

УДК 504.055:656.13

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.2>

АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВІД АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ (НА ПРИКЛАДІ ШЕВЧЕНКІВСЬКОГО РАЙОНУ М. ПОЛТАВА)

Степова О.В., Корнішина А.В., Тристан А.А.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

пр. Першотравневий, 24, 36011, м. Полтава

alenastepovaja@gmail.com

За оцінками експертів Міжнародного форуму «Довкілля для Європи» у 2003 році місто Полтава визнано як самий екологічно чистий обласний центр України, зокрема за станом атмосферного повітря. Проте, на сьогодні встановлено, що в атмосферне повітря Полтави потрапляє 216 забруднюючих речовин – це 20-23 кг на людину за рік. Це 15% загального обсягу викидів, а 85% викидів забруднюючих речовин надходить в атмосферу міста від автомобільного транспорту. Тому, однією з гострих проблем сьогодення є екологічний стан атмосферного повітря українських міст, зокрема м. Полтава. Дослідження даної роботи пов'язані з вирішенням задач, що наведені в Законі України «Про забезпечення санітарного благополуччя населення».

В роботі проведено огляд й аналіз праць вітчизняних та закордонних учених щодо аналізу сучасного стану науково-технічних досягнень з питань визначення та аналізу забруднення атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту, який підтверджує актуальність та своєчасність питання. Розглянуто чотири методики розрахунку забруднень атмосферного повітря на автошляхах, аналіз яких поряд з експериментальними перевірками підтвердив, що для автомагістралей з інтенсивним рухом кількість викидів доцільно встановлювати з використанням методики визначення кількості шкідливих речовин при спалюванні одиниці палива. В даній роботі побудовано карту розміщення досліджуваних ділянок доріг та проведено експеримент з встановлення інтенсивності потоку автомобілів на зазначених ділянках. На основі отриманих даних проведено розрахунки викидів забруднюючих речовин автотранспортом на досліджуваних ділянках та побудовано відповідні гістограми, які дозволили визначити ділянки вулиць Шевченківського району міста Полтава з найбільш інтенсивним забрудненням. Підтверджено, що суттєву частину викидів на досліджуваних ділянках становлять легкові автомобілі, адже їх відсоток по відношенню до загальної кількості практично завжди залишався на рівні 70-80%.

Проаналізовано отримані дані після розрахунку викидів від автотранспорту Шевченківського району м. Полтава та виведено лінійну залежність за кожною із досліджуваних речовин та встановлено, що отримані регресійні моделі є адекватними і описують дійсні тісні зв'язки між результуючою ознакою і факторами впливу на неї. Після проведення статистичних розрахунків отримані дані послужили базою для розрахунку приземних концентрацій в програмі ЕОЛ 2000 та карти розсіювання накладено на фізичну карту району. *Ключові слова:* автомобільний транспорт, атмосферне повітря, екологічний стан, хімічне забруднення.

Analysis of atmospheric air pollution from vehicle transport (on the example of the Shevchenkiv district of Poltava)». Stepova O., Kornishina A., Tristan A.

According to experts of the International Forum «Environment for Europe» in 2003, the city of Poltava was recognized as the most ecologically clean regional center of Ukraine, in particular in terms of the state of atmospheric air. However, as of today, it has been established that 216 pollutants enter the atmospheric air of Poltava – that's 20-23 kg per person per year. This is 15% of the total volume of emissions, and 85% of emissions of pollutants enter the city's atmosphere from road transport. Therefore, one of the acute problems of today is the environmental condition of the atmospheric air of Ukrainian cities, in particular the city of Poltava. The research of this work is related to the solution of the problems listed in the Law of Ukraine «On ensuring the sanitary well-being of the population».

In the work, a review and analysis of the works of domestic and foreign scientists regarding the analysis of the current state of scientific and technical achievements on the determination and analysis of atmospheric air pollution by vehicle emissions is carried out, which confirms the relevance and timeliness of the issue. Four methods of calculating atmospheric air pollution on highways were considered, the analysis of which, along with experimental checks, confirmed that for highways with heavy traffic, the amount of emissions should be determined using the method of determining the amount of harmful substances when burning a unit of fuel. In this work, a map of the location of the investigated sections of roads was constructed and an experiment was conducted to determine the intensity of the flow of cars on the specified sections. Based on the obtained data, calculations of emissions of polluting substances by motor vehicles in the studied areas were made and corresponding histograms were constructed, which allowed to determine the sections of the streets of the Shevchenkiv district of the city of Poltava with the most intense pollution. It has been confirmed that a significant part of the emissions in the studied areas are passenger cars, because their percentage in relation to the total quantity almost always remained at the level of 70-80%.

The data obtained after calculating the emissions from motor vehicles of the Shevchenkiv district of Poltava were analyzed and a linear dependence was derived for each of the studied substances, and it was established that the obtained regression models are adequate and describe real close relationships between the resulting characteristic and the factors affecting it. After conducting statistical calculations, the obtained data served as a basis for calculating surface concentrations in the EOL 2000 program, and the scattering map was superimposed on the physical map of the district. *Key words:* road transport, atmospheric air, environmental condition, chemical pollution.

Постановка проблеми. Останнім часом проблема забруднення навколишнього середовища двигунами внутрішнього згоряння стає дедалі актуальнішою через вагомий вплив на здоров'я населення, що перебуває поблизу великих автотранспортних потоків.

Атмосферу забруднюють практично всі види сучасного транспорту, кількість якого у світі постійно збільшується. Якщо у 1900 році на планеті нараховувалось близько 6 тис. автомобілів, то до 2000 року чисельність світового автопарку досягла 500 млн. одиниць. Майже всі складові вихлопних газів автомобілів шкідливі для людського організму, а оксиди азоту до того ж беруть активну участь у створенні фотохімічного смогу. Токсичність відпрацьованих газів бензинових двигунів обумовлюється головним чином вмістом оксиду вуглецю та діоксиду азоту, а дизельних двигунів – діоксидом азоту та сажі. Крім того, деякі види палива містять сірку, що зумовлює наявність у вихлопних газах діоксиду сірки. [1]

На забруднення атмосфери автотранспортом припадає в середньому 60% всіх викидів. Особливо високу концентрацію СО в повітрі відзначено на вуличних перехрестях, де двигуни автомобілів працюють на холостому ходу перед світлофором. У районах з вузькими вулицями з високими будинками велика концентрація оксиду вуглецю розсіюється повільно і викликає хронічні отруєння людей, які довго перебувають в цих зонах, особливо на перехрестях.

Актуальність дослідження. Однією з гострих проблем сьогодення є екологічний стан атмосферного повітря українських міст, зокрема м. Полтава. За оцінками експертів Міжнародного форуму «Довкілля для Європи» місто Полтава визнана як самий екологічно чистий обласний центр України, зокрема за станом атмосферного повітря.

Минуло 18 років, які змінили ситуацію: на сьогодні в атмосферне повітря Полтави потрапляє 216 забруднюючих речовин – це 20-23 кг на людину за рік. І це лише 15% загального обсягу викидів, а 85% викидів забруднюючих речовин надходить в атмосферу міста від автомобільного транспорту, серед якого – суттєвий внесок дає муніципальний транспорт.

Тому питання встановлення рівнів забруднення атмосферного повітря від автотранспорту та розроблення пропозицій щодо його зменшення є актуальним.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Робота тісно пов'язана вирішенням задач, що наведені в Законі України «Про забезпечення санітарного благополуччя населення».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огляд й аналіз праць вітчизняних та закордонних учених щодо аналізу сучасного стану науково-технічних досягнень з питань визначення та аналізу забруднення атмосферного повітря викидами автомобіль-

ного транспорту [2] підтверджує актуальність та своєчасність питання. В роботі розглянуто чотири методики розрахунку забруднень атмосферного повітря на автошляхах [3-6], аналіз яких поряд з експериментальними перевірками підтвердив, що для автомагістралей з інтенсивним рухом кількість викидів доцільно встановлювати з використанням методики визначення кількості шкідливих речовин при спалюванні одиниці палива [6].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Статистичні показники підтверджують невтішний стан в Україні щодо екологічного стану атмосферного повітря. Понад третю частину загазованості складають пересувні джерела, що працюють на традиційному паливі (бензин, газ). Зокрема це стосується міста Полтава, в якому за даними систематичних спостережень лабораторії Полтавського центру з гідрометеорології на 4-х пунктах виявляють постійні застої або перевищення ГДК в атмосферному повітрі. Їх аналіз показав, що пересувні джерела значно домінують над стаціонарними в гонці над забрудненням повітря і лише продовжують рости на відміну від них. Метою роботи є визначення рівнів забруднення атмосферного повітря від автотранспорту для умов Шевченківського району міста Полтава. Для досягнення поставленої мети поставлені наступні задачі: виконати аналіз відомих досліджень інгредієнтного забруднення атмосферного повітря від автомобільного транспорту; визначити завантаженість вулиць автотранспортом та рівень забруднення повітря в Шевченківському районі міста Полтава; скласти карти забруднення вулично-дорожньої мережі на основі розрахункових даних. Об'єктом дослідження є процес утворення інгредієнтного забруднення повітря автомобільним транспортом у Шевченківському районі м. Полтава. Предметом дослідження є визначення величини забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту та візуалізація результатів.

Методологічне або загальнонаукове значення. Практичне значення роботи виявляється у тому, що карти існуючого стану інгредієнтного забруднення території Шевченківського району м. Полтава дозволяють проаналізувати та встановити фактичний стан забруднення атмосферного повітря від автотранспорту та розробити пропозиції щодо зниження фактичного рівня концентрацій забруднювальних речовин;

Теоретичні положення, висновки і рекомендації, наведені в роботі, доведені до рівня практичних рекомендацій щодо управління ризиками при впливі транспортного шуму на здоров'я населення й можуть бути використані для використання в практичній діяльності органів і установ державного санітарного нагляду для: проведення комплексної державної санітарно-гігієнічної експертизи проектних рішень в області розміщення, будівництва нових об'єктів,

реконструкції існуючих, обґрунтування розміру санітарно-захисних зон промислових об'єктів; встановлення причин виникнення неінфекційних захворювань, обумовлених впливом факторів середовища проживання людини; обґрунтуванні пріоритетних заходів різних управлінських рішень, спрямованих на усунення або зниження до допустимого рівня ризику здоров'ю людини; проведенні санітарно-гігієнічного моніторингу.

Викладення основного матеріалу. Для дослідження було обрано Шевченківський район м. Полтава, (рис. 1). Вперше він був створений у 1940 році (відновлений у квітні 1952 року). Це район Полтави який охоплює місцевості Центр, Мотель, Алмазний, Сади-1, Сади-2, Огнівка, селище Яр. Займає південно-західну частину міста, на правому березі Ворскли, куди входить історичний центр – ансамбль Круглої площі та Соборний майдан де у XVII–XVIII століттях знаходилась Полтавська фортеця. До складу району увійшли селище Кобищани, Очеретянка, частково території селищ Щербані, Розсошенці, Іванова та Інститутська гори [7].

Загальна площа району більше 2000 гектар, що складає 21% від загальної площі міста. Спостереження за потоком машин здійснювалося в період з 28 червня по 10 липня 2021 року.

Обрана територія характеризується щільною забудовою, підвищеною інтенсивністю транспортного потоку переважно в центральних територіях району та по дорогах міжобласного сполучення, наявністю зупинок та рухом громадського транспорту. На територіях з житловими забудовами, що знаходяться не в центрі, а на окраїнах району можна спостерігати різкий спад інтенсивності автомобільного потоку. Також, при проведенні натурних спостережень нами було виявлено

подекуди досить великі і різкі ухили доріг по всій території Шевченківського району, що відповідно, буде впливати на фактичні концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі району.

Метеорологічні умови за дослідний період встановлені на основі [8]. В середньому швидкість вітру за період дослідження становив 3,3 м/с. Вологість повітря в середньому була 50%.

Дана карта стала основою для побудови карти забруднення приземного шару атмосфери досліджуваного району. Для дослідження забруднення придорожніх територій обрано 170 відрізків доріг вулиць міста. Серед придорожньої забудови є житлова забудова, об'єкти комерційної діяльності та об'єкти масового відпочинку людей.

Спостереження за транспортними потоками для більшої достовірності результатів проводилися протягом 20 хвилин на контрольних точках в час пік 3 рази на день приблизно з 7:00 по 9:00, з 12:00 по 13:00 та з 17:00 по 18:00. В процесі натурних спостережень проводилась класифікація всього потоку транспорту за певними видами, а саме: легковантажні автомобілі, середньовантажні, важковантажні, автобуси і легкові автомобілі. Після чого з отриманих даних було виведено середній арифметичний показник інтенсивності автотранспорту. Зведену характеристику транспортних потоків наведено на рис. 2-6.

Проаналізувавши отримані графіки можна сказати, що найбільшу інтенсивність автомобільного потоку можна спостерігати на ділянках 1, 25, 98, 101, 113, 116, 117, 139, 145, 147, 150, 152-154, які відносяться до вулиць: Соборності (буд. 39 – буд.43), Сінна 29-Шевченка 63А, Сінна 29 –31/32, Героїв Чорнобильців 30 А – Сінна 43, Остапа Вишні 14А – 5, Раїси Кириченко 66, вся вулиця Європейська та

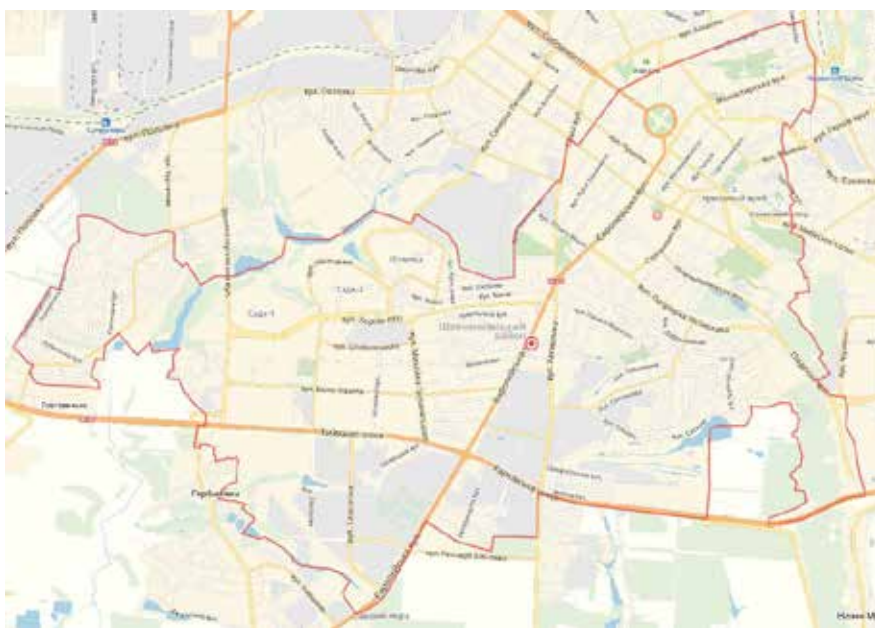


Рис. 1. Шевченківський район м. Полтава

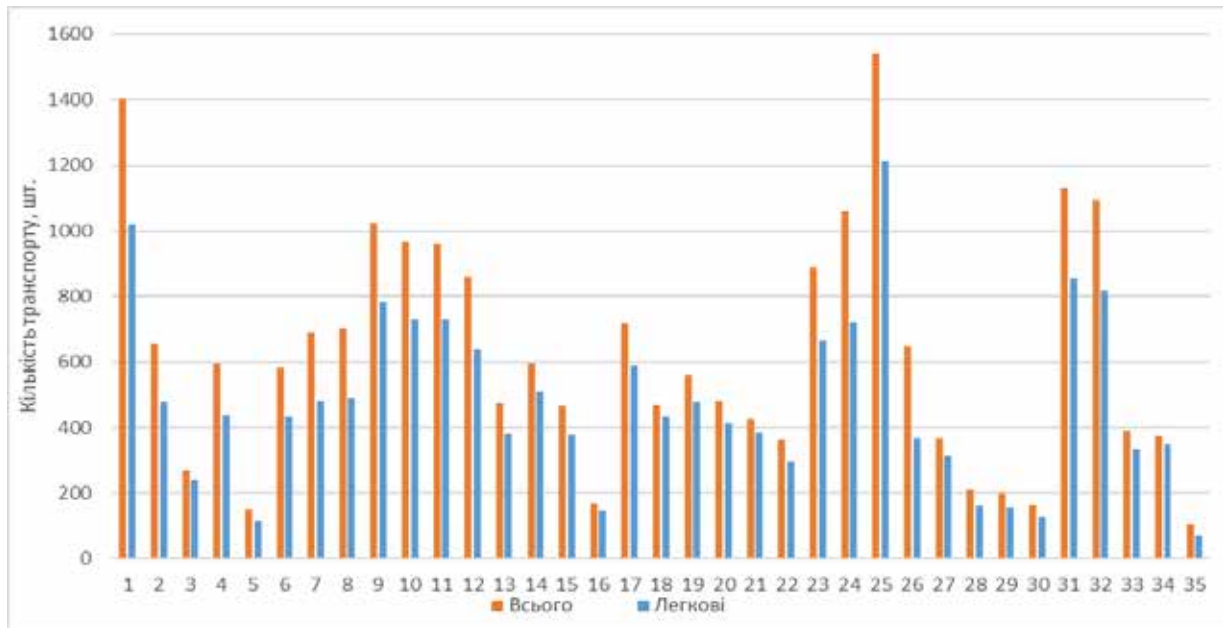


Рис. 2. Інтенсивність руху транспорту на ділянках 1-35 за годину

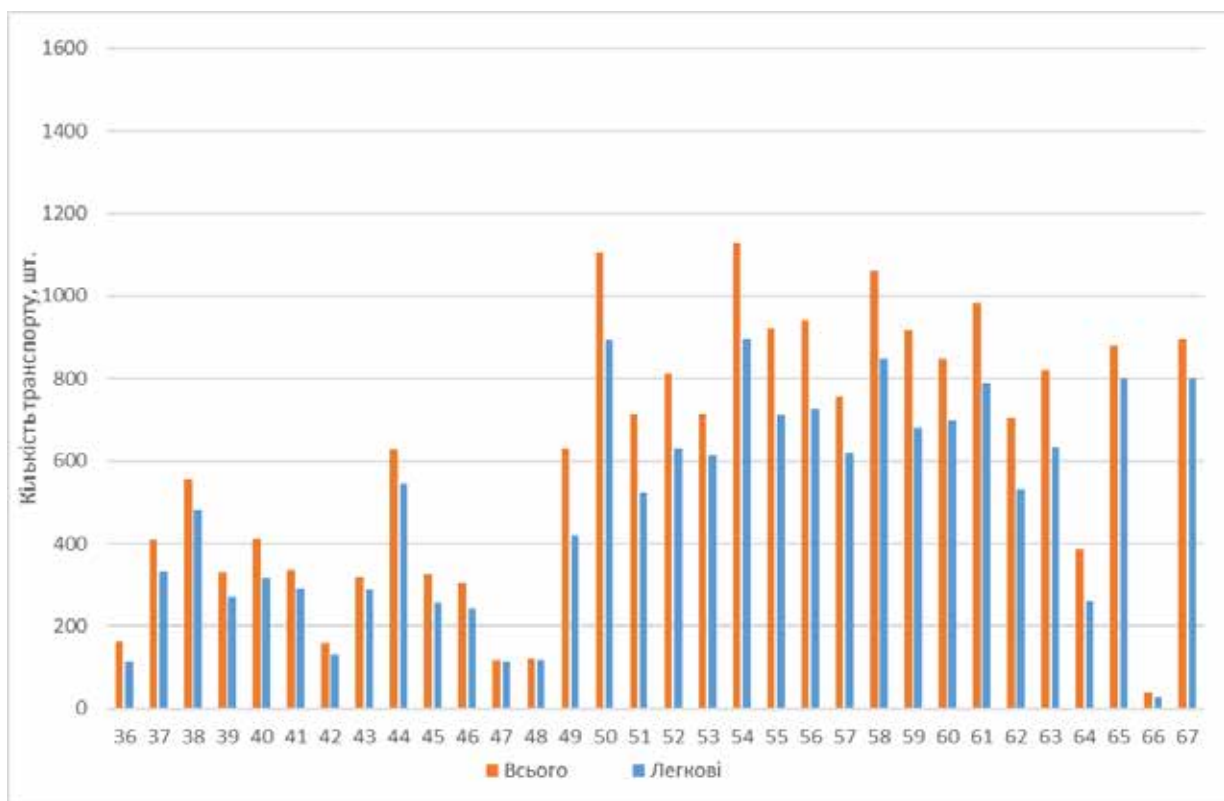


Рис. 3. Інтенсивність руху транспорту на ділянках 36-67 за годину

частина Великотирнівської. На даних ділянках середня кількість автомобілів варіювалася від 1400 до 1600 штук за годину. Суттєві показники актуальні, так як дані вулиці є головними по місту для пересування транспортних засобів та мають статус доріг міжобласного сполучення. Тенденцію в зниженні

і мінімального завантаження вулиць можна спостерігати в спальних районах досліджуваної території, дороги на яких спостерігалася критично мала інтенсивність руху в подальшому дослідженні не враховувалися. Адже, їх значення на фоні значно завантажених доріг буде мінімальним і значного впливу

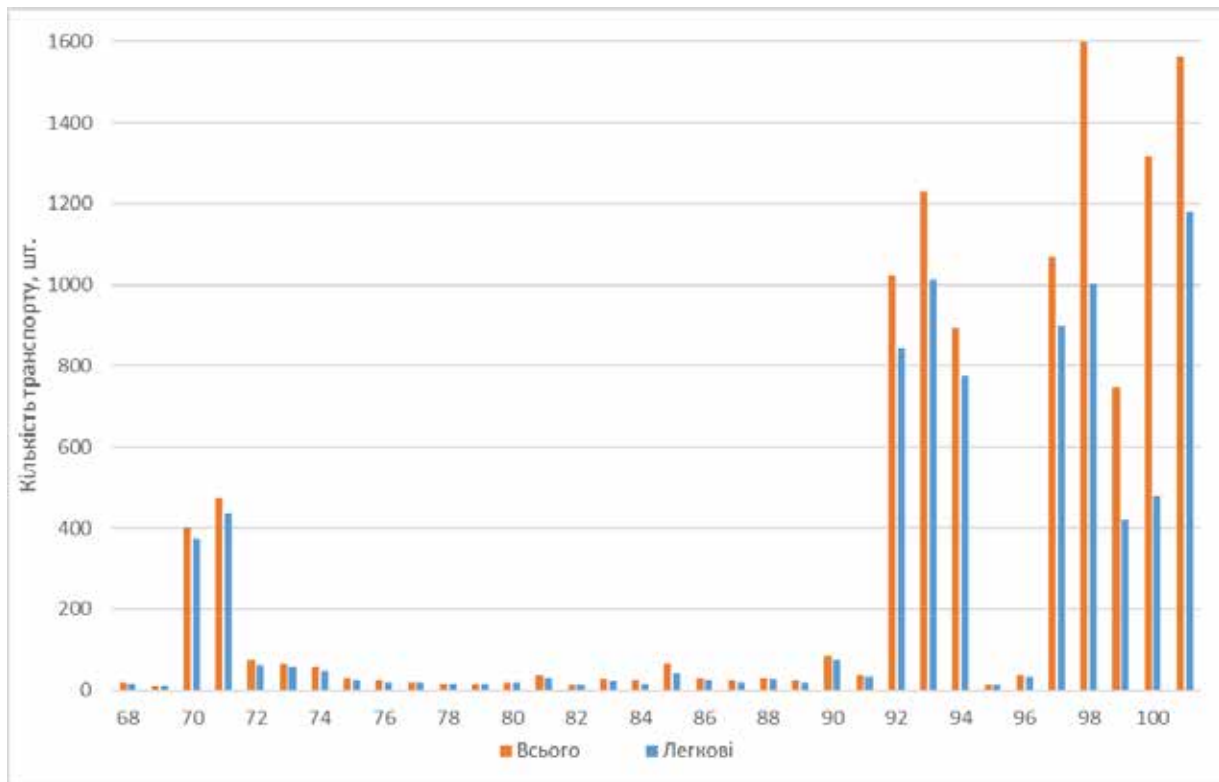


Рис. 4. Інтенсивність руху транспорту на ділянках 68-101 за годину

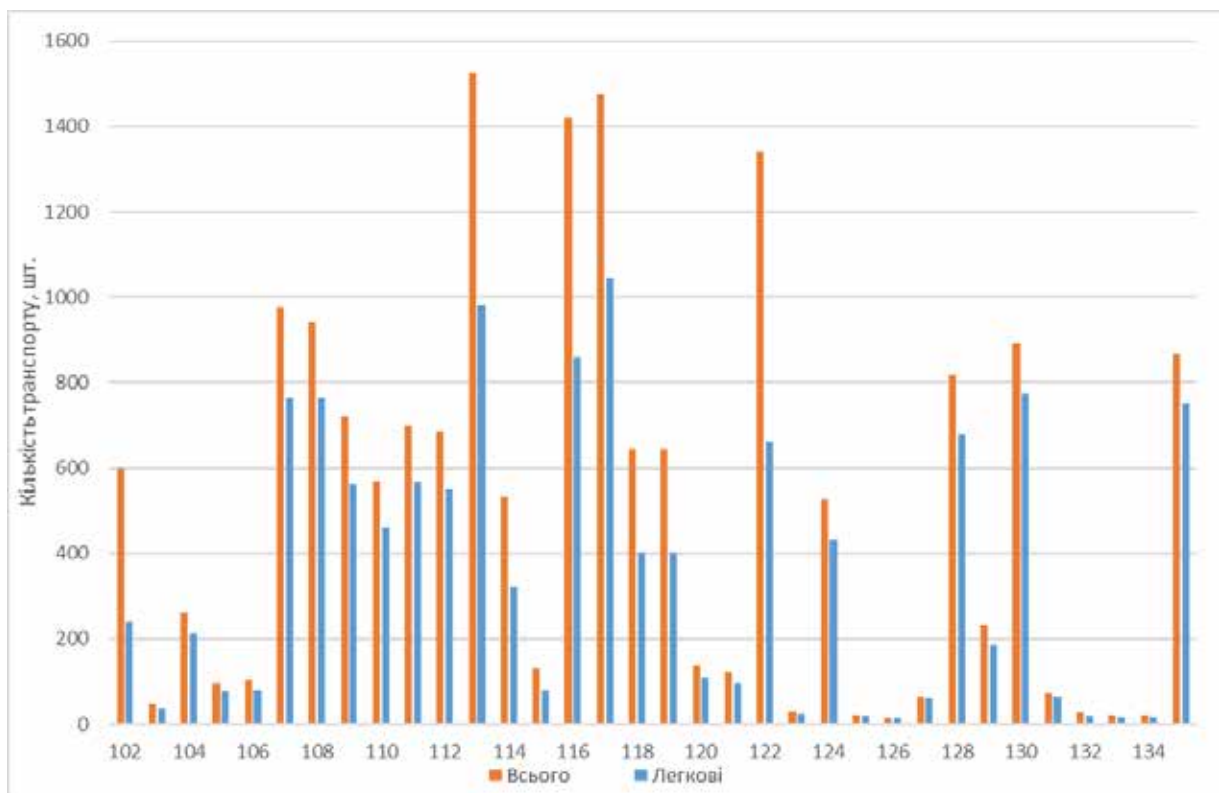


Рис. 5. Інтенсивність руху транспорту на ділянках 102-135 за годину

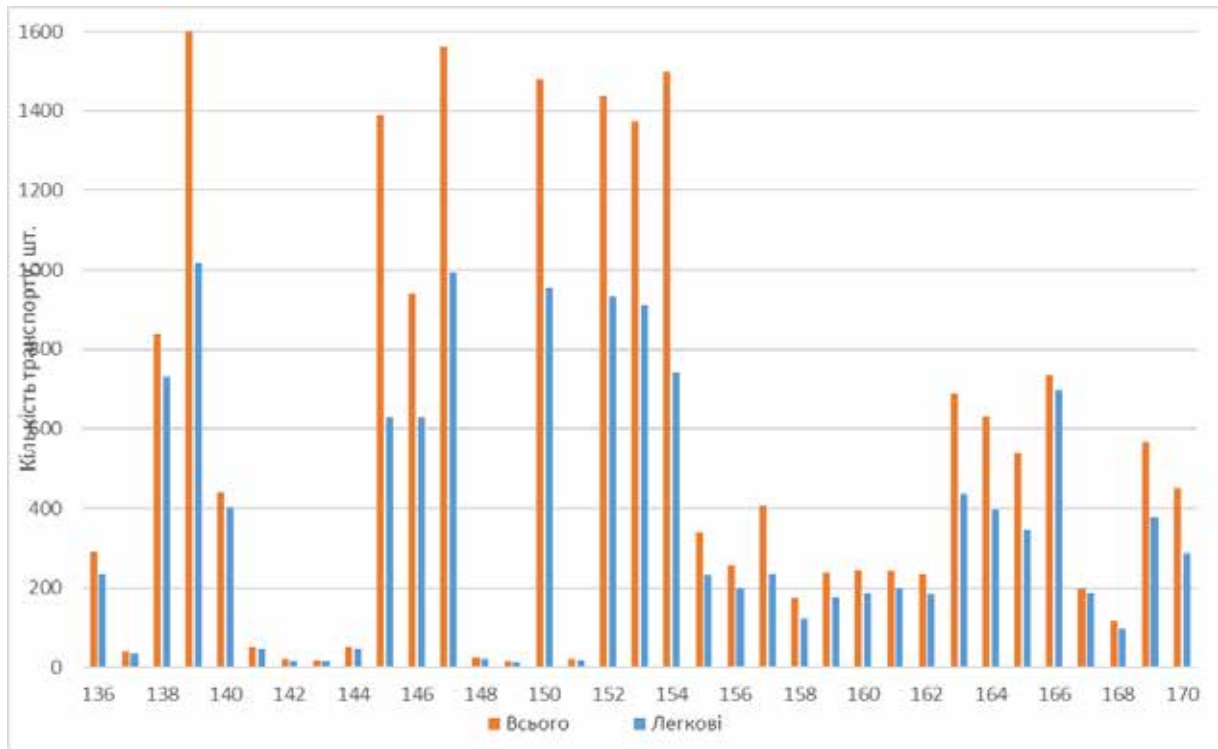


Рис. 6. Інтенсивність руху транспорту на ділянках 136-170 за годину

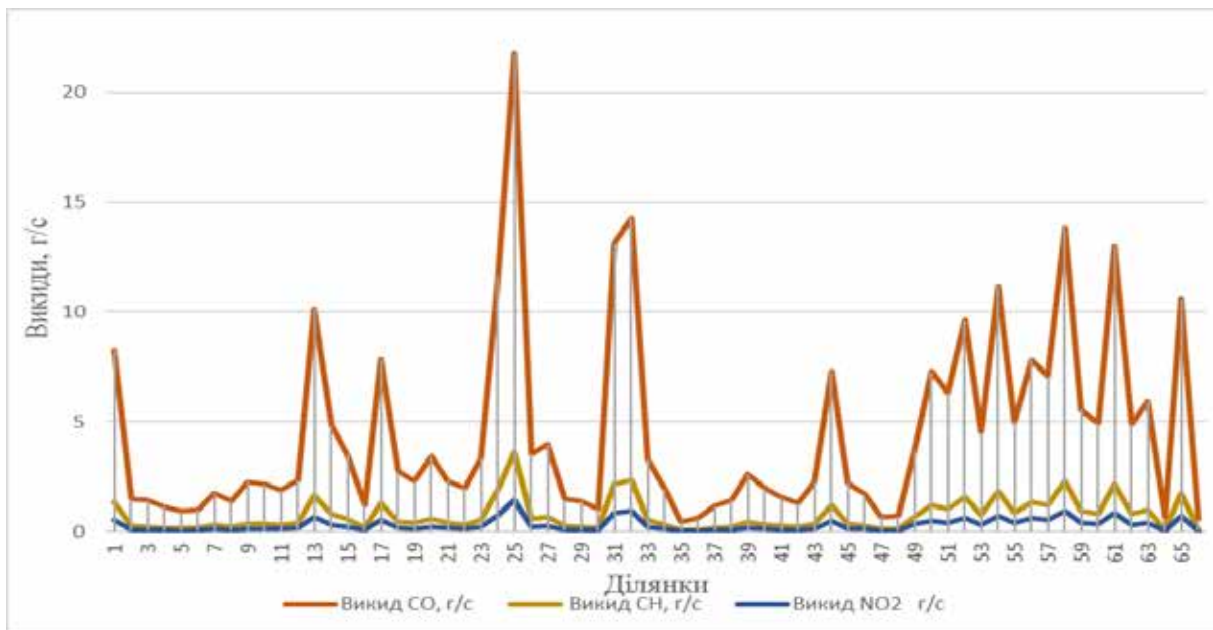


Рис. 7. Динаміка викидів забруднюючих речовин на ділянках № 1-66

на результати дослідження такі ділянки не матимуть. Відсоток легкових автомобілів по відношенню до загальної кількості практично завжди залишався на рівні 70-80%.

За допомогою програми Microsoft Excel проведено розрахунок викидів шкідливих речовин згідно з обраною методикою по визначенню кількості шкід-

ливих речовин при спалюванні одиниці палива [5]. Проведено розрахунок викидів для наступних речовин: CO, C_mH_n і NO₂. Результати розрахунків викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від автотранспорту наведено на рис. 7-9.

Динаміка викидів забруднюючих речовин демонструє, що найбільш критичний рівень викиду спосте-

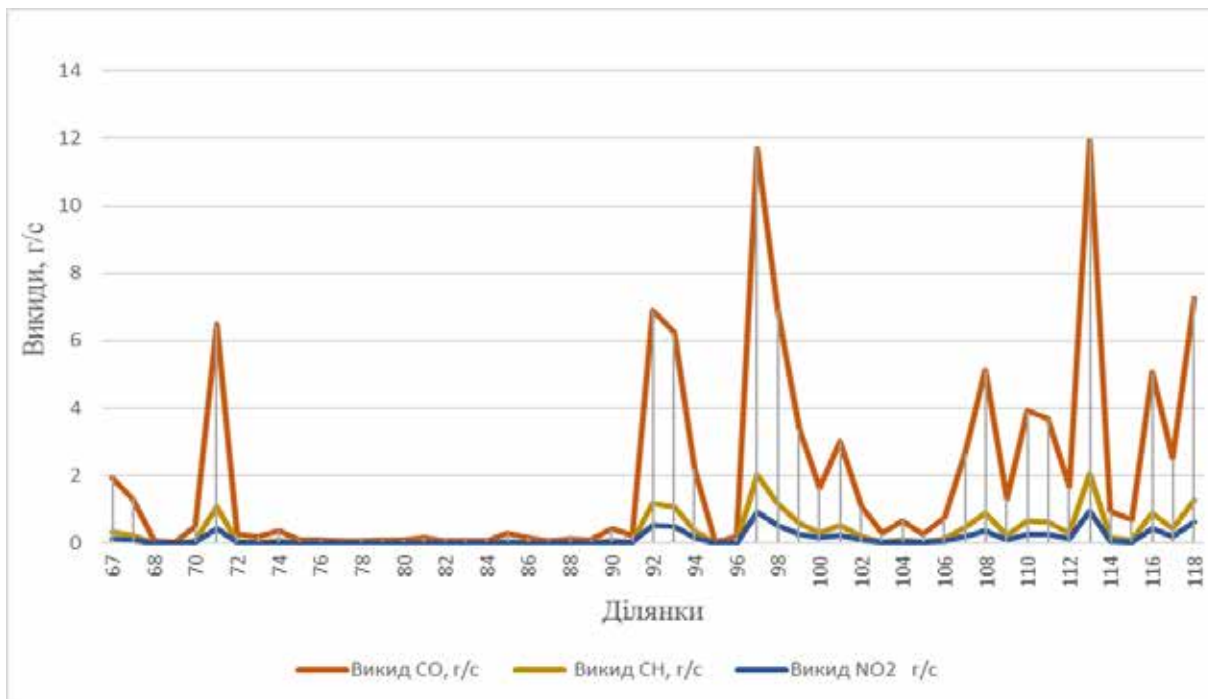


Рис. 8. Динаміка викидів забруднюючих речовин на ділянках № 67-118

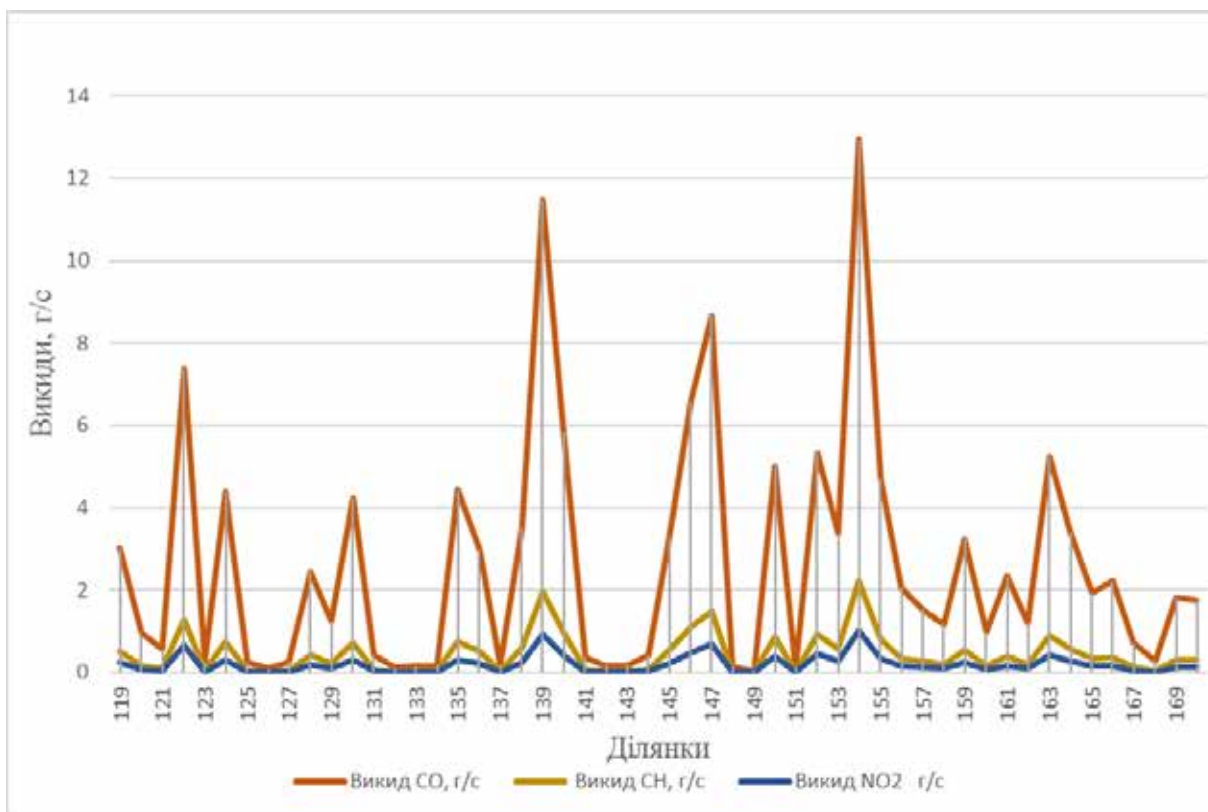


Рис. 9. Динаміка викидів забруднюючих речовин на ділянках № 119-170

рігається на ділянці 25 (вул. Європейська – понад 20 г/с), дещо нижчі рівні в межах від 13 до 15 г/с виявлено на ділянках № 31(вул. Небесної Сотні буд. 21 – буд.44), 32 (вул. Небесної Сотні буд. 3 – буд.13), 58

(вул. Київське шосе буд. 62 – буд. 92), 61 (вул. Героїв АТО буд. 71 – буд. 83) та № 154(вул. Великотирнівська 34 – 11). Ще нижчими, проте, суттєвими викидами характеризуються ділянки № 13 (вул. Монастирська

буд.10 – буд.59), 54 (вул. 23 Вересня буд. 8 – буд. 23), 65 (вул. Південна буд.11 – буд.75), 97 (Харківське шосе буд. 6 – буд. 29), 113 (вул. Героїв Чорнобильців 30 А – Сінна 43), 139 (вул. Європейська 68 – 86), тут рівень викиду сягає меж 10-12 г/с.

Таким чином, наведена характеристика досліджуваної території, яка включає в себе географічне розміщення, метеорологічні умови на період дослідження та дані з постів спостереження за станом атмосферного повітря Шевченківського району м. Полтава. Дані, отримані з постів спостережень свідчать про достатньо напружену ситуацію з забрудненням атмосферного повітря.

За результатами спостережень виявлено, що на головних вулицях міста, які є і шляхами міжоблас-

ного сполучення, інтенсивність потоку складала в межах 1400-1600 автомобілів за годину. Також відчутна різниця спостерігалась між вулицями в центральній частині міста та вулицями, що розміщені в селітебних та у віддалених від центру зон Шевченківського району м. Полтава.

На основі отриманих даних, проведено розрахунки викидів забруднюючих речовин автотранспортом, встановлені ділянки району з найбільш критичним рівнем викидів. Встановлено, існує кореляція кількістю викидів та завантаженістю вулиць. Суттєву частину викидів становлять легкові автомобілі, адже їх відсоток по відношенню до загальної кількості практично завжди залишався на рівні 70-80%.

Література

1. Про забруднення атмосферного повітря. веб-сайт. URL: <https://kitaygorodska-gromada.gov.ua/news/1549272314/>
2. Olena Stepova, Anastasiia Kornishyna, Iryna Lutsenko, Dmytro Kondratov, Andrii Borysov, Volodymyr Sydorenko Case study of noise pollution from vehicles and legal mechanisms for road noise control. *Ecological Questions*. 2022. Vol. 33 No. 3. P. 1–36
3. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. М.: Транспорт, 1990. 135 с.
4. Природоохоронні технології: навчальний посібник: Захист атмосфери /Л.І. Северин, В.Г. Петрук, І.І. Безвозюк, І.В. Васильківський. Вінниця, 2012. 388 с.
5. Бомба М.Я., Паньків Н.С., Шувар Н.М. Практикум з екології: навч. посіб. [для студ. ВНЗ] туристичної галузі. Львів: ЛІЕТ, 2015. 132 с.
6. Силуков Ю.Д. Экологическая безопасность на автомобильных дорогах: учеб пособие. Екатеринбург: УГЛТУ, 2004. 173 с.
7. Офіційний сайт. Шевченківська районна рада у м. Полтава. веб-сайт. URL: <http://okt-rada.gov.ua/>
8. Прогноз погоди. веб-сайт. URL: <https://www.gismeteo.ru/diary/4957/2021/7/>