

ГАЛАКТИОНОВ МІКОЛА

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

<https://orcid.org/0009-0006-7949-5713>E-mail: [nikolay@galaktionov.com](mailto:nikolay@galaktionov.com)

БРЕДУН ВІКТОР

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

<https://orcid.org/0000-0002-8214-3878>e-mail: [bvi37h@gmail.com](mailto:bvi37h@gmail.com)

## ІНФРАСТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ МІСТА КРИВИЙ РІГ ЯК ДОДАТКОВИЙ ФАКТОР ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Місто Кривий Ріг є одним із центрів важкої промисловості з високою концентрацією об'єктів гірничо-металургійного комплексу, що призводить до негативних наслідків для навколишнього середовища, при цьому автотранспорт несе значущий вклад в забруднення повітряного середовища регіону. Викиди автотранспорту з кожним роком все більше впливають на стан забруднення атмосферного повітря великих міст, що стає дуже важливим фактором погіршення якості життя населення. У результаті дослідження було встановлено, що транспортна інфраструктура м Кривого Рогу є дуже розгалуженою та охоплює всю територію міста, громадський транспорт міста представлений всіма видами транспорту для забезпечення міських, приміських та міжміських перевезень. Містом проходять шляхи регіонального та державного значення що перетинаються з центральними вулицями та створюють додатковий вплив на навколишнє середовище. Зростання кількості автотранспорту призводить до завантаження міських автошляхів, що призводить до ще більшого навантаження на екологічну ситуацію в місті. Були визначені шляхи з найбільш інтенсивним рухом автотранспорту, визначені конфігурація основних розв'язок та перехресть, розрахована інтенсивність викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, проаналізовані ділянки доріг на регульованих, нерегульованих перехрестях та на перехрестях з круговим рухом. Запропоновані рекомендації щодо скорочення впливу на цих ділянках.

Вирішенням проблеми впливу автотранспорту є впровадження комплексних заходів з охорони навколишнього середовища, такі як система моніторингу викидів, організація руху транспортних потоків та впровадження екологічно чистих технологій. Розвиток екологічного громадського транспорту і розвиток та популяризація велосипедних інфраструктури, що сприятиме зниженню автомобільного руху у центрі міста.

**Ключові слова:** атмосферне повітря, автотранспорт, викиди забруднюючих речовин.

HALAKTIONOV MYKOLA, BREDUN VIKTOR

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic

## INFRASTRUCTURAL FEATURES OF KRIVYI RIG CITY AS AN ADDITIONAL FACTOR OF THE IMPACT OF AUTOMOBILE TRANSPORT ON THE ENVIRONMENT

The city of Kryvyi Rih is one of the centers of heavy industry with a high concentration of objects of the mining and metallurgical complex, which leads to negative consequences for the environment, while motor vehicles make a significant contribution to air pollution in the region. Every year, motor vehicle emissions increasingly affect the state of atmospheric air pollution in large cities, which becomes a very important factor in the deterioration of the quality of life of the population. As a result of the study, it was established that the transport infrastructure of Kryvyi Rih is very extensive and covers the entire territory of the city, the public transport of the city is represented by all types of transport to ensure urban, suburban and intercity transportation. Roads of regional and national importance pass through the city, intersecting with central streets and creating an additional impact on the environment. The increase in the number of motor vehicles leads to the loading of city highways, which leads to an even greater burden on the ecological situation in the city. The routes with the most intense traffic were determined, the configuration of the main junctions and intersections was determined, the intensity of pollutant emissions into the atmospheric air was calculated, road sections at regulated, non-regulated intersections and roundabouts were analyzed. Proposed recommendations for reducing impacts in these areas.

The solution to the problem of the impact of motor vehicles is the implementation of comprehensive environmental protection measures, such as the emission monitoring system, the organization of traffic flows, and the introduction of environmentally friendly technologies. The development of ecological public transport and the development and popularization of bicycle infrastructure, which will contribute to the reduction of car traffic in the city center.

**Keywords:** atmospheric air, automobile transport, emissions of pollutants.

### Постановка проблеми

В місті Кривий Ріг зосереджена велика кількість підприємств важкої промисловості, які здійснюють постійний вплив на стан навколишнього середовища. Це обумовлено також особливостями розміщення криворізького залізничного басейну, що простягається з півночі на південь більш як на 100 км [1] та розташуванням вздовж всього басейну промислових об'єктів та житлових районів міста. При цьому вплив від автотранспорту, кількість якого невпинно збільшується, спричиняє додаткове навантаження на навколишнє середовище в місті.

Таким чином необхідно більш детально вивчення впливу автотранспорту на промислово навантажені регіони, розвиток транспортної інфраструктури, впровадження заходів щодо організації руху межах особливостей дорожньої інфраструктури що склалася.

Постійне зростання автомобілів в містах призводить до збільшення забруднення повітряного середовища. Велика кількість автотранспорту завантажує інфраструктуру та призводить до скупчення автомобілів в районах автошляхів, на розв'язках та перехрестях, що призводить до заторів в цих вузлах та збільшення викидів в атмосферу. Проблема є дуже актуальною та потребує більш детального розгляду для її вирішення. Якість повітряного середовища промислових міст, таких як Кривий Ріг, не відповідає встановленим нормативам гранично допустимих концентрацій (ГДК), що спричинено викидами підприємств та автотранспорту [2].

#### **Аналіз останніх джерел**

Вплив автотранспорту в межах міських агломерацій є дуже актуальною проблемою для суспільства, тому розглядається в багатьох наукових працях.

Вивчається вплив автотранспорту на здоров'я населення та навколишнє середовище [3,4]. Деякі джерела вказують, що стрімке зростання кількості автомобілів у містах спричиняє негативні наслідки, ускладнює роботу дорожньої інфраструктури та створює проблеми з забрудненням навколишнього середовища [5,6]. Розглядається дорожня інфраструктура як застаріла система, яка не здатна забезпечити нормальне функціонування дорожнього руху, що призводить до численних заторів у містах. [7,8].

В деяких джерелах розглядається залежність дорожніх умов та викидів забруднюючих речовин, порівнюються регульовані та нерегульовані перехрестя а також дороги з круговим рухом. [9-12]

Ряд джерел наводить, що автотранспорт є найбільшим чинником забруднення атмосферного повітря у мегаполісах [13,14].

#### **Виклад основного матеріалу**

Місто Кривий Ріг є одним з найдовших міст України та простягається з півночі на південь більш як на 100 км вздовж криворізького залізничного басейну. Навколо міста зосереджена велика кількість промислових об'єктів, що впливає на екологічну ситуацію регіону. Промисловість міста налічує близько 100 великих підприємств різних галузей. Стан навколишнього середовища міста формується під впливом тривалої інтенсивної діяльності підприємств гірничодобувної, металургійної, машинобудівної, хімічної промисловості, підприємств теплоенергетики і будматеріалів. Також додатковим фактором впливу є автомобільний транспорт, що є невід'ємною частиною функціонування міських агломерацій.

Економічний розвиток регіону неможливий без ефективного функціонування транспортної системи, що забезпечує зв'язки між регіонами, галузями, підприємствами. Проте організація автошляхів та дорожніх розв'язок Кривого Рогу здійснювалася ще у першій половині та середині ХХ ст., – разом із будівництвом об'єктів промисловості. Тож нині транспортно-дорожній комплекс міста не відповідає сучасним стандартам у сфері транспорту і значною мірою не забезпечує потреб економіки та населення. Особливо це стосується безпеки, комфорту та екологічності транспорту.

Площа міста Кривий ріг складає 431,4 км<sup>2</sup>. Станом на 2023 рік в місті проживало близько 646 748 мешканців [15].

Адміністративний поділ міста включає 7 районів, у кожному з яких знаходяться як промислові об'єкти, так і громадські та житлові забудови. Житлові масиви представлені мікрорайонами з багатоквартирними будинками та приватним сектором. Підприємства міста розташовані відносно житлових мікрорайонів так, що мешканцям необхідно використовувати міський громадський транспорт або власні автомобілі для доїзду до роботи.

Транспортна система Кривого Рогу забезпечує не лише транспортне сполучення міста, а й функціонування господарського комплексу на місцевому, регіональному та державному рівнях. Вона охоплює майже всі види транспорту, зокрема добре розвинені комунальний електротранспорт (трамваї, тролейбуси, метрополітен) та автомобільний транспорт, а також приватні транспортні засоби.

Відповідно до даних Єдиного державного реєстру транспортних засобів, станом на початок 2022 року в місті Кривий Ріг налічувалося 174596 зареєстрованих транспортних засобів.

З останнє десятиріччя кількість автотранспорту в місті збільшилася на 65%. [16].

У Кривому Розі нараховується 1742 одиниці автомобільних доріг загальною протяжністю 2787,8 км та площею 27943,4 тис.м<sup>2</sup>. З них 2070 км доріг з площею 27106,5 тис.м<sup>2</sup> перебувають у комунальній власності міста. Крім того, у комунальній власності міста знаходяться 94 мости та шляхопроводи [17].

Для забезпечення пасажирських перевезень у місті функціонує розвинена мережа міського транспорту.

Структура громадського транспорту міста Кривий Ріг представлена 99 міськими маршрутами, 17 приміським маршрутами, 46 залізничними маршрутами [18]. Структура громадського транспорту міста наведено в таблиці 1.

До основних транзитних автодоріг можна віднести три основні автошляхи, два національного та один регіонального значення:

Автошлях Н 23 – автомобільний шлях національного значення на території України, Кропивницький – Кривий Ріг – Запоріжжя. Проходить територією Кіровоградської, Дніпропетровської та Запорізької областей.

Автошлях Н 11 – автомобільний шлях національного значення на території України, Дніпро – Кривий Ріг – Миколаїв на території Дніпропетровської та Миколаївської областей. Починається у місті Дніпро, пролягає через Софіївку, Кривий Ріг, Казанку, Новий Буг, Баштанку та закінчується в Миколаєві.

## Структура громадського транспорту м. Кривий Ріг

№ з/п	Тип міського транспорту	Кількість маршрутів
Міські маршрути		
1	Автобусні маршрути	12
2	Маршрутні таксі	43
3	Трамвайні маршрути	17
4	Тролейбусні маршрути	23
5	Швидкісний трамвай	4
Приміські маршрути		
6	Автобусні приміські маршрути	17
Залізничні маршрути		
7	Пасажирські міжміські перевезення	10
8	Приміські електротяги	36

Автошлях Р 74 – автомобільний шлях регіонального значення в Україні. Проходить територією Дніпропетровської та Кіровоградської областей через Пятихатки – Кривий Ріг – Широке. Загальна довжина – 49,5 км.

Автошляхи Н 23 та Н 11 проходять територією Довгинцівського, Металургійного та Центрально-міського районів, Автошлях Р 74 проходить майже через все місто.

Також можна виділити центральну дорогу, що простягається вздовж всього міста і є основною артерією, що з'єднує всі райони міста та забезпечує основний пасажиропотік міста.

Автомобільний транспорт є ключовою складовою сучасного індустріального суспільства, без якого функціонування жодної галузі економіки майже неможливе. Велика протяжність автомобільних доріг забезпечує їхню експлуатацію при значній пропускній здатності.

Кількість автомобільного транспорту в Кривому Розі суттєво впливає на розвиток промисловості міста і є значним джерелом забруднення повітря. Збільшення кількості автомобілів призводить до зростання викидів від пересувних джерел, що додає до загального рівня забруднення атмосферного повітря міста.

Головним джерелом забруднення повітря від автотранспорту є двигуни внутрішнього згорання, які викидають в атмосферу відпрацьовані гази і паливні випаровування, а також частинки пилу, що утворюються через взаємодію між шинами транспортних засобів і дорожнім покриттям.

Відпрацьовані гази містять близько 280 компонентів продуктів повного та неповного згорання нафтових продуктів, а також неорганічні сполуки різних речовин, що присутні у паливі. Склад викидів від транспортних засобів у відсотковому співвідношенні наступний: оксид вуглецю – 4,6%; діоксид азоту – 0,8%; сірчаний ангідрид – 0,1%; НМЛЮС – 0,7%; сажа – 0,1%; вуглекислий газ – 93,6%; також у невеликій кількості присутні метан, закис азоту, аміак, бенз(а)пірен тощо [19].

Забруднювальні речовини накопичуються біля поверхні землі вздовж шосейних доріг, вулиць, у тунелях, на перехрестях та інших місцях, створюючи локальні осередки забруднення.

Інфраструктурні особливості міст і, зокрема, Кривого Рогу, в значній мірі формують характер впливу на навколишнє середовище промислових об'єктів та автотранспорту.

Розміщення об'єктів промисловості, соціальної інфраструктури, житлових районів, об'їзних шляхів визначають необхідність переміщень населення та забезпечення логістики в межах міст та сполучень з іншими регіонами.

Організація дорожнього руху забезпечує безперервну роботу транспортної інфраструктури та визначає характер руху транспортних потоків.

Викиди від автотранспорту в значній мірі залежить від інфраструктурних особливостей, організації дорожнього руху та характеру руху.

Згідно попередніх досліджень [9] можна відмітити те, що вплив автотранспорту на різних ділянках доріг з регульованими та нерегульованими перехрестями відрізняється за своєю інтенсивністю. Пропускна здатність регульованих перехресть є більшою порівняно з нерегульованими перехрестями, при цьому викиди на цих ділянках можуть бути однаковими або навіть перевищувати на нерегульованому перехресті. Це пов'язано з більшою витратою палива на нерегульованому перехресті та більшим проміжком часу проїзду нерегульованих перехресть.

Також за даними досліджень [11,12] вивчався вплив автотранспорту на ділянках доріг з круговим рухом та на регульованих перехрестях. Згідно цих досліджень було встановлено, що викиди NOx на ділянці з круговим рухом більші ніж на ділянках з регульованими перехрестями, при цьому викиди CO на ділянках з круговим рухом завжди менші.

Для дослідження було визначено 10 ділянок в різних районах міста, які є основними вузлами перетину центральних доріг, концентрації соціальних інфраструктурних об'єктів, промислових об'єктів, найбільших житлових районів та маршрутів руху громадського транспорту.

Протягом однієї години були проведені спостереження за інтенсивністю руху на цих ділянках, визначено кількість та тип автомобільного транспорту, конфігурація визначеної ділянки та характер організації дорожнього руху. Дані ділянок досліджень наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

## Характеристика ділянок дослідження

№ з/п	Автомагістраль	Добова інтенсивність транспортного потоку	Тип ділянки дослідження
1	2	3	4
1	Кільце 95 Квартал	86478,3	Перехрестя з круговим рухом, нерегульоване
2	вул. Вільної Ічкерії	81852,4	T-подібне перехрестя, регульоване
3	Перехрестя пр. Металургів і Нікопольське шосе	68723,4	Перехрестя, регульоване
4	вул. Лермонтова-проспект Миру	56861,0	Перехрестя, регульоване
5	вул. Едуарда Фукса	47207,2	Перехрестя, регульоване
6	Дніпропетровське шосе	38791,3	Перехрестя, регульоване
7	вул. Пісчана	34787,2	T-подібне перехрестя, регульоване
8	Площа Олександра Поля	33885,8	Перехрестя з круговим рухом, нерегульоване
9	Район ст. Рокувата	28679,8	T-подібне перехрестя, регульоване
10	Міст перед Південним ГЗК	21901,7	З'їзд на міст, нерегульоване

На даних досліджуваних ділянках були проведені розрахунки викидів забруднюючих речовин в залежності від типу транспортних засобів та інтенсивності руху. Данні розрахунків наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

## Результати розрахунків викидів забруднюючих речовин від автотранспорту

№ з/п	Автомагістраль	Викид забруднюючих речовин, г/с							
		CO	НМЛОС (CH <sub>4</sub> )	NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> )	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	Тверді частинки	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
1	Кільце 95 Квартал	1,037	0,177	0,6	0,003	0,019	0,024	0,24	0,0006
2	вул. Вільної Ічкерії	1,211	0,195	0,634	0,003	0,024	0,024	0,261	0,0007
3	Перехрестя пр. Металургів і Нікопольське шосе	0,947	0,167	0,568	0,002	0,017	0,022	0,215	0,0006
4	вул. Лермонтова-проспект Миру	0,669	0,114	0,518	0,002	0,012	0,02	0,162	0,0005
5	вул. Едуарда Фукса	0,606	0,094	0,345	0,002	0,012	0,013	0,132	0,0004
6	Дніпропетровське шосе	0,389	0,066	0,263	0,001	0,007	0,01	0,089	0,0003
7	вул. Пісчана	0,413	0,066	0,262	0,001	0,008	0,009	0,087	0,0003
8	Площа Олександра Поля	0,494	0,075	0,263	0,001	0,01	0,01	0,107	0,0003
9	Район ст. Рокувата	0,337	0,056	0,237	0,001	0,006	0,009	0,08	0,0002
10	Міст перед Південним ГЗК	0,26	0,045	0,213	0,001	0,005	0,009	0,067	0,0002

Як бачимо з наведених розрахунків, найбільший викид складають наступні забруднюючі речовини: CO, NO<sub>2</sub>, НМЛОС. При збільшенні кількості автотранспорту та в залежності від типу автотранспорту відбувається збільшення інтенсивності викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, що призводить до збільшення концентрації забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфері та формування фонового забруднення в місті, при цьому на ділянках, де проходять об'їзні шляхи, кількість вантажних автомобілів є більшою і викид на цих ділянках також збільшується.

Згідно даних моніторингових спостережень, що проводяться в межах автодоріг, рівень концентрацій забруднюючих речовин на ділянках доріг з найбільшою інтенсивністю по сполукам CO, NO<sub>2</sub> та по випарам бензину в багатьох випадках перевищують значення гранично допустимих концентрацій.

Інтенсивний трафік та затримка автомобілів на нерегульованих перехрестях та на перехрестях з круговим рухом зумовлює накопичення токсичних газів через постійний вплив, що спричиняє автомобільний транспорт в заторах або при наборі швидкості. На розподіл забруднюючих речовин у повітрі можуть впливати такі фактори, як несприятливі погодні умови, температурні коливання, вітер, розміщення промислових об'єктів, зелених насаджень, будівель та споруд вздовж автодоріг, якість дорожнього покриття тощо.

Погіршення стану екологічної ситуації, спричиненої автомобільним транспортом, є серйозною проблемою великих міст. Для промислових регіонів – це додаткове навантаження на навколишнє середовище. Хімічні та фізичні фактори мають величезний негативний вплив на здоров'я людини та зміни

клімату. Зона впливу автотранспорту розповсюджується на територію всього міста, де проходять автомобільні дороги та місця пересування транспортних засобів.

Для зменшення впливу автотранспорту необхідно більш детальне планування організації руху транспортних потоків, розвиток дорожньої інфраструктури, будівництва нових доріг, об'їзних шляхів, розвиток громадського транспорту, стимулювання переходу на більш екологічні види транспорту.

#### Висновки

За результатами проведених досліджень було встановлено, що на навколишнє середовище міста Кривий Ріг, окрім промислових підприємств, також значний вплив завдає і автомобільний транспорт. При цьому кількість транспорту невпинно збільшується, а розвиток транспортної інфраструктури не встигає за цим зростанням. За час дослідження було визначено, що в межах основних транспортних розв'язок в пікові години викиди збільшуються та призводять до погіршення стану атмосферного повітря в безпосередній близькості до автошляхів та на перехрестях. Характер руху автотранспорту на різних ділянках доріг відрізняється: на регульованих перехрестях рух більш організований, що дозволяє транспортним засобам більш рівномірно проїжджати ці ділянки та менше затримуватися в порівнянні з нерегульованими перехрестями та розв'язками з крутовим рухом.

Збільшення викидів забруднюючих речовин від автотранспорту негативно впливає на якість повітря в місті, яке й без того завантажене промисловими об'єктами.

Дане питання є дуже актуальним у зв'язку зі швидкою автомобілізацією міста. Вплив автотранспорту тісно пов'язаний з особливостями просторово-планувальної структури міста, тому необхідно удосконалювати систему організації дорожнього руху та покращувати транспортну мережу.

Для міст зі значним автомобільним трафіком критично важливо розробити комплексні заходи з охорони навколишнього середовища, такі як система моніторингу викидів та впровадження екологічно чистих технологій. Це допоможе зменшити негативний вплив автотранспорту на здоров'я мешканців і стан екології взагалі. Також важливо розвивати громадський транспорт і створювати умови для велосипедистів, що сприятиме зниженню автомобільного руху у центрі міста.

#### Література

1. Криворізький залізрудний басейн [Електронний ресурс]. – URL: [https://studwood.net/1193688/geografiya/krivorizkiy\\_zalazorudniy\\_baseyn](https://studwood.net/1193688/geografiya/krivorizkiy_zalazorudniy_baseyn)
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2022 рік / Дніпропетровська обласна державна адміністрація [Електронний ресурс]. – URL: <https://adm.dp.gov.ua/pro-oblast/ekologiya-pro-oblast/ekologiya>
3. Boyd D. R. The Human Right to Breathe Clean Air [Електронний ресурс] / David R. Boyd // *Annals of Global Health*. – 2019. – Т. 85, № 1. – Режим доступу: <https://doi.org/10.5334/aogh.2646>
4. Zhang K. Air pollution and health risks due to vehicle traffic [Електронний ресурс] / Kai Zhang, Stuart Batterman // *Science of The Total Environment*. – 2013. – Т. 450-451. – С. 307–316. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.01.074>
5. Imoro Musah B. Urban Congestion and Pollution: A Quest for Cogent Solutions for Accra City [Електронний ресурс] / Baba Imoro Musah, Lai Peng, Yifeng Xu // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. – Т. 435. – С. 012026. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/435/1/012026>
6. Abdel Wahed Ahmed M. M. Sustainable and green transportation for better quality of life case study greater Cairo – Egypt [Електронний ресурс] / Mona Mahrous Abdel Wahed Ahmed, Nanis Abd El Monem // *HBRC Journal*. – 2020. – Т. 16, № 1. – С. 17–37. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1080/16874048.2020.1719340>
7. Afrin T. A Survey of Road Traffic Congestion Measures towards a Sustainable and Resilient Transportation System [Електронний ресурс] / Tanzina Afrin, Nita Yodo // *Sustainability*. – 2020. – Т. 12, № 11. – С. 4660. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/su12114660>
8. Son J. The effect of age, gender and roadway environment on the acceptance and effectiveness of Advanced Driver Assistance Systems [Електронний ресурс] / Joonwoo Son, Myoungouk Park, Byungkyu Brian Park // *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. – 2015. – Т. 31. – С. 12–24. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.03.009>
9. Analysis and Comparative Study of Signalized and Unsignalized Intersection Operations and Energy-Emission Characteristics Based on Real Vehicle Data [Електронний ресурс] / Tao Li [та ін.] // *Energies*. – 2023. – Т. 16, № 17. – С. 6235. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/en16176235>
10. Pandian S. Evaluating effects of traffic and vehicle characteristics on vehicular emissions near traffic intersections [Електронний ресурс] / Suresh Pandian, Sharad Gokhale, Alope Kumar Ghoshal // *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. – 2009. – Т. 14, № 3. – С. 180–196. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2008.12.001>

11. Comparison of exhaust emissions at intersections under traffic signal versus roundabout control using an instrumented vehicle [Електронний ресурс] / Claudio Meneguzzer [та ін.] // *Transportation Research Procedia*. – 2017. – Т. 25. – С. 1597–1609. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.204>
12. Boubaker S. Impact of intersection type and a vehicular fleet's hybridization level on energy consumption and emissions [Електронний ресурс] / Samia Boubaker, Férid Rehim, Adel Kalboussi // *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. – 2016. – Т. 3, № 3. – С. 253–261. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2016.05.003>
13. Vehicle Emissions and Urban Air Quality: 60 Years of Progress [Електронний ресурс] / Timothy J. Wallington [та ін.] // *Atmosphere*. – 2022. – Т. 13, № 5. – С. 650. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/atmos13050650>
14. Mobile monitoring of air pollution in cities: the case of Hamilton, Ontario, Canada [Електронний ресурс] / Julie Wallace [та ін.] // *Journal of Environmental Monitoring*. – 2009. – Т. 11, № 5. – С. 998. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1039/b818477a>
15. Кривий Ріг у цифрах і фактах 2021 [Електронний ресурс]. – URL: [https://ig.krmisto.gov.ua/dwn/citycard/kriviy\\_rih\\_facts\\_2021.pdf](https://ig.krmisto.gov.ua/dwn/citycard/kriviy_rih_facts_2021.pdf)
16. Halaktionov Mykola Аналіз стану атмосферного повітря у місті Кривий Ріг та вклад автотранспорту у забруднення міста / Mykola Halaktionov, Olena Hanoshenko // *ACADEMIC JOURNAL Industrial Machine Building, Civil Engineering*. – Полтава: ПНТУ, 2022. – Т. 1 (58). – С. 149-154. – doi:<https://doi.org/10.26906/znp.2022.58.3091>.
17. У Кривому Розі будується нова об'їзна дорога, рух по якій дозволить «розгрузити» центр міста. Офіційний вебсайт Криворізької міської ради та її виконавчого комітету [Електронний ресурс]. – URL: [https://kr.gov.ua/ua/news/pg/120811718893318\\_n/](https://kr.gov.ua/ua/news/pg/120811718893318_n/)
18. Easyway. Кривий Ріг [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.eway.in.ua/ua/cities/kryvyirih>
19. Terentiev O. Environmental impact of industrial transport [Електронний ресурс] / O. Terentiev, M. Sergienko, V. Smoliar // *POWER ENGINEERING: economics, technique, ecology*. – 2020. – № 3. – С. 85–91. – Режим доступу: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.3.2020.228634>