

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут природокористування
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня магістр

студентки Атаманчук Вероніка Олексіївна
(ПІБ)

академічної групи 101М-20-1
(шифр)

спеціальності – 101 «Екологія»
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – Екологія
(офіційна назва)

на тему: Оцінка негативного впливу автотранспорту на атмосферне повітря та розробка заходів щодо його зменшення

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
кваліфікаційної роботи	Миронова І.Г.		
розділів:			
Теоретичного	Миронова І.Г.		
Дослідного	Миронова І.Г.		
Технологічного	Миронова І.Г.		
Охорони праці	Чеберячко Ю.І.		
Економічного	Павличенко А.В.		
Рецензент			
Нормоконтролер	Грунтова В.Ю.		

Дніпро
2021

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖЕНО:
 завідувач кафедри екології та
 технологій захисту
 навколишнього середовища

Борисовська О.О.
 (підпис) (прізвище, ініціали)
 «__» _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу ступеня магістра

студенту Атаманчук В.О. академічної групи 101М–20–1
 (прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності – 101 «Екологія»
 (код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – Екологія
 (офіційна назва)

на тему «Оцінка негативного впливу автотранспорту на атмосферне повітря та розробка заходів щодо його зменшення», затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Проаналізувати особливості впливу автотранспорту на міське середовище. Обрати та обґрунтувати методи екологічного контролю стану досліджуваної території та можливості використання біоіндикаційних методів	01.09.2021 01.11.2021
Дослідницький	Охарактеризувати об'єкт та методи дослідження. Оцінити рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю від роботи автотранспорту. Оцінити стан атмосферного повітря за допомогою методу біоіндикації у радіусі впливу автотранспорту	04.10.2021 29.11.2021
Технологічний	Розробити рекомендації щодо поліпшення екологічного стану досліджуваної території	04.10.2021 27.11.2021
Охорона праці	Розробити заходи з безпечного проведення досліджень стану довкілля та при впровадженні запропонованих рішень	08.11.2021 06.12.2021
Економічний	Розрахувати економічні показники запропонованих технічних рішень	08.11.2021 06.12.2021

Завдання видано

_____ Миронова І.Г.
 (підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання

_____ Атаманчук В.О.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 108 с., 9 рис., 22 таблиці, 72 літературних джерел, 5 додатків.

У вступі проаналізовано проблеми впливу автотранспорту на атмосферне повітря, людей, флору та фауну, про можливість використання вищих рослин в якості індикаторів.

В теоретичному розділі представлена характеристика стану забруднення атмосферного повітря в містах України; характеристика автотранспорту, його негативний вплив на навколишнє середовище; актуальність проблеми та основні способи зниження шкідливого впливу автомобілів; можливість використання біоіндикації як методу екологічного дослідження.

У дослідницькому розділі розглянуті об'єкти та методи дослідження. Наведені результати дослідження концентрації оксиду вуглецю на типовому перехресті для м. Дніпро, а також представлені результати біоіндикаційних досліджень стану атмосферного повітря в радіусі впливу автотранспорту.

У технологічному розділі з метою зменшення впливу автотранспорту на навколишнє середовище та поліпшення станку атмосферного повітря запропоновано переобладнання транспортного засобу на газ шляхом встановлення газобалонного обладнання.

У розділі «Охорона праці» розглянуто технічні вимоги безпеки щодо переобладнання транспортного засобу на газ.

В економічному розділі зроблено аналіз економічної ефективності впровадження газобалонного обладнання.

У висновках підведені підсумки виконання кваліфікаційної роботи.

ВПЛИВ АВТОТРАНСПОРТУ, ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА, ХІМІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ, ОКСИД ВУГЛЕЦЮ, БІОІНДИКАТОРИ, СТЕРИЛЬНІСТЬ ПИЛКУ РОСЛИН.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ НАСЛІДКІВ ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	9
1.1 Оцінка стану забруднення атмосферного повітря в містах України	9
1.2 Оцінка стану забруднення атмосферного повітря в місті Дніпро	13
1.3 Рухомий склад автотранспорту та його негативний вплив на навколишнє середовище	16
1.4 Вміст і властивості токсичних компонентів відпрацьованих газів	21
1.5 Нормування викидів автотранспортних засобів	27
1.6 Біоіндикація як метод екологічного дослідження	31
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ НАСЛІДКІВ ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ	36
2.1 Об'єкт дослідження	36
2.2 Методи досліджень	37
2.2.1 Оцінка ступеня забрудненості атмосферного повітря оксидом вуглецю СО міського середовища на перехресті міста	40
2.2.2 Оцінка токсичності або потенційної мутагенності атмосферного повітря за тестом "Стерильність пилку рослин-індикаторів"	40
2.2.2.1 Методи відбору зразків навколишнього середовища.....	40
2.2.2.2 Методика проведення оцінка токсичності або потенційної мутагенності атмосферного повітря за тестом "Стерильність пилку рослин-індикаторів"	40
2.2.2.3 Методика розрахунку умовних показників ушкодженості стану навколишнього середовища за токсико-мутагенним фоном.....	43
2.3 Результати оцінки екологічного стану досліджуваної території – перехресті вулиць м. Дніпро	46
2.3.1 Результати оцінки ступеня забрудненості атмосферного повітря оксидом вуглецю СО на перехресті вулиці м. Дніпро	40

2.3.2 Результати оцінки стану атмосферного повітря за тестом «Стерильність пилку рослин-індикаторів».....	52
РОЗДІЛ 3 ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДУ, СПРЯМОВАНОГО НА ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	
3.1 Суть переобладнання автомобіля на газ	59
3.2 Газобалонне обладнання, його склад, плюси та мінуси.....	60
3.3 Доцільність переобладнання автомобіля на газ	64
3.4 Особливості процесу установки ГБО.....	65
3.5 Підготовка та перевірка ГБО	66
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
4.1 Газобалонне обладнання – спеціальне обладнання системи живлення газовим паливом.....	68
4.2 Вимоги безпеки до технічного стану газобалонних автомобілів	69
4.3 Технічні вимоги до розміщення комплекту ГБО на автомобілі	70
4.4 Вимоги до балонів та їх розміщення.....	71
4.5 Вимоги до елементів захисту і запобіжних пристроїв	73
4.6 Вимоги до системи вентиляції арматури балонів	74
4.7 Вимоги до розміщення заправного блоку або вузла	75
4.8 Вимоги до жорстких та гнучких газопроводів	75
4.9 Вимоги до електробезпеки газової апаратури автомобілю.....	Ошибка!
Закладка не определена.	
4.10 Вимоги щодо викидів шкідливих речовин із відпрацьованими газами автомобілю	78
4.11 Додаткові вимоги до автомобілів, які направляються на переобладнання для встановлення ГБО	79
4.12 Інші вимоги до ГБТЗ.....	80
4.13 Техніка безпеки в лабораторії при проведенні біоіндикаційних досліджень.....	80
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНИЙ	
	83

5.1 Розрахунок річних витрат на паливо для автомобілів різних марок.....	84
5.2 Розрахунок вартості палива для автомобілів різних марок	85
5.3 Розрахунок економії на паливі для автомобілів різних марок	87
5.4 Розрахунок терміну окупності газобалонного обладнання для автомобілів різних марок	88
5.5 Висновки за економічним розділом	89
ВИСНОВКИ	91
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	94
Додаток А	102
Додаток Б.....	105
Додаток В	106
Додаток Г.....	107
Додаток Д	108

ВСТУП

Актуальність теми. Наряду з розвитком науки і технологій виникає гостра проблема погіршення екологічного стану навколишнього середовища. Зокрема, для сучасних великих міст дана проблема є досить актуальною. З розбудовою та розвитком міста зростає і частка міського населення, яке безпосередньо проживає в умовах забруднення як атмосферного повітря, так і ґрунтового покриву і водних ресурсів.

Відповідно, з розбудовою міст зростає і кількість автомобільного транспорту, що сприяє збільшенню протяжності та розгалуженості мережі автомобільних доріг, а також високій завантаженості транспортних потоків разом із постійно зростаючою кількістю транспортних засобів. Велика протяжність і продуктивність автомобільних доріг забезпечує можливість організації місцевих перевезень та високою швидкістю доставки вантажів в будь-яку точку міста.

Разом з тим автотранспортні мережі мають низку негативних факторів, що пов'язані з погіршенням стану навколишнього середовища. Суттєвий вплив автотранспорт спричиняє на атмосферне повітря, яке забруднюється відпрацьованими газами двигунів, що містять в собі складну суміш компонентів і забруднюючих речовин, серед яких присутні канцерогени. Шкідливі речовини надходять приземний шар повітря, де зосереджена життєдіяльність біоти і де умови для їх розсіювання є найгіршими.

На даний час проведення інструментального контролю по всій території міста Дніпра вимагає значних затрат коштів та часу кваліфікованого персоналу. Дослідження вчених свідчать про можливість оцінки екологічного стану атмосферного повітря міста за допомогою методів біоіндикації. Для цього використовується значення показників рослин-біоіндикаторів, здійснюється оцінка території за оціночною шкалою, яка характеризує стан навколишнього середовища за показниками ушкодженості рослин-біоіндикаторів.

Мета роботи та задачі кваліфікаційної роботи. Метою роботи є оцінка негативного впливу автотранспорту на атмосферне повітря з метою подальшої розробки рекомендацій щодо поліпшення стану об'єктів довкілля.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

1. Проаналізувати особливості впливу автотранспорту на міське середовище. Обрати та обґрунтувати методи екологічного контролю стану досліджуваної території та можливості використання біоіндикаційних методів.

2. Охарактеризувати об'єкт та методи дослідження. Оцінити рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю від роботи автотранспорту. Оцінити стан атмосферного повітря за допомогою методу біоіндикації у радіусі впливу автотранспорту.

3. Розробити рекомендації щодо поліпшення екологічного стану досліджуваної території.

Об'єкт дослідження. Екологічні наслідки діяльності автотранспорту в міському середовищі.

Предмет дослідження. Оцінка впливу від роботи автотранспорту на міське середовище та наукове обґрунтування комплексу заходів, спрямованих на зниження рівня екологічної небезпеки від роботи автомобілів в умовах тісної міської забудови.

Апробація результатів магістерської роботи.

Зроблена доповідь на конференції «Молодь: наука та інновації» (Дніпро, 11 листопада 2021 року).

Публікація: Атаманчук В.О. ст. гр. 101м-20-1, Миронова І.Г. Біоіндикаційна оцінка якості атмосферного повітря від впливу автомобільного транспорту // Матеріали ІХ Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації». Секція – «Екологічні проблеми регіону» (м. Дніпро, 11 –12 листопада 2021 р.). – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2021. – С. 146-147 (Додаток А).

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ НАСЛІДКІВ ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

1.1 Оцінка стану забруднення атмосферного повітря в містах України

За даними департаменту екологічного контролю Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України [1] – одним із найпотужніших джерел забруднення природного середовища України є транспорт (автомобільний, залізничний, водний і повітряний).

Один автомобіль щорічно поглинає з атмосфери в середньому більше 4 т кисню, викидаючи при цьому з відпрацьованими газами приблизно 800 кг чадного газу, 40 кг нітроген (IV) оксиду і майже 200 кг різних вуглеводнів. В результаті по Україні від автотранспорту за рік в атмосферу надходить величезна кількість канцерогенних речовин: 7,5 тис. т – бензолу (C_6H_6), 5,3 тис. т – формальдегіду (H_2CO); 0,3 т – бенз(а)пирену ($C_{20}H_{12}$) і 1,2 тис. т – свинцю (Pb). Викиди забруднюючих речовин автомобільним транспортом у середньому за рік становлять близько 5,5 млн. т (39 % усього обсягу викидів в Україні) [1,2]. У великих містах забруднення повітря вихлопними газами часом досягає 70— 90% загального рівня забруднень. Крім того, більш як 20% транспортних засобів експлуатується з перевищенням установлених нормативів вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах [3,4].

Транспортна мережа в Україні доволі розгалужена, кількість та активність автотранспорту дедалі зростає, що, в свою чергу, завдає відчутної шкоди довкіллю, зокрема атмосферному повітрю. Основні причини цього – застарілі конструкції двигунів, паливо, яке використовується (бензин, а не газ чи інші менш токсичні речовини) та погана організація руху, особливо в містах, на перехрестях. Відпрацьовані гази, що їх викидають наші автомобілі, містять близько 280 різних шкідливих речовин, серед яких особливу небезпеку становлять канцерогенні 7 бенз(а)пірени, нітроген (IV) оксид, альдегіди, карбон (II) оксид й сульфур (IV) оксид, сажа, вуглеводні.

За даними Державна автомобільна інспекція Міністерства внутрішніх справ України (ДДАІ УМВС) на перевезення одного й того самого вантажу автотранспорту потрібно в 6,5 разів більше палива, ніж залізничному, й у 5 разів — ніж водному. В Україні експлуатується понад 1 млн. вантажних автомобілів і далеко за 2,5 млн. легкових [5]. Кожен із них щорічно спалює від 12 до 30 т високооктанового бензину, в котрому як антидетонатор застосовуються сполуки Рb (концентрація свинцю в цьому бензині становить до 0,36 г/л, тоді як у бензинах Великої Британії — 0,15, США — 0,013 г/л). Відпрацьовані гази наших дизельних двигунів значно токсичніші, ніж карбюраторних, бо містять багато карбон (II) оксиду, сульфур (IV) оксиду та нітроген (IV) оксиду, а також сажі (до 16—18 кг на кожну тону дизельного палива). Викликає тривогу той факт, що не зважаючи на те, що проводяться роботи, викиди забруднюючих речовин в атмосферу від автотранспортних засобів збільшується у рік в середньому на 3,1%. В результаті величина щорічного екологічного збитку від функціонування транспортного комплексу України складає більше 0,7 млрд. доларів і продовжує рости. Від транспортних газів і шуму потерпають усі міста України, особливо великі [5,6].

Контроль стану атмосферного повітря України проводять такі державні служби і організації:

- Центральна геофізична обсерваторія ім. БОРИСА СРЕЗНЕВСЬКОГО;
- Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України;
- Державний комітет України з гідрометеорології (Держкомгідромет України);
- Державна гідрометеорологічна служба;
- Український гідрометеорологічний центр (УкрГМЦ);
- Державна екологічна інспекція (Мінприроди);
- Санітарно-епідеміологічна служба (МОЗ) та ін.

Фахівці Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО) [1] вказують на те, що у 2020 році дуже високий рівень забруднення атмосферного повітря

zareestrovano u tryokh mistakh kraïni: ce Mariupol', Kam'jans'ke i Dnipro. Rïven' zabrudnen'ja povit'ra, što ocïnuvav'sja, jak visokij sposterigav'sja u 9-ti mistakh: Kriivomu Rozï, Odesi, Kievi, Mikolaevi, Xersoni, Zaporižžji, Kramator's'ku, Čerkaсах та Vïnnici (tabl. 1.1). Visokij rïven' zabrudnen'ja atmosferного povit'ra vказаних mist' був обумовлений здебільшого підвищеним вмістом специфічних шкідливих речовин – формальдегіду, фенолу, фтористого водню, аміаку, з основних домішок – діоксиду азоту, завислих речовин, оксиду вуглецю (рис. 1.1).

Таблиця 1.1 – Міста України з найбільш забрудненим повітрям

Місто України	Рівень CO
Маріуполь	19,2
Кам'янське	17,6
Дніпро	16,8
Кривий Ріг	15,6
Одеса	14,8
Краматорськ	14,3
Херсон	13,8
Лисичанськ	13,3
Слав'янськ	12,5
Луцьк	10,5
Ужгород	9,4
Львів	9,3

Примітка: Допустимий рівень забруднення 5 одиниць і менше. Середній показник по Україні – 8,7.

Суттєвий рівень забруднення повітря обумовлено, в основному, високими середньорічними концентраціями формальдегіду (H_2CO), фенолу (C_6H_5OH), фтористого водню (HF), бенз(а)пірену ($C_{20}H_{12}$), аміаку (NH_3), завислих речовин.

Рисунок 1.1 – Значення індексу забруднення атмосфери (ІЗА) в найбільш забруднених містах України у 2020 році

Загальний рівень забруднення атмосферного повітря в Україні за ІЗА становив у 2020 р. 7,0 і оцінювався, як високий. Порівняно з попереднім роком він знизився (було – 8,2) за рахунок деякого зниження середньорічного вмісту формальдегіду, фенолу та фтористого водню [1].

Державною гідрометеорологічною службою проводиться моніторинг за станом забруднення навколишнього природного середовища на території України. Здійснюються спостереження за забрудненням атмосферного повітря у 53 містах України на 163 стаціонарних, двох маршрутних постах спостережень та двох станціях транскордонного переносу [7].

Програма обов'язкового моніторингу якості атмосферного повітря включає сім забруднюючих речовин: пил, нітроген (VI) оксид, сульфур (VI) оксид, карбон (II) оксид, формальдегід (H_2CO), свинець (Pb) та бенз(а)пірен ($\text{C}_{20}\text{H}_{12}$). Деякі станції здійснюють спостереження за додатковими забруднюючими речовинами. Проводиться також аналіз наявності забруднюючих речовин в опадах та сніговому покриві [1].

Державна екологічна інспекція (Мінприроди) здійснює вибіркового відбір проб на джерелах викидів. При цьому вимірюється понад 65 параметрів [8].

Санітарно-епідеміологічна служба (МОЗ) здійснює спостереження за якістю атмосферного повітря у житловій та рекреаційній зонах, зокрема поблизу основних доріг, санітарно-захисних зон та житлових будинків, на території шкіл, дошкільних установ та медичних закладів в містах та в робочій зоні. Крім того, здійснюється аналіз якості повітря у житловій зоні за скаргами мешканців [7].

1.2 Оцінка стану забруднення атмосферного повітря в місті Дніпро

Загальний обсяг викидів в атмосферне повітря міста Дніпро здійснюється понад 7000 стаціонарними джерелами забруднення, з яких 6 200 (89%) – організовані.

Значний внесок у забруднення повітряного басейну міста вносить автотранспорт. На автомобільний транспорт приходить близько 40 % від сумарного обсягу викидів токсичних речовин в атмосферу по місту. Необхідно розробити програму, котра допомогла б робити аналіз викидів CO₂ враховуючи міський громадський транспорт та планувати заходи для зменшення впливу.

У місті продовжує здійснюватися комплекс організаційних заходів, направлених на реалізацію сучасної політики в сфері контролю за забрудненням атмосферного повітря в місті.

Дніпропетровський регіональний центр з гідрометеорології постійно здійснює контроль за станом атмосферного повітря у місті на 6 стаціонарних постах спостереження. Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря за 2019-2020 рр. приведені в таблиці 1.2 [9].

Динаміка найпоширеніших забруднюючих речовин протягом 2012 – 2019 рр., тис. т в м. Дніпро зменшується, але все ж таки залишається високий рівень забруднення атмосферного повітря. В 2019 році середньорічні концентрації в м. Дніпро становили: пилу– 2,7 ГДК, аміаку– 1,0 ГДК, діоксиду азоту– 2,3 ГДК,

формальдегіду – 3,7 ГДК, оксиду азоту – 0,8 ГДК, фенолу – 1,0 ГДК, оксиду вуглецю– 0,7 ГДК, оксидазоту– 0,8 ГДК, що свідчить про високий рівень забруднення атмосфери промислового міста Дніпро [9].

Таблиця 1.2 - Динаміка найпоширеніших забруднюючих речовин протягом 2012 – 2019 рр., тис. т в м. Дніпро

Речовина	2012 рік	2013 рік	2014 рік	2015 рік	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік
Пил	21,01	15,36	13,72	10,42	13,78	10,5	-	-
Двоокис сірки	55,36	56,33	42,6	23,144	45,19	17,02	18,78	18,76
Діоксид азоту	19,08	18,11	18,04	7,9	12,06	7,44	6,73	6,3
Оксид вуглецю	6,31	6,5	6,4	6,03	7,87	9,4	8,71	7,18
Разом	110,42	104,8	87,72	48,5	80,56	45,68	47,08	40,81

Для контролю за станом атмосферного повітря у місті продовжується робота щодо вдосконалення автоматизованої системи екологічного моніторингу м. Дніпра. Для промислового центру це особливо важливо, оскільки саме викиди підприємств викликають найбільшу тривогу жителів міста. Автоматичні пости контролю забруднення атмосфери повинні бути розташовані у всіх функціональних зонах міста, починаючи від чистих, фонових територій природних парків і закінчуючи міськими осередками забруднення [10].

Забруднення атмосферного повітря за ступенем хімічної небезпеки для живих організмів посідає одне з перших місць. Це обумовлено в першу чергу тим, що забруднюючі речовини з атмосферного повітря мають найбільш широке розповсюдження та випадають у різні середовища. Наприклад, атмосферні опади дають до 10% забруднення водних об'єктів, значно забруднюють ґрунти і т.п. Крім того, людина споживає за добу і в цілому за життя в об'ємному відношенні повітряна багато більше, ніж води і їжі.

В нашій області протягом останніх років не зафіксовано опади з кислою реакцією (рН був у межах 6,9-7,2).

Особливу небезпеку для навколишнього середовища поряд з іншими мають канцерогенні сполуки, зокрема, такі високотоксичні речовини, як бенз(а)пірен і свинець. Підраховано, що з вихлопними газами в атмосферу потрапляє 25-27% свинцю, що знаходиться у паливі. Причому, біля 40 % часток свинцю у відпрацьованих газах мають діаметр менше 5 мкм і здатні тривалий час знаходитися в завислому стані, проникати з повітрям в організм людини.

За минулі роки в місті не виявлено чіткої кореляції між рівнями забруднення довкілля і рівнем захворюваності.

Серед невідкладних заходів щодо покращення екологічного стану навколишнього середовища доцільно виділити такі:

- встановлення в містах швидкості автомобільного транспорту 50-60 м/год, за якої кількість вихлопних газів найменша;
- проектування об'їзних шляхів для транзитного транспорту;
- створення дорожніх розв'язок на двох чи трьох рівнях з метою зменшення кількості зупинок перед світлофорами, коли різко зростає викид газів;
- оснащення нових автомобілів ефективними системами і пристроями зниження викидів (каталітична нейтралізація, автомати пуску і прогрівання, системи уловлювання пари пального);
- збільшення парку автомобілів і автобусів, які працюють на газоподібному пальному;
- припинення випуску і використання етилового бензину, виробництво пального та мастил, які збільшують негативний вплив двигунів внутрішнього згоряння на навколишнє природне середовище;
- розроблення та впровадження нових типів двигунів внутрішнього згоряння з підвищеними економічними характеристиками;

– розроблення нових видів екологічно чистого автотранспорту з використанням альтернативних джерел енергії [11].

Для зниження обсягів викидів від пересувних джерел необхідно обмежити експлуатацією технічно-застарілого автомобільного парку, використанням палива низької якості, поліпшення стану доріг [12, 16].

Отже, автотранспорт, як і раніше є найбільшим забруднювачем атмосферного повітря міста Дніпра. Слід зазначити, що в умовах збільшення кількості автотранспорту відбувається зростання до 50–80 % внеску відпрацьованих газів у забруднення атмосферного повітря міста, а відтак – і збільшення ризику для здоров'я населення та живих організмів.

1.3 Рухомий склад автотранспорту та його негативний вплив на навколишнє середовище

Сьогодні автотранспорт відіграє важливу роль в нашому житті, але він водночас є джерелом забруднення атмосфери. Кількість автомобілів невпинно росте, а отже збільшується валовий викид шкідливих речовин в повітряний басейн.

Для визначення поняття автомобільний транспорт необхідно спочатку з'ясувати сутність поняття транспорт.

Транспорт (від лат. *transporto* – переносу, переміщую, перевозжу) – одна з найважливіших галузей матеріального виробництва, яка забезпечує виробничі та невиробничі потреби галузей економіки і населення у перевезеннях. Економіка будь-якої держави не може ефективно функціонувати без транспорту. Він відіграє значну роль у задоволенні потреб країни у вантажних і пасажирських перевезеннях.

Автомобільний транспорт в Україні набуває дедалі більшого значення. Особливо він зручний при перевезенні вантажів на короткі відстані, при доставці їх до залізничних станцій, пристаней і портів, в обслуговуванні місцевого і сільськогосподарського вантажообігу. За обсягом вантажообігу

автотранспорт не поступається залізничному й морському. Україна сполучена автомобільними шляхами з Центральним, Північно-Кавказьким і Поволзьким економічними районами Росії, з Молдовою та Білоруссю. Найважливіші автомагістралі – Київ–Брест, Москва–Харків, Дніпропетровськ–Запоріжжя–Сімферополь, Дніпропетровськ–Нікополь, Львів–Київ, Харків–Ростов-на-Дону. Вантажами, які перевозять автотранспортом, в основному є продукція сільського господарства, харчової і легкої промисловості, будівельні матеріали. В районах Донбасу і Придніпров'я велике значення має також транспортування продукції вугільної промисловості. Переважна сфера використання автотранспорту – перевезення всередині підприємства, в межах міста, між населеними пунктами області. Частково автотранспорт використовується в міжреспубліканських і міжнародних перевезеннях. Автомобільно-транспортний комплекс потребує значного поновлення, розвитку, оптимізації структури парку за вантажопідйомністю, типами кузова та двигуна [13].

Нині без автомобільного транспорту неможлива діяльність жодної галузі господарства. Автотранспорт забезпечує функціонування і територіальну організацію всіх галузей народного господарства, і насамперед, галузей АПК (агропромисловий комплекс), які займають важливе місце в економіці України.

Загальний світовий парк автомобілів нараховує 800 млн. одиниць, з яких 83-85 % складають легкові автомобілі, а 15-17 % – вантажні і автобуси.

До рухомого складу автомобільного транспорту належать:

1. Вантажні.
2. Легкові.
3. Автомобілі-тягачі.
4. Автобуси.
5. Причепи.
6. Напівпричепи.

Вантажний – галузь виробничої інфраструктури. Не виробляючи безпосередньо матеріальної продукції, вантажний транспорт є четвертою

галуззю матеріального виробництва після видобувної, переробної промисловості і сільського господарства. Жодна з названих трьох основних галузей матеріального виробництва не здатна функціонувати без транспортного забезпечення. Продукт тільки тоді готовий до споживання, коли він доставлений до споживача.

Вантажний транспорт включає в себе:

- перевезення лісоматеріалів;
- перевезення великогабаритних вантажів;
- рефрижераторні перевезення;
- перевезення великовагових вантажів;
- перевезення напактованих вантажів, включаючи перевезення автоцистернами, у т.ч. збирання молока на фермах;
- перевезення автомобілів;
- перевезення відходів і брухту без діяльності щодо їх збирання або утилізації;
- оренду вантажних автомобілів з водієм;
- вантажні перевезення транспортними засобами з використанням людської або тваринної сили;
- надання послуг водія без власного вантажного автотransпортного засобу.

Легковий – це автомобіль, який за своєю конструкцією та обладнанням призначений для перевезення пасажирів з кількістю місць для сидіння не більше ніж дев'ять з місцем водія включно.

Типи:

- закриті кузова (седан, лімузин, універсал, купе, фургон, хетчбек);
- відкриті кузова (родстер, ландо, фаетон, кабріолет).

Автомобілі-тягачі – механічний дорожній транспортний засіб, який за своїми конструкцією та оснащенням призначений для буксирування причепа чи платформи.

Види:

- Сідельні (тягачі працюють у зчепленні з напівпричепами і не мають кузова. На рамі тягача встановлений опорно-зчіпний пристрій, який з'єднує напівпричіп з тягачем.);

- Буксирні (тягачі призначені для роботи з причепами-ваговозами. Їх роблять на базі шасі вантажних автомобілів і обладнують зчіпними пристроями.)

Автобус забезпечує перевезення туристів на великі відстані та одноденні екскурсійні поїздки. Автобуси використовують і для організації трансферу, а також на внутрішньому маршрутному пересуванні туристів у країні перебування. Пасажирський автомобільний транспорт, який використовується для перевезення туристів, представлений різноманітними видами автобусів, які відрізняються за призначенням і місткістю. Призначення автобуса визначає його конструкцію.

Види:

1. Міські.
2. Приміські.
3. Міжміські.
4. Міжнародного призначення (туристичні).

Причепи – буксируються автомобілями та автомобілями-тягачами, з'єднуючись з ними завдяки буксирному пристрою. За кількістю осей причепа бувають одномісними, двомісними і багатомісними. економіки і за її межами.

Напівпричепа – призначені для роботи у зчепленні із сідельними автомобілями-тягачами. Вони можуть бути одномісними і двомісними, до того ж осі містяться в задній частині. У передній частині напівпричепа є зчіпний пристрій для з'єднання з автомобілем-тягачем і стояки з котками для підтримання відчепленого напівпричепа в стійкому положенні. За шляховими регламентаціями всі автомобілі поділяються на 3 основні групи. До першої групи «А» відносяться автомобілі шляхового типу, призначені для використання тільки на дорогах з досконалим капітальним покриттям і повною масою до 52 т. До другої категорії «Б» належать автомобілі шляхового типу,

які допускаються до експлуатації на всій мережі доріг загального використання з повною масою до 34 т. Крім того, існують автомобілі, що не допускаються до експлуатації по дорогах загального використання, які мають капітальне покриття. Ці автомобілі призначені для роботи по спеціально побудованих для них кар'єрних, лісовозних або інших дорогах, а також поза мережею доріг [10].

Автомобільний транспорт – є найбільш небезпечним для навколишнього середовища.

Перша група – пов'язана з виробництвом автомобілів:

- висока ресурсно-сировинна й енергетична ємність автомобільної промисловості;

- власне негативний вплив на навколишнє середовище автомобільної промисловості (ливарне виробництво, інструментально-механічне виробництво, виробництво шин).

Друга група – зумовлена експлуатацією:

- витрата палива і повітря, виділення шкідливих вихлопних газів;

- викиди продуктів випробувань шин і гальм;

- шумове забруднення навколишнього середовища;

- матеріальні, людські втрати і втрати тваринного світу в результаті транспортних аварій.

Третя група – пов'язана з відчуженням земель під транспортні магістралі, гаражі і стоянки:

- розвиток інфраструктури сервісного обслуговування автомобілів (автозаправні станції, станції сервісного обслуговування, мийки);

- підтримка транспортних магістралей у робочому стані (використання солі взимку).

Четверта група – поєднує проблеми регенерації й утилізації шин, олії і інших технологічних рідин, самих відпрацьованих авто [15].

1.4 Вміст і властивості токсичних компонентів відпрацьованих газів

Забруднення навколишнього середовища автотранспортом – одне із найбільш небезпечних для здоров'я людини, тому що, вихлопні гази надходять у приземний шар повітря, де їх розсіювання сповільнене; до того ж будинки жилих кварталів, які знаходяться поряд з автомагістралями, є свого роду екраном для вловлювання забруднювачів.

У складі відпрацьованих газів автомобілів найбільшу питому вагу за об'ємом мають – монооксид вуглецю (0,5-10 %), оксиди азоту (до 0,8 %), неспалені вуглеводні (0,2-3,0 %), альдегіди (до 0,2 %) та сажа. В абсолютних величинах на 1000 л палива карбюраторний двигун викидає з вихлопними та картерними газами: 200 кг монооксиду вуглецю, 25 кг вуглеводнів, 20 кг оксидів азоту, 1 кг сажі, 1 кг сірчастих сполук.

Закономірності поширення в навколишньому середовищі твердих викидів відрізняються від закономірностей, характерних для газотвірних продуктів. Окремі фракції, осідаючи поблизу від центра емісії на поверхні ґрунту і рослин, накопичуються у верхньому шарі ґрунту. Дрібні фракції утворюють аерозолі і розповсюджуються з повітряними масами на великі відстані [16].

Оксид вуглецю. Він утворюється переважно в бензинових двигунах при роботі на багатих паливоповітряних сумішах. Причиною виникнення оксиду вуглецю в цьому випадку є нестача кисню для повного окиснення вуглецю, який входить до складу палива. Незначна кількість оксиду вуглецю, що утворюється під час роботи на бідних сумішах, у тому числі і в дизелях, є продуктом проміжного окиснення вуглецю, який через нестачу часу на процес згоряння не встигає доокиснитись до діоксиду вуглецю. Оксид вуглецю – високотоксична сполука. Оксид вуглецю інертний і зберігається в повітрі 0,1–5 років. Підвищення його концентрації виникає в тунелях, гаражах, інтенсивних транспортних потоках.

Оксид азоту. Токсичний вплив оксиду азоту при його викидах проявляється в двох шарах атмосфери – страто- і тропосфері. В стратосфері він

пов'язаний з існуванням захисного шару Землі. Каталітичне руйнування озонового шару спричиняє недопустиме зростання біологічно активної радіації і ставить під загрозу існування біосфери. Оксид азоту зберігається в атмосфері протягом 3–4 днів.

Вуглеводні. У відпрацьованих газах міститься кілька десятків різних вуглеводнів, які різняться за токсичністю та утворюють смоги у великих містах.. Джерелом вуглеводневих сполук є шари паливної суміші, прилеглі до стінок камери згоряння, де відбувається гасіння полум'я, частини камери згоряння, в яких через нерівномірний розподіл суміші виникає нестача кисню, а також циліндри, що працюють з пропусками запалювання та згоряння.

Особливу небезпеку становить наявність у складі вуглецю канцерогенних речовин, які викликають захворювання на рак (наприклад, бензапірен).

Сірчаний газ розповсюджується в повітряному середовищі нерівномірно. Сірчаний газ не отруйний, але в сполученні з іншими забрудненнями і вологою подразнює очі, ніс та горло, шкідливо впливає на легені, вбиває рослини, викликає корозію металів і зменшує прозорість атмосфери. Середньодобова концентрація в повітряному середовищі більше 0,05 мг/м сірчаного газу справляє токсичний вплив на флору, фауну, людину. Менші концентрації сірчаного газу внаслідок зіткнення з водою призводять до закислення води і ґрунту.

Сполуки свинцю. Наявність сполук свинцю у відпрацьованих газах є наслідком додавання тетраетилсвинцю в бензини для підвищення октанового числа. Свинець не повністю потрапляє в атмосферу після згоряння палива – від 70 до 75% загальної його кількості, що міститься у бензинах. Певна кількість сполук свинцю потрапляє в повітря при безпосередньому випаровуванні бензинів з паливного бака та карбюратора.

Сполуки свинцю в повітрі знаходяться протягом 1–4 тижнів. В атмосфері свинець швидко з'єднується зі слідами йоду, утворюючи стабільну сполуку, яка перешкоджає проходженню сонячної радіації.

Вуглекислий газ. Уміст у повітрі вуглекислого газу не нормований. Зростання концентрації вуглекислого газу небезпечно в тому сенсі, що при поглинанні довгохвильового теплового проміння створює парниковий ефект, що зумовлює перегрів поверхні землі.

Тривалість знаходження вуглекислого газу в повітрі – 4 роки. Вміст у повітрі вуглекислого газу знижує вміст у ньому кисню і тим самим зменшує значення порогових, небезпечних для людини концентрацій токсичних речовин.

Альдегіди. Найхарактернішими для відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згоряння є акромін, формальдегід та ацетальдегід. Альдегідам властива висока токсичність, неприємний запах та подразнювальна дія.

Сажа. При неповному згорянні палива з відпрацьованими газами викидається сажа. Вона утворюється в камерах згоряння двигунів унаслідок піролізу палива при високих температурах і тиску в середовищі з нестачею кисню. Особливо багато сажі утворюється в дизелях. Головна небезпека, яку несе сажа, в тому, що вона може бути носієм канцерогенних речовин, які адсорбуються на поверхні її частинок [16].

В табл. 1.3 наведено дані про кількість токсичних компонентів при згоранні 1 кг палива в бензиновому двигуні легкового автомобіля середнього класу [17].

Таблиця 1.3 – Токсичні речовини, що виділяються при згоранні 1 кг палива

Компонент	Вид палива, г	
	бензин	дизельне паливо
1	2	3
Окис вуглецю (CO)	400-465	20
Вуглеводні (C _n H _m)	20-23,1	4,2

Закінчення табл. 1.2

Окисли азоту (NO _x)	14-15,2	18,1
Ангідрид сірчаної кислоти	2	7,8
Альдегіди	1	0,7
Сажа	1	5
Свинець	0,5	-
Всього	508	51

Величина викиду шкідливих речовин з відпрацьованими газами залежить від багатьох факторів: процеси підготовки і згоряння суміші, режиму роботи двигуна, його технічного стану, якості палива. Токсичні викиди у відпрацьованих газах складають: оксид вуглецю (CO), вуглеводні (CH) та оксиди азоту (NO_x). Ці токсичні гази утворюються при спалюванні палива двигунами внутрішнього згорання (як з іскровим запалюванням, так і дизельних), таким чином кількість токсичних викидів напряму залежить від спожитого двигуном палива.

При усередненому щорічному пробігу 10000 км автомобіль класу «Opel», ВАЗ, використовує 1000 кг бензину і 14000 кг повітря. В середньому легковий автомобіль протягом року виділяє таку кількість токсичних компонентів: окису вуглецю – 378 кг, вуглеводнів 110 кг, оксидів азоту і сірки 20 кг, сажі 2 кг. Забруднення навколишнього середовища викидами автомобілів відбувається, не тільки від вихлопних газів, а й від випарів безпосередньо палива з паливної системи автомобіля, через порушення герметичності паливної системи. З 200 млн. автомобілів США або 40 млн. у ФРН щодня випаровується 1 г палива (а реально ця цифра значно більше), відповідно в атмосферу цих країн щорічно надходить 200 і 40 т парів моторного палива [17].

Екологічний ефект впливу на здоров'я людини забруднення, що пов'язане з автотранспортом, залежить як від складу забруднювачів, так і від скупченості населення. Останнє визначається не просто шириною завантажених автомагістралей, але й близькістю до них жилих будинків. Обстеження 5226 дітей у віці 1-5 років, проведене в Україні, показало, що в 10,8 % дітей, які

живуть уздовж доріг з інтенсивним автомобільним рухом, вміст свинцю в крові досягав 60 мкг % та більше (при нормі 40 мкг %). У 30 м від цих доріг підвищений порівняно з нормою вміст свинцю відмічався у 8,1 % дітей, а на відстані 60 м – тільки в 4,7 %. Від 15 до 18 млн. дітей в світі страждає через високий вміст свинцю у крові. Було встановлено, що між розумовими здібностями дітей та кількістю свинцю, який поглинається з повітрям, існує зв'язок. Розумові здібності знижуються, оскільки свинець при тривалому впливі отруює та руйнує мозок. Джерелом свинцю є етилований бензин.

Крім свинцю, в атмосферне повітря з вихлопними газами надходять такі отруйні речовини, як чадний газ (монооксид вуглецю), оксиди азоту й сірки, бенз(а)пірен. Вони викликають захворювання верхніх дихальних шляхів, серцево-судинної системи, різні онкологічні патології. Всередині машини рівень забрудненості в три рази вищий, ніж ззовні. Тривале вдихання парів бензину викликає рак легенів. Вважається, що через вихлопні гази щорічно помирають тисячі людей, а шкода, яка завдається навколишньому середовищу, обчислюється мільярдними збитками [18].

Відомо, що поблизу автомагістралей свинець накопичується в ґрунті і рослинах. Техногенні свинцеві аномалії ґрунту фіксуються на відстані до 100 метрів від автомобільних магістралей, при цьому свинець не нейтралізується в ґрунтах через його слабку здатність до міграції. Встановлено: чимало поширених культурних рослин (пшениця, ячмінь, картопля, морква) можуть містити підвищені концентрації свинцю, що перевищують МДК у 5-10 разів. Рухаючись ланками трофічних ланцюгів, свинець потрапляє в організм людини і викликає захворювання [19].

Негативно впливають на рослини вихлопні гази автомобілів, в яких міститься досить багато оксиду вуглецю та сірчистого газу (табл. 1.4). Рослини реагують на забруднення повітря газами передчасним пожовтінням і поступовим опаданням хвої та листя [20].

Таблиця 1.4 – Токсичність забруднювачів повітря для рослин

Шкідливі речовини	Характеристика
Діоксид сірки	Основний забруднювач, отрута для асиміляційних органів рослин, діє на відстані до 30 км
Фтористий водень і чотирифтористий кремній	Токсичні навіть у невеликих кількостях, схильні до утворення аерозолів, діють на відстані до 5 км
Хлор, хлористий водень	Пошкоджують в основному на близькій відстані
Сполуки свинцю, вуглеводні, оксид вуглецю, оксиди азоту	Заражають рослини у районах високої концентрації промисловості й транспорту
Сірководень	Клітинна й ферментна отрута
Аміак	Пошкоджує рослини на близькій відстані

Вплив небезпечних речовин на навколишнє середовище може викликати незворотні зміни і навіть загибель флори і фауни. Особливо істотні відхилення від екологічної рівноваги викликають інциденти з небезпечними вантажами. Наприклад, загибель чи захворювання тварин при потрапленні хімічних речовин в стічні води, знищення лісових масивів в результаті пожежі, що виникає при перевезенні легкозаймистих речовин і т.д.

Автомобільний транспорт негативно впливає на природу загалом і на фауну зокрема. Це виражається в забрудненні природного середовища і доріг, руйнуванні місць проживання тварин, розсічення дорогами сезонних і добових ділянок тварин, зіткнення останніх з транспортними засобами.

Автомобільні дороги інколи загороджують традиційні шляхи міграції тварин, відокремлюючи місця їх проживання від місць живлення чи полювання, порушуючи екологічну рівновагу в природі.

Багато автомобільних доріг проходять по заповідниках, національних парках і лісах, де на проїжджу частину потрапляють дикі тварини [21].

1.5 Нормування викидів автотранспортних засобів

В даний час у європейських країнах нормування викидів автотранспортних засобів (АТЗ) здійснюється згідно з Правилами ЄЕК ООН та директивами ЄС. Нормування екологічних показників відбувається як на стадії виробництва так і експлуатації АТЗ. Перші європейські нормативи викидів АТЗ були прийняті у 1970. Ці нормативи і випробування по ним встановлюються Правилами ЄЕК ООН і Директивами ЄС. Є важлива особливість вказаних нормативів. Правила ЄЕК ООН регламентують методику випробувань, деталізують технічну процедуру, метрологічне забезпечення, але в них не вказують дату введення норм викидів. Конкретні норми викидів і час їх введення в дію вказані в Директивах ЄС, і вони є обов'язковими для країн ЄС. Випробування за Правилами ЄЕК ООН здійснюється на стенді з біговими барабанами при умовному русі транспортних засобів за чотири міськими їздовим циклами. Цикл має такі основні характеристики: довжина умовного шляху – 4,052 км, тривалість виконання циклу – 820 с, максимальна швидкість – 50 км/год, середня умовна швидкість – 18,7 км/год. Їздовий цикл імітує чотири звичайних міських циклів і один додатковий, що імітує рух автомобіля за містом.

У 1998 р. Директивами ЄС введені перспективні норми, так звані норми «Євро».

Євро-1,2,3,4,5,6 — екологічні стандарти, що регулюють вміст шкідливих речовин в вихлопних газах транспортних засобів з дизельними і бензиновими двигунами та регламентують вміст токсинів в паливі.

Стандарти «Євро» послідовно ставали жорсткішими із року в рік. На теперішній час обмеження для нових автомобілів і легких фургонів повинні відповідати стандартам «Євро V». Стандарти «Євро» нормують викиди (масу) токсичних речовин автомобілів на км пробігу (аналогічні стандарти США нормують масу викиду на милю пробігу). На кожний вид палива встановлено норми викидів для легкових автомобілі [17].

Ефект застосування стандартів «Євро» полягає у послідовному, поетапному в часі, зниженні викидів транспортних засобів в тому, щоб прискорити впровадження інноваційних рішень в конструкцію автомобіля, які зменшують викиди відпрацьованих газів. Для бензинових автомобілів, це було досягнуто, зокрема за рахунок використання трикомпонентного каталітичного нейтралізатору і переходу на інжекторні системи вприскування палива.

Стандарти «Євро» по викидам токсичних речовин для легкового автотранспорту як для дизельного двигуна так і для бензинового наведені в табл. 1.5 [22].

Таблиця 1.5 – Стандарти «Євро» по викидам токсичних речовин для легкового автотранспорту (г/км)

Екологічний стандарт	Оксид вуглецю (II) (CO)	Вуглеводні	Летючі органічні речовини	Оксиди азоту (NOx)	HC+NO _x	Зважені частинки
Для дизельного двигуна						
Євро-1	2,72	-	-	-	0,97	0,14
Євро-2	1	-	-	-	0,7	0,08
Євро-3	0,64	-	-	0,5	0,56	0,05
Євро-4	0,5	-	-	0,25	0,3	0,025
Євро-5	0,5	-	-	0,18	0,23	0,005
Євро-6	0,5	-	-	0,08	0,17	0,005
Для бензинового двигуна						
Євро-1	2,72	-	-	-	0,97	-
Євро-2	2,2	-	-	-	0,5	-
Євро-3	2,3	0,2	-	0,15	-	-
Євро-4	1	0,1	-	0,08	-	-
Євро-5	1	0,1	0,068	0,06	-	0,005
Євро-6	1	0,1	0,068	0,06	-	0,005

Для дизелів, концентрації NO_x і твердих частинок були знижені за рахунок розвитку двигунів з прямим уприскуванням і дизельних фільтрів твердих частинок (DPF). Ці технологічні досягнення, а також більш чисті види палива, привели до різкого зниження рівня регульованих забруднюючих речовин, причому настільки, що автомобіль, який зроблений сьогодні виробляє в двадцять разів менше викидів, ніж автомобіль, зроблений в 1970 році [17].

Відставання у темпах впровадження норм «Євро» подеколи створює вітчизняним автовласникам і перевізникам значні проблеми – за кордоном забороняється рух українських транспортних засобів і накладаються штрафи за невідповідність екологічним стандартам європейських країн. Адже там перевірка рівня токсичності здійснюється на всіх стадіях: як під час виробництва автомобілів, так і в подальшому процесі їх експлуатації. Зокрема, в ході експлуатації автомобілі проходять екологічний огляд на атестованих пунктах, із видачею зеленого талона. Власникам автомобілів, що не відповідають екологічним вимогам, вигідніше їх позбутися, ніж сплачувати високий екологічний збір. До того ж більш екологічні двигуни транспортних засобів є зазвичай і більш економними в експлуатації [23].

Національні стандарти України з контролю викидів АТЗ. Головна відмінність українських стандартів: ДСТУ 4276-04 «Норми і методи вимірювань димності у відпрацьованих газах автомобілів з дизелями або газодизелями» [24] і ДСТУ 4277-04 «Норми і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, що працюють на бензині або газовому паливі» [25] від «Євро» [23], полягає в тому, що вони і регламентують викиди токсичних речовин в об'ємній концентрації на холостому ході автомобіля. Одиниця виміру: об'ємний відсоток «% об.» , або його доля «1 ppm = 0,0001 об. %». Стандарти «Євро», як розглядалось вище – нормують масові викиди: «г/км» при їздовому випробувальному циклі, що імітує рух автомобіля. Тому порівняння національного стандарту ДСТУ 427704 і нормативі «Євро» немає сенсу, це різні по своїй суті екологічні стандарти, які в той же час дають оцінку

екологічного стану автомобіля, з різних режимів роботи автомобіля: національні стандарти на холостому ході, стандарти «Євро» при руху автомобіля [17, 26].

В Україні для бензинових двигунів передбачено контролювати концентрації токсичних компонентів: оксид вуглецю (CO) і вуглеводні (CH) у викидах відпрацьованих газів по ДСТУ 4277-04 [25] не повинні перевищувати значень наведених в табл. 1.6 та 1.7.

Вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів визначають під час роботи двигуна в режимі холостого ходу для двох частот обертання колінчастого вала – мінімальної ($n_{\text{мін}}$) і підвищеної ($n_{\text{підв}}$), що встановлені виробником [21].

Таблиця 1.6 – Гранично допустимий вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, не обладнаних нейтралізаторами

Паливо, на якому працює двигун	Частота обертання	Оксид вуглецю, об'ємна частка, %	Вуглеводні, об'ємна частка, млн^{-1} , для двигунів з числом циліндрів	
			до 4, включно	більше ніж 4
Бензин	$n_{\text{мін}}$	3,5*	1200	2500
	$n_{\text{підв}}$	2	600	1000
Газ природний	$n_{\text{мін}}$	1,5	600	1800
	$n_{\text{підв}}$	1	300	600
Газ нафтовий зріджений	$n_{\text{мін}}$	3,5	1200	2500
	$n_{\text{підв}}$	1,5	600	1000

Примітка. Для автомобілів, виготовлених до 1 жовтня 1986 р., допустимий вміст оксиду вуглецю становить 4,5%.

Таблиця 1.7 – Гранично допустимий вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, обладнаних нейтралізаторами

Частота обертання	Автомобілі з окиснювальними нейтралізаторами		Автомобілі з трикомпонентними нейтралізаторами	
	оксид вуглецю, об'ємна частка, %	вуглеводні, об'ємна частка, млн ⁻¹	оксид вуглецю, об'ємна частка, %	вуглеводні, об'ємна частка, млн ⁻¹
n _{мін}	1	600	0,5	100
n _{підв}	0,6	300	0,3	100

1.6 Біоіндикація як метод екологічного дослідження

Системи моніторингу, побудовані на основі дослідження поведінки рослин і тварин, дають змогу оцінити біологічні ефекти від впливу забруднення повітря, їх просторовий розподіл, можливе нагромадження на значних територіях [27 - 41].

У деяких видів рослин і тварин змінюються особливості розвитку (швидкість росту, процес цвітіння, утворення плодів, інтенсивність забарвлення та ін.) у відповідь на різні подразнюючі фактори. Ці властивості людство помітило уже давно і використовувало для практичних потреб. У зв'язку з загальною екологізацією різних наукових напрямів, людського мислення загалом методи біоіндикації усе частіше використовують сучасні науковці, зокрема і в моніторингу навколишнього середовища [27, 32, 40, 41].

Біоіндикація (грец. *bios* - життя лат. *indico* - вказую) - оперативний моніторинг навколишнього середовища на основі спостережень за станом і поведінкою біологічних об'єктів (рослин, тварин та ін.) [31].

Цей метод дедалі поширюється, оскільки рослини - індикатори мають такі переваги:

- підсумовують біологічно важливі дані щодо навколишнього середовища;
- реагують на швидкість змін, що відбуваються в довкіллі;

- вказують на місця накопичення забруднювачів та шляхи їх міграції;

- дають змогу розробляти оцінки шкідливого впливу токсикантів на людину й живу природу на ранніх стадіях та нормувати допустиме навантаження на екосистеми [28, 29, 31,38].

Біоіндикація використовується в екологічних дослідженнях, як метод виявлення антропогенного навантаження на біоценоз. Метод біоіндикаторів заснований на дослідженні впливу екологічних факторів, що змінюються, на різні характеристики біологічних об'єктів і систем. У якості біоіндикаторів вибирають найбільш чутливі до досліджуваних факторів біологічні системи або організми. Зміни в поведженні тест-об'єкта оцінюють у порівнянні з контрольними ситуаціями, прийнятими за еталон. Наприклад, при оцінці екологічного стану поверхневих вод у якості біоіндикаторів використовують спостереження за поведженням дафній, молюсків, деяких риб [30, 31].

Ряд рослин-індикаторів реагує на підвищені або знижені концентрації мікро- і макроелементів у ґрунті. Це явище використовується для попередньої оцінки ґрунтів, визначення можливих місць пошуку корисних копалин.

Один зі специфічних методів моніторингу забруднення навколишнього середовища - біоіндикація, визначення ступеня забруднення геофізичних середовищ за допомогою живих організмів, біоіндикаторів. Живі індикатори не повинні бути занадто чутливими і занадто стійкими до забруднення. Необхідно, щоб у них був досить тривалий життєвий цикл. Важливо, щоб такі організми були широко поширені по планеті, причому кожен вид повинний бути присвячений до визначеного місцеперебування. Лишайники цілком відповідають усім цим вимогам. Вони реагують на забруднення інакше, чим вищі рослини. Довгостроковий вплив низьких концентрацій забруднюючих речовин викликає в лишайників такі ушкодження, що не зникають аж до загибелі їхніх сланей. Це, видимо, зв'язане з тим, що лишайники відновляють свої клітини дуже повільно, у той час як у вищих рослин ушкоджені тканини замінюються новими досить швидко. Завдяки цілому ряду біологічних особливостей лишайники є добрими індикаторами зміни стану навколишнього

середовища в умовах його забруднення двоокисом сірки, фторидами, лужним пилом, важкими металами [33 - 35].

Біоіндикація має ряд переваг перед інструментальними методами. Вона відрізняється високою ефективністю, не вимагає великих витрат і дає можливість характеризувати стан середовища за тривалий проміжок часу.

Фактори середовища досить строго визначають, які організми можуть жити в даному місці, а які не можуть. Враховуючи це, ми можемо використати обернену закономірність і судити про фізичне середовище організму, який в ньому проживає. Так з'явився метод біоіндикації середовища, який особливо широко використовують у лісовій типології, фітоценології, а також для визначення рівня забруднення атмосферного повітря за допомогою лишайників (ліхеноіндикація), мохів (бріоіндикація), грибів (мікоіндикація) чи рослин [30, 34].

Отже, біоіндикатори – це група особин одного виду або угруповання, наявність, кількість або інтенсивність розвитку яких у тому чи іншому середовищі є показником певних природних процесів або умов зовнішнього середовища.

Біологічну індикацію широко використовують сьогодні для оцінки забруднення навколишнього середовища, яке "усуває" з природних екологічних ніш нестійкі до факторів забруднення види нижчих і вищих рослин, а також представників фауни.

Біоіндикатори, біологічні індикатори – організми, присутність (наявність), кількість або інтенсивний розвиток яких є показником природних процесів або умов зовнішнього середовища. Так, скупчення рибоїдних птахів є показником біоіндикації місць, де водиться риба, за складом планктону можна передбачити, який буде вилов риби. За складом флори і фауни вод можна визначити придатність води для пиття та з'ясувати ефективність роботи очисних споруд. За допомогою індикаторних рослин та мікроорганізмів можна дати орієнтовну оцінку якості ґрунту. Тварин, рослини, мікроорганізми, використовують при

космічних дослідженнях як біоіндикатори для з'ясування впливу факторів космічного простору на організми [35].

Під впливом забруднень довкілля змінюються еколого-фізіологічні ознаки: пігментація, забарвлення рослин [39]. Їх спричиняє надлишок токсичних солей у ґрунті або нестача поживних речовин.

Біоіндикація має певні переваги як метод отримання безпосередньої інформації про зміни стану біоти в конкретних умовах забруднення, але він повинен поєднуватись з хімічними й геофізичними дослідженнями для отримання не лише якісних, а й кількісних відомостей.

Отже, у зв'язку з потребою проведення глобального моніторингу, використання індикаційних можливостей біологічних об'єктів набуває все більшого значення. Рослини індикатори використовуються як для виявлення окремих забруднювачів, так і для спостереження за загальним станом навколишнього середовища.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі дослідження:

1. Оцінити негативний вплив автотранспорту на навколишнє середовище та дослідити основні способи зниження шкідливого впливу автомобілів.
2. Дослідити добову динаміку інтенсивності руху автотранспорту на типовому перехресті м. Дніпро (перехрестя просп. Дмитра Яворницького та вул. Героїв Крут).
3. Дослідити рівень хімічного забруднення на досліджуваному перехресті у залежності від інтенсивності руху автотранспорту: у години «пік» та у години найменшої інтенсивності руху транспорту протягом робочого часу.
4. Оцінити рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю у залежності від інтенсивності руху автотранспорту та метеорологічних умов.
5. Оцінити стан атмосферного повітря за допомогою методу біоіндикації «Стерильність пилку рослин» в радіусі інтенсивності руху автотранспорту на типовому перехресті м. Дніпро (перехрестя просп. Дмитра Яворницького та вул. Героїв Крут).

6. Обґрунтувати доцільність переобладнання автомобілів різних марок на газ враховуючи особливості процесу установки газобалонного обладнання.
7. Розрахувати економічну ефективність впровадження газобалонного обладнання.

РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ НАСЛІДКІВ ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ

2.1 Об'єкт дослідження

Місто Дніпро виступає як важливий транспортний вузол міжобласного значення, центр міської агломерації. В своєму складі має 8 адміністративних районів: Амур-Нижньодніпровський, Індустріальний, Новокодацький, Самарський, Соборний, Центральний, Чечелівський, Шевченківський.

Транспортно-дорожній комплекс – одне з найпотужніших джерел забруднення навколишнього середовища. Крім того, транспорт – основне джерело забруднення у містах. Тому для оцінки якості екологічного стану атмосферного повітря був вибраний перехрестя центрального проспекту міста Дніпра Дмитра Яворницького з вулицею Героїв Крут (рис. 2.1).

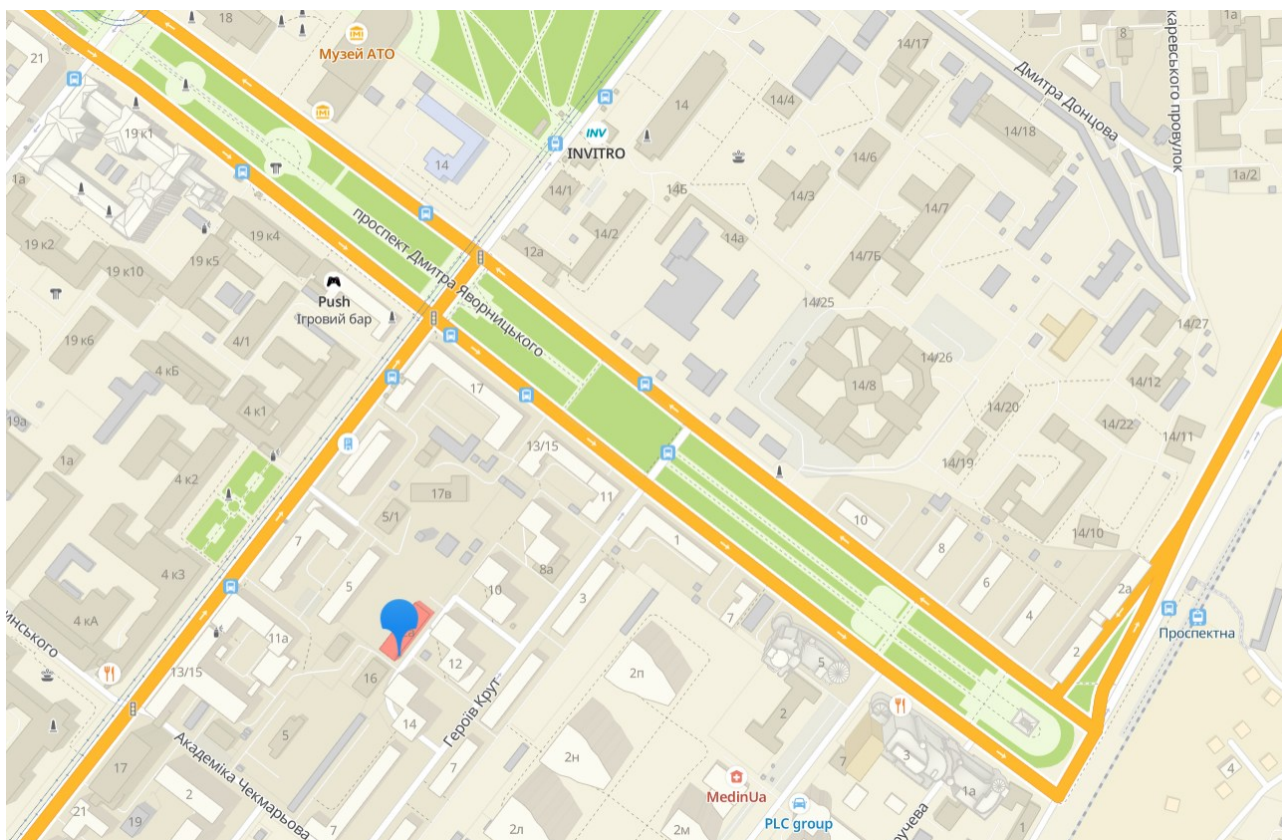


Рисунок 2.1 – Карта-схема перехрестя просп. Д. Яворницького та вул. Героїв Крут

2.2 Методи досліджень

2.2.1 Оцінка ступеня забрудненості атмосферного повітря оксидом вуглецю CO міського середовища на перехресті міста

Концентрація CO на перехресті просп. Д.Яворницького та вул. Героїв Крут була розрахована за загально прийнятою методикою [42] з урахуванням метеорологічних даних [43]. Ступінь забрудненості повітря автотранспортом залежить не тільки від інтенсивності руху транспорту, вантажопідйомності машин, а й типу міської забудови, рельєфу місцевості і т.д. Формула для розрахунку, запропонована В. Ф. Сидоренком і Ю.Г. Фельдманом:

$$C_{CO} = (A + 0,01 \cdot N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_U \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_L, \quad (2.1)$$

де A – фонове забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю нетранспортного походження, $A=2$ мг/м³ [10];

N – сумарна інтенсивність руху автомобілів на ділянці вулиці (автомоб./год);

K_T – коефіцієнт токсичності автомобілів за викидами в повітря оксиду вуглецю;

Коефіцієнт токсичності автомобілів визначають як середньозважений для потоку автомобілів за формулою:

$$K_T = \sum_{i=1}^n P_i K_{Ti}; \quad (2.2)$$

де P_i – склад руху в долях одиниць;

K_{Ti} – коефіцієнт токсичності для різних видів автомобілів (табл. 2.1);

K_A – коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості (табл. 2.2);

K_U – коефіцієнт, що враховує зміну забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю залежно від величини подовжнього ухилу (табл. 2.3);

K_C – коефіцієнт, що враховує зміну забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю залежно від швидкості вітру (табл. 2.4);

K_B – те ж відносно вологості повітря (табл. 2.5);

K_{II} – коефіцієнт збільшення забрудненості атмосферного повітря оксидом вуглецю біля перехресть (табл. 2.6).

Таблиця 2.1 – Значення коефіцієнта K_T

Тип автомобіля	Коефіцієнт K_T
Легковий	1
Легкий вантажний	2,3
Середній вантажний	2,9
Важкий вантажний (дизельний)	0,2
Автобус	3,7

Таблиця 2.2 – Значення коефіцієнта K_A

Тип місцевості за ступенем аерації	Коефіцієнт K_A
Транспортні тунелі	2,7
Транспортні галереї	1,5
Магістральні вулиці і дороги з багатоповерховою забудовою з двох сторін	1
Житлові вулиці з одноповерховою забудовою, вулиці і дороги у виїмці	0,6
Міські вулиці і дороги з однобічною забудовою, набережні, естакади, високі насипи, віадуки	0,4
Пішохідні тунелі	0,3

Таблиця 2.3 – Значення коефіцієнта K_U

Повздовжній ухил, градуси	Коефіцієнт K_U
0	1
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Таблиця 2.4 – Значення коефіцієнта K_C

Швидкість вітру, м/с	Коефіцієнт K_C
1	2,7
2	2
3	1,5
4	1,2
5	1,05
6	1

Таблиця 2.5 – Значення коефіцієнта K_B

Відносна вологість повітря, %	Коефіцієнт K_B
100	1,45
90	1,3
80	1,15
70	1
60	0,85
50	0,75
40	0,6

Таблиця 2.6 – Значення коефіцієнта K_{II}

Тип перехрестя	Коефіцієнт K_{II}
Регульоване перехрестя:	
- світлофорами звичайне	1,8
- світлофорами кероване	2,1
- саморегульоване	2
Нерегульоване перехрестя:	
- зі зниженням швидкості	1,9
- кільцеве	2,2
- з обов'язковою зупинкою	3

Відповідно до ДСТУ 4277:2004 [25], виділяють такі рівні завантаженості вулиць автотранспортом:

- низька інтенсивність руху – 2,7-3,6 тис. автомобілів на добу;
- середня інтенсивність руху – 8-17 тис. автомобілів на добу;
- висока інтенсивність руху – 18-27 тис. автомобілів на добу.

2.2.2 Оцінка токсичності або потенційної мутагенності атмосферного повітря за тестом "Стерильність пилку рослин-індикаторів"

2.2.2.1 Методи відбору зразків навколишнього середовища

Якість повітряного басейну на території перехрестя проспекту Дмитра Яворницького та вул. Героїв Крут міста Дніпра визначалась з використанням методів біоіндикації. Для цієї мети були використані високочутливі індикатори (рослини) і цитогенетичні тест-система: «Стерильність пилку рослин».

Відбір пилку кожного досліджуваного виду рослин проводять одночасно в усіх точках спостереження. З кожної моніторингової точки у суху погоду збирають готові до розкриття бутони квітів рослин кожного виду. У деревинних та чагарникових рослин відбирають біопроби з неушкоджених, здорових паростків середнього ярусу крони південної орієнтації, а у трав – з рослин, зростаючих у територіальному центрі мікропопуляції індикаторів. Рослини повинні бути добре розвинуті і не мати ознак пригнічення. Бутони фіксують у момент збору в 70%-му етанолі.

2.2.2.2 Методика проведення оцінка токсичності або потенційної мутагенності атмосферного повітря за тестом "Стерильність пилку рослин-індикаторів"

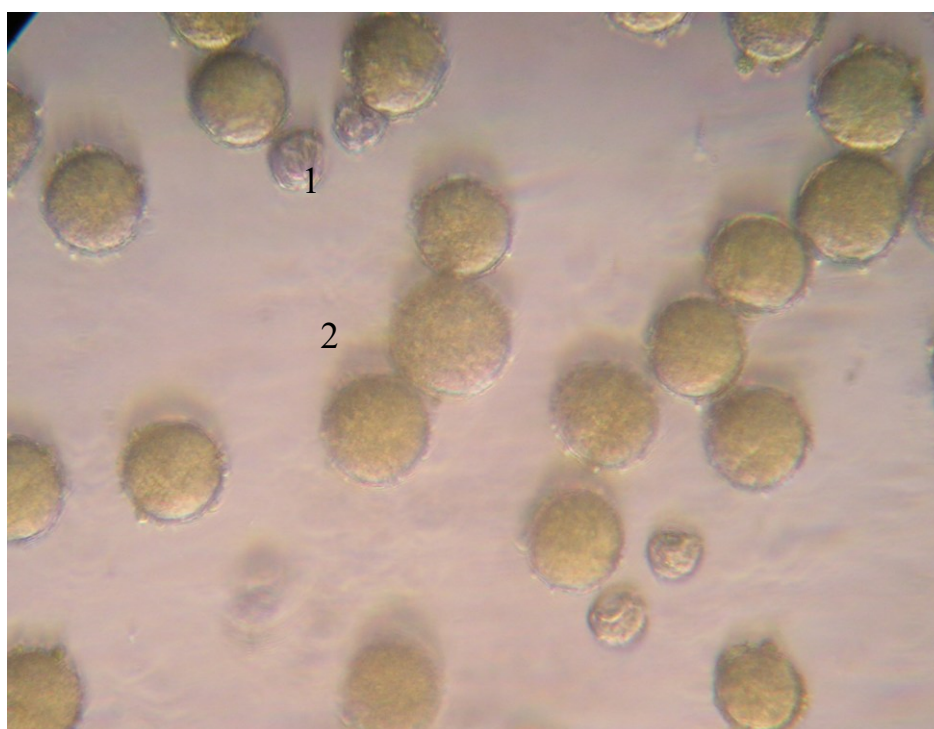
Токсичність або потенційну мутагенність повітряного басейну на досліджуваній території визначали з використанням тесту "Стерильність пилку рослин-індикаторів" [35, 38]. Для визначення рівня стерильності пилку застосовували йодний метод забарвлення. Встановлено, що зерна фертильного та стерильного пилку відрізняються за кількістю крохмалю. Фертильні пилкові зерна повністю заповнені крохмалем, а стерильні – не містять його взагалі або мають його сліди. Фертильний пилочок забарвлюється в охристо-коричневі відтінки різної потужності, а стерильний або зовсім не забарвлюється, або забарвлюється фрагментарно на 20-30%, набуваючи слабого практично

прозорого світло-жовтого кольору [38]. На рис. 2.2 та 2.3 зображені фертильні та стерильні пилкові зерна рослин.



1 – стерильні пилкові зерна; 2 – фертильні пилкові зерна

Рисунок 2.2 – Пилкові зерна Люцерни повислої (*Medicago sativa* L.)



1 – стерильні пилкові зерна; 2 – фертильні пилкові зерна

Рисунок 2.3 – Пилкові зерна Чистотілу великого (*Chelidonium majus* L.)

Збільшення кількості стерильних пилкових зерен вказує на підвищення токсичності атмосферного повітря. В якості рослин-індикаторів, що визначалися за допомогою "Определителя высших растений Украины" Д. Н. Доброчаева [44], були представники місцевої флори, які були класифіковані за рівнями спонтанної стійкості (чутливості) пилкових зерен до дії несприятливих факторів (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 – Класифікація фітоіндикаторів за стійкістю пилку до дії несприятливих екологічних факторів

Біоіндикатор		Група стійкості
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Березка польова	1
<i>Cichorium intybus</i> L.	Цикорій дикий	2
<i>Centaurea cyanus</i> L.	Волошка синя	2
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	Пижмо звичайне	2
<i>Achillea submillefolium</i> Klok. et Krytzka	Деревій майже звичайний	2
<i>Echium vulgare</i> L.	Синяк звичайний	2
<i>Chelidonium majus</i> L.	Чистотіл великий	2
<i>Saponaria officinalis</i> L.	Мильнянка лікарська	2
<i>Lamium maculatum</i> L.	Яснотка крапчаста	3
<i>Consolida regalis</i> S.F.Gray	Сокирки польові	3
<i>Crepis tectorum</i> L.	Скереда покрівельна	3
<i>Antirrhinum majus</i> L.	Ротики садові	3
<i>Trifolium pratense</i> L.	Конюшина лучна	3
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Подорожник ланцетолистий	3
<i>Lotus arvensis</i> Pers.	Лядвенець польовий	4

Приготовлений цитологічний препарат вивчали під бінокулярним мікроскопом "Біолам" Р-14 з підсвітленням (збільшення 7x1,5x20 або 7x1,5x40). У кожному препараті переглядали від 1000 до 5000 пилкових зерен із

застосуванням лічильника. Кількість стерильних зерен визначалась у відсотках.

Стерильність – це $M \pm m$, де $3 \cdot m < M$, яка обчислюється за формулами:

$$M = G \cdot 100 / N \quad (2.1)$$

$$m = \pm \sqrt{\frac{M \cdot (100 - M)}{N}}, \quad (2.2)$$

де m – стандартна похибка; M – кількість (або відсоток) стерильних клітин на загальну кількість досліджених пилоквих зерен; G – стерильні зерна; N – всі зерна.

2.2.2.3 Методика розрахунку умовних показників ушкодженості стану навколишнього середовища за токсико-мутагенним фоном

В зв'язку з тим, що усі біоіндикаційні показники мають різні одиниці виміру, необхідно привести їх в єдину безрозмірну систему умовних показників ушкодженості (УПУ) біосистем [35]. Це надасть можливість виконати інтегральну оцінку стану довкілля за токсико-мутагенним фоном і визначити рівні екологічної небезпеки для людини та біоти.

Умовний показник ушкодженості біоіндикаторів визначають за формулою:

$$УПУ_i = \frac{|P_{реал} - P_{комф}|}{|P_{крит} - P_{комф}|}, \quad (2.3)$$

де $P_{комф}$ і $P_{крит}$ – експериментально (або експертно) встановлені значення біопараметра в комфортних та критичних умовах відповідно; $P_{реал}$ – реальне значення біопараметру в досліджуваному варіанті.

Абсолютна різниця $|P_{крит} - P_{комф}|$ дає уявлення про амплітуду зміни чисельного значення параметра під впливом шкідливих факторів навколишнього середовища. Реальні значення біопараметра на досліджуваній території P_i та величини $P_{комф}$ і $P_{крит}$ дають можливість оцінити ступінь зміни

параметра під впливом несприятливих факторів. Так, різниця $|P_i - P_{\text{комф}}|$ дає уяву про ступінь порушення біопараметра під впливом шкідливих факторів.

Оскільки стан об'єктів навколишнього середовища характеризується набором ознак, їх можна охарактеризувати інтегральним показником:

$$IУПУ_i = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n УПУ_i = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left[\frac{|P_{\text{реал}} - P_{\text{комф}}|}{|P_{\text{крит}} - P_{\text{комф}}|} \right]_i, \quad (2.4)$$

де $IУПУ_i$ – один з інтегральних умовних показників ушкоджень стану навколишнього середовища; $P_{\text{комф}}$, $P_{\text{крит}}$, $P_{\text{реал}}$ – комфортне, критичне і реальне значення одного з n показників відповідно.

Інтегральний показник, що характеризує стан довкілля за загальним токсико-мутагенним фоном ($IУПУ_{\text{біоінд.}}$ – інтегральний умовний показник ушкодженості тест-систем біоіндикаторів), передбачав паритетність складових і обчислювався за формулою:

$$IУПУ_{\text{біоінд.}} = \frac{1}{m} (УПУ_1 + УПУ_2 + УПУ_3 + \dots + УПУ_m), \quad (2.5)$$

де $УПУ_1, УПУ_2, УПУ_3, \dots, УПУ_m$ – інтегровані показники біоіндикації стану атмосфери та педосфери (m – число вибраних тест-показників).

Значення умовних показників ушкодженості (УПУ та ІУПУ) змінюються в межах від 0 (комфортні для життєдіяльності умови) до 1 (критичні умови).

Нормативні значення для цитогенетичних показників, що використовують у біологічному моніторингу навколишнього природного середовища, наведені у табл. 2.8.

Для прийняття управлінських рішень з охорони природи в регіонах з різними рівнями екологічної небезпеки рекомендується використовувати уніфіковану оціночну шкалу (табл. 2.9).

Таблиця 2.8 – Нормативні значення цитогенетичних показників біоіндикаторів

Індикатор	Біотест	П _{комф}	П _{крит}	П _{норм}
Вищі рослини	Стерильність пилку, %			
Групи стійкості				
1	Високостійкі	0,2	10,0	3,14±0,55
2	Стійкі	0,5	20,0	6,35±0,7
3	Середньостійкі	1,0	30,0	9,7±0,94
4	Чутливі	1,5	40,0	13,05±1,06
5	Високочутливі	2,0	50,0	16,4±1,17

Таблиця 2.9 – Уніфікована оціночна шкала, що характеризує стан об'єктів довкілля за токсико-мутагенним фоном (ТМФ)

Категорія екологічної безпеки територій за ТМФ	Діапазон оцінок УПУ	Ознаки прийняття управлінських рішень		
		Рівень ушкодженості біосистем	Стан біосистем	Види управлінських рішень
1	2	3	4	5
Безпечна	0,000–0,250	Низький і нижче за середній	Еталонний і сприятливий	Інформаційний періодичний регламентний контроль. Визначення еталонних територій з УПУ≤0,150, які вимагають особливої охорони і можуть бути використані для контролю
Помірно небезпечна	0,251–0,500	Середній	Конфліктний і загрозливий	Нормуючий, періодичний регламентний контроль. Визначення територій з нормативним рівнем ушкодженості біосистем з УПУ≤0,300, встановлення причин і ступеня відхилення від нормативних показників та засоби для досягнення нормативних показників

1	2	3	4	5
Небезпечна	0,501– 0,750	Вище за середній	Критичний	Тактично-стратегічні дії і постійний регламентний контроль. Визначення джерел і компонентного складу забруднювачів, розробка реабілітаційних заходів щодо поліпшення стану довкілля і біологічних систем
Надзвичайно небезпечна	0,751– 1,000	Високий	Катастрофічний	Радикальна зміна тактики і стратегії. Особливий регламентний контроль. Визначення меж територій з катастрофічним станом. Розроблення цілеспрямованих заходів щодо відновлення екологічного стану ушкоджених територій та біосистем

2.3 Результати оцінки екологічного стану досліджуваної території – перехресті вулиць м. Дніпро

2.3.1 Результати оцінки ступеня забрудненості атмосферного повітря оксидом вуглецю CO на перехресті вулиці м. Дніпро

Досліджено добову динаміку концентрації CO на типовому міському перехресті (перетин просп. Д. Яворницького та вул. Героїв Крут) з багатоповерховими будівлями з обох боків від дороги. Такий тип міської забудови формує своєрідний мікроклімат району міста, який заважає розсіюванню шкідливих речовин, що виділяються з вихлопними газами автомобілів. На даному перехресті проходить 5 маршрутів міського

громадського транспорту (автобусні маршрути) [45], перехрестя саморегулююче, світлофорів немає.

Для розрахунку концентрації CO у повітрі попередньо було досліджено динаміку інтенсивності руху автотранспорту на даному перехресті протягом доби. Результати дослідження наведені на рис. 2.5. Було підраховано, що за добу це перехрестя перетинає 12237 автомобілів (табл. 2.10) – середня інтенсивність руху автотранспорту. Результати розрахунків наведені в табл. 2.11. Концентрація CO на перехресті була розрахована за загально прийнятою методикою [42] з урахуванням метеорологічних даних (рис. 2.4) на 04 листопада 2021 року.

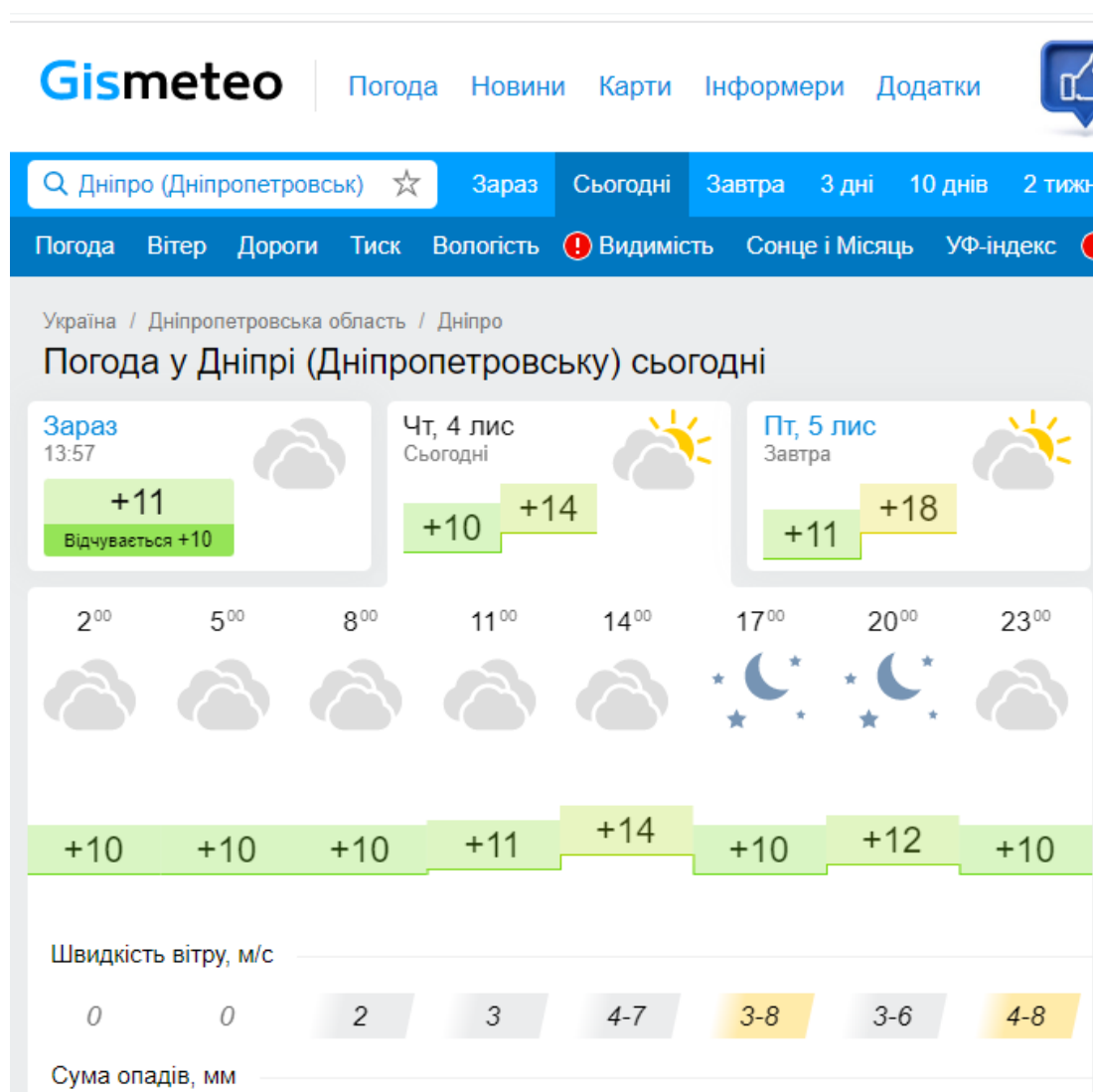


Рисунок 2.4 – Метеорологічні дані м. Дніпро

Таблиця 2.11 – Результати розрахунків концентрації оксиду вуглецю протягом доби

Час		00.00 – 01.00	01.00 – 02.00	02.00 – 03.00	03.00 – 04.00	04.00 – 05.00	05.00 – 06.00	06.00 – 07.00	07.00 – 08.00	08.00 – 09.00	09.00 – 10.00	10.00 – 11.00	11.00 – 12.00	12.00 – 13.00	13.00 – 14.00	14.00 – 15.00	15.00 – 16.00	16.00 – 17.00	17.00 – 18.00	18.00 – 19.00	19.00 – 20.00	20.00 – 21.00	21.00 – 22.00	22.00 – 23.00	23.00 – 00.00
Кт	Легковий	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Легкий вантажний	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
	Середній вантажний	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
	Важкий вантажний (дизельний)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Мотоцикл	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Автобус	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
<i>Кт</i> середнє		1,17	1,17	1,14	1,16	1,15	1,15	1,17	1,11	1,18	1,20	1,22	1,20	1,15	1,21	1,14	1,25	1,24	1,19	1,14	1,17	1,10	1,18	1,15	1,21
Фонове забруднення атмосферно повітря оксидом вуглецю, А, мг/м ³		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>K_d</i>		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>K_y</i>		1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
<i>K_c</i>		1,05	1,05	1,05	1,5	1,5	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,05					
<i>K_b</i>		1,3	1,28	1,28	1,28	1,26	1,28	1,25	1,24	1,25	1,15	1,15	1,15	1	1	1	0,84	0,84	0,84	0,90	0,90	0,90	0,93		
<i>K_d</i>		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Концентрація оксиду вуглецю CO, мг/м ³		8,18	8,13	8,26	14,00	19,08	39,70	29,68	32,13	35,59	29,66	28,14	30,86	23,96	24,91	23,96	20,00	22,03	22,04	24,65	21,47	17,56	10,27	7,92	6,17

Формула для розрахунку запропонована В.Ф. Сидоренком та Ю.Г. Фельдманом:

$$C_{CO} = (A + 0,01 \cdot N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_Y \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{II}, \quad (2.1)$$

де $A=2$ мг/м³ [10];

$K_A=1$ для магістральних вулиць і доріг з багатоповерховою забудовою з обох боків;

$K_Y=1,18$ для ухилу дороги, що становить 6 градусів;

$K_{II}=2$ для саморегулюючого перехрестя;

K_C, K_B – були виведені згідно метеорологічних даних рис. 2.5 у табл. 2.11;

K_T, N – остаточні виведені дані наведені в табл. 2.11.

$$K_T = \sum_{i=1}^n P_i K_{Ti}; \quad (2.2)$$

де P_i – склад руху в долях одиниць (табл. 2.10);

K_{Ti} – коефіцієнт токсичності для різних видів автомобілів (табл. 2.1).

Результати розрахунків наведені в табл. 2.11 та у вигляді графіку на рис. 2.5. Гранично допустима концентрація у повітрі населених місць становить 5 мг/м³ [46].

Концентрація СО в робочий день може перевищувати ГДК у 2-8 разів при середній інтенсивності руху автотранспорту та підвищеній концентрації вологості повітря. Концентрація оксиду вуглецю з 08.00-09.00 годин становить 35,59 мг/м³, а максимальне перевищення концентрації спостерігається з 05.00-06.00 – 39,70 мг/м³. Також на графіку виділяється ще одне пікове значення в другій половині дня з 18.00-19.00 – 24,65 мг/м³, інтенсивність автотранспорту приблизно дорівнює інтенсивності автотранспорту з 08.00-09.00, але метеорологічні умови інші. А з 15.00-16.00 (час проведення дослідження) концентрація оксиду вуглецю становить 20 мг/м³.

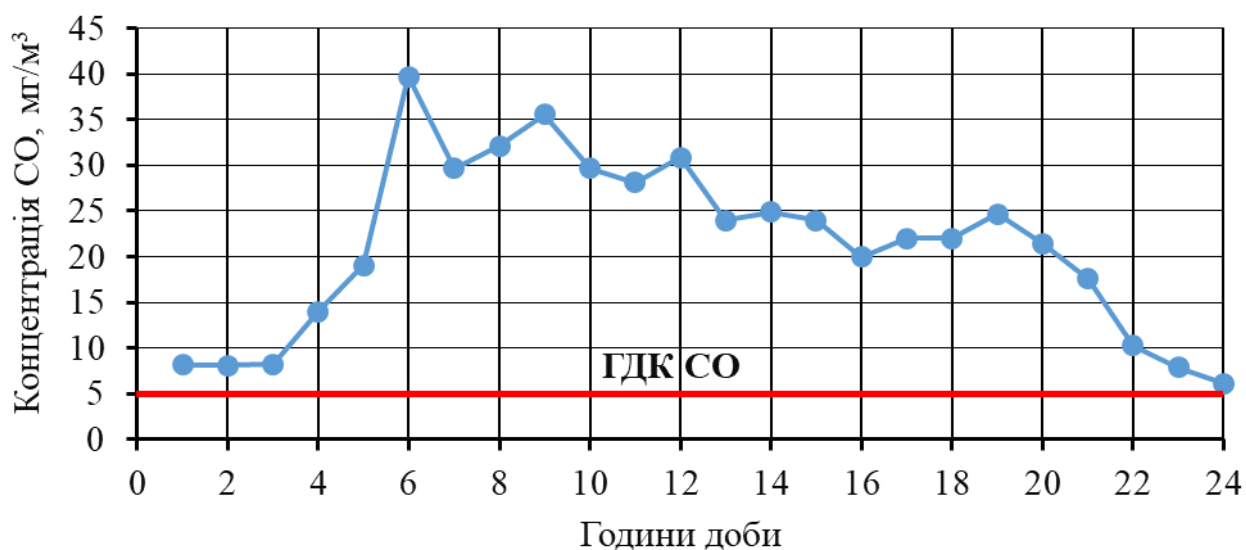


Рисунок 2.5 – Добова динаміка концентрації CO на перехресті просп. Д. Яворницького та вул. Героїв Крут

В нічний час, при низькій інтенсивності руху автотранспорту загалом концентрація CO знаходиться на межі ГДК з 23.00-24.00 становить 6,17 мг/м³, на графіку добре помітно, як при високій ранковій вологості повітря та у залежності від інтенсивності руху автотранспорту концентрація CO змінюється.

Для зменшення вмісту CO при роботі автомобілів слід застосовувати більш екологічне біопаливо (етанол, метанол, біодизель), робити своєчасний техогляд та транспортних засобів та відповідне регулювання двигунів, оснастити автомобіль апаратами для зменшення токсичності відпрацьованих газів (каталітичні конвертери, сажові фільтри), ввести пільги на податки для власників електромобілів, прийняти та дотримуватися стандарту «Євро-6» [47], збільшити кількість зелених насаджень у місті, особливо поблизу перехресть з інтенсивним рухом транспорту.

2.3.2 Результати оцінки стану атмосферного повітря за тестом «Стерильність пилку рослин-індикаторів»

Відбор проб біоматеріалів - вищих рослин на досліджуваній території для екологічного дослідження стану навколишнього середовища з використанням методу біоіндикації проводили протягом вегетаційного періоду в 2021 році в 12 моніторингових точках навколо перехрестя проспекту Д. Яворницького та вулиці Героїв Крут з відстанню від 50 до 200 м (рис. 2.6).

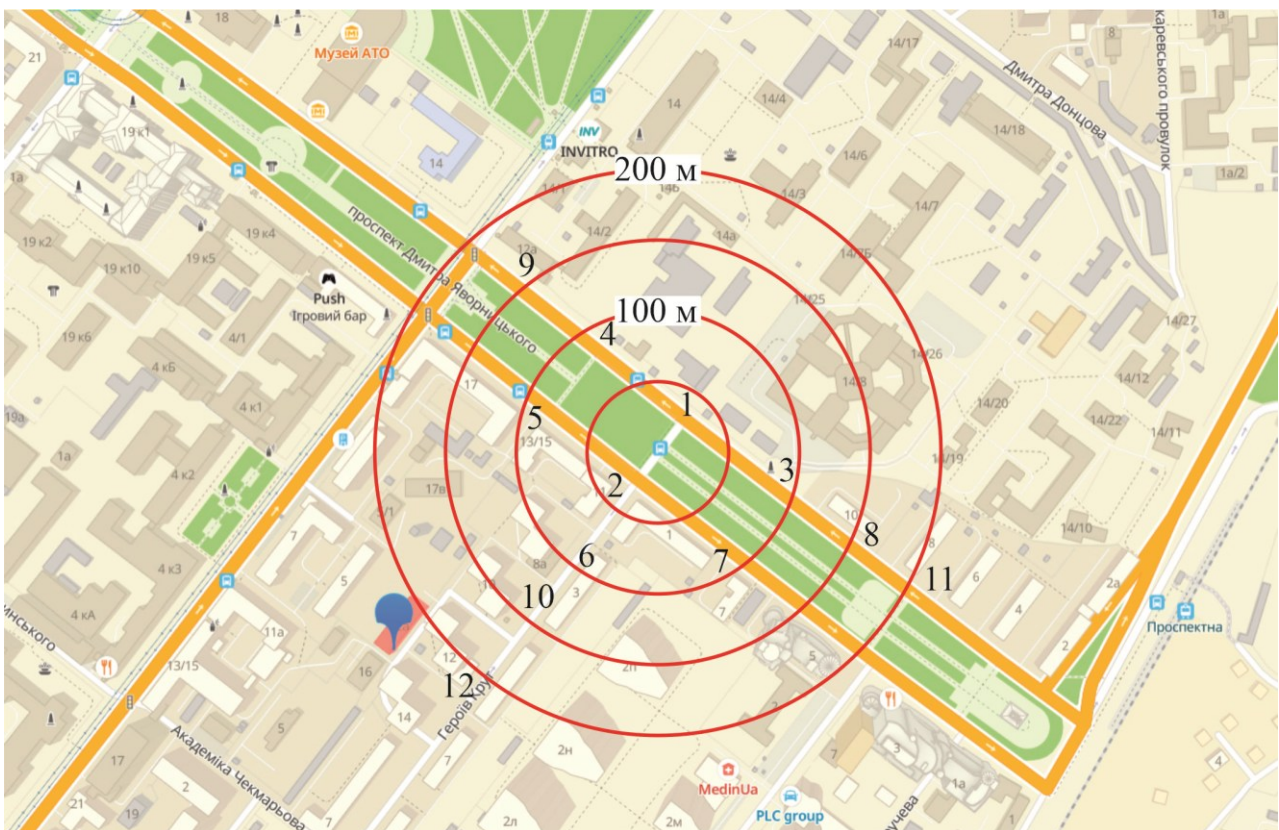


Рисунок 2.6 – Моніторингові точки відбору проб рослин-індикаторів навколо досліджуваного перехрестя

Результати проведеної у серпні 2021 року оцінки екологічного стану атмосферного повітря з використанням тесту «Стерильність пилку рослин-індикаторів» приведені в табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Оцінка токсичності атмосферного повітря за тестом "Стерильність пилку рослин-індикаторів" в радіусі району перехрестя просп. Д.Яворницького та вул. Героїв Крут, серпень 2021 р.

Відстань	Точки відбору проб	Біоіндикатор	Стерильність пилку		УПП	ІУПП	ІУПП середнє
			%	розкид ±			
1	2	3	5	6	8	9	10
0 – 50	1	Каштан кінський	20,0	1,27	0,655	0,434	0,431
		Сурепка польова	10,45	0,68	0,510		
		Кульбаба лікарська	5,0	0,98	0,231		
		Чистотіл великий	7,1	0,81	0,339		
	2	Акація біла	14,8	1,12	0,345	0,428	
		Каштан кінський	12,5	0,74	0,397		
		Липа звичайна	3,9	0,61	0,377		
		Суріпиця звичайна	7,6	0,84	0,364		
		Кульбаба лікарська	13,3	1,07	0,656		
		Каштан кінський	7,2	0,47	0,214		
3	Чистотіл великий	6,9	0,56	0,326			
	Суріпиця звичайна	7,6	0,84	0,364			
	Кульбаба лікарська	13,3	1,07	0,656			
50 – 100	4	Клевер луговий	8,6	0,89	0,262	0,401	
		Каштан кінський	12,5	0,74	0,397		
		Ромашка	11,1	0,92	0,544		
	5	Акація біла	14,8	1,12	0,345	0,387	
		Конюшина польова	18,2	1,22	0,434		
		Ікотнік сивуватий	14,3	1,11	0,459		
		Яснотка плямиста	17,0	1,19	0,312		
	6	Суріпиця звичайна	4,5	0,66	0,205	0,385	
		Тополя пірамідальна	7,6	0,84	0,364		
		Кульбаба лікарська	8,0	0,86	0,385		
		Березка польова	4,0	0,62	0,388		
		Липа звичайна	5,9	0,74	0,582		
	7	Кульбаба лікарська	10,7	0,98	0,523	0,386	
		Сурепка польова	11,9	0,72	0,585		
		Скерда покрівельна	9,8	1,33	0,303		
		Конюшина польова	13,2	0,76	0,304		
		Каштан кінський	7,2	0,47	0,214		
	100 – 150	8	Каштан кінський	10,0	0,67	0,310	0,355
			Акація біла	15,0	1,12	0,345	
Клевер луговий			8,6	0,89	0,262		
9		Каштан кінський	11,5	1,01	0,362	0,370	
		Тополя пірамідальна	7,6	0,84	0,364		
		Суріпиця звичайна	4,6	0,47	0,213		
		Ромашка	11,1	0,92	0,544		

Закінчення табл. 2.12

1	2	3	5	6	8	9	10		
100 – 150	10	Суріпиця звичайна	10,0	1,34	0,487	0,370	0,351		
		Липа звичайна	3,5	0,58	0,337				
		Тополя пірамідальна	4,6	0,47	0,213				
		Ікотнік сивуватий	14,3	1,11	0,459				
		Чистотіл великий	7,4	1,17	0,354				
150 – 200	11	Суріпиця звичайна	2,9	0,37	0,121	0,310			
		Смольовка конусоподібна	7,9	0,85	0,380				
		Каштан	10,0	0,67	0,310				
		Сурепка польова	10,45	0,68	0,510				
		Липа звичайна	5,9	0,74	0,582				
		Суріпиця звичайна	2,9	0,37	0,121				
	12	Липа звичайна	2,2	0,46	0,204			0,306	0,303
		Тополя пірамідальна	7,6	0,84	0,364				
		Берізка польова	4,0	0,62	0,388				
		Деревій	7,2	0,82	0,344				
		Мильнянка	11,8	1,02	0,580				
		Середнє значення							

З табл. 2.12 видно, що в радіусі до 50 м (моніторингові точки 1 і 2) від перехрестя рівні стерильності пилку рослин змінюються від 3,9 до 20,0 %, а умовні показники ушкодженості індикаторів змінюються від 0,231 до 0,656 у.о. Рівень ушкодженості біоіндикаторів складає від "нижче середнього" до "вище за середній" відповідно. В середньому УПУ = 0,431, що вказує на «середній» рівень ушкодженості біоіндикаторів та відповідає «помірно небезпечній» категорії екологічної безпеки за токсико-мутагенним фоном.

В радіусі до 100 м (точки 3-7) від перехрестя просп. Д. Яворницького та вул. Героїв Крут стерильність пилку коливається від 4,0 до 18,2 %, умовні показники ушкодженості індикаторів змінюються від 0,205 до 0,656 у.о., при цьому рівень ушкодженості біоіндикаторів змінюється від "нижче за середній" до "вище середнього" рівня. В середньому УПУ = 0,392, що вказує на «середній» рівень ушкодженості біоіндикаторів та відповідає «помірно небезпечній» категорії екологічної безпеки за токсико-мутагенним фоном.

В радіусі до 150 м (точки 8-10) від перехрестя стерильність пилку коливається від 3,5 до 15,0 %, умовні показники ушкодженості індикаторів

змінюються від 0,213 до 0,544 у.о., при цьому рівень ушкодженості біоіндикаторів змінюється від "нижче за середній" до "вище середнього" рівня. В середньому УПУ = 0,351, що також вказує на «середній» рівень ушкодженості біоіндикаторів та відповідає «помірно небезпечній» категорії екологічної безпеки за токсико-мутагенним фоном.

В радіусі до 200 м (точки 11 і 12) від перехрестя стерильність пилку коливається від 2,2 до 11,8 %, умовні показники ушкодженості індикаторів змінюються від 0,121 до 0,580 у.о., при цьому рівень ушкодженості біоіндикаторів змінюється від "нижче за середній" до "вище середнього" рівня. В середньому УПУ = 0,303, що також вказує на «середній» рівень ушкодженості біоіндикаторів та відповідає «помірно небезпечній» категорії екологічної безпеки за токсико-мутагенним фоном.

Інтегральна оцінка якості атмосферного повітря у досліджуваних моніторингових точках навколо перехрестя в цілому приведена в табл. 2.13.

Таблиця 2.13 – Інтегральна оцінка токсичності атмосферного повітря за тестом «Стерильність пилку рослин-індикаторів» в радіусі району перехрестя просп. Д.Яворницького та вул. Героїв Крут, 2021 р.

Відстань	ІУПУ	Категорія екологічної безпеки територій за токсико-мутагенним фоном
0 – 50	0,431	Помірно небезпечна
50 – 100	0,392	Помірно небезпечна
100 – 150	0,351	Помірно небезпечна
150 – 200	0,303	Помірно небезпечна
Середнє	0,370	Помірно небезпечна

Результати якості атмосферного повітря навколо перехрестя просп. Д. Яворницького та вул. Героїв Крут за допомогою тесту «Стерильність пилку рослин» показали, що рівень ушкодженості індикаторних рослин перевищує

нормативний показник ($УПУ_{\text{норм}} = 0,300$) в усіх моніторингових точках дослідного перехрестя та коливається в межах від 0,303 до 0,434 ч.о., що вказує на «середній» рівень ушкодженості біоіндикаторів та відповідає «помірно небезпечній» категорії екологічної безпеки за токсико-мутагенним фоном.

Аналіз результатів досліджень якості атмосферного навколо перехрестя дозволив встановити, що рівень ушкодженості рослин-індикаторів змінюється від місця відбору проби до місця інтенсивного руху автотранспорту (рис. 2.7).

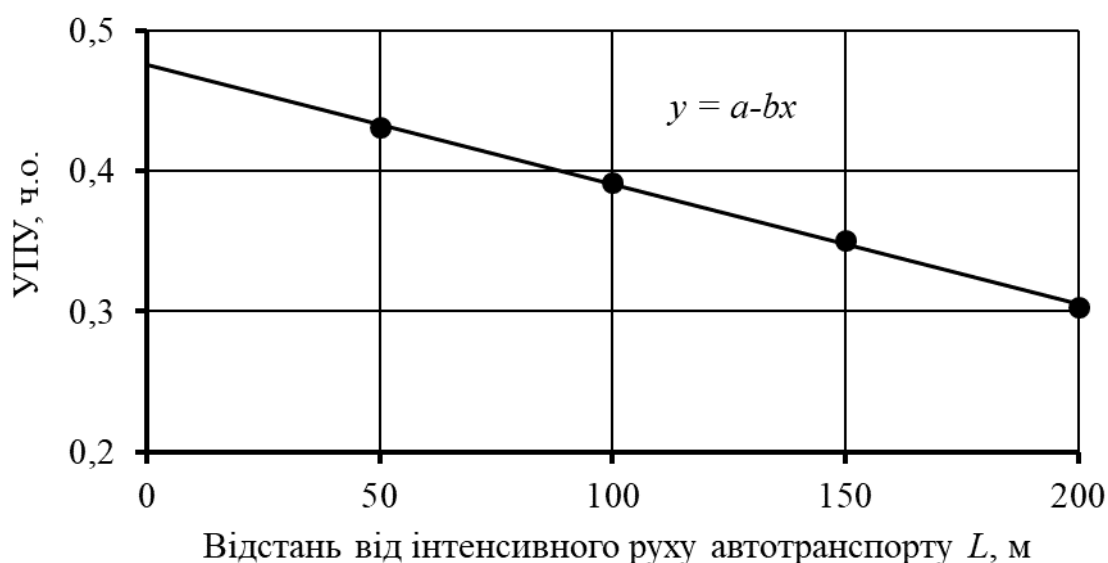


Рисунок 2.7 – Графік залежності зміни умовного показника ушкодженості від відстані до місця інтенсивного руху автотранспорту

Провівши апроксимацію максимальних значень, отримано залежність зміни УПУ індикаторних рослин від діапазону чисельних значень показників ушкодженості до місця інтенсивного руху автотранспорту на перехресті у вигляді:

$$УПУ = 0,476 - 0,0008 \cdot L, \text{ при } R^2 = 0,9976 \quad (2.6)$$

де L – відстань до місця інтенсивного руху автотранспорту на перехресті, що змінюється в межах від 0 до 200 м; R – величина достовірності апроксимації.

З графіку (рис. 2.7), видно, що на відстані до 50 м від інтенсивного руху автотранспорту УПУ = 0,480–0,430 ч. о., що вказує на «середній» рівень ушкодженості біоіндикаторів та відповідає «помірно небезпечній» категорії екологічної безпеки за токсико-мутагенним фоном. Це вказує на те, що рослинні індикатори знаходяться поблизу джерел забруднення повітря під інтенсивним впливом автотранспорту. Зі збільшенням відстані від 50 до 150 м від інтенсивного руху автотранспорту УПУ зменшується до 0,351 ч. о., а на відстані 150–200 м УПУ = 0,350–0,30, що також відповідає «помірно небезпечній» категорії екологічної безпеки за токсико-мутагенним фоном дослідної території.

Екологічний стан атмосферного повітря на досліджуваній території в цілому характеризується як "помірно небезпечний".

Висновки за розділом:

1. Дослідили добову динаміку інтенсивності руху автотранспорту на типовому перехресті м. Дніпро (перехрестя просп. Д. Яворницького та вул. Героїв Крут) і встановили, що загальна кількість автомобілів за добу становить 12237—це відповідає середній інтенсивності руху автотранспорту.

2. Оцінили рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю у залежності від інтенсивності руху автотранспорту та метеорологічних умов. Концентрація оксиду вуглецю з 08.00-09.00 при інтенсивності руху автотранспорту 853 автомобілі на годину становить 35,59 мг/м³, а максимальне перевищення концентрації спостерігається з 05.00-06.00 – 39,70 мг/м³ при інтенсивності руху 588 автомобілів на годину. Хоча інтенсивність руху автотранспорту з 05.00-06.00 менша ніж з 08.00-09.00, проте метеорологічні умови змінюються, а разом з тим змінюється і концентрація оксиду вуглецю.

Також виділили ще одне пікове значення в другій половині дня з 18.00-19.00 – 24,65 мг/м³, інтенсивність автотранспорту дорівнює 794 автомобілів, що близько до інтенсивності автотранспорту з 08.00-09.00, але метеорологічні умови інші. А з 15.00-16.00 концентрація оксиду вуглецю становить 20,0 мг/м³ при низькій інтенсивності руху автотранспорту протягом робочого дня – 647 автомобілів на годину. В нічний час, при низькій інтенсивності руху

автотранспорту загалом, концентрація CO знаходиться на межі ГДК з 23.00-24.00 і становить $6,17 \text{ мг/м}^3$ інтенсивність руху автотранспорту в цей час складає 56 автомобілі на годину.

3. Провели екологічні дослідження стану навколишнього середовища з використанням методу біоіндикації проводили протягом вегетаційного періоду в 2021 році в 12 моніторингових точках навколо перехрестя проспекту Д. Яворницького та вулиці Героїв Крут з відстанню від 50 до 200 м і встановили, що рівень ушкодженості індикаторних рослин перевищує нормативний показник ($\text{УПУ}_{\text{норм}} = 0,300$) в усіх моніторингових точках дослідного перехрестя та коливається в межах від 0,303 до 0,434 ч.о., що вказує на «середній» рівень ушкодженості біоіндикаторів та відповідає «помірно небезпечній» категорії екологічної безпеки за токсико-мутагенним фоном.

4. Аналіз результатів досліджень якості атмосферного навколо перехрестя дозволив встановити, що рівень ушкодженості рослин-індикаторів змінюється від місця відбору проби до місця інтенсивного руху автотранспорту. На відстані до 50 м від інтенсивного руху автотранспорту $\text{УПУ} = 0,480\text{--}0,430$ ч. о., що вказує на «середній» рівень ушкодженості біоіндикаторів та відповідає «помірно небезпечній» категорії екологічної безпеки за токсико-мутагенним фоном. Це вказує на те, що рослини-індикатори знаходяться поблизу джерел забруднення повітря під інтенсивним впливом автотранспорту. Зі збільшенням відстані від 50 до 150 м від інтенсивного руху автотранспорту УПУ зменшується до 0,351 ч. о., а на відстані 150–200 м $\text{УПУ} = 0,350\text{--}0,30$, що також відповідає «помірно небезпечній» категорії екологічної безпеки за токсико-мутагенним фоном дослідної території.

Екологічний стан атмосферного повітря на досліджуваній території в цілому характеризується як "помірно небезпечний".

РОЗДІЛ 3 ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДУ, СПРЯМОВАНОГО НА ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

3.1 Суть переобладнання автомобіля на газ

Більшість автомобілів в наші дні наводяться в роботу за допомогою двигуна внутрішнього згоряння. Переважна кількість мікроавтобусів і легкових авто використовують в якості горючої суміші бензин. Відповідно, всі системи машини орієнтовані на особливості цієї субстанції, включаючи агресивне хімічне середовище, температуру горіння, метод займання і відведення відпрацьованих газів.

В даний час збільшуються ціни на продукти нафтового виробництва, посилюються вимоги до екологічності двигунів внутрішнього згоряння автомобільного транспорту. Вирішенням цієї проблеми є експлуатація автомобілів на альтернативному виді палива.

До 2021 року в Україні з усіх видів альтернативної заміни традиційним моторним паливам ширше застосування отримав так званий компримований природний газ (КПГ) [48].

КПГ - це газ природного походження, отриманий шляхом стиснення в установках компресорного типу, що є більш дешевою та екологічною заміною на традиційні види моторних палив [49].

Для того щоб автомобіль працював на газовому паливі, необхідно виконати його переобладнання, встановивши газобалонне обладнання (ГБО).

Переобладнання автомобіля на газ передбачає модифікацію цих систем таким чином, щоб в якості пального в авто можна було використовувати пропан-бутанову суміш, яка на сьогоднішній день має ряд відчутних переваг в порівнянні з бензином, однією з основних є ціна, ну а вартість такого конструктивного зміни залежить від особливостей машини.

Встановлювати ГБО самостійно не рекомендується, так як це в першу чергу небезпечно для вашого автомобіля. Довірте цю роботу фахівцям, бо

неправильна установка і настройка ГБО, може привести до швидкого зносу компонентів, занадто великій витраті газу, і багатьом іншими неприємним речам. Крім того, проходження ТО, вимагає наявності документа, що підтверджує факт встановлення ГБО уповноваженою на це організацією [50].

3.2 Газобалонне обладнання, його склад, плюси та мінуси

ГБО - комплект обладнання, за допомогою якого здійснюється використання природного газу в якості палива для двигунів транспортних засобів. При цьому ГБО є додатковою системою, що встановлюється «поверх» існуючої системи живлення, що дозволяє використовувати автомобіль на 2-х видах палива.

До складу газобалонного обладнання для автомобілю входять наступні елементи і комплектуючі:

1. автомобільний газовий балон (ємність зі скрапленням газом);
2. перемикач виду палива. Дана частина пристрою газобалонного обладнання монтується в салон і використовується для зміни виду палива;
3. газовий редуктор-випарник. Частина комплекту газобалонного обладнання для автомобіля, що відповідає за підігрів і випаровування газу, метою якого є зниження тиску газу;
4. електромагнітний газовий клапан з фільтром (електроклапан газу). Ця частина пристрою ГБО призначена для перекриття подачі газу під час простою автомобіля або використання бензину. Фільтр очищає паливну суміш;
5. електромагнітний бензиновий клапан (електроклапан бензину) (у карбюраторних автомобілях) або емулятор форсунок (у інжекторних автомобілях). Служить для припинення подачі бензину під час використання газу;
6. виносний заправний пристрій (ВЗП). Ця частина обладнання ГБО встановлюється методом врізання в задній бампер і служить для безпечного приєднання шланга для заправки балона газом;

7. мультиклапан. Виконує кілька функцій, у тому числі відповідає за перекриття витоку газу при пошкодженні газобалонної установки.

Різновиди (покоління) ГБО.

1 покоління ГБО. Системи механічної дії з використанням вакуумного управління, такі системи встановлюються на бензинові карбюраторні автомобілі. (Вже не актуально)

2 покоління ГБО. Системи механічної дії, доповнені електронним дозуючим пристроєм, робота якого основана на принципі зворотного зв'язку з датчиком кисню. Встановлюються на автомобілі оснащені інжекторним двигуном. Цей пристрій усуває неточності роботи редуктора. (Вже не актуально).

3 покоління ГБО. Системи з розподіленим вприскуванням, з механічним розподільником-дозатором, який управляється електронним блоком. У впускний колектор подається газ, в кожен циліндр одночасно. Робота основана на принципі моно-вприскування. (Вже не актуально)

4 покоління ГБО. Системи з розподіленим послідовним впорскуванням газу, з електромагнітними форсунками. Під тиском газ надходить у впускний колектор двигуна через електромагнітні газові форсунки.

5 покоління ГБО. Системи, засновані на принципі вприскуванні рідкого газу з електромагнітними форсунками. Газ циркулюється всередині самої системи з використанням газового насоса в балоні, в цьому випадку підігрів редуктора не потрібен.

На сьогоднішній день, частіше всього встановлюється ГБО 4-го покоління, яке на відміну від попередніх поколінь має значні переваги, і на відміну від ГБО 5-го покоління, перевірене і надійне!

В процесі прийняття рішення чи встановлювати ГБО на свій автомобіль, кожен для себе може знайти як ряд плюсів, так і ряд мінусів, причому для кожного вони будуть своїми. Виділимо кілька явних «плюсів» і пару «мінусів» встановлення газобалонного обладнання на свій автомобіль.

Плюси газобалонного обладнання:

1. Головною перевагою альтернативного палива вважається його ціна. Все-таки газ у 3 рази дешевше бензину. А це важливо для людей, що намотують під сотню кілометрів у день.

2. Так, як октанове число більше 100, при роботі на газі виключається можливість детонації.

3. Завдяки летючості газу, він не змиває мастило зі стінок циліндрів. До того ж, краще перемішується з повітрям, а це сприятливо позначається на рівномірному згорянні. Тому циліндро-поршнева група в двигуна буде служити довше.

4. Масло повільніше втрачає свої властивості, тому міняти його доведеться рідше.

5. У порівнянні з бензином, від газу утворюється помітно менше нагару.

6. Під час роботи на газі не потрібно прогрівання двигуна, що збільшує його економічність.

7. При спалюванні газу утворюється вдвічі менше вуглекислого газу порівняно з традиційними видами палив.

8. Вибухонебезпечний газовий балон при ДТП. Стінки газового балона мають досить велику товщину (від 4мм) і витримують пряме попадання з автомата Калашникова з 50 метрів. Газовий балон може бути пошкоджений тільки під впливом величезних навантажень, таких як: падіння автомобіля в прірву з великої висоти, зіткнення з поїздом або попаданням балістичної ракети.

9. Можливість машини працювати як на газі, так і на бензині. Газове обладнання для автомобілів дозволяє їхати на газі, не використовуючи бензин. Але штатна система живлення не демонтується. Обидві системи (бензинова і газова) існують автономно, незалежно одна від одної. Тобто машина може працювати як на газі, так і на бензині, що, до речі, вдвічі збільшує міжзаправочний пробіг.

Мінуси (тут також потрібно враховувати покоління ГБО і виробника):

1. Час від часу потрібно зливати конденсат з редуктора. Процедура не дуже складна, головне - про неї не забувати.

2. Зменшення місця у багажнику через розташування в ньому газового балона. Можна, правда, придбати тороїдальний балон. Він встановлюється в нішу, призначену для запасного колеса. Але коштує досить дорого, газу туди поміщається менше, та і без запаски їздити не дуже приємно;

3. Газобалонне обладнання робить автомобіль важчим в середньому на 30-50 кг.

4. Часта заміна фільтра повітряного очищення, т.к. його забруднення веде до збільшення витрати газового палива.

5. Мала кількість заправних станцій газовим паливом [51, 52].

Автомобілі, на які встановлюється газобалонне обладнання (ГБО), можуть використовувати в якості палива два види газу: пропан-бутан (LPG) та/або метан (CNG).

Пропан-бутан (суміш двох газів, для стислості називають просто пропан) - зріджений нафтовий газ, що володіє багатьма цінними експлуатаційними якостями в порівнянні з бензином. Головне з них - вартість газу, яка тримається на рівні 50 % від вартості бензину. Серед автовласників, які встановлюють газобалонне обладнання на авто, пропан-бутан більш поширений. Процес заправки автомобіля дуже схожий на звичайну заправку бензином. Відмінність лише в тому, що заправка ГБО пропан-бутаном здійснюється у рідкому стані під тиском 16 атмосфер.

Метан - газ без кольору і запаху. В цьому його перша і суттєва відмінність від пропану. Для того щоб визначити витік, в метан додають спеціальні одоранти з неприємним запахом. Метан - менш поширений газ, який, однак, має свої переваги перед пропаном.

Газове обладнання для автомобілів на метані вважається більш безпечним, так як метан легший за повітря і при витокі утворює летку суміш, яка швидко випаровується і не утворює вибухонебезпечну ситуацію. Є і у метанового газового обладнання на автомобіль і свої мінуси. І найголовніше - його

громіздкість. Метан зберігається в балонах під тиском до 300 атмосфер і тому вимагає наявності сталевих балонів, кожен з яких важить близько 80 кг. Це визначає і досить високу вартість установки ГБО на метані, яка в два-три рази вища, ніж ГБО на пропані. Метанові заправки мало поширені і зустрічаються в основному у великих містах [53].

3.3 Доцільність переобладнання автомобіля на газ

Так як однією з основних причин газифікації машин є істотна економія на паливі, то перше, на що варто звернути увагу - це витрата палива на 100 км. Так як ціна на пропан-бутанову суміш нижче в 2-2.5 рази, ніж бензин, економія вийде відчутною, а витрати на переобладнання досить швидко окупляться.

Особливо переваги газобалонного обладнання (ГБО) оцінять власники автомобілів в наступних випадках:

- авто активно використовується як основний вид транспорту для міських і заміських поїздок - економія буде відчутною вже в перший місяць;
- машина витрачає понад 10 літрів палива на кожні 100 км - власники «ненажерливих» моделей зможуть оцінити різницю в оплаті за паливо набагато швидше;
- немає планів змінювати автомобіль в найближчі кілька років - чим довше використання, тим істотніше різниця на паливі.

Майте на увазі, що установка газової системи несе з собою суттєві зміни в конструкції машини, що автоматично скасовує гарантійні зобов'язання по новому авто, навіть якщо термін гарантії ще не пройшов.

Важливо розуміти, що чим вище витрата бензину, тим швидше треба переходити на пропан-бутан, це дозволить істотно заощадити на горючій суміші, тим більше, що газові заправні станції сьогодні досить поширені по всій країні.

Сучасні технології дозволяють перевести на газ майже будь-який автомобіль з бензиновим двигуном починаючи від бюджетних автомобілів ЗАЗ і закінчуючи дорогими автомобілями Lexus [54].

3.4 Особливості процесу установки ГБО

Приймаючи рішення перевести свою машину на газ, необхідно розуміти, що в якості палива буде використовуватися зріджена пропан-бутанова суміш. У зв'язку з цим конструкція автомобіля буде значно видозмінена. Основні ділянки, на яких будуть проводитися роботи, три:

- багажник - в нього встановлюється балон для пропан-бутанової суміші;
- моторний відсік - в ньому встановлюються наступні компоненти: запобіжник, редуктор, газовий і бензиновий клапани. Це основні елементи системи ГБО, які дозволяють ефективно використовувати газ замість бензину;
- салон автомобіля - для того, щоб зробити її активною системою, на передній панелі встановлюють спеціальний тумблер, який перемикає режими споживання з бензину на газ (рис. 3.1).

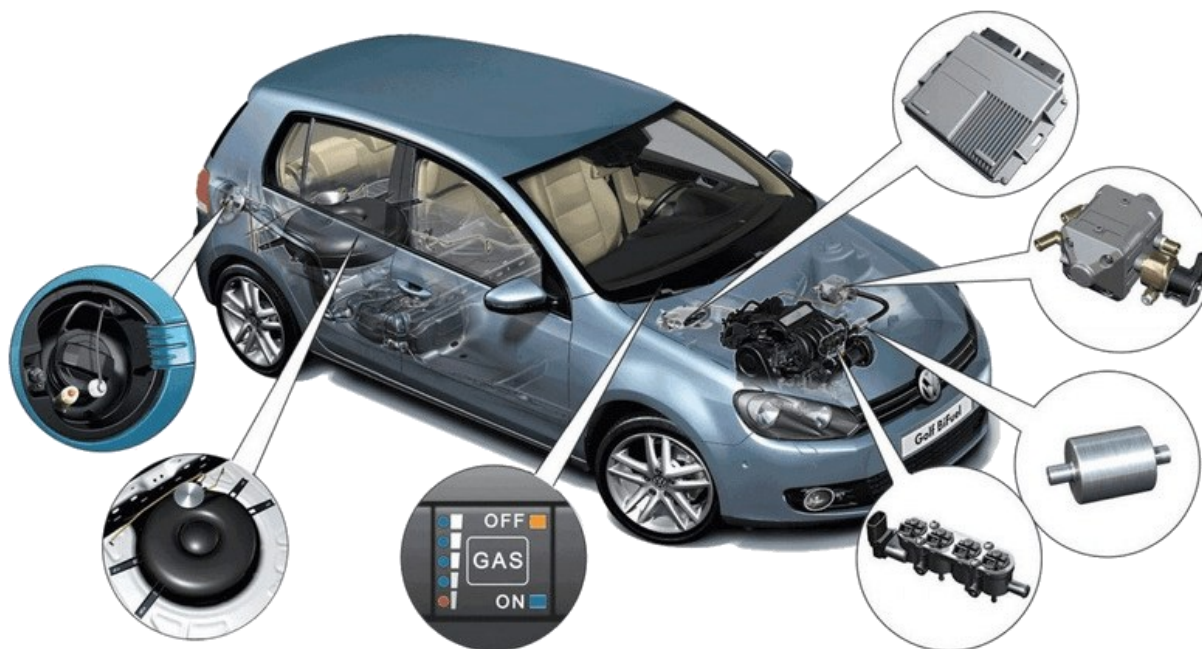


Рис. 3.1 – Розташування основних компонентів ГБО у транспортному засобі

Робота займає, в середньому, до 6 годин, тобто перевести свій автомобіль на газову систему ви можете всього за один день. Крім самої установки, існує ряд маніпуляцій, які є обов'язковими для справної роботи автомобіля. Вся техніка, яка встановлюється клієнту, абсолютно нова і має відповідну документацію та сертифікати [55].

3.5 Підготовка та перевірка ГБО

Установка ГБО передбачає значні зміни в конструкції автомобіля, тому перед її установкою необхідно переконатися, що він повністю справний. Для це проводиться:

- повний технічний огляд - необхідна заміна всіх зношених та зламаних деталей, а також повна впевненість у відсутності пошкодження будь-яких компонентів;

- повна комп'ютерна діагностика - попередньо повинні бути протестовані всі системи авто і усунені неполадки в разі їх виявлення, навіть якщо до цього проблем в управлінні не спостерігалось.

Після перевірок і ремонту, якщо він необхідний, проводиться установка всіх компонентів системи ГБО.

Завершальним етапом, незалежно від моделі автомобіля і марки використаного устаткування, є повторне тестування автомобіля вже з новою системою. Регулювання та налаштування системи проводяться під час, коли мотор включений. При наявності несправностей, сторонніх шумів, якщо автомобіль починає глухнути, необхідний повторний техогляд і діагностика.

Важливо розуміти, що справність всіх систем - це не тільки про ефективність машини, але, в першу чергу, про її безпеку, тому до всіх перевірок варто поставитися з відповідальністю, навіть якщо ви поспішаєте і машина потрібна терміново.

Висновки за розділом:

1. Обґрунтовано доцільність переобладнання автомобілів різних марок на газ шляхом встановлення газобалонного обладнання.

2. Встановлені переваги використання ГБО:

- витрати газового палива при однаковому пробігу порівняно з бензином у 3 рази менші;

- октанове число газового палива 115, що зменшує знос шатуннопоршневої групи двигуна;

- КПГ чистіше паливо, що знижує наявність нагару на свічках, клапанах та поршнях двигуна;

- КПГ збільшує термін служби двигуна;

- заміна моторного масла рідше, оскільки КПГ не розріджує його;

- під час роботи на газі не потрібно прогрівання двигуна, що збільшує його економічність;

- при спалюванні КПГ утворюється вдвічі менше вуглекислого газу порівняно з традиційними видами палив.

3. Встановлені основні ділянки, на яких будуть проводитися роботи, три:

- багажник - в нього встановлюється балон для пропан-бутанової суміші;

- моторний відсік - в ньому встановлюються наступні компоненти: запобіжник, редуктор, газовий і бензиновий клапани. Це основні елементи системи ГБО, які дозволяють ефективно використовувати газ замість бензину;

- салон автомобіля - для того, щоб зробити її активною системою, на передній панелі встановлюють спеціальний тумблер, який перемикає режими споживання з бензину на газ.

На сьогоднішній день, частіше всього встановлюється ГБО 4-го покоління.

Робота займає, в середньому, до 6 годин.

ВИСНОВКИ

Автотранспорт суттєво впливає на атмосферне повітря, яке забруднюється відпрацьованими газами двигунів, що містять в собі складну суміш компонентів і забруднюючих речовин, серед яких присутні канцерогени. Шкідливі речовини надходять приземний шар повітря, де зосереджена життєдіяльність біоти і де умови для їх розсіювання є найгіршими.

На даний час проведення інструментального контролю по всій території міста Дніпра вимагає значних затрат коштів та часу кваліфікованого персоналу. Дослідження вчених свідчать про можливість оцінки екологічного стану атмосферного повітря міста за допомогою методів біоіндикації.

Оцінено негативний вплив автотранспорту на навколишнє середовище і виявлено, що від хімічного забруднення страждають не тільки люди, а й представники флори і фауни, що потрапляють під його вплив.

Дослідили добову динаміку інтенсивності руху автотранспорту на типовому перехресті м. Дніпро (перехрестя просп. Д. Яворницького та вул. Героїв Крут) і встановили, що загальна кількість автомобілів за добу становить 12237 – це відповідає середній інтенсивності руху автотранспорту.

Оцінили рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю у залежності від інтенсивності руху автотранспорту та метеорологічних умов. Концентрація оксиду вуглецю з 08.00-09.00 при інтенсивності руху автотранспорту 853 автомобілі на годину становить $35,59 \text{ мг/м}^3$, а максимальне перевищення концентрації спостерігається з 05.00-06.00 – $39,70 \text{ мг/м}^3$ при інтенсивності руху 588 автомобілів на годину. Хоча інтенсивність руху автотранспорту з 05.00-06.00 менша ніж з 08.00-09.00, проте метеорологічні умови змінюються, а разом з тим змінюється і концентрація оксиду вуглецю.

Також виділили ще одне пікове значення в другій половині дня з 18.00-19.00 – $24,65 \text{ мг/м}^3$, інтенсивність автотранспорту дорівнює 794 автомобілів, що близько до інтенсивності автотранспорту з 08.00-09.00, але метеорологічні

умови інші. А з 15.00-16.00 концентрація оксиду вуглецю становить $20,0 \text{ мг/м}^3$ при низькій інтенсивності руху автотранспорту протягом робочого дня – 647 автомобілів на годину. В нічний час, при низькій інтенсивності руху автотранспорту загалом, концентрація СО знаходиться на межі ГДК з 23.00-24.00 і становить $6,17 \text{ мг/м}^3$ інтенсивність руху автотранспорту в цей час складає 56 автомобілі на годину.

Провели екологічні дослідження стану навколишнього середовища з використанням методу біоіндикації проводили протягом вегетаційного періоду в 2021 році в 12 моніторингових точках навколо перехрестя проспекту Д. Яворницького та вулиці Героїв Крут з відстанню від 50 до 200 м і встановили, що рівень ушкодженості індикаторних рослин перевищує нормативний показник ($\text{УПУ}_{\text{норм}} = 0,300$) в усіх моніторингових точках дослідного перехрестя та коливається в межах від 0,303 до 0,434 ч.о., що вказує на «середній» рівень ушкодженості біоіндикаторів та відповідає «помірно небезпечній» категорії екологічної безпеки за токсико-мутагенним фоном.

Аналіз результатів досліджень якості атмосферного навколо перехрестя дозволив встановити, що рівень ушкодженості рослин-індикаторів змінюється від місця відбору проби до місця інтенсивного руху автотранспорту. На відстані до 50 м від інтенсивного руху автотранспорту $\text{УПУ} = 0,480\text{--}0,430$ ч. о., що вказує на «середній» рівень ушкодженості біоіндикаторів та відповідає «помірно небезпечній» категорії екологічної безпеки за токсико-мутагенним фоном. Це вказує на те, що рослини-індикатори знаходяться поблизу джерел забруднення повітря під інтенсивним впливом автотранспорту. Зі збільшенням відстані від 50 до 150 м від інтенсивного руху автотранспорту УПУ зменшується до 0,351 ч. о., а на відстані 150–200 м $\text{УПУ} = 0,350\text{--}0,30$, що також відповідає «помірно небезпечній» категорії екологічної безпеки за токсико-мутагенним фоном дослідної території.

Екологічний стан атмосферного повітря на досліджуваній території в цілому характеризується як "помірно небезпечний".

Для покращення стану об'єктів навколишнього середовища на території досліджуваного перехрестя м. Дніпро рекомендовано переобладнання

автомобілів різних марок на газ шляхом встановлення газобалонного обладнання.

Встановлені ГБО має ряд переваг:

- витрати газового палива при однаковому пробігу порівняно з бензином у 3 рази менші;
- октанове число газового палива 115, що зменшує знос шатуннопоршневої групи двигуна;
- КПП чистіше паливо, що знижує наявність нагару на свічках, клапанах та поршнях двигуна;
- КПП збільшує термін служби двигуна;
- заміна моторного масла рідше, оскільки КПП не розріджує його;
- під час роботи на газі не потрібно прогрівання двигуна, що збільшує його економічність;
- при спалюванні КПП утворюється вдвічі менше вуглекислого газу порівняно з традиційними видами палив.

Встановлення газобалонного обладнання на легкові автомобілі різних марок не тільки зменшує об'єм шкідливих газів, а й економічно вигідно.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій у 2020 році. Київ. 2021.
2. Косовець О.О. Стан забруднення природного середовища на території України за даними спостережень організацій державної гідрометслужби у 2010 році // Збірник наукових статей “III-го Всеукраїнського з’їзду екологів з міжнародною участю”. – Вінниця, 2011. – Том.1. – С.198–201.
3. Колесник Світлана Іванівна. Автореф. дис... канд. екон. наук: 08.03.01 “Статистична оцінка забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом 2004 року”. / С.І. Колесник; Київ. нац. екон. ун-т. – К., 2004. – 20 с.
4. Колесник С.І. Статистичне визначення обсягів забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом // Статистика України. – 2002. – № 3. – С. 22-24.
5. Говорун А.Г., Скорченко В.Ф. Худолій М.М. Транспорт і навколишнє середовище. К.: - Урожай. 1992. — 144 с.
6. Говорун А.Г., Гутаревич Ю.Ф. Защита окружающей среды от вредных выбросов автомобильного транспорта. — К.: 1989.-47с.
7. Офіційний портал Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. Екологічний моніторинг довкілля. (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <https://mepr.gov.ua/content/ekologichniy-monitoring-dovkillya.html>.
8. Система спостережень за станом навколишнього природного середовища України, Щорічник стану забруднення атмосферного повітря на території України за даними державної системи спостережень гідрометслужби за 2020 рік. ЦГО. – К., 2021.
9. Департамент екології та природних ресурсів Дніпропетровської облдержадміністрації. Регіональна доповідь про стан навколишнього

природного середовища в Дніпропетровській області за 2019 рік. Дніпро, 2020. 321 с.

10. Дніпропетровська обласна державна адміністрація. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2020 рік. Дніпро, 2021. 240 с.

11. Фірсова А.А. Вплив забруднення атмосфери на здоров'я людини. Харків : Вид-во ХДАМГ, 1999. 24 с.

12. Некос А.Н. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. №1-2. – Харків, 2012.

13. Яцківський Л.Ю., Зеркалов Д.В. Загальний курс транспорту. Навчальний посібник. – Кн.1. – К.: Арістей, 2007. – 544 с.

14. Автомобільний транспорт світу: регіональні особливості та екологоекономічні перспективи розвитку (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://assiolo.ru/r95/file256357.html>. – Загол. з екрану.

15. Венжега В. Особливості утилізації автомобілів відповідно до Закону України «Про утилізацію транспортних засобів» / В. Венжега, А. Рудик, Г. Пасов // Технічні науки та технології. – 2016. – № 3 (5). – С. 51-57.

16. Франчук, Г. М. Урбоекологія і техноекологія : підручник / Г. М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова. — К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2011. — 496 с.

17. Приміський І.В. Нормування викидів відпрацьованих газів автомобілів та перехід до стандартів євро [Текст] / Приміський І.В. // Восточно-европейский журнал передовых технологий . – 2014. – Том 4 №11 (70). – С. 43-49.

18. Сучасні джерела антропогенного забруднення атмосфери / Землянська О.В., Мельничук Г.С., Гусар Т.В.: Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки: Збірник матеріалів Шостої науково-методичної конференції (з участю студентів), м.Київ, 10-11 листопада 2011 р. – К.: НТУУ – КПІ, 2011. – С. 36-39.

19. Автомобіль. Екологія. Суспільство (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: https://dt.ua/SCIENCE/avtomobil_ekologiya_suspilstvo.html. – Загол. з екрану.

20. Кучерявий В.П. Екологія. – Львів: Світ, 2001 – 500 с: іл.

21. Тема 5. Забруднення довкілля транспортними засобами (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: http://lubbook.org/book_315.html –

22. Евронормы для легковых автомобилей (г/км) (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: <http://www.autoopt.ru/articles/products/3458895/>. – Загол. з екрану.

23. Экологические нормы «Евро» для автомобилей (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://metrology.com.ua/novosti/431ekologicheskie-normy-evro-dlya-avtomobilej>. – Загол. з екрану.

24. ДСТУ 4276:2004. Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів. Атмосфера. Норми і методи вимірювань димності у відпрацьованих газах автомобілів з дизелями або газодизелями; Введ. 31.01.04 – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 8 с.

25. ДСТУ 4277:2004. Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів. Атмосфера. Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів х двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі; Введ. 31.01.04–Київ:Держспоживстандарт України, 2004. – 8 с.

26. Солуха І.Б., Київський національний університет будівництва і архітектури. Особливості екологічних стандартів Євро при оцінці забруднення атмосферного повітря на прилеглих територіях міських вулиць і доріг населених пунктів України. (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://repository.knuba.edu.ua/bitstream/handle/987654321/8086/201451-573-585.pdf?sequence=1&isAllowed=y> – Загол. з екрану.

27. В.О. Слободян. Біоіндикація: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Видавництво "Полум'я", 2004 – 196 с.

28. Горова А.І. Методичні аспекти оцінки генетичних наслідків техногенезу// екологія і природокористування: Зб. наукових праць.— Дніпропетровськ, 2001.— Вип . 3.— С. 143-151.

29. Мэнинг У. Дж., Фелер У.А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. - М.: Гидрометеиздат, 1985. – 143 с.

30. В.І. Мальцев, Г.О. Карпова, Л.М. Зуб. Визначення якості води методами біоіндикації: науково-методичний посібник – К.: Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, Недержавна наукова установа Інститут екології (ІНЕКО) Національного екологічного центру України, 2011 – 112 с. – Іл. 36.

31. Никифоров В.В., Дігтяр С.В., Мазницька О.В., Козловська Т.Ф. Біоіндикація та біотестування: навчальний посібник. – Кременчук: Видавництво ПП Щенбатих О.В., 2016 – 76 с.

32. Горова А.І., Грунтова В.Ю., Павличенко А.В. Про можливість використання цитогенетичних методів біоіндикації при виборі контрольних територій в системі біомоніторингу // Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. – Вип.. 416: Біологія. – Чернівці: "Рута", 2008.- С. 3-8.

33. Жицька Л.І. Ліхеноіндикація атмосферного забруднення м. Черкаси // Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. – Вип.. 417: Біологія. – Чернівці: "Рута", 2008. - С. 79-84.

34. Миленька М.М. Стан пилку окремих деревних видів як індикаційна ознака ступеня техногенного забруднення довкілля // Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. – Вип.. 416: Біологія. – Чернівці: "Рута", 2008.- С. 46-51.

35. МР 2.2.12–141–2007 Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів / [С. А. Риженко, А. І. Горова, Т. В. Скворцова та ін.]. – К.: Головне базове видавництво МОЗ України ДП "Центр інформаційних технологій", 2007. – 35 с.

36. Машталер Н.В. Біоіндикація стану довкілля промислового майданчику гірничо-рудного підприємства за життєздатністю пилку деяких видів *Penstemon* // Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. – Вип.. 417: Біологія. – Чернівці: "Рута", 2008. - С. 95-98.

37. Лапо К.І., Миронова І.Г. Біоіндикаційна оцінка впливу теплової електростанції на стан навколишнього середовища // Молодь: наука та інновації: Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (Дніпро, 27 листопада 2020 року). – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. Т.10. – С. 196-197.

38. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений / Паушева З. П – М. : Агропромиздат, 1988. – 271 с.

39. Легета У.В., Ситнікова І.О. Використання інтегрального показника флуктуючої асиметрії *Tussilago farfara* L. для оцінки стану довкілля // Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. – Вип.. 416: Біологія. – Чернівці: "Рута", 2008.- С. 39-45.

40. Горелов О.М., Кругляк Ю.М. Вплив техногенного забруднення середовища на морфометричні показники листової системи верб // Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. – Вип.. 416: Біологія. – Чернівці: "Рута", 2008.- С. 34-45.

41. Масюк О.М. Реакція обліпихових насаджень на зміну потужності відсіпки рекультивованого едафотопу // Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. – Вип.. 416: Біологія. – Чернівці: "Рута", 2008.- С. 134-138.

42. Практикум з екології : навч. посіб. туристичної галузі / укл. М.Я. Бомба, Н.Є. Паньків, Н.М. Шувар. – Львів : Вид-во ЛІЕТ, 2015. – 132 с.

43. Прогноз погоди (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gismeteo.ua/weather-dnipro-5077/>. – Загол. з екрану

44. .Определитель высших растений Украины / Доброчаева Д. Н., Котов М. И., Прокудин Ю. М. и др. – К. : Фитосоциоцентр, 1999. – 548 с.

45. EASYWAY (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: <https://www.eway.in.ua/ua/cities/dnipro>. – Заголовок к екрану.

46. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://uazakon.com/big/text1359/pg2.htm>. – Загол. з екрану.

47. Стандарт «Евро-6» (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://euro-6.ru/>. – Загол. з екрану.

48. Жуков С.А. Природний газ - моторне паливо ХХІ століття / Промисловість сьогодні. 2009. № 2. С. 12.

49. Власов В.М. Технічне обслуговування та ремонт автомобілів: учбов. посіб. 3-є вид. М.: Академія, 2006. 480 с.

50. Чи можна самостійно встановити ГБО? (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <https://gbo-lviv.com.ua/about-hbo/main-hbo-information>.

51. Мілешкін К.І. Газ як альтернатива бензину: плюси та мінуси установки ГБО / За рулем. 2014. № 6. С. 22.

52. Які переваги і недоліки у ГБО? (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <https://gbo-lviv.com.ua/about-hbo/main-hbo-information>

53. Які бувають різновиди газу? (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <https://gbo-lviv.com.ua/about-hbo/main-hbo-information>

54. На який автомобіль можна встановити ГБО? (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <https://gbo-lviv.com.ua/about-hbo/main-hbo-information>

55. Газомоторний автомобіль (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Газомоторний_автомобіль. – Загол. з екрану.

56. Газобалонне обладнання (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Газобалонне_обладнання](https://uk.wikipedia.org/wiki/Газобалонне_обладнання). – Загол. з екрану.

57. Вимоги безпеки до технічного стану газобалонних КТЗ та методи випробовування (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <https://docplayer.net/51819881-Vimogi-bezpeki-do-tehnicnogo-stanu-gazobalonnih-ktz-ta-metodi-viprobovuvannya.html>. – Загол. з екрану.

58. Наскільки безпечне використання газу в якості палива? (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <https://gbo-lviv.com.ua/about-hbo/main-hbo-information>.

59. Будівельна техніка (довідник). (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://budtehnika.pp.ua/>. – Загол. з екрану.

60. ДСТУ UN/ECE R 67-01:2002. Єдині технічні приписи щодо: I. Офіційного затвердження спеціального обладнання дорожніх транспортних засобів, двигуни яких працюють на зрідженому нафтовому газі; II. Офіційного затвердження дорожнього транспортного засобу, оснащеного спеціальним обладнанням для використання зрідженого нафтового газу як палива, стосовно установлення такого обладнання. Зі зміною № 1 та поправками (Правила ЕЖ ООН № 67-01:2000, IDT).

61. ДСТУ UN/ECE R 110-00:2002 Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження: I. Елементів спеціального обладнання дорожніх транспортних засобів, двигуни яких працюють на стисненому природному газі (СПГ); II. Дорожніх транспортних засобів стосовно установлення елементів спеціального обладнання офіційно затвердженого типу для використання в їхніх двигунах стисненого природного газу (СПГ). Зі зміною № 1 та поправками (Правила ЕЖ ООН № 110-00:2001, IDT).

62. НПАОП 0.00-1.62-12. Правил охорони праці на автомобільному транспорті (32443)

63. ДСТУ ISO 3310-1:2017 Сита. Технические требования и испытания. Часть 1. Сита лабораторные из металлической проволоки (ISO 3310-1:2016, IDT).

64. НПАОП 0.00-1.81-18 (Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском. Зареєстрований 10 квітня 2018 р. за N

433/31885) та інших чинних нормативних документів і які мають відповідне маркування. Кількість та встановлення балонів для СПГ чи ЗНГ на автомобілі повинні відповідати чинним нормативним документам (ДСТУ UN/ECE R 67-01 або ДСТУ UN ECE R 110-00, технічним умовам, інструкціям виробників ГБО тощо).

65. ДСТУ ІЕС 60529:2019 Ступені захисту, забезпечувані корпусами (ІР-код) (ІЕС 60529:2013, IDT).

66. ГОСТ 12.1.005-88 Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони. Діє до 01.01.2022.

67. ДСТУ 4277:2004 Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів. Атмосфера. Норми і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі. Наказ від 31.01.2004 № 14.

68. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби (33994). Наказ Держспоживстандарту України від 28 грудня 2010 р. № 630.

69. РСТ 1960-89. Оформлення зовнішнє інформаційне рухомого складу автомобільного транспорту УРСР. Знаки відмітні та інформаційні. Затверджено постановою Держплану УРСР від 30.10.89 № 30.

70. Закон "Про охорону праці" від 14.10.1992 № 2694-ХІІ (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст. 668).

71. Рогач Ю.П. Пожежна безпека / Ю.П. Рогач. - Сімферополь, Таврія Плюс, 2001-124с.

72. Ткачук К.Н., Гурш А.О. Охорона праці. - К.: Вища шк., 1998. – 320 с.