D_{i,j}^* = \varepsilon^3 d_{i,j}^*$  – коефіцієнти дифузії відповідно в міжчастинковому просторі та в порах частинок,  $D_{i,j}^{**} = \varepsilon^2 d_{i,j}^{**}$  – коефіцієнт впливу внутрішньочастинкового переносу на міжчастинковий,  $v(x) \square \varepsilon > 0$  – швидкість конвективного перенесення,  $\sigma_j, \sigma_j^*$  – коефіцієнти пористості відповідно макро- та мікросередовищ,  $R_j$  – радіус частинки,  $k_{i,j}$  – константи адсорбційної рівноваги. Зауважимо, що питання ідентифікації параметрів задач дифузії в нанопористому середовищі досліджено зокрема в [4, 5]. Вважаємо, що всі функції, які фігурують в умовах є достатньо гладкими та узгодженими між собою в кутових точках відповідної області, а також на поверхнях частинок ( $U_{i,j}^0(x, R_j, t) = k_{i,j} C_{i,j}^0(x, t)$ ).

Побудовано алгоритм асимптотичного розв'язання розв'язку поставленої задачі аналогічно до [7-9]. На основі аналізу отриманих результатів зроблено висновок про значний вплив адсорбції та дифузії, не зважаючи на те, що вони є малими в порівнянні з конвекцією.

#### Список використаних джерел

1. Rolando M.A. Roque-Malherbe. Adsorption and Diffusion in Nanoporous Materials. – CRC Press, 2012. – 288 p.
2. Kärger J. Diffusion fundamentals / J. Kärger, F. Grinberg, P. Heitjans – Leipziger Unviersite, Leipzig, 2005. – 615 p.
3. Petryk M.R. Mathematical modeling and visualization of multilevel mass transfer system in heterogeneous catalytic media of nanoporous particles / Petryk M.R., Fraissard J. // Journal of Automation and Information Sciences. . 2008 — vol. 40, no. 10. — 1-21.
4. Sergienko I. V. Highly Efficient Methods of the Identification of Competitive Diffusion Parameters in Inhomogeneous Media of Nanoporous Particles / I.V. Sergienko, M.R. Petryk, J. Fraissard, S. Leclerc // Cybernetics and System Analysis. – 2015. – Vol. 51. – № 4. – С. 529–546.
5. Сергієнко І.В. Ідентифікація градієнтними методами параметрів задач дифузії речовини в нанопористій середовищі / І.В. Сергієнко, В.С. Дейнека // Пробл. управління та інформатики. – 2010. – № 6. – С. 5–18.
6. Петрик М.Р. Моделирование и анализ концентрационных полей нелинейной конкурентивной двухкомпонентной диффузии в среде нанопористых частей / М.Р. Петрик, Ж. Фрессард, Д.М. Михалик // Проблемы управления и информатики. – 2009. – № 4. – С. 73-83.
7. Бомба А.Я. Асимптотичний метод розв'язання одного класу модельних сингулярно збурених задач процесу масопереносу в різнопористих середовищах / А.Я. Бомба, І.М. Присяжнюк, О.В. Присяжнюк // Доповіді НАН України. – 2013. - № 3. – С. 28-34.
8. Присяжнюк І.М. Математичне моделювання просторових сингулярно збурених процесів конвективно-дифузійного масопереносу в двопористих багатшарових середовищах / І.М. Присяжнюк, Ю. Є. Климук, О.В. Присяжнюк // Збірник наукових праць. Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків: НТУ «ХП». – 2014. – №39 (1082) – С. 159–177.
9. Математичне моделювання процесів первинної очистки стічних вод із використанням пористих мікрочастинок / А.Я. Бомба, І.М. Присяжнюк, О.В. Присяжнюк, В. М. Сівак // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія «Технічні науки». – 2014. – Вип. 1(65). – С. 104–112.

УДК 004.94

## МОДЕЛЮВАННЯ КОНТРОЛЮ РУХУ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ МЕРЕЖ ПЕТРІ

Борейко О.Ю.<sup>1)</sup>, Зубко Р.А.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)</sup> аспірант; <sup>2)</sup> магістрант

### І. Постановка проблеми

Транспортна система відіграє ключову роль в соціально-економічних явищах будь-якого

АСІТ'2016, Тернопіль, 20-21 травня 2016

11



суспільства, тому вона виступає важливим об'єктом дослідження у сфері інформаційних технологій. Для дослідження транспортної системи, проблем розподілення трафіку, та навантаження транспортних шляхів - інформаційні технології використовують весь свій методологічний інструментарій [1].

## II. Мета роботи

Метою є розроблення моделі транспортної системи на основі теорії мереж Петрі, яка дає змогу дослідити динаміку проектованої системи [2].

## III. Особливості моделювання для контролю руху транспорту

Транспортна модель є програмним комплексом, який складається з інформаційних і розрахункових блоків. Інформаційні блоки утворюють єдину базу даних, яка призначена для зберігання та обробки отриманої інформації, що необхідна для розрахунку транспортних потоків. Розрахункові блоки, які допомагають реалізувати алгоритми розв'язання задач певного математичного програмування, конкретно орієнтовані на розрахунок потреби в пересуваннях і транспортних потоках.

Керуючись цим, безпосереднє створення бази моделі і заповнення її вихідними даними можна розділити на декілька незалежних між собою етапів – це створення транспортної пропозиції та моделювання транспортного попиту, що відображено на рисунку 1.

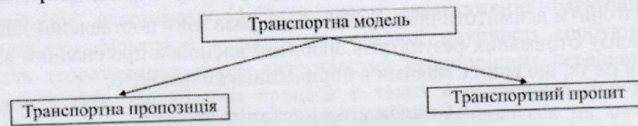


Рисунок 1 – Етапи створення основи моделі

Грунтуючись на змодельованій транспортній пропозиції, розраховуються витрати які були затрачені на здійснення кореспонденцій - це означає, що розраховуються матриці затрат. Маючи обсяги згенерованого попиту і матриці затрат ми створюємо розподіл попиту, тобто розраховуються конкретні матриці кореспонденцій для всіх наявних шарів попиту відповідного транспортного району. Конкретна поведінка людей в користуванні транспорту, основу якої являє функція оцінки, отримує незалежні параметри – коефіцієнти функції (a, b, c) [3]. Коефіцієнти і їх значення отримуються в результаті опитування населення, які приведені на рисунку 2.

Саме на базі опитування створюється певна послідовність пересувань за одну добу. Таким прикладом послідовності переміщень чи послідовної трансформації людської діяльності на протязі доби є ряд конкретної закономірної активності Д-Р-М-Д (Дім – Робота – Магазин – Дім), від них створюються однотипні переміщення Д-Р (Дім – Робота), Р-М (Робота – Магазин), М-Д (Магазин – Дім), які, можуть бути як початком, так і завершенням усього переміщення, тобто джерелом-ціллю переміщенням.

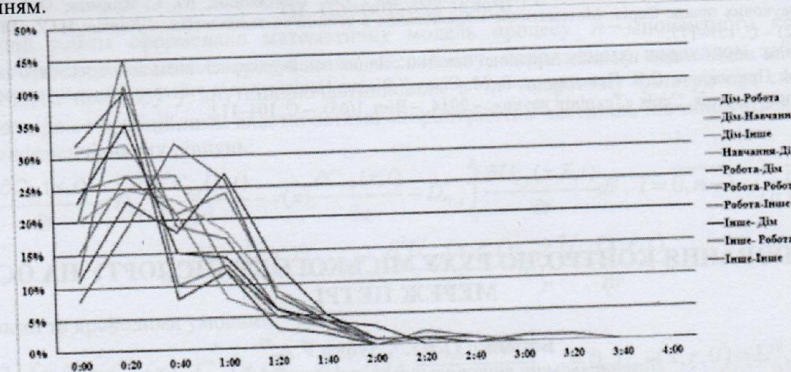


Рисунок 2 - Графік розподілу шарів попиту за дальністю і середнім часом поїздки (на основі опитування).

Таким чином, з результатів розрахунку процедури розподілу обчислюються матриці кореспонденцій для всіх рівнів попиту.



Розрахувавши матриці кореспонденцій по отриманих рівнях попиту, необхідно розмежувати ці матриці по конкретних режимах руху. Кожний режим руху буде встановлювати спосіб реалізації кореспонденції – на персональному(ПТ) або на громадському транспорті (ГТ) [4].

Розмежування шарів попиту за конкретними режимами руху відбувається на основі наступних функцій оцінки: Logit, Kirchoff, Vox-Cox, Комбіновано, виду:

$$\begin{aligned} f(U_{ij}) &= e^{(c-U_{ij})} - \text{Logit функція}; & f(U_{ij}) &= e^{(c-\frac{U_{ij}^b}{b})} - \text{функція Vox-Cox}; \\ (1) & & & \\ f(U_{ij}) &= U_{ij}^c - \text{функція Kirchoff}; & f(U_{ij}) &= a * U_{ij}^b * e^{(c-U_{ij})} - \text{функція Комбіновано} \end{aligned}$$

де  $f(U)$  – ймовірність здійснення кореспонденції в  $i$  в район  $j$  з затратами  $U$ ;  $U$  - затрати на здійснення кореспонденції з району  $i$  в район  $j$  на певному виді транспорту, хв.;  $a, b, c$  – коефіцієнти.

Функція оцінки визначається з опитування населення міста про дальність і середній час поїздки на певному виді транспорту (індивідуальному, громадському).

В результаті розрахунку, отримані матриці кореспонденції по всіх режимах руху.

#### Висновок

Отже, зростання інтенсивності транспортних потоків й обмежені можливості модернізації та розвитку дорожньої мережі зумовлюють необхідність дослідження та розроблення моделі транспортної системи на основі теорії мереж Петрі, що дає змогу дослідити динаміку, наявність тупиків, живучість системи.

#### Список використаних джерел

1. Теслюк В.М., Лобур М.В., Раєвський П.Ю., Денисюк П.Ю. Автоматизована система розв'язування оптимізаційних задач при проектуванні інтегральних мікробудованих систем // Вісник Національного університету „Львівська політехніка”: Інформаційні системи та мережі. - Львів, 2005. - №549.- С. 174-183.
2. Бузовський Е. А. Високоєфективне використання транспорту/ Е.А. Бузовський - Київ: 1989. – С. 121-154.
3. Гончаров С. Транспортний комплекс України / С.Гончаров //Фондовий ринок. – 2001.- №20.- С. 22-43.
4. Діак І. Наш транзитний пасажир: Газопроводи України / І.Діак // Україна молода. – 2001. – №19.- С. 33-40
5. Дикаль В., Креймер В. Ефективність транспортних систем / В. Дикаль, В. Креймер// Бизнес – Информ. – 1998. - №12. – С. 45-60.

УДК 616.12

## СТУПІНЬ ХАОТИЧНОСТІ БІОЛОГІЧНОГО СИГНАЛУ ЯК ДОДАТКОВА ОЗНАКА СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

Ваховський І.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», студент

### I. Постановка проблеми

При вивченні динаміки поведінки складних медико-біологічних систем все більшу увагу привертають методи теорії хаосу і синергетики, які дозволяють більш повно розкрити і проаналізувати механізми функціонування живої складноорганізованої системи. Ці методи знайшли застосування в медицині, зокрема в кардіології для оцінки хаотичності серцевого ритму, який несе інформацію про функціональний стан всіх ланок регулювання життєдіяльності людини, як в нормі, так і при різних патологіях. Актуальною задачею є подальші дослідження в цьому напрямку як додаткового методу отримання діагностичної інформації про стан серцево-судинної системи людини.

### II. Мета роботи

Метою дослідження є застосування різних методів оцінки хаотичності динамічних рядів для визначення ступеня хаотичності біологічного сигналу як додаткової ознаки стану серцево-судинної системи.

### III. Методи та матеріали

В основі багатьох математичних методів дослідження хаотичності динамічних рядів лежить відома формула ентропії Шеннона



# ДОДАТОК В

## Алгоритм роботи моделі руху міського транспорту

