

## ОЦІНЮВАННЯ КОМФОРТНОСТІ УМОВ РУХУ ПІШОХОДІВ

© Житенко О. В., Приходько В. Е., 2017

Міська транспортна система не може існувати без інфраструктури для пішоходів. Потреби пішоходів потрібно враховувати під час проектування нових доріг або реконструкції вже існуючих доріг. У багатьох містах України є багато проблем, пов'язаних з тротуарами та іншими елементами пішохідних об'єктів, тому їх необхідно оцінити і переобладнати за потреби. Основою цього дослідження є аналіз та застосування методів оцінювання рівня комфорту пішоходів, які успішно використовуються у світовій практиці.

**Ключові слова:** тротуари, пішохідний комфорт, рівень обслуговування, методи оцінювання, якісні фактори.

O. Zhytenko, V. Prykhod'ko

## STUDY OF COMFORT PEDESTRIAN TRAFFIC CONDITIONS

Urban transport system can not exist without the infrastructure for pedestrians. The needs of pedestrians should be considered when designing new roads or reconstruction of existing roads. Unfortunately, in many cities of Ukraine have many problems related to sidewalks and other items pedestrian facilities, so they must be evaluated and reconstructed if necessary. The focus of this study is to show the existing methods of assessing the level of comfort of pedestrians successfully used worldwide.

**Keywords:** sidewalks, pedestrian comfort level of service, evaluation methods, qualitative factors.

**Формулювання проблеми.** Пішоходи становлять найчисленнішу групу користувачів вулично-дорожньої мережі (ВДМ) і є найвразливішими учасниками дорожнього руху. Потреби пішоходів необхідно враховувати, проектуючи транспортну інфраструктуру. Для того, щоб знати, наскільки стан ВДМ забезпечує комфортне та безпечне переміщення пішоходів, існує потреба оцінити умови пішохідного руху та визначити основні чинники, що негативно впливають на нього.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Комфорт – це позитивна емоційна реакція на зовнішнє середовище або ситуацію [1]. Комфортність умов руху пішоходів можна розглядати як певну емоційну реакцію на середовище, в якому він пересувається.

Розрізняють поняття фізичного, фізіологічного та психологічного комфорту руху пішоходів. Під фізичним комфортом розуміють мінімум затрачених зусиль на пересування, що проявляється у таких параметрах, як адекватність, безперервність та безперешкодність конструкції тротуару, його зручність для певних категорій населення, стан покриття, а також наявність захисту від несприятливих погодніх умов. Психологічний комфорт забезпечується здатністю підтримувати бажану швидкість руху, а також можливістю користуватися навколишньою інфраструктурою. Фізіологічний комфорт визначається рівнем шуму та забруднення повітря.

Різновиди комфорту є взаємопов'язані, і загальне відчуття комфортності залежить від позитивних реакцій пішохода на всіх них.

Методи оцінювання умов руху пішоходів можна умовно поділити на такі, що ґрунтуються на:

- характеристиках пішохідного потоку;
- характеристиках середовища перебування;
- сприйнятті пішоходами.

Метод, що ґрунтується на характеристиках пішохідного потоку, побудований за основи методики оцінювання показників транспортного потоку. Тут не беруть до уваги особисте сприйняття умов руху пішоходом, а показник комфортності в переважній більшості розраховують за значенням доступного особистого простору людини.

До поширених методів оцінювання умов руху пішоходів можна зарахувати оцінювання:

- умов руху пішоходів відповідно до HCM (Highway Capacity Manual) [2];
- комфортності руху пішоходів, розроблений Шейлою Саркар (Sheila Sarkar) [3];
- умов руху пішоходів Ніколь Галлін (Nicole Gallin) [4];
- якості тротуарів, здійснений працівниками Технологічного університету Джорджії (Georgia Institute of Technology) [5];
- умов руху Б. Ландіса (B. Landis) [6];
- комфортності умов руху методом опитування пішоходів [7].
- рівня комфорту відповідно до пішоходів (Methods of evaluating pedestrian level of service) [8].

Оцінку умов руху пішоходів відповідно до HCM (Highway Capacity Manual) визначають рівнем LOS (Level-of-Service) для тротуарів, враховуючи результати розрахунку таких показників, як швидкість руху пішохода, доступний особистий простір та інтенсивність пішохідного потоку, зведену до ефективної ширини тротуару. Тобто ця методика розглядає пішохідний потік аналогічно до транспортного потоку, визначаючи швидкість, щільність та інтенсивність. Умови вважаються комфортними для руху, коли пішохід має достатньо індивідуального простору для вибору бажаного шляху та швидкості.

Оцінювання комфортності руху пішоходів за Шейлою Саркар (Sheila Sarkar) передбачає три типи комфорту: фізичний, психологічний та фізіологічний. Ці три види є взаємозалежними, відчуття загальної комфортності досягають лише за поєднання всіх трьох типів.

В оцінюванні умов руху пішоходів Ніколь Галлін (Nicole Gallin) покладено в основу метод визначення рівня Level-of-Service (LOS) для автомобільних доріг. Тут виділено чинники поділених на три категорії:

1. Конструктивні чинники: ширина тротуару, якість поверхні тротуару, наявність перешкод, облаштованість пішохідних переходів, газонів, світильників, які повинні забезпечувати нормовану освітленість та допоміжних облаштувань, таких як: розміщення відповідних дорожніх знаків, світлофорів, інших інженерних пристроїв для забезпечення безпеки руху.

2. Чинники розташування та навколишнього середовища: з'єднуваність, навколишнє середовище тротуару та можливість конфліктів з автомобілями.

3. Чинники, пов'язані з пішоходами, такі як інтенсивність пішохідного потоку, склад потоку та захищеність пішохода.

Оцінювали якість тротуарів працівники Технологічного університету Джорджії (Georgia Institute of Technology). Мета цього проекту: розроблення та перевірка методики автоматичного збирання даних про стан та якість поверхні тротуарів. Було створено спеціальне програмне забезпечення на базі операційної системи Android™ за назвою Sidewalk Sentry™.

Б. Ландіс (B. Landis) досліджував умови руху та визначав основні чинники, які впливають на пішохода під час його руху. На основі цих даних сформульована математична модель, яку використовували для планування нових вулиць та реконструкції вже існуючих. Головною відмінністю цієї методики від багатьох інших, в яких для оцінювання умов руху основною передумовою була наявність тротуарів, є те, що її можна застосовувати в місцях, де є тільки автомобільна дорога без тротуарів.

Оцінювання комфортності умов руху з використанням методики опитування пішоходів оснований на теорії, що комфорт – це певна позитивна емоційна реакція на зовнішнє середовище у різних ситуаціях. Таку методику було використано в цьому дослідженні під назвою PROMPT (PROMote Pedestrian Traffic). Проаналізувавши попередні дослідження, було зроблено висновок, що відчуття та ступінь комфорту залежить від навколишнього середовища, конкретної ситуації та особистості пішохода. До списку запитань включати всі чинники, що мають вплив на пішохода неможливо. Обмежились такими чинниками: термальний, візуальний, акустичний, тактильний комфорт, запахи, забрудненість повітря, легкість пересування та відчуття безпеки. Пішоходи повинні оцінювати кожен з них за шкалою від 1 до 7, де 7 – найвища оцінювання, а також наскільки важливим для них є кожен конкретний чинник. Як виявилось, для більшості опитаних відчуття безпеки та захищеності є найважливішим, що впливає на комфорт пересування. В результаті дослідження було визначено ступінь залежності між відчуттям комфортності та чинниками впливу.

**Формулювання мети.** Дослідити комфортність умов руху пішоходів на прикладі центральної частини м. Львова.

**Виклад основного матеріалу.** У цьому дослідженні оцінювали комфортність умов руху пішоходів двома методами: якісним та кількісним.

Першим методом здійснювали оцінку на основі сприйняття пішоходів у вигляді соціологічного дослідження методикою HCM (Highway Capacity Manual) [2]. У бланку опитування брались до уваги чинники, що впливають на пішоходів: час (тривалість очікування на переході); вільний вибір швидкості; фізіологічні чинники (одяг, взуття, зусилля для здійснення руху, швидкість руху); особистий простір; орієнтація (показники напрямів руху, інформація про місцезнаходження); відпочинок (лавки, камери зберігання, можливість придбати їжу); транспортний потік (швидкість потоку, склад потоку, пішохідні переходи, паркування транспорту); обслуговування (очищення від снігу та сміття, характеристики тротуару: поверхня тротуару, пристосованість до людей з обмеженими можливостями); забрудненість повітря (пил, відпрацьовані гази, дим від куріння, алергени); звуки (надмірний шум, мелодійні звуки); погодні умови (температура, вітер, сонце) та природа (дерева, кущі, квіти, водойми).

Об'єктом дослідження була центральна частина м. Львова, а саме ділянка між вулицями Князя Романа, Івана Франка та площею Соборною з бічними вулицями (Личаківська, Пекарська та Левицького). Досліджувану територію поділили на 5 ділянок: вул. Князя Романа, вул. Левицького, вул. Пасічна, вул. Личаківська та площа Соборна. На кожній з ділянок опитували по 40 респондентів. Респонденту по черзі задавали питання з анкети, а відповідь записували на планшетному комп'ютері в електронний бланк дослідження. Всі результати автоматично заносили до єдиного файлу електронної таблиці.

Формою оцінювання слугувала лінійна шкала з п'яти оцінок, де 1 – негативний результат, 5 – позитивний (фрагмент наведено на рис. 1).

Питання	Негативна оцінка	Шкала оцінювання	Позитивна оцінка
1. Наскільки комфортно для ходьби ви вважаєте сьогоднішню погоду?	Дуже некомфортна	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Дуже комфортна
2. Наскільки комфортно для ходьби ви вважаєте обрану вулицю?	Дуже некомфортною	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Дуже комфортно
3. Наскільки комфортно для ходьби є поверхня тротуарів?	Дуже некомфортна	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Дуже комфортна
4. Чи достатня ширина тротуару для вільного пересування?	Занадто вузько	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Цілком достатньо

Рис. 1. Типова форма анкети опитування

Ця форма містила перелік таких запитань:

1. Наскільки комфортно для ходьби ви вважаєте сьогоднішню погоду;
2. Наскільки комфортно для ходьби ви вважаєте обрану вулицю;
3. Наскільки комфортно для ходьби є поверхня тротуарів;
4. Чи достатня ширина тротуару для вільного пересування;
5. Наскільки прибраним ви вважаєте тротуар (від сміття, води, снігу);
6. Як багато перешкод для руху присутні на тротуарі (припарковані автомобілі, рекламні щити, стовпи тощо);
7. Наскільки безпечно ви почуваетесь в обраному місці;
8. Наскільки забрудненим є повітря на цій вулиці;
9. Наскільки високим є рівень шуму;
10. Наскільки добре тротуари пристосовані для людей з обмеженими можливостями;
11. Чи безпечно ви почуваетесь, переходячи проїзну частину;
12. Чи достатня кількість пішохідних переходів на цій вулиці.

Також потрібно було визначити, наскільки важливими або неважливими є чинники впливу на комфорт. Кожен з них респондент повинен оцінити за шкалою: не важливо, трохи важливо або дуже важливо. Результати оцінювання наведено на рис. 2, 3.

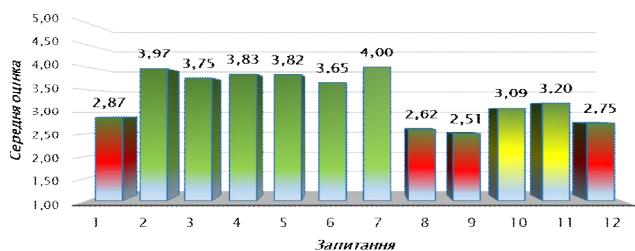


Рис. 2. Середні значення оцінок комфортності руху

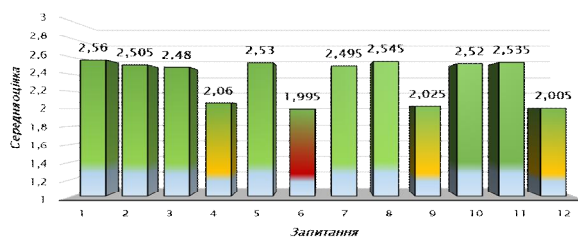


Рис. 3. Результати оцінювання важливості чинників впливу

З рис. 2 видно, що найгіршу оцінку – 2,375 – за незадовільний стан пішохідних переходів отримала на вул. Костя Левицького, найкращою за цим показником виявився стан вул. Князя Романа з середньою оцінкою 3,075. На рис. 3 показує, що найменш важливим чинником виявила наявність перешкод на тротуарах, цей чинник отримав середню оцінку 1,995 з 3.

Для кількісного оцінювання було використано рівень LOS (Level-of-Service) [2], який визначається за результатами розрахунку таких показників, як швидкість руху пішохода (м/с); особистий простір пішохода ( $m^2/піш$ ) та інтенсивність пішохідного потоку, зведена до ефективної ширини тротуару (піш/хв/м).

Інтенсивність та швидкість пішохідного потоку визначали натурними дослідженнями. Для розрахунків показника інтенсивності пішохідного потоку спочатку визначено ефективну ширину тротуару, тобто частку ширини тротуару, яку використовують пішоходи для руху, враховуючи буферні відстані. Розраховані показники наведено в табл. 1.

Таблиця 1

### Результати розрахунків кількісної оцінки

Ділянка	Інтенсивність пішохідного потоку, $піш/15хв$	Фактична ширина тротуару, м	Ефективна ширина тротуару, м	Інтенсивність потоку на ефективній ширині тротуару, $піш/хв/м$	Відповідний рівень LOS
вул. Князя Романа	213	2,4	1,2	11,83	<b>A</b>
вул. Пекарська	270	2,15	0,95	18,95	<b>B</b>
вул. Личаківська	165	2,4	1,2	9,17	<b>A</b>
пл. Соборна	378	4	2,5	10,08	<b>A</b>
вул. Костя Левицького	114	1,8	0,8	9,50	<b>A</b>

Таблиця 2

### Результати розрахунку доступного особистого простору

Досліджувана ділянка	Доступний особистий простір, $m^2/піш$	Середня швидкість пішохода, м/с
вул. Князя Романа	5,87	1,46
вул. Пекарська	3,46	1,37
вул. Личаківська	3,76	1,41
пл. Соборна	6,39	1,29
вул. Костя Левицького	4,0	1,35

Результати розрахунків доступного особистого простору пішохода, а також середню швидкість пішохода наведено у табл. 2. Для розрахунку особистого простору пішохода на кожній з досліджуваних ділянок було обрано частину тротуару та визначено площу цієї частини. Методом спостережень розраховували середню кількість одночасно присутніх пішоходів на визначеній ділянці тротуару за 5 хв. Отриманий результат було приведено до 1 м<sup>2</sup> площі тротуару.

Результати розрахунків порівнювали з рівнями обслуговування LOS за шкалами А, В, С, D, Е, F (табл. 4, 3).

Таблиця 3

Таблиця відповідності показників пішохідного потоку рівню LOS

Категорія	Доступний особистий простір, м <sup>2</sup> /піш	Інтенсивність потоку на ефективній ширині тротуару, піш/хв/м	Середня швидкість пішохода, м/с
А	> 5.6	≤ 16	> 1.30
В	> 3.7 – 5.6	> 16 – 23	> 1.27 – 1.30
С	> 2.2 – 3.7	> 23 – 33	> 1.22 – 1.27
Д	> 1.4 – 2.2	> 33 – 49	> 1.14 – 1.22
Е	> 0.75 – 1.4	> 49 – 75	> 0.75 – 1.14
F	≤ 0.75	> 75	≤ 0.75

Таблиця 4

Зведена таблиця результатів визначення рівня LOS

Досліджувана ділянка	Доступний особистий простір, м <sup>2</sup> /піш	Інтенсивність потоку на ефективній ширині тротуару, піш/хв/м	Середня швидкість пішохода, м/с	Остаточна оцінювання
вул. Князя Романа	А	А	А	А
вул. Пекарська	С	В	А	С
вул. Личаківська	В	А	А	В
пл. Соборна	А	А	В	В
вул. Костя Левицького	В	А	А	В

**Висновки.** На підставі аналізу чинників, що впливають на відчуття комфорту при ходьбі пішоходів, обрано методики для дослідження умов їхнього руху методом соціологічного дослідження та оцінювання за методикою визначення рівня LOS.

У результаті виявлено проблеми, які існують на досліджуваних ділянках, зокрема: незадовільний стан поверхні тротуару, незахищеність від транспортного потоку, високий рівень шуму та забруднення повітря, непристосованість тротуарів для людей з обмеженими можливостями, недостатня кількість пішохідних переходів тощо.

1. Tan, D., *Research on methods of assessing pedestrian level of service for sidewalk* / Tan, D., W. Wang, J. Luand Y. Bian // *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology* 7, 2007. – Pp. 74–79. 2. *Highway Capacity Manual*, Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2000. — 1189 p. 3. S. Sarkar *Qualitative Evaluation of Comfort Needs in Urban Walkways in Major Activity Centers*, *Transportation Quarterly*, 57(4). – 2003. – P. 39–59. 4. N. Gallin *Quantifying pedestrian friendliness-guidelines for assessing pedestrian level of service*, *Road & Transport Research*, 10(1), – 2001. – P. 47–54. 5. R. Guensler *Automated Sidewalk Quality and Safety Assessment System*, Georgia Department of Transportation, Georgia, 2015. – 163 p. 6. B. Landis *Modeling the roadside walking environment: pedestrian level of service*, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 1773, – 2001. – P. 82–88. 7. L. R. Ovstedal *PROMPT WP3: Pedestrian Comfort Synthesis Report*, SINTEF Civil and Environmental Engineering, Roads and Transport, Trondheim, Norway, 2004.