

## ОЦІНКА СТУПЕНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА ПРИРОДНЄ СЕРЕДОВИЩЕ МІСТА КОЛОМІЇ

**А. І. Невенченко**

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
ул. Карпатська 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна. E-mail: nevantonina.fr@gmail.com

*Мета.* Проаналізувати транспортну інфраструктуру в місті Коломия, провести оцінку ступеня екологічної небезпеки та розробити новий метод визначення рівня впливу транспортної інфраструктури на навколишнє середовище. *Методологія.* Використовуючи аналітичний метод і принцип візуального підрахунку машин, було запропоновано новий метод визначення рівня впливу транспортної інфраструктури та автозаправних станцій на екологічну безпеку в місті Коломия. *Результати.* Продемонстровані детальні організаційні схеми кількості атмосферних викидів, що були спричинені підвищеною інтенсивністю руху автомобілів в місті Коломия. Особливої уваги було приділено новому методу, що був розроблений автором, проаналізований та описаний у формулах. Також увагу було приділено: конфігурації транспортної мережі, технічному стану транспорту та автозаправних станцій. Більше того, запропонований метод дозволить полегшити вирішення проблеми екологічної безпеки в місті Коломия. *Оригінальність.* Вперше було розроблено новий метод визначення рівня впливу транспортної інфраструктури та автозаправних станцій на екологічну безпеку в місті Коломия, описаний з формулами. *Практична цінність.* Застосування даного методу дозволить вирішити проблему великої кількості атмосферних викидів у місті Коломия.

**Ключові слова:** екологічна безпека, транспортна інфраструктура, атмосферні викиди, аналітичний метод.

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ ГОРОДА КОЛОМЫИ

**А. И. Невенченко**

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа  
ул. Карпатская 15, г. Ивано-Франковск, 76019, Украина. E-mail: nevantonina.fr@gmail.com

*Цель.* Проанализировать транспортную инфраструктуру в городе Коломыя, провести оценку степени экологической безопасности и разработать новый метод определения уровня влияния транспортной инфраструктуры на природную среду. *Методология.* Используя аналитический метод и принцип визуального подсчета машин, было предложено новый метод определения уровня влияния транспортной инфраструктуры и автозаправочных станций на экологическую безопасность в городе Коломыя. *Результаты.* Продемонстрированы детальные организационные схемы количества атмосферных выбросов, что были вызваны повышенной интенсивностью движения автотранспорта в городе Коломыя. Особенное внимание было уделено новому методу, который был разработан автором, проанализирован и описан в формулах. Также было уделено внимание: конфигурации транспортных сетей, техническому состоянию транспорта и автозаправочных станций. Более того, предложенный метод позволит облегчить решение проблемы экологической безопасности в городе Коломыя. *Оригинальность.* Впервые был разработан новый метод определения уровня влияния транспортной инфраструктуры и автозаправочных станций на экологическую безопасность в городе Коломыя, который был описан формулами. *Практическая ценность.* Применение данного метода позволит решить проблему большого количества атмосферных выбросов в городе Коломыя.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, транспортная инфраструктура, атмосферные выбросы, аналитический метод.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Транспортна інфраструктура представляє систему просторово-виражених елементів, яка включає транспортну мережу визначеної конфігурації, що використовується для здійснення перевезень, а також об'єкти організаційно-сервісного обслуговування для забезпечення ефективної транспортної роботи. Інтенсивне зростання кількості автотранспортних засобів у всіх сферах народного господарства в останні десятиліття призвело до того, що населені пункти, особливо міста інтенсивно забруднюються відпрацьованими шкідливими газами та іншими продуктами, які ними використовуються при експлуатації. Встановлено, що питома вага викидів шкідливих речовин у

відпрацьованих газах двигунів та інших агрегатів в загальному сумарному вигляді в навколишнє середовище коливається в межах від 30% до 80%, що стає небезпечним для здоров'я і життя людей. Забруднюються повітря, ґрунти, вода та продукти харчування [1, 2). Така ситуація вимагає повсякденної кваліфікованої роботи фахівців, спрямованої на дослідження і практичне використання науково-обґрунтованих методів раціонального використання і охорони природного середовища міста Коломії.

*Метою роботи є оцінка і аналіз впливу транспортної інфраструктури на природне середовище міста Коломії та визначення ступеню їх екологічної небезпеки.*

**Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля**

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ. В основу визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту був покладений принцип візуального підрахунку машин, які рухалися в обох напрямках. При цьому був вибраний час з 8<sup>00</sup> ранку до 20<sup>00</sup> вечора, тобто підрахунок проводився протягом 12 годин з безперервною фіксацією, і виділенням погодинних інтервалів. Такий метод підрахунку інтенсивності руху автотранспортних засобів дав можливість вивчити інтенсивність їх руху в кожній із 12 годин. Для визначення інтенсивності руху автотранспортних засобів було вибрано 16 базових пунктів в місцях максимального скупчення людських мас.

При розробці методики вивчення інтенсивності руху автотранспортних засобів, останні були згруповані в 3 основні групи : вантажні, автобуси, легкові.

Для підрахунку рухомого автотранспорту щоденно формувалось дві бригади операторів-лічильників.

Сумарний підсумок інтенсивності руху автотранспортних засобів за 12 годин підраховувався за формулою:

$$\sum i_{12} = \sum i_{b12} + \sum i_{a12} + \sum i_{l12}, \quad (1)$$

де :  $\sum i_{12}$  – сумарна інтенсивність руху всіх автотранспортних засобів за 12 годин;

$\sum i_{b12}$  – інтенсивність руху вантажних машин за 12 годин;

$\sum i_{a12}$  – інтенсивність руху автобусів за 12 годин;

$\sum i_{l12}$  – інтенсивність руху легкових автомобілів за 12 годин;

При обробці одержаних результатів вираховувалися проценти кожного із виділених видів автотранспортних засобів від загальної їх кількості, за формулами (2-4):

$$\% \sum i_{b12} = \frac{\sum \epsilon_{12} \cdot 100}{\sum i_{12}} \quad (2)$$

$$\% \sum i_{a12} = \frac{\sum a_{12} \cdot 100}{\sum i_{12}} \quad (3)$$

$$\% \sum i_{l12} = \frac{\sum l_{12} \cdot 100}{\sum i_{12}} \quad (4)$$

де:  $\sum i_{b12}$  – кількість вантажних машин, що пройшли за 12 годин;  $\sum i_{a12}$  – кількість автобусів, що пройшли за 12 годин;  $\sum i_{l12}$  – кількість легкових автомобілів, що пройшли за 12 годин.

Для подальшої роботи при розрахунку інтенсивності руху в добовому вимірі автотранспорту було прийнято, що інтенсивність

руху в вечірній, нічний і ранковий час складає 30% від інтенсивності руху в 12-ти годинний денний час. Тобто підрахунок інтенсивності руху за 24 години проводився за формулою:

$$\sum i_{24} = \sum i_{12} + \frac{\sum i_{12} \cdot 30}{100} \quad (5)$$

де:  $\sum i_{24}$  – сумарна інтенсивність руху за 24 години;  $\sum i_{12}$  – сумарна інтенсивність руху за 12 годин; 30 – % інтенсивності руху в вечірній, нічний і ранковий час.

Інтенсивність руху автотранспортних засобів на другорядних і тупикових вулицях міста проводилась вибірково із скороченим інтервалом часу, що дало можливість в подальшому при підрахунку викидів токсичних речовин автотранспортом в атмосферу врахувати всі із 160 км вулиць міста.

*Результати вивчення інтенсивності руху автотранспорту.* Як показав аналіз одержаних результатів, інтенсивність руху автотранспортних засобів у вибраних базових пунктах досить велика і коливається в межах від декілька тисяч до майже дев'яти тисяч машин за 12 годин денного найбільш інтенсивного часу. У вечірній, нічний і ранковий час інтенсивність руху автотранспорту в середньому зменшується майже на 70% і складає біля 30% від інтенсивності руху в денний період.

Із шістнадцяти вибраних базових пунктів найбільш інтенсивний рух встановлено по вул. Косачівська – 8390 (БП -.16), просп. Грушевського біля кільця – 7864 (БП -.3), по вул. Мазепи – 5400 (БП -.11), по вул. Мазепи на виїзді з міста на Чернівці – 6322 (БП -.13), по вул. Січових Стрільців – 4988 (БП -.9), по вул. Горелова біля моста через р.Прут – 3353 (БП -.2), по вул. Ів.Франка на об'їзду – 3265 (БП -.12), перехресток вул. Чехова-Петлюри – 5044 (БП -.14), початок вул. Карпатська – 6561 (БП -.10). Як видно, в цих базових пунктах інтенсивність руху за 12 годин денного часу складає більше 8000 тисяч машин. Інтенсивність руху в межах від 5-ти до 10-ти тисяч встановлена в базових пунктах: 11, 13, 3, 16, 7, 2. Найменша інтенсивність руху встановлена лише по вул. Привокзальна – 205 (т.8), що пов'язано з одностороннім рухом.

Якщо проаналізувати сумарну інтенсивність руху в різних напрямках як в міській, так і в приміській зонах, то вона також неоднакова і визначається місцем розміщення автотранспорту, підприємств, заводів та інших організацій на яких працюють великі маси людей. Аналіз інтенсивності руху на в'їзних магістралях показує, що вона знаходиться в прямій залежності від часу. Так у ранковий час інтенсивність автопотоку до міста перевищує інтенсивність потоку з міста, у вечірній час залежність зворотна, тобто інтенсивність руху збільшується в напрямку з міста в приміські зони (БП – 3,11,2,10,13,16). На інтенсивність руху автотранспортних засобів між базовими пунктами впливає розсіювання і поповнення автотранспорту в бокові і з бокових вулиць.

**Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля**

В місті Коломия є ряд вулиць, на яких рух зведений до мінімум і не перевищує декілька десятків машин на добу. Це в основному дворові і тупикові вулиці і вулиці, на яких рух автотранспорту заборонений. Їх довжина від загальної кількості вулиць не перевищує 1–2%.

Відповідно при перерахунках на викиди в атмосферу шкідливих речовин вони не враховувались. Розрахунок для чотирьох градацій вмісту CO у вихлопних газах на базових точках проведено у відповідності до даної градації [4].

Таблиця 1 – Викиди CO ( г/км ) автотранспортом для чотирьох градацій концентрацій CO(%) [4]

Викидів CO г/км автотранспортом% вмісту CO	Викид CO в г/км автотранспортом		
	вантажним	автобусами	легковим
менше 2	55,5	51,5	16,1
2,1 – 4	111	103	32,2
4,1 – 6	166,5	154,5	48,3
більше 6,1	222	206	64,4

Знаючи загальну кількість одиниць автотранспорту певної групи і процентний вміст викиду вуглецю відпрацьованих газів проведено розрахунок кількості викидів CO в атмосферу міста Коломиї. В цілому автотранспортними засобами в навколишнє середовище викидається декілька десятків речовин, більшість з яких являються токсичними. Максимальна кількість припадає на токсичні сполуки азоту і вуглецю.

*Визначення максимальних приземних концентрацій шкідливих речовин в атмосфері на основних вулицях міста Коломиї (базових пунктах).* Найбільша кількість токсичних речовин виділяється за перемінних режимів роботи двигуна, зокрема під час пуску й зупинки, а також під час роботи в холостому режимі. Тому в містах максимальна концентрація токсичних речовин спостерігається на перехрестях, біля світлофорів, під час долаття узвозів [3]. Тому, крім визначення шкідливих викидів в атмосферу автомобільним транспортом на основі статзвітності, та на основі даних інтенсивності руху і технічного стану автотранспорту, було проведено контрольне визначення максимальних приземних концентрацій шкідливих речовин в атмосфері в базових пунктах-перехрестях (БП3, БП4, БП9, БП11).

В перелічених базових пунктах проводилося визначення в повітрі сірчистого ангідриду, окислів азоту, окису вуглецю, сажі, формальдегіду і бенз-а-пірену. Дослідження проводилося в літній період. Для порівняння в звіті використані дані замірів міської санепідемстанції за 2014р.

При проведенні досліджень на визначення кількісного вмісту оксиду вуглецю на основних вулицях міста одержані такі результати: найбільші концентрації (кількості) CO знаходяться в районі перехрестку вулиць Січових Стрільців та вул. Хмельницького, вул. Мазепи і коливаються в межах від 3,11 до 6,8 мг/м<sup>3</sup> (ГДК - 5 мг/м<sup>3</sup>) (табл. 2).

Результати аналізів вмісту оксидів азоту в атмосферному повітрі показали, що на всіх вулицях міста, які провірялися, його вміст перевищує ГДК в 1.5-2.0 і більше разів і коливається в межах 0,091-0,15 мг/м<sup>3</sup>, при ГДК 0,085 мг/м<sup>3</sup> (табл. 2).

Дослідження атмосферного повітря на вміст в ньому сірчистого ангідриду показало, що його вміст коливається від 0,32 до 0,62 мг/м<sup>3</sup> (табл.2).

Вміст бенз-а-пірену визначався в БП-3 (просп. Грушевського біля автостанції), перевищував ГДК в 3,0-3,5 рази і становив 0.30-0.35 мг/100 м<sup>3</sup> (табл. 2).

Аналізуючи і порівнюючи дані гідрометслужби м. Коломиї за 2014 р. і дані, одержані нашими дослідженнями в літній період 2016 р. видно, що вміст формальдегіду в усіх точках, які контролювалися перевищує ГДК в 1,5-4,0 рази. Сажа визначалася методом екстракції фільтрів в дихлоретані. Одержані дані свідчать про високий вміст сажі в повітрі основних вулиць міста (табл. 3).

У процесі роботи над даною проблемою були використані відповідні ГОСТи і стандарти, матеріали, поради і консультації працівників Державної автоінспекції, державного комітету охорони природи, міського житлово-комунального управління та інших організацій і установ. Особливу допомогу у вимірах токсичності вихлопних газів, що викидаються автомобільним транспортом в атмосферу нам (дослідній групі) було надано міською Державною автоінспекцією, яка для цих цілей виділила спецбригаду з відповідною апаратурою.

*Автозаправні станції (АЗС).* На території м. Коломиї розташовано п'ять АЗС, через мережу яких здійснюється реалізація нафтопродуктів. Всі АЗС м. Коломиї згідно ВБНВ 2.2.58.1-94 відносяться до складів III категорії, підкатегорії III-в. Вони здійснюють операції по прийому нафтопродуктів у власні резервуарні ємності, зберігають їх і реалізують через роздавальні колонки споживачам. Від резервуарів, заправних колонок, очисних споруд АЗС виділяються пари нафтопродуктів (НП). Використання обладнання на даних АЗС – 15-25 років, на деяких АЗС мали місце випадки грубого порушення природоохоронного законодавства (зокрема на № 1, 4). Розлиті на територіях бензозаправних станцій та нафтобаз, автопідприємств, біля власних гаражів, на дорогах і автостоянках, пунктах зберігання паливно-мастильних речовин, нафтопродукти, попадаючи в

**Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля**

грунти, просочуються у водоносні горизонти, забруднюють їх.

Таблиця 2 – Результати замірів атмосферного повітря в м. Коломия на основних вулицях

№	Місце відбору проб	Інградієнт	ГДК, мг/МЗ	Результати замірів, мг/м <sup>3</sup>				
				1	2	3	4	5
23 червня 2016р. T-24 V=1.8 м/с, перемінний вітер, вологість 90%								
1	Пр.Грушевського, кільце	Окис вуглецю	5,0	3,3	3,3	3,5	3,6	3,6
		Окис азоту	0,085	0,098	0,098	0,098	0,096	0,096
		Сірчистий газ	0,5	0,29	0,29	0,28	0,28	0,29
2	Перехрестом Грушевського- вул.Кринична	Окис вуглецю	5,0	2,3	2,3	2,4	2,14	2,4
		Окис азоту	0,085	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12
		Сірчистий газ	0,5	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
3	Перехрестом Січ.Стрільців- вул.Хмельницького	Окис вуглецю	5,0	3,14	3,14	3,14	3,15	3,15
		Окис азоту	0,085	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12
		Сірчистий газ	0,5	0,16	0,18	0,18	0,18	0,18
4	Вул.Мазепи (р-н ДОЗ,консервний з-д)	Окис вуглецю	5,0	0,95	0,95	0,96	0,95	0,96
		Окис азоту	0,085	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11
		Сірчистий газ	0,5	0,21	0,2	0,2	0,2	0,2
30 червня 2016р. , T-34 V=1.1м/с, перемінний вітер, вологість 88%								
1	Пр.Грушевського,кільце	Окис вуглецю	5,0	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
		Окис азоту	0,085	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
		Сірчистий газ	0,5	0,62	0,62	0,62	0,63	0,63
2	Перехрестом Грушевського- вул.Кринична	Окис вуглецю	5,0	4,9	5,1	5,1	5,1	4,9
		Окис азоту	0,085	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
		Сірчистий газ	0,5	0,55	0,55	0,6	0,6	0,6
3	Перехрестом Січ.Стрільців- вул.Хмельницького	Окис вуглецю	5,0	6,8	6,8	6,8	6,7	6,6
		Окис азоту	0,085	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
		Сірчистий газ	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
4	Вул.Мазепи (р-н ДОЗ,консервний з-д)	Окис вуглецю	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8
		Окис азоту	0,085	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13
		Сірчистий газ	0,5	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55

Таблиця 3 – Результати замірів атмосферного повітря в м. Коломия на основних вулицях.

№	Місце відбору проб	Інградієнт	ГДК, мг/МЗ	Результати замірів, мг/м <sup>3</sup>				
				1	2	3	4	5
27 червня 2016р T-24 V=2.2 м/с, перемінний вітер, вологість 69%								
1	Пр.Грушевського, кільце	Формальднгід	0,085	0,041	0,042	0,042	0,041	0,041
		Сажа	0,15	0,15	0,12	0,12	0,12	0,12
2	Перехрестом Грушевського- вул.Кринична	Формальднгід	0,085	0,041	0,041	0,042	0,042	0,042
		Сажа	0,15	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
3	Перехрестом Січ.Стрільців- вул.Хмельницького	Формальднгід	0,085	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		Сажа	0,15	0,09	0,09	0,094	0,093	0,094
4	Вул.Мазепи (р-н ДОЗ,консервний з-д)	Формальднгід	0,085	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039
		Сажа	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

ВИСНОВКИ. Вигідне географічне положення, різноманітні природні умови і природні ресурси, їх структура, доступність були і залишаються важливими факторами, які визначають ступінь

освоєності (антропогенізації) території, розвиток певних видів виробничої діяльності. Місто Коломия відноситься до давно освоєних регіонів України, де антропогенна трансформація ландшафтів обумовила

## Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

виникнення та інтенсифікацію дестабілізуючих процесів та негативних екологічних явищ. За локалізацією, джерела забруднення міста в часі та просторі поділяються на стаціонарні (це нерухомі технологічні об'єкти, які в процесі експлуатації виділяють в атмосферу шкідливі речовини) та пересувні (усі види транспорту).

Результати наведених досліджень в м. Коломия показали, що забрудненість атмосферного повітря в основному знаходяться в прямій залежності від інтенсивності руху автотранспорту. Так в місцях найбільшої інтенсивності руху автотранспорту вміст CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, формальдегіду, бенз-а-пірену та сажі перевищують гранично-допустимі норми (ГДК) у 2-3 рази, а в деяких місцях і більше разів. Крім інтенсивності руху, на кількісний і якісний склад шкідливих речовин, що викидаються автотранспортом, значний вплив мають: технічний стан автотранспорту, належна справність їх двигунів та інших агрегатів, частота зміни режиму роботи двигунів (переключень коробки передач) в місцях перехрестків та вуличних поворотів, стану доріг і їх асфальтового покриття, якість палива, степені

природної вентиляції - провітреності вулиць та ряд інших факторів.

Дана методика може в подальшому застосовуватися для розробки необхідних заходів щодо зниження рівня впливу джерел забруднення на природне середовище як в місті Коломия так і в інших містах України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Адаменко Я.О. Оцінка впливів на навколишнє середовище. Навчальний посібник – Івано-Франківськ: «Супрун В.П.», 2014. – 284 с.
2. Екологічна безпека територій. Наукова монографія / за ред. О.М. Адаменка, Я.О. Адаменка. – Івано-Франківськ: «Супрун В.П.», 2014. – 442 с.
3. Неვენченко А.І. Оцінка транспортної інфраструктури в туризмі //Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць- Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2013. Вип. 672-673. – С.148-151.
4. Методические указания по расчету выбросов вредных веществ автомобильным транспортом. М.: Гидрометиздат, 1985. – 14 с.

## ASSESSMENT OF ECOLOGICAL HAZARD DEGREE OF OBJECTS OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN KOLOMIYA CITY

## A. Nevenchenko

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

vul. Karpataska, 15, Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine. E-mail: nevantonina.fr@gmail.com

**Propose.** To analyse transport infrastructure in Kolomiya city, to assess an ecological hazard degree and to create a new method of determination of level of its impact on environment. **Methodology.** Using the analytical approach and principle of visual transport calculation, was proposed a new method of determination of level of impact of transport and petrol stations on ecological safety in Kolomiya city. **Results.** Presented and illustrated the Detailed organizational schemes of amount of atmospheric emissions, caused by increase in traffic volume in Kolomiya city. Special attention was paid to the new method, which developed by author, was analysed, described by formulas and verbally. Particular attention was paid to configuration of transport network, technical condition of transport and petrol stations. Moreover, proposed method implies a facilitation of indentifying solution of the problem of ecological safety in Kolomiya city. **Originality.** For the first time, we have created a new method of determination of level of impact of transport and petrol stations on ecological safety in Kolomiya city and also described by formulas. **Practical value.** Application of that approach allows complex carrying out the problem of huge amount of atmosphere emissions in Kolomiya city. *References 4, table 1, no figures.*

**Key words:** ecological safety, transport infrastructure, atmospheric emissions, analytical approach.

## REFERENCES

1. Adamenko Ya. O. (2014), Otsinka vplyviv na navkolyshnye seredovysche [Environmental Impact Assessment], Suprun V.P., Ivano-Frankivsk, Ukraine.
2. Adamenko O.M., Adamenko Ya. O. and others. (2014). Ekologichna bezpeka terytorii [Environmental Safety of the Areas], Suprun V.P., Ivano-Frankivsk, Ukraine.
3. Nevenchenko A.I. The transport infrastructure of tourism in Ivano-Frankivsk region. Scientific heritage of Chernivtsi University: collection of scientific papers. Chernivtsi: Chernivtsi National University, 2013.- Is. 672-673: Geography. – 184 p.
4. Methodological instructions for calculation of atmospheric emissions. M.: Hydrometpublisher, 1985. – 14p.