

*Ігор Корнієнко, Світлана Корнієнко, Артем Кошма,  
Олександр Богукалець, Вікторія Ярова*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ВИХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ МЕХАНІЗОВАНОГО ПРИБИРАННЯ ВУЛИЦЬ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ**

*Актуальність теми дослідження.* Якісне та своєчасне прибирання вулично-дорожньої мережі міста вимагає великих фінансових та матеріальних витрат. Оптимізація способів використання технічних засобів прибирання дозволить зменшити витрати.

*Постановка проблеми.* Обґрунтування методики одержання вихідних даних достатньої достовірності та надійності.

*Аналіз останніх досліджень та публікацій.* Пошук способів зниження витрат на прибирання міста здійснюють багато вчених різних країн світу.

*Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.* Збирання вихідних даних вулично-дорожньої мережі, за існуючими методиками, являє собою кропіткий процес з великими людино-годинними витратами. Існуючі скорочені методи визначення параметрів володіють високою похибкою вимірювань.

*Виклад основного матеріалу.* Відповідно до існуючих національних методик, правил та норм вуличного механізованого прибирання обґрунтовано склад вихідних параметрів вулично-дорожньої мережі. Запропоновано удосконалення експрес методу обчислення інтенсивності автомобільного руху, для якого дані точкові статистичні оцінки. На прикладі показано, що застосування скороченої процедури вимірювання інтенсивності автомобільного руху дозволяє одержати вихідні дані необхідної точності для задачі оптимізації системи прибирання вулично-дорожньої мережі.

*Висновки.* Запропонована методика скорочених вимірювань забезпечує необхідну достовірність та надійність вихідних даних.

*Ключові слова:* прибирання вулично-дорожньої мережі; оптимізація; інтенсивність руху.

*Табл.: 1. Рис.: 4. Бібл.: 10.*

**Постановка проблеми.** Питання утримання вулично-дорожньої мережі, у тому числі і її прибирання, набуває нової актуальності на тлі інтегрування України в Європейській простір і переходу на Європейські стандарти утримання населених пунктів та якості життя городян. Проте якісне та своєчасне прибирання вулиць і доріг, відповідно до прийнятих національних стандартів, і особливо в зимовий період, є складним завданням, обтяженим обмеженим часовим ресурсом, екстремальними подіями, що викликані негодою, та великими фінансовими затратами. На сьогодні налагодити і здешевити процес прибирання муніципальна влада намагається за рахунок різних оптимізаційних заходів, зокрема підвищення продуктивності прибирання вулиць за рахунок збільшення обсягу механізованих робіт або запровадження GPS трекерів для контролю пересування прибиральної техніки за встановленим маршрутом прибирання. Але нині стає очевидним, що незважаючи на позитивний ефект, таких заходів оптимізації явно недостатньо; для організації якісного прибирання не менш важливим є оптимізація маршрутно-часових регламентів прибирання, чисельності та типового складу парку прибиральної техніки.

Зрозуміло, що підхід до оптимізації системи механізованого прибирання є суто індивідуальним для кожного населеного пункту. Визначальним для подібної оптимізаційної задачі є параметри об'єкта прибирання, а саме вулично-дорожньої мережі. Збирання даних є кропітким, тривалим процесом, що вимагає великих людських та часових затрат, скорочення яких дозволить здешевити сам процес прибирання.

На сьогодні оптимізація мережі прибирання виконується для міста Чернігова в межах науково-дослідної роботи, що й робить задачу визначення параметрів вулично-дорожньої мережі міста актуальною.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогодні існує багато нормативних актів та методичних рекомендацій з організації утримання, і в тому числі прибирання вулично-дорожньої мережі, що дозволяють сформулювати загальний підхід до здійснення організаційних заходів, формування системи вимог та правил виконання прибирання, а також основних співвідношень між розмірами об'єкта прибирання та кількістю і скла-

дом прибиральної техніки, а також нормами на витратні засоби. За останній час проведено відповідні наукові дослідження з метою уточнення нормативних значень витрат часу або матеріалів на прибирання, порівняння якісних характеристик матеріалів для обробки дорожнього полотна. Такі норми і дослідження дозволяють сформулювати вимоги для задачі оптимізації прибирання вулично-дорожньої мережі, а також можуть бути застосовані для розв'язування інших задач з утримання міста, наприклад, збір та утилізація твердих побутових відходів [1–4].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Важливим етапом розв'язування оптимізаційної задачі є збір вихідних даних, від достовірності та надійності яких залежать рішення про встановлення черговості, режиму та сценарію механізованого та ручного прибирання міста. Розв'язання такої задачі у ручному режимі представляється складною обчислювальною задачею  $n \times m$  складності, проте використання аналітичних можливостей геоінформаційних систем дозволить суттєво скоротити обчислення і спростити процес знаходження оптимального розв'язку за різними сценаріями вихідної дорожньої та погодної ситуації.

**Мета статті.** Розроблення механізму збирання параметрів та характеристик вулично-дорожньої мережі за скороченими процедурами.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Механізоване прибирання міських територій є однією з важливих та складних задач благоустрою міста, його утримання та дотримання відповідного санітарно-екологічного стану міста. Ефективність робіт з прибирання території міста визначається раціональною організацією і дотриманням технологічних режимів. Питання раціональної організації роботи системи прибирання відноситься до класу оптимізаційних задач і може бути розв'язано з використанням апарату математичного програмування, елементів дискретної математики або імітаційного моделювання. Зважаючи на масштаб розв'язуваної задачі доцільно використання геоінформаційних технологій, що дозволить автоматизувати процес пошуку оптимального розв'язку та зробити його адаптивним до зміни будь-яких параметрів вулично-дорожньої мережі та зовнішніх впливів.

Основною задачею оптимізації є зменшення витрат на прибирання вулично-дорожньої мережі за умови дотримання часових норм на прибирання відповідної якості. Визначальним для розв'язування будь-якої оптимізаційної задачі є вихідні дані, що в нашому випадку представлені просторовими та експлуатаційними характеристиками вулично-дорожньої мережі, статистичними показниками накопичення сміття/снігу/льоду, наявні засоби та можливості парку прибиральних машин, обрана технологія прибирання (відповідно до бюджету, санітарно-екологічних норм, правил прийнятих муніципалітетом та громадськістю міста тощо).

У нашому випадку невизначеним є параметри вулично-дорожньої мережі та статистичні дані щодо накопичення сміття. Відповідно до [5; 6] накопичення сміття має пряму залежність від інтенсивності транспортного та пішохідного руху, що знімає проблему вимірювання кількості утворюваного сміття та періодичності його накопичення. Таким чином, перед нами постає така задача: визначити параметри і характеристики вулично-дорожньої мережі у місті Чернігові, які безпосередньо впливають на процес механізованого прибирання вулиць, доріг, тротуарів та інших елементів вулично-дорожньої мережі.

Головними показниками вулично-дорожньої мережі, що зумовлюють обсяг прибиральних робіт і потребу в засобах прибирання, є протяжність, щільність мережі, площа покриття, умови водовідведення, інтенсивність руху транспорту й пішоходів, а також рівень благоустрою вулично-дорожньої мережі міста [7]. Відповідно до чинних нормативних документів, основними показниками, що визначають регламент прибирання вулично-дорожньої мережі міста, є категорія доріг та тротуарів, яка визначається приве-

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

деною інтенсивністю автомобільного транспорту та пішохідного руху, геометричні та технічні параметри проїжджої частини та тротуарів. Також, вивчивши іноземний досвід з організації прибирання вулично-дорожньої мережі, вважається за доцільне врахування у порядку прибирання (особливо зимового) маршрути громадського транспорту, розташування важливих соціальних об'єктів, таких як лікарні, поліклініки, школи тощо.

Геометричні параметри вулично-дорожньої мережі визначалися натурними вимірюваннями й обчисленнями відповідних площадкових характеристик. При визначенні лінійних розмірів ділянок вулично-дорожньої мережі та радіусів для розвороту техніки, з метою скорочення обсягу робіт, використовувалися сервіси веб-картографії SASplanet та GoogleMap. Крім безпосередніх геометричних параметрів, на спосіб застосування механічної прибиральної техніки впливають дані щодо кількості полос для автомобільного руху, виду покриття, загальної площі прибирання.

Особливістю у визначенні інтенсивності автомобільного і пішохідного руху виступав обмежений людський та часовий ресурс на ґрунтовні дослідження, тому авторам необхідно було знайти спосіб визначення інтенсивності руху за скороченими процедурами. Для визначення характеристик транспортного та пішохідного трафіку можна було скористатися експрес методом, описаним, наприклад, у [8], або аналітичними методами розрахунку перспективної інтенсивності руху, або багатофакторної екстраполяції.

У процесі аналізу застосовності методів виявилось, що експрес метод має певні недоліки, а саме: не визначає підрахунок приведеної інтенсивності транспортного потоку та може мати суттєву похибку через однократне вимірювання на ділянці вулично-дорожньої мережі. Крім того, ми вважали за доцільне провести перевірку поправочних коефіцієнтів, що використовуються у цьому методі, щодо можливості їх застосування до міста Чернігова.

Щодо використання аналітичних методів, на жаль, виявилася відсутність достовірних даних щодо інтенсивності транспортних потоків у місті на тривалий період спостереження. До того ж проти цих методів виступає явище похвалення автомобільного ринку через насичення вулиць автомобілями з країн Європи, що відбувається останнім часом. Отже, для підрахунку приведеної інтенсивності дорожнього та пішохідного руху було запропоноване удосконалення експрес методу.

В основі методу застосований механізм вимірювання інтенсивності руху автомобільного транспорту та пішохідного руху за скороченою процедурою за допомогою поправочних коефіцієнтів на годину вимірювання.

В основу розрахунків покладено припущення, що інтенсивність руху  $I$  як автомобільного ( $I_a$ ), так і пішохідного ( $I_n$ ) похвалюється та спадає на ділянках вулично-дорожньої мережі протягом доби за типовою функціональною залежністю від часу доби  $I = f(t)$ . У свою чергу, визначення такої функції в наступному дозволить суттєво скоротити вимірювання по решті ділянок вулично-дорожньої мережі через використання принципу подібності та встановлення часток інтенсивності потоку на конкретну годину. До можливості використання такого прийому говорить і те, що м. Чернівці має рівномірну компактну інфраструктуру і не має чітко виражених віддалених «спальних» районів та ділових або індустріальних центрів [9], як це є, наприклад, у м. Києві або інших великих містах України. Через це в Чернівці загалом не спостерігається явища ранкових або вечірніх заторів, коли мешканці мають долати великі відстані, щоб дістатися до роботи або, навпаки, додому.

Для встановлення функціональної залежності  $I_a = f(t)$  вибиралися дороги з високою інтенсивністю руху категорії «Магістраль міста», серед яких випадковим чином обрана ділянка вулиці, перехрестя проспекту Миру-вул. Київська – перехрестя проспекту Миру-вул. С. Русової. На цій ділянці було організовано спостереження з 18.04.2017

по 21.04.2017 починаючи з 6:00 до 24:00. У нічній час автомобільний рух має дуже низьку інтенсивність у порівнянні з денним, через що можна ним знехтувати.

У зв'язку з тим, що транспортний потік має властивість ординарності, то необхідність проводити спостереження протягом всієї години відсутні. З урахуванням необхідності нівелювання періоду циклограм світлофорів (який на різних перехрестях вулично-дорожньої мережі міста може становити  $(-1...2,5$  хвилини) та накопичення вірогідних статистичних даних, припустимо, що спостереження проводилися в інтервалі 10–15 хвилин кожної години (на її початку, в середині або у кінці кожної години протягом доби).

За результатами виконаних спостережень на тестовій ділянці була обчислена приведена інтенсивність транспортного потоку за визначеними у [6] коефіцієнтами приведення за формулою

$$I_{np} = 6 \sum_{i=1}^k n_i k_{np} , \quad (1)$$

де  $n_i$  – кількість транспортних засобів  $i$ -ї групи за один період спостереження;

$k_{np}$  – коефіцієнт приведення;

$k$  – кількість груп транспорту.

Результати обчислень зображені на графіку рис. 1.

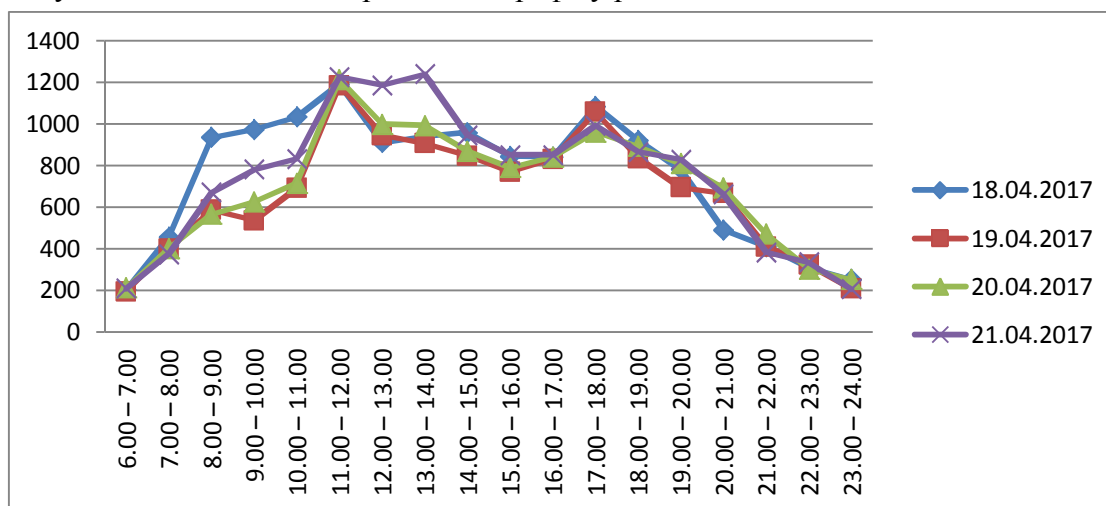


Рис. 1. Розподіл приведеної інтенсивності автомобільного руху на тестовій ділянці по датах вимірювання

Вважаючи, що значення приведеної інтенсивності автомобільного руху на кожне вимірювання є випадковою величиною, можна знайти оцінку математичного сподівання

$$\tilde{m}_{I_{np}} = m_{I_{np}}^* = \frac{\sum_{i=1}^n I_{np_i}}{n} , \quad (2)$$

де  $n$  – кількість вимірювань;

та середньоквадратичне відхилення оцінки математичного сподівання приведеної інтенсивності автомобільного руху на кожну годину вимірювання

$$\sigma_{\tilde{m}_{I_{np}}} \approx \sqrt{\frac{\tilde{D}_{I_{np}}}{n}} ; \tilde{D}_{I_{np}} = \frac{n}{n-1} D_{I_{np}}^* = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (I_{np_i} - \tilde{m}_{I_{np}})^2 , \quad (3)$$

де  $D_{I_{np}}^*$  – статистична дисперсія;

$\tilde{D}_{I_{np}}$  – оцінка дисперсії приведеної інтенсивності автомобільного руху.

Графіки обчислених оцінок наведені на рис. 2.

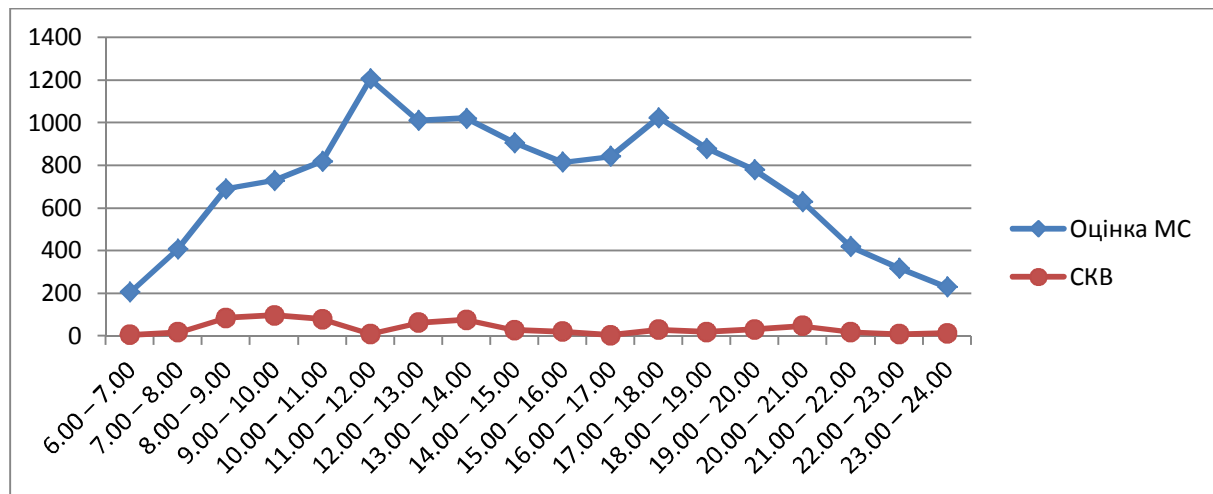


Рис. 2. Оцінка математичного сподівання та середньоквадратичне відхилення оцінки математичного сподівання приведеної інтенсивності транспортного потоку на тестовій ділянці

Припустивши, що розподіл випадкової величини приведеної інтенсивності автомобілів відповідає нормальному закону, визначимо довірчий інтервал для імовірності настання події  $P = 0,95$ .

Значення аргументу нормальної функції розподілу для імовірності  $\frac{1-\beta}{2} = 0,95$  становить  $\tau_\beta = 1,645$  (таблична величина). При цьому довірчий інтервал становитиме

$$I_\beta = (\tilde{m}^*(I_{np}); \tilde{m}^*(I_{np})) = (\tilde{m}_{I_{np}} - \tau_\beta \sigma_{\tilde{m}_{I_{np}}}; \tilde{m}_{I_{np}} + \tau_\beta \sigma_{\tilde{m}_{I_{np}}}).$$

Обчислене значення довірчого інтервалу для оцінки математичного сподівання зображене на графіку рис. 3.

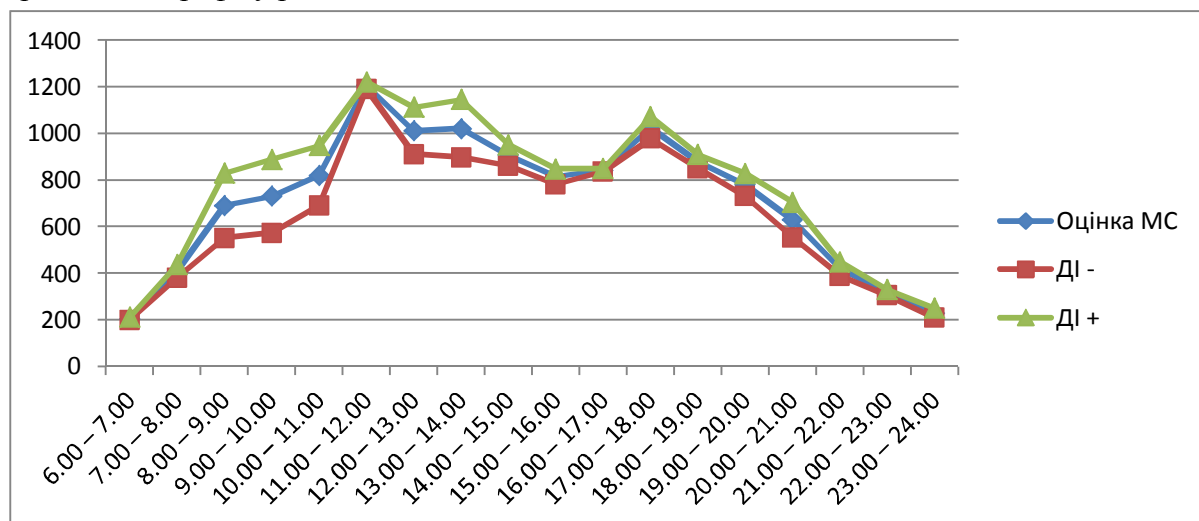


Рис. 3. Довірчий інтервал оцінки математичного сподівання приведеної інтенсивності транспортного потоку: ДІ- – нижня оцінка; ДІ+ – верхня оцінка

Проаналізувавши довірчий інтервал, зображений на рис. 3, можна зробити висновки про суттєві відхилення випадкової величини приведеної інтенсивності транспортного потоку від оцінки математичного сподівання на ділянках часу з 8:00 до 11:00 та з 13:00 до 14:00. Відповідно до цього, за принципом подібності, можна очікувати аналогічну нерівномірність на інших ділянках вулично-дорожньої мережі міста.

Кінцеві результати вимірювань приведеної інтенсивності автомобільного руху на тестовій ділянці та відповідні оцінки наведені у таблиці.

Таблиця

*Добові значення приведеної інтенсивності автомобільного руху на тестовій ділянці та їх оцінка*

Параметр	Дата вимірювання	Результат вимірювань, од
Приведена добова інтенсивність автомобільного руху	18.04.2017	13 557
	19.04.2017	12 120
	20.04.2017	12 624
	21.04.2017	13 464
Оцінка математичного очікування приведеної інтенсивності автомобільного руху		12 941,3
Нижня оцінка приведеної інтенсивності автомобільного руху		11 891,5
Верхня оцінка приведеної інтенсивності автомобільного руху		13 990,9

Верхня оцінка відносної похибки приведеної добової інтенсивності автомобільного руху  $I_{np}^o$ , для обчислення якої можна скористатися підходом, наведеним у [10], становитиме

$$\Delta(\tilde{m}_{I_{np}}) = \frac{\tilde{m}^*(I_{np}^o) - \tilde{m}_*(I_{np}^o)}{2} \frac{100}{\tilde{m}(I_{np}^o)}, \quad (4)$$

і може сягати для нашого випадку 9,0 %. Проте за умови виконання вимірювань у значеннях відносно невеликого довірчого інтервалу верхня оцінка відносної похибки вимірювань не перевищить 4,6 %, що в цілому буде задовольняти вимозі з визначення інтенсивності прибирання вулично-дорожньої мережі, що висуваються у [5; 6].

Одержавши оцінку функції  $I_{np}^o = f(t)$ , можна визначити значення частки приведеної інтенсивності потоку (рис. 4), що в подальшому дозволить проводити вимірювання параметра приведеної інтенсивності автомобільного руху за скороченими процедурами, а саме однократними процедурами у конкретно визначений час, після чого визначалося добове значення приведеної інтенсивності.

За для підвищення достовірності та надійності результатів, враховуючи нерівномірність приведеної інтенсивності автомобільного руху в деякі інтервали часу, а також те, що на окремих ділянках вулично-дорожньої мережі функція оцінки  $I_{np}^o = f(t)$  може мати дещо інший характер, вимірювання проводили тричі на день – ранковий час, обідній та вечірній час. Для кожного з вимірів обчислювали добову інтенсивність та знаходили оцінку математичного сподівання по трьох вимірах. У рекомендаціях по вимірюваннях було визначено уникати години нерівномірності приведеної інтенсивності автомобільного руху. Результати вимірювань по інших ділянках вулично-дорожньої мережі одержували відповідно оцінку. Так, приведена інтенсивність автомобільного руху по вул. Рокосовського, яка виміряна та обчислена за запропонованою методикою, становила 19 385 одиниць, а виміряна шляхом щогодинного підрахунку 19 983 одиниці, при цьому відносна похибка становила 3 %.

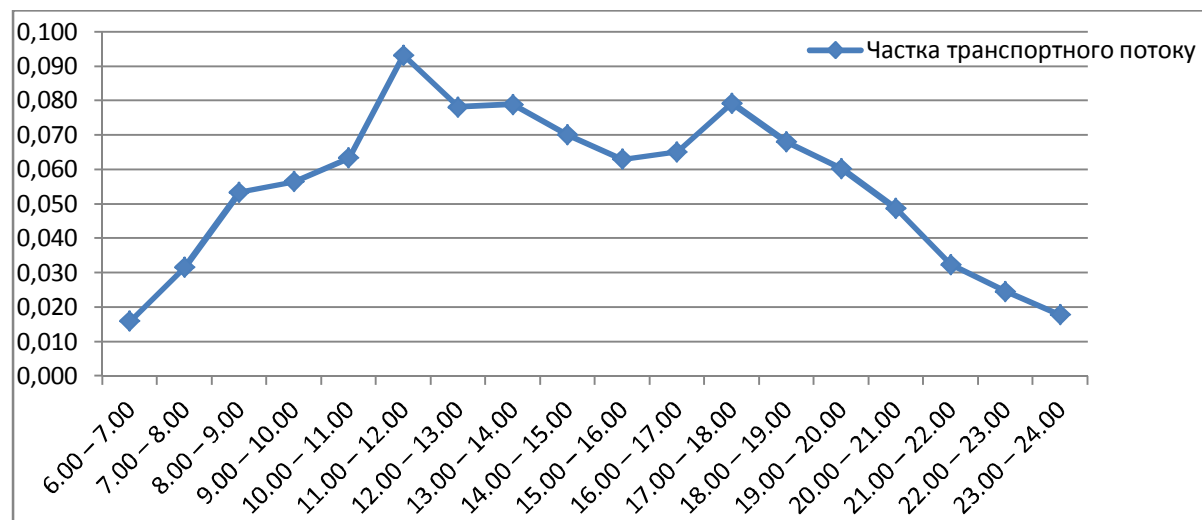


Рис. 4. Частка приведеної інтенсивності автомобільного руху на години вимірювання

Аналогічним чином здійснювався розрахунок приведеної інтенсивності руху пішоходів та складу транспортного потоку (що також впливає на рівень засміченості).

Важливим чинником в організації механізованого прибирання вулично-дорожньої мережі, на думку авторів, є врахування імпедансу елементів мережі, зокрема світлофор, пішохідний перехід, пересічення з головною дорогою. За нашими спостереженнями, такі елементи чинять вплив на часові параметри прибирання дорожнього полотна. Очевидно, що під час нічного прибирання величина імпедансу зводиться до нульового значення, але денне прибирання, навіть поза часи пік, дістають суттєвого впливу на затримку прибиральної техніки при пересуванні по маршруту. Введення величини імпедансу в наступному потребуватиме удосконалення методичних рекомендації [5].

Імпеданс визначався як частка часового інтервалу, коли прибиральний транспортний засіб не в змозі подолати перешкоду по відношенню до загального часу спостереження. В подальшому агрегування часткових значень імпедансу можливе шляхом усередненням (груба оцінка) або з використанням апарату систем масового обслуговування.

**Висновки і пропозиції.** Описана методика визначення параметрів вулично-дорожньої мережі дозволяє дістати вихідних даних для розв'язування задачі оптимізації мережі прибирання вулиць та доріг міста. Статистичні дані за проведеними оцінками мали достатню достовірність та надійність для поставленої задачі.

Одержані результати у дійсний час закладаються в параметричну геоінформаційну модель вулично-дорожньої мережі міста. Застосування геоінформаційного моделювання дозволить суттєво скоротити зусилля на розв'язуванні задачі оптимізації системи механічного прибирання вулично-дорожньої мережі міста Чернігова.

#### Список використаних джерел

1. Корнієнко І. В. Стан і напрями розв'язання проблеми утилізації екологічно небезпечних побутових відходів / І. В. Корнієнко, А. І. Кошма // Чернігівський науковий часопис. Серія 2: Техніка і природа. – 2012. – № 1 (3). – С. 122–127.
2. Корнієнко І. В. Декомпозиція задачі формування просторової структури мережі збору побутових відходів / І. В. Корнієнко, А. І. Кошма // Технічні науки та технології : науковий журнал. – 2015. – № 1 (1). – С. 113–118.
3. Корнієнко І. В. Розробка моделі мережі роздільного збирання твердих побутових відходів / І. В. Корнієнко, С. П. Корнієнко, А. І. Кошма // Технічні науки та технології : науковий журнал. – 2016. – № 1 (3). – С. 122–130.
4. Корнієнко І. В. Моделювання інтенсивності надходження твердих побутових відходів до контейнерних майданчиків / І. В. Корнієнко, С. П. Корнієнко, А. І. Кошма // Технічні науки та технології : науковий журнал. – 2016. – № 2 (4). – С. 110–117.

5. *Методичні рекомендації з прибирання території об'єктів благоустрою населених пунктів* [Електронний ресурс] : затв. Наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 07.07.08 № 213. – Режим доступу : Режим доступу: [blagoustruy.info/media/legislation/10082b78-62d1-4e97-b971-00ce91349f17.doc](http://blagoustruy.info/media/legislation/10082b78-62d1-4e97-b971-00ce91349f17.doc).

6. *Технічні правила ремонту і утримання вулиць та доріг населених пунктів* [Електронний ресурс] : затв. Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 14.02.2012 № 54. – Режим доступу : [zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0365-12](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0365-12).

7. *Приймаченко О. В.* Містобудівні принципи і методи утримання вулично-дорожньої мережі міста : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.23.20 «Містобудування та територіальне планування» / О. В. Приймаченко ; Київський національний університет будівництва і архітектури. – К., 2007. – 130 с.

8. *Методика проведення аудиторських перевірок з безпеки дорожнього руху на стадії експлуатації автомобільних доріг загального користування* : М 03450778 - 700:2012. – [Чинний від 2012-01-01]. – К. : Укравтодор, 2012. – 63 с. – (Методика Укравтодору).

9. *Генеральний план міста Чернігова* // Офіційний веб-портал Чернігівської міської ради [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.chernigiv-rada.gov.ua/project/gorstroydoc/7257>.

10. *Корнієнко І. В.* Оцінка ефективності просторово-розподілених телекомунікаційних мереж / І. В. Корнієнко, С. П. Корнієнко // Чернігівський науковий часопис. Серія 2, Техніка і природа : електронний збірник наукових праць. – 2011. – № 1(1). – С. 96–101.

### References

1. Korniienko, I.V., Koshma, A.I. (2012). Stan i napriamy rozviazання problemy utylizatsii ekolohichno nebezpechnykh pobutovykh vidkhodiv [Status and directions of the solution of the problem of utilization of environmentally hazardous household waste]. *Chernihivskiyi naukovyi chasopys. Seriya 2: Tekhnika i pryroda – Scientific e-journal. Series 2. Technique and nature: collected scientific articles*, № 1 (3), pp. 122–127 (in Ukrainian).

2. Korniienko, I.V., Koshma, A.I. (2015). Dekompozytsiia zadachi formuvannya prostоровoi struktury merezhi zboru pobutovykh vidkhodiv [Decomposition of the problem of formation of the spatial structure of the network household waste disposal]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii: naukovyi zhurnal – Technical sciences and technologies: scientific journal*, № 1 (1), pp. 113–118 (in Ukrainian).

3. Korniienko, I.V., Korniienko, S.P., Koshma, A.I. (2016). Rozrobka modeli merezhi rozdilnoho zbyrannya tverdykh pobutovykh vidkhodiv [Developing a model network of separate collection of solid waste]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii: naukovyi zhurnal – Technical sciences and technologies: scientific journal*, № 1 (3), pp. 122–130 (in Ukrainian).

4. Korniienko, I.V., Korniienko, S.P., Koshma, A.I. (2016). Modeliuvannya intensyvnosti nadkhozhdzhennia tverdykh pobutovykh vidkhodiv do konteynernykh maidanchykyv [Simulation intensity flow of solid waste to the container sites]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii: naukovyi zhurnal – Technical sciences and technologies: scientific journal*, № 2 (4), pp. 110–117 (in Ukrainian).

5. *Metodychni rekomendatsii z prybyrannya terytorii ob'ektiv blahoustroiu naselenykh punktiv: zatv. Nakazom Ministerstva z pytan zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy vid 07.07.08 № 213* [Methodical recommendations for cleaning the territory of the objects of improvement of settlements: Order of Ministry of Housing and Communal Services of Ukraine dated 07.07.08 № 213]. Retrieved from <http://blagoustruy.info/media/legislation/10082b78-62d1-4e97-b971-00ce91349f17.doc>.

6. *Tekhnichni pravyla remontu i utrymannia vulyts ta dorih naselenykh punktiv: zatv. Nakazom Ministerstva rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy vid 14.02.2012 № 54* [Technical rules for the repair and maintenance of streets and roads of settlements: Order of Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine dated February 14, 2012 No. 54]. Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0365-12>.

7. Prymachenko, O.V. (2007). Mistobudivni pryntsyipy i metody utrymannia vulychno-dorozhnoi merezhi mista [Town-planning principles and methods of maintenance of street-road network of the city]. *Candidate's thesis*. Kyiv: KNUBA (in Ukrainian).

8. *Metodyka provedennia audytorskykh perevirok z bezpeky dorozhnoho rukhu na stadii ekspluatatsii avtomobilnykh dorih zahalnoho korystuvannya* М 03450778 - 700:2012 [Chynnyi vid 2012-01-01] [Met-



## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

hodology of carrying out road safety audits at the stage of operation of public highways M 03450778 - 700:2012 [Effective from 01/01/2012]. (Methodology of Ukravtodor)]. Kyiv: Ukravtodor (in Ukrainian).

9. *Heneralnyi plan mista Chernihova [The general plan of the city of Chernihiv]*. Ofitsiyniy veb-portal Chernihivskoi miskoi rady [the official web-portal of the Chernihiv City Council]. <http://www.chernigiv-rada.gov.ua>. Retrieved from: <http://www.chernigiv-rada.gov.ua/project/gorstroydoc/7257>.

10. Korniienko, I.V., Korniienko, S.P. (2011). Otsinka efektyvnosti prostorovo-rozpodilenykh telekomunikatsiinykh merezh [Evaluating the effectiveness of spatially distributed telecommunications networks]. *Chernihivskiyi naukovyi chasopys. Seriya 2, Tekhnika i pryroda – Scientific e-journal. Series 2. Technique and nature: collected scientific articles, № 1 (1)*, pp. 96–101 (in Ukrainian).

UDC 711.4

*Ihor Korniienko, Svitlana Korniienko, Artem Koshma,  
Oleksandr Bohukalets, Viktoriia Yarova*

### SUBSTANTIATION OF THE DETERMINATION METHOD OF INITIAL PARAMETERS FOR NETWORK OPTIMIZATION OF THE STREETS MECHANIZED CLEANING OF THE SETTLEMENT

**Urgency of the research.** Qualitative and timely cleaning of the city's street-traffic system requires substantial financial and material costs. Optimization of the use of technical resources of cleaning will reduce costs.

**Target setting.** Substantiation of the method of obtaining initial data of sufficient credibility and reliability.

**Actual scientific researches and issues analysis.** Finding ways to reduce the cost of cleaning cities is carried out by many scientists from different countries all over the world.

**Uninvestigated parts of general issues defining.** Collecting the initial data of the street and traffic system, according to existing methods, is a painstaking process with large human-hour costs. Existing abbreviated methods for determining parameters have a high measurement error.

**The statement of basic materials.** According to the existing national methods, rules and norms of street mechanized cleaning the structure of the outgoing parameters of the street-traffic system is substantiated. Improvement of the express method of calculating the intensity of the automobile movement for which data are given point statistic estimations is proposed. The example shows that the application of the reduced procedure for measuring the intensity of the automobile traffic allows obtaining the initial data necessary for the accuracy of the problem of optimizing the system of cleaning the street-traffic system.

**Conclusions.** The proposed method of reduced measurements provides the necessary credibility and reliability of the initial data.

**Key words:** street-traffic system cleaning; optimization; traffic intensity.

*Tabl.: 1. Fig.: 4. Bibl.: 10.*

УДК 711.4

*Игорь Корниенко, Светлана Корниенко, Артем Кошма,  
Александр Богукалец, Виктория Яровая*

### ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СЕТИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ УБОРКИ УЛИЦ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

Рассмотрены вопросы сбора и статистической обработки исходных данных для дальнейшей оптимизации структуры и параметров сети механизированной уборки улиц и дорог населенного пункта. Предложено усовершенствование экспресс метода вычисления интенсивности автомобильного движения, для которого даны точечные статистические оценки. На примере показано, что применение сокращенной процедуры измерения интенсивности автомобильного движения позволяет получить исходные данные, требуемой точности для задачи оптимизации системы уборки улично-дорожной сети. Дается пример применения усовершенствованного экспресс метода.

**Ключевые слова:** уборка улично-дорожной сети; оптимизация; интенсивность движения.

*Табл.: 1. Рис.: 4. Библ.: 10.*

**Корнієнко Ігор Валентинович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геодезії, картографії та землеустрою, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, м. Чернігів, 14000, Україна).

**Корнієнко Ігорь Валентинович** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры геодезии, картографии и землеустройства, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, г. Чернигов, 14000, Украина).

**Korniienko Ihor** – PhD in Technical Sciences, Associate professor of Geodesy, Cartography and Land Planning Department, Chernihiv National University of Technology (4 Belova Str., 14000 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** cornel@ukr.net

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-9105-0780>

**Корнієнко Світлана Петрівна** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри вищої та прикладної математики, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, м. Чернігів, 14000, Україна).

**Корнієнко Светлана Петровна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры высшей и прикладной математики, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, г. Чернигов, 14000, Украина).

**Korniienko Svitlana** – PhD in Technical Sciences, Associate professor of higher and applied mathematics, Chernihiv National University of Technology (4 Belova Str., 14000 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** cornel@ukr.net

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-9162-1229>

**Кошма Артем Іванович** – аспірант, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, м. Чернігів, 14000, Україна).

**Кошма Артём Иванович** – аспирант, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, г. Чернигов, 14000, Украина).

**Koshma Artem** – PhD student, Chernihiv National University of Technology (4 Belova Str., 14000 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** akoshma@gmail.com

**Богукалець Олександр Олександрович** – студент, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, м. Чернігів, 14000, Україна).

**Богукалец Александр Александрович** – студент, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, г. Чернигов, 14000, Украина).

**Bohukalets Oleksandr** – student, Chernihiv National University of Technology (4 Belova Str., 14000 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** sania.bohukalets@gmail.com

**Ярова Вікторія Володимирівна** – студентка, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, м. Чернігів, 14000, Україна).

**Яровая Виктория Владимировна** – студентка, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, г. Чернигов, 14000, Украина).

**Yarova Viktoriia** – student, Chernihiv National University of Technology (4 Belova Str., 1400 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** viktoria.yarova@gmail.com