

Література:

1. Мороз Ю. (за ред.) Статистичний щорічник Рівненської області за 2019 рік. Рівне: Головне управління статистики у Рівненській області, 2020. 393 с.
2. Стратегія економічного та соціального розвитку Рівненської області на період до 2027 року. Рівне : Обласна державна адміністрація, 2019. 160 с.
3. Державна прикордонна служба України. Перелік пунктів пропуску. URL: https://dpsu.gov.ua/ua/Perelik-punktiv-propusku?fbclid=IwAR1r2igX_cciwlP9qyf0XXUJLCtUDRzGf1fwF71fsHCMCn_Drkul2aVnGr4 (дата звернення: 24.06.2021).
4. Міністерство інфраструктури України. Залізничний транспорт. URL: <https://mtu.gov.ua/timeline/Zaliznichniy-transport.html> (дата звернення: 24.06.2021).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-111-4-41>

**НЕБЕЗПЕКА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ
В ІСТОРИЧНОМУ ЦЕНТРІ ЧЕРНІВЦІВ**

Явкін В. Г.

*кандидат географічних наук,
доцент кафедри географії та менеджменту туризму
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

Круль Г. Я.

*кандидат географічних наук,
доцент кафедри географії та менеджменту туризму
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

Брик С. Д.

*кандидат географічних наук,
асистент кафедри географії та менеджменту туризму
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
м. Чернівці, Україна*

Історико-культурна частина м. Чернівців, яка активно забудовувалася в період австрійської влади наприкінці XIX – на початку XX століть, нині приваблює дедалі більше туристів з усіх куточків

172

України та Європи. Особливо різке зростання туристичної зацікавленості спостерігалось після долучення колишньої Резиденції митрополитів Буковини і Далмації (сьогодні – університет) до Списку Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО у 2011 році. Майже 700 будівель міста є пам'ятками архітектури, з них 17 – національного значення. Розроблено чимало екскурсійних маршрутів і тематичних програм у Чернівцях для задоволення потреб найвибагливішого туриста. Пік активності зазвичай припадає на весняно-літній та осінній періоди – час канікул, відпусток, комфортних вихідних чи свят. Оскільки в центральній частині міста спостерігається щільна забудова із бруківковим покриттям доріг і фактично відсутні зелені насадження, то питання накопичення шкідливих речовин у приземному шарі повітря, спричинене вихлопними газами, нині набуває особливої актуальності.

В літературі систематично зустрічаються публікації, що стосуються оцінки якості повітря на вулицях міст, методів моделювання розсіювання забруднюючих речовин. В роботі Vardoulakis (2003) досліджені та описані елементи, які впливають на процес дифузії атмосферного середовища [10]. Вперше термін «каньйон-стріт» був використаний стосовно вузької безперервної вулиці, оточеної двобічною забудовою (Nicholson, 1975) [7]. Головною проблемою «каньйонних» вулиць є переважання ефекту мікроклімату міста, а не мезомаштабні метеорологічні характеристики (Hunter, 1992) [6]. Забруднення повітря перевищує ГДК (у європейській практиці – *maximum permissible concentration (MPC)* відносно впливу на населення (Hertel, 2001) [5]. При «каньйонному» ефекті природня вентиляція знижується, внаслідок чого погіршується стан здоров'я населення (Spadaro, Rabl, 2001) [8]. Вихрові потоки вітру описані в роботах Ф. Альбрехта (1933) [1], В. Даберта, Ф. Людвіга та В. Джонсона (1973) [2], які внизу вулиці мають протилежний напрямок, ніж вітер вище рівня покрівель будинків. Вітрові потоки також залежать від механічної турбулентності рухомих транспортних засобів (Eskridge, Rao, 1986) [3] або шорсткості елементів вулиці (дерева, балкони, нахили кутів покрівель, тощо (Theurer, 1999) [9]. Моделювання концентрації CO в умовах каньйонної вулиці проводилося у Флоренції (Gualtieri, 1998) [4].

На практиці поле концентрації домішок від викидів з рухомих джерел оцінюють два типи моделей: а) в основі лежить напівемпіричне рівняння турбулентної дифузії з різноманітними формами завдання коефіцієнтів дифузії й середньої швидкості вітру та б) на Гаусовій моделі у тому чи іншому вигляді. (Першу модель для скорочення називають «Х-теорія» або «Х-модель», а другу – статистичною

моделлю), що є загальноприйнятою в практиці математичного моделювання дифузійних процесів (наприклад, Берлянд, 1975) [11].

Вихідною інформацією при розрахунках є три групи параметрів: джерело, середовище і граничні умови. До першої відносяться швидкість виділення домішок, тип джерела, характер його функціонування (миттєвий, безперервний). В групу середовища входять: градієнт температури (вертикальний, горизонтальний), напрямок і швидкість вітру, хмарність, опади та значення фонових концентрацій домішок в повітрі. Групу граничних умов утворюють: властивості поверхні (топографія), висота інверсій, температура поверхні, поверхневі потоки повітря [13].

Побудова математичної моделі забруднення повітряного басейну суттєво спрощується при формалізації процесу її створення. Постановка задачі, яка вирішується, може бути пов'язана чи з оперативним прогнозом і управлінням, як, наприклад, прогноз появи небезпечних рівнів забруднення залежно від метеорологічних умов, чи з довгостроковим плануванням – вибором місця побудови нового об'єкту і т.п.

Рекомендовано наступні види прогнозування перевищення ГДК (МРС): експрес, оперативне (1-2 год.), короткострокове (від 12 год. до 1-2 діб), довгострокове (від 3 до кількох тижнів), перспективне (від 1 місяця до кількох років) [12].

Прогнозування екологічного стану в часі повинна дорівнювати терміну прогнозування метеорологічних умов. Тобто строки прогнозу екологічного та метеорологічного приблизно однакові. В математичній моделі предиктори: погодні умови, середня статистична кількість автотранспорту та його навантаження на дорогах. Константами є рельєф, пропускна спроможність вулиці тощо. І за експонентою $C_m = \exp[kxI]^{k-}$ визначається концентрація забруднення в будь-якій точці міста в певний час з відповідною похибкою $10 < \sigma \leq 30$.

Всі метеорологічні величини, що активно впливають на концентрацію домішок в приземному шарі повітря об'єднаємо у певні класи погод. Ранжування побудоване за принципом виокремлення основних метеофакторів, що мають найбільший вплив на процес розсіювання або накопичення шкідливих домішок від рухомих джерел (вітер, опади, хмарність, вологість). Повторюваність однакового типу погоди призводить до суттєвого посилення процесу накопичення або розсіювання. Кожен із чотирьох типів погод підсилюється тривалістю. В дослідженні проаналізовано повторюваність погоди в Чернівцях за 10 років:

– **найнебезпечніші (100-70 балів)**: відбувається процес екстремально-швидкого й небезпечного накопичення шкідливих сполук в принижньому шарі атмосфери. Вітер відсутній (штиль), або до 1 м/с, опади відсутні, вологість повітря до 70%, хмарність;

– **небезпечні (70-50 балів)**: процес накопичення шкідливих домішок проходить повільно. Швидкість вітру – 2-4 м/с, опади – 0-1 мм, хмарність 0-4 бали;

– **помірні (50-30 балів)**: розсіювання шкідливих домішок проходить повільно. Не передбачається екстремально високих концентрацій шкідливих елементів. Швидкість вітру – 5-10 м/с, опади – до 10 мм;

– **сприятливі (30-10 балів)**: Швидкість вітру – понад 10 м/с, опади – до 30 мм (можливі грози зі шквальним вітром), тумани. Погодні фактори дуже сприятливі для швидкого процесу розсіювання. За умови стабільної інтенсивності руху автотранспорту, пологого рельєфу та нескладної забудови, що не заважає перемішуванню атмосферних мас, сприяє очищенню повітря.

В тижневому ході небезпечних концентрацій максимума зафіксовані в понеділок-середу, а в добовому циклі найбільші величини фіксуються впродовж 10³⁰-11⁰⁰ за всіма інгредієнтами (CO, NO_x тощо).

Окрім низької якості провітрювання глухих вузьких вулиць центру міста, суттєвим недоліком є накопичування забрудників повітря через відсутність санітарних смуг зелених насаджень. Просторовий розподіл шкідливих інгредієнтів в центрі Чернівців виявляє 3 лінійних і 3 ареальних небезпечних зони проживання.

Література:

1. Albrecht F. (1933). Untersuchungen der vertikalen Luftzirkulation in der Grossstadt. *Met Zt*, 50, 93–98.

2. Dabberdt W.F., Ludwig F.L., Johnson W.B. (1973). Validation and applications of an urban diffusion model for vehicular pollutants. *Atmospheric Environment*, 7, 603-618.

3. Eskridge R.E., Rao S.T. (1986). Turbulent diffusion behind vehicles: experimentally determined turbulence mixing parameters. *Atmospheric Environment*, 20, 851-860.

4. Gualtieri G., Tartaglia M. (1998). Predicting urban traffic air pollution: a GIS framework. *Transportation Research-D*, 3(5), 329-336.

5. Hertel O., de Leeuw F.A.A.M., Raaschou-Nielsen O., Jensen S.S., Gee D., Herbarth, O., et al. (2001). Human exposure to outdoor air pollution. *Pure and Applied Chemistry*, 73(6), 933-958.

6. Hunter L.J., Johnson G.T., Watson I.D. (1992). An investigation of three-dimensional characteristics of flow regimes within the urban canyon. *Atmospheric Environment*, 26B(4), 425-432.
7. Nicholson S.E. (1975). A pollution model for street-level air. *Atmospheric Environment*, 9, 19-31.
8. Spadaro J.V., Rabl A. (2001). Damage costs due to automotive air pollution and the influence of street canyons. *Atmospheric Environment*, 35, 4763-4775.
9. Theurer W. (1999). Typical building arrangements for urban air pollution modelling. *Atmospheric Environment*, 33, 4057-4066.
10. Vardoulakis S., Fisher B.E.A., Pericleous K., Gonzalez-Flesca N. (2003). Modelling air quality in street canyons: a review. *Atmospheric Environment*, 37, 155-182.
11. Берлянд М.Е. (1975). Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнение атмосферы. Ленинград, Гидрометеониздат, 448.
12. Явкін, В., Красовська, О. (2007). Експериментальна складова моделі розрахунку забруднення повітря автотранспортом. Україна-Румунія. Збірник наукових праць, Чернівці: Рута, 239-248.
13. Явкін В., Красовська, О., Шевчук Ю. (2010). Ефект мезо– та мікрорельєфу в урбоекологічних процесах м. Чернівці. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: географія. – Тернопіль: СМП «Тайм», № 2 (28), 13-19.