

Міністерство освіти та науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

**Магістерська кваліфікаційна робота на тему:**

**“РОЗРОБКА ЗАСОБУ КОНТРОЛЮ ВИКИДІВ ДВИГУНІВ  
ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ”**

Розробив: студентка гр. ЕБ-14м Шага К.О.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи:

к. т. н., доцент Васильківський І.В.

Вінниця - 2015

**Актуальність.** Згідно даних Вінницького обласного центру з гідрометеорології понад 35 % викидів в атмосферне повітря (від їх загальної кількості) на території області – це викиди автотранспорту. Викиди автотранспорту є основною причиною утворення фотохімічного смогу, що складається з диму, туману і аерозольного пилу (дрібнодисперсних частинок). Фотохімічний смог викликає подразнення очей, слизових оболонок носа і горла, симптоми задухи, загострення легневих і різних хронічних захворювань. Аерозольне забруднення атмосферного повітря спричиняє токсичну дію на здоров'я населення і є причиною підвищеної захворюваності та зниження середньої тривалості життя.

Оцінку екобезпеки автотранспорту здійснюють на основі розрахунків викидів ВГ для різних марок рухомого складу автомобілів і з урахуванням індивідуальних викидів кожного автомобіля на різних трасах.

Однак, визначення газових викидів автотранспорту згідно діючих методик не дають можливості проводити реальний облік. Тому, виникла необхідність у розробленні пристрою, який дасть можливість здійснити такий облік.

**Мета роботи** - розробка засобу контролю викидів двигунів внутрішнього згорання та природоохоронних заходів і рекомендації щодо покращення рівня захисту навколишнього природного середовища та збереження здоров'я населення від негативного впливу викидів автотранспорту на території м.Вінниці.

**Об'єкт досліджень** - процес зміни концентрації забруднюючих речовин в приземному шарі атмосферного повітря на території м. Вінниці.

**Предмет досліджень** - викид забруднюючих речовин двигунів внутрішнього згорання, що включає аерозолі (PM10 і PM2.5 та ін.), який утворюється в процесах спалювання палива на автотранспорті м. Вінниці.

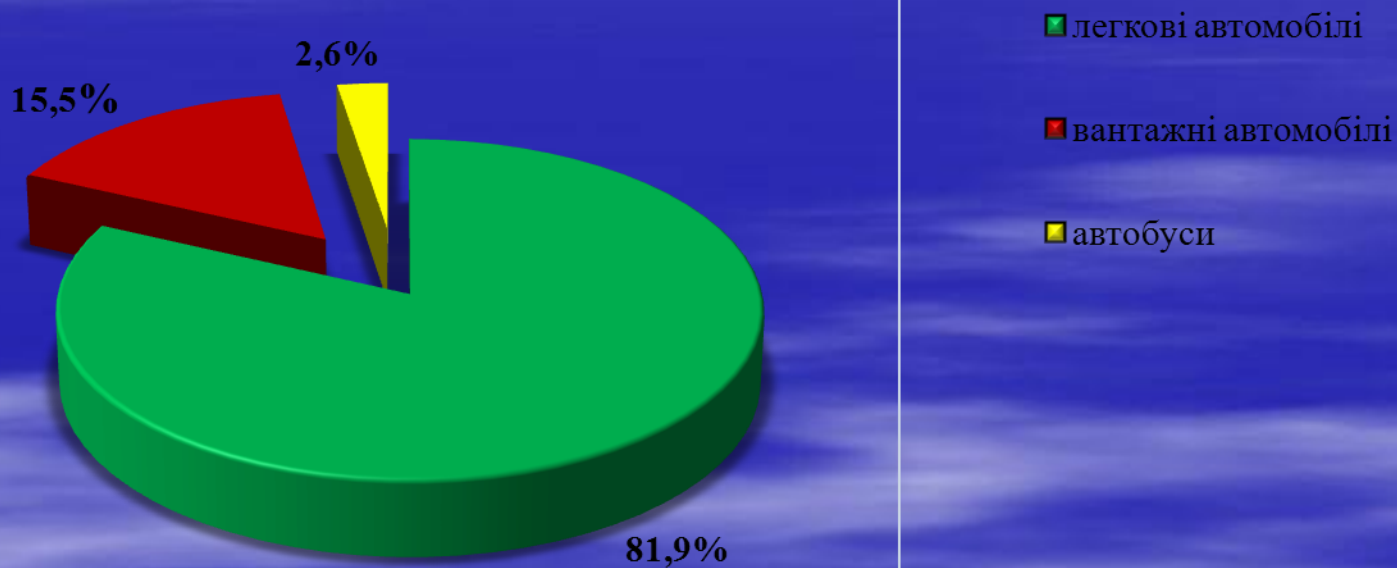
## Відповідно до мети дослідження основними завданнями роботи є:

1. Дослідити характеристики викидів автотранспорту та їх вплив на людину та навколишнє природне середовище у м. Вінниці.
2. Провести розрахунок викидів забруднюючих речовин ДВЗ на території м. Вінниці.
3. Розробити схеми засобу контролю (лічильника) викидів ДВЗ та його структурних блоків.
4. Розробити природоохоронні заходи і рекомендації для зменшення забруднення атмосферного повітря викидами ДВЗ на території м.Вінниці.
5. Розробити економічне обґрунтування собівартості виготовлення лічильника та природоохоронних заходів спрямованих на покращення стану атмосферного повітря у м.Вінниці.

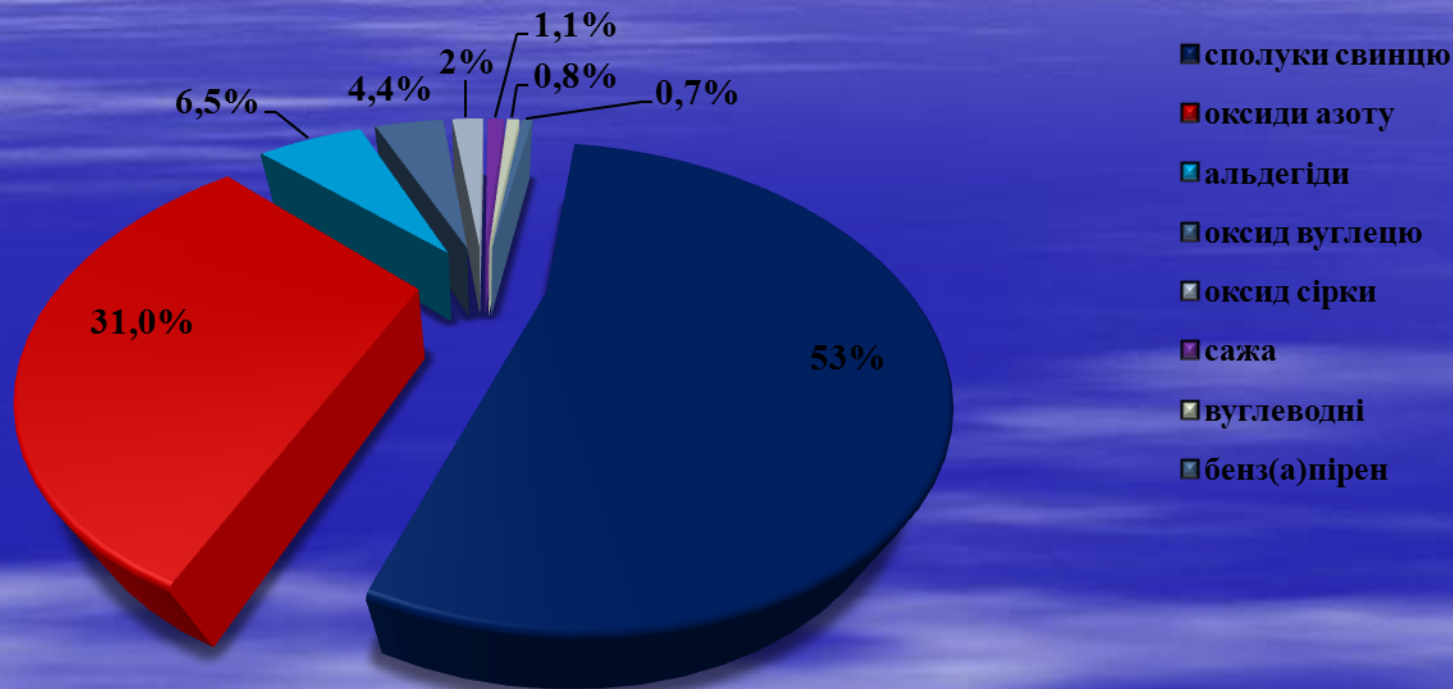


# Автомобільний парк України

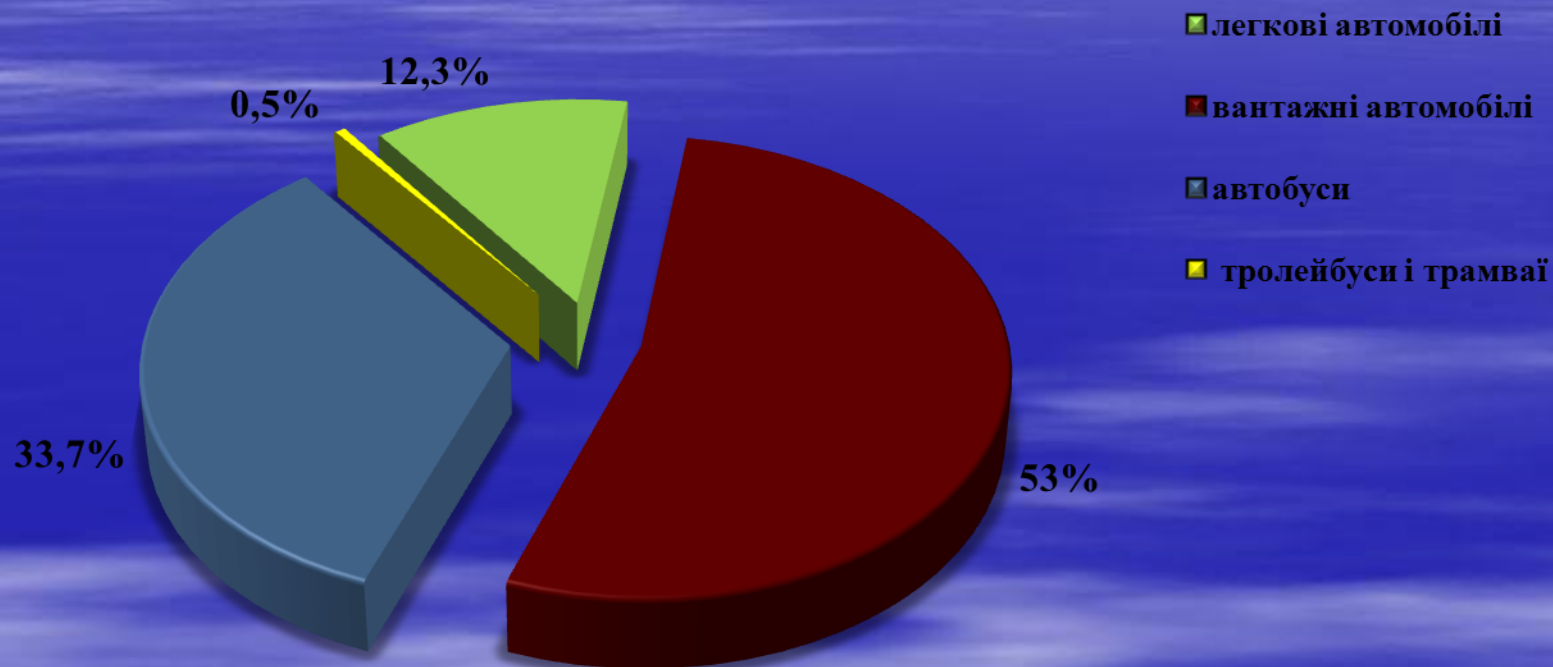
Автомобільний парк України сягнув далеко за межі 7 млн. одиниць автомобілів. (



# Показники забруднення атмосферного повітря автотранспортом



# Показники шумового забруднення автотранспортом



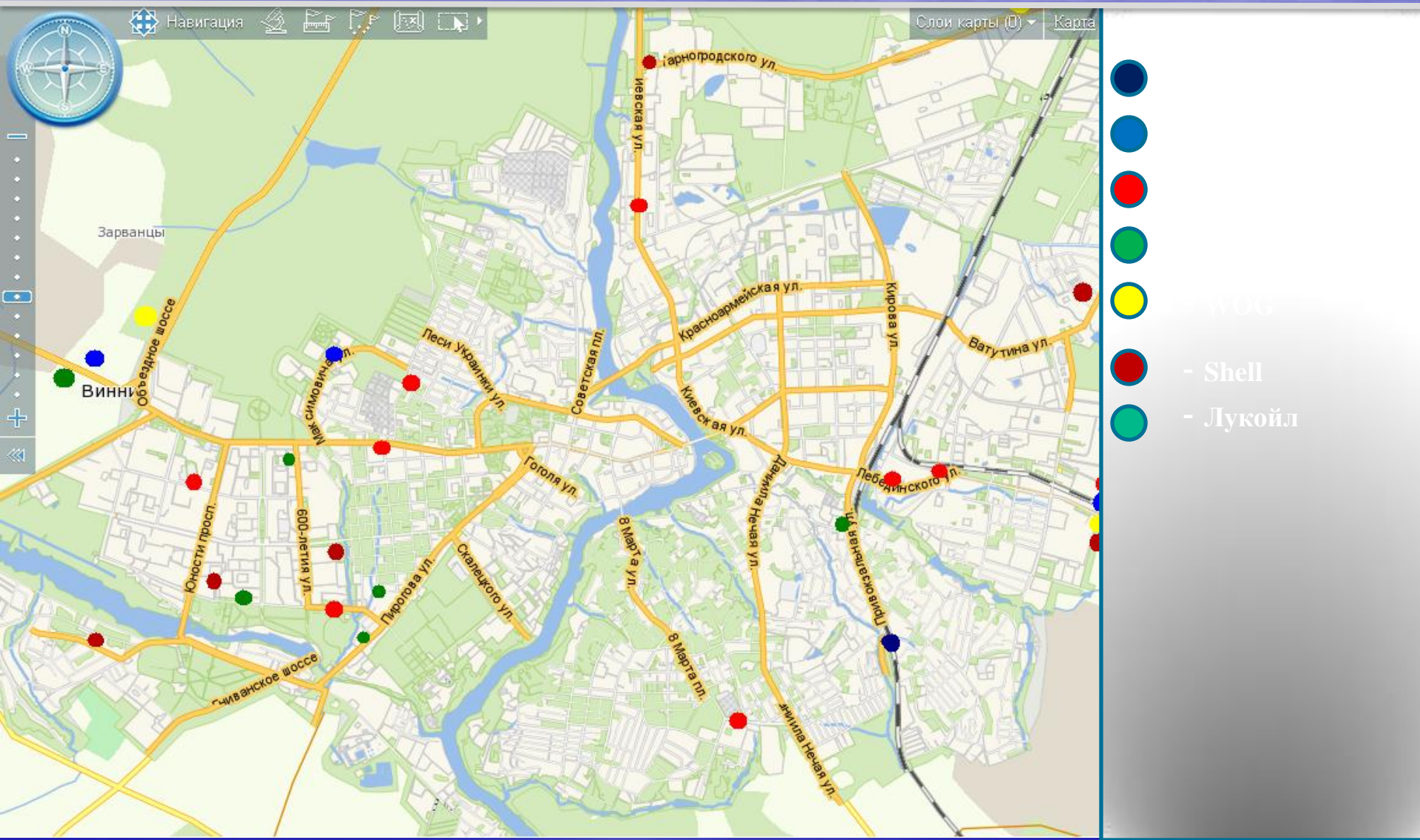
# Автомобільний парк Вінницької області

Тип транспорту Роки	Автомобільний транспорт	Інше*	Всього
2012	247250	37598	284848
2013	244541	37969	282510
2014	309736	67041	376777

*\*Примітка: графа “Інше” вказує на кількість транспорту, що не належить до автомобільного, тобто мотоцикли, трактори, а також самохідні машини і механізми.*



## Розташування мереж АЗС різних компаній у м.Вінниця





## Середній рівень реалізації пального АЗС у м. Вінниця за добу

Назва компанії АЗС	Кількість	Середній рівень реалізації пального, дм <sup>3</sup> /добу			
		Бензин	Дизельне паливо	Газ	Всього
Укрнафта	1	10000	1620	380	12000
TNK	3	32760	5240	1000	39000
Wels	9	143640	25710	1650	171000
OKKO	6	70560	11590	850	84000
WOG	4	57120	10300	580	68000
Shell	6	100800	18000	1200	120000
Лукойл	1	9240	1400	260	11000
Всього	29	424120	73860	5920	505000

# Середньорічні та середньоквартальні концентрації забруднюючих речовин у м.Вінниця

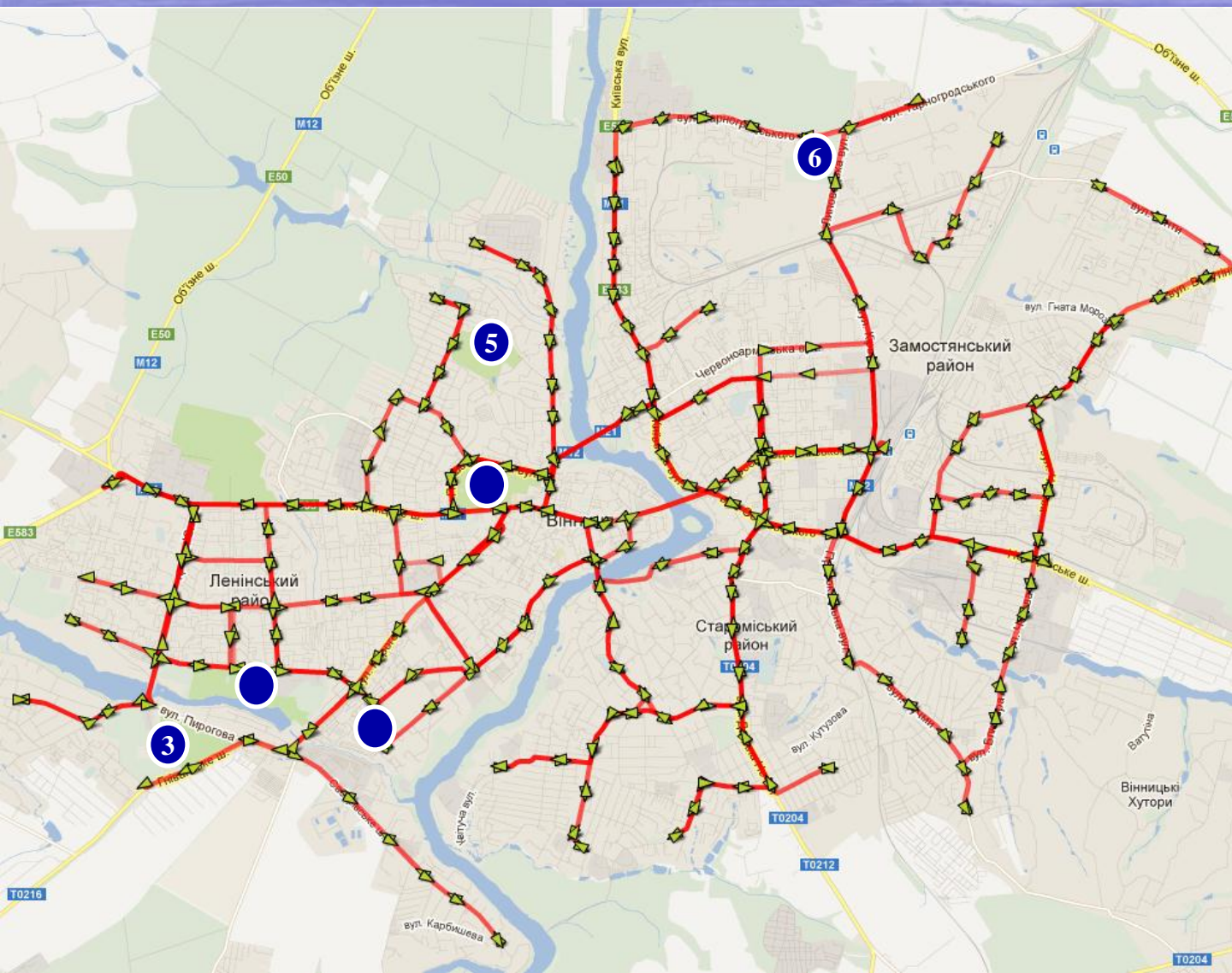
	Пил	Діоксид сірки	Оксид вуглецю	Діоксид азоту	Фтористи й водень	Аміак	Формальдегід
од.виміру	мг/м <sup>3</sup>	мг/м <sup>3</sup>	мг/м <sup>3</sup>	мг/м <sup>3</sup>	мг/м <sup>3</sup>	мг/м <sup>3</sup>	мг/м <sup>3</sup>
ГДК максимально разова	0,15	0,5	5	0,085	0,02	0,2	0,035
ГДК середньодобова	0,5	0,05	3	0,04	0,005	0,04	0,003
2011 рік	0,16	0,002	2,0	0,019	0,004	0,012	0,004
2012 рік	0,15	0,002	1,8	0,023	0,005	0,012	0,005
2013 рік	0,13	0,001	1,5	0,023	0,005	0,011	0,006
2014 рік	0,11	0,002	1,2	0,044	0,003	0,010	0,002
I квартал 2015 року	0,08	0,001	1,2	0,033	0,002	0,007	0,001
II квартал 2015 року	0,13	0,000	1,0	0,095	0,002	0,008	0,002
III квартал 2015 року	0,14	0,001	1,1	0,094	0,002	0,010	0,003

Обсяг забруднюючих речовин, що викидались  
автомобільним транспортом у м.Вінниці  
в період 2008 – 2014 рр., тис.т/рік


Види з.р.	Роки							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
<i>сірчистий ангідрид</i>	52,9	56,9	59,5	1,037	1,1	0,9	1,019	
<i>оксиди азоту</i>	52,9	56,9	59,5	10,382	10,6	9,3	9,894	
<i>оксид вуглецю</i>	9,2	9,6	10,0	62,17	64,8	59,634	60,511	
<i>вуглеводні</i>	0,1	0,1	0,1	0,28	0,3	0,237	0,241	
<i>леткі органічні сполуки</i>	0,4	0,4	0,4	9,322	9,9	9,123	9,243	
<i>речовини у вигляді суспендованих твердих частинок</i>	52,9	56,9	59,5	1,138	1,2	1,021	1,117	
<i>Всього</i>	68,3	73,0	76,4	84,329	87,9	80,215	81,8	




# Карта маршрутних шляхів у м.Вінниці



## Умовні позначення:

 -- Маршрутні шляхи  
Основні зелені зони міста (1-7):

 1 - Лісопарк;

 2 - Парк «Дужби народів»;

 3 - Маєток М.І. Пирогова «Вишня»;

 4 - Парк міський парк;

 5 - Пятничанський парк;

 6 - Вінницький зоологічний парк;

 7 - Парк ім. О.І. Ющенка.

# Оцінка забруднення атмосферного повітря м.Вінниці маршрутним автотранспортом

Номер маршруту	Довжина маршруту в 1 бік, км	Кількість автомобілів на маршруті, шт	Викиди в атмосферу за 1 коло, кг	Викиди в атмосферу за 1 зміну, кг	Викиди в атмосферу за 1 рік, кг
1А	5,8	3	2	90	32850
2А	5,4	6	3,7	222	81030
2Б	9,9	10	11	660	240900
3А	12,6	10	14,2	639	233235
3Б	7,4	12	10	900	328500
5А	4,5	4	2	90	32850
6А	4,5	4	2	90	32850
7А	7,5	4	3,4	122,4	44676
8А	9,0	11	11	660	240900
8Б	7,0	4	3,2	96	35040
9А	5,8	2	1,3	36,4	13286
10А	5,0	6	3,4	204	74460
11А	7,0	4	3,2	115,2	42048
11Б	4,5	6	3	135	49275
12А	8,0	6	5,4	243	88695

# Оцінка забруднення атмосферного повітря м.Вінниці маршрутним автотранспортом (продовження)

Номер маршруту	Довжина маршруту в 1 бік, км	Кількість автомобілів на маршруті, шт	Викиди в атмосферу за 1 коло, кг	Викиди в атмосферу за 1 зміну, кг	Викиди в атмосферу за 1 рік, кг
16А	10,5	12	14	630	229950
16Б	6,3	5	3,6	324	118260
17А	15,0	15	25	900	328500
17Б	15,6	12	21	945	344925
18А	4,5	6	3	180	65700
18Б	7,5	6	5	300	109500
19А	10,1	6	6,8	244,8	89352
20А	16,0	20	36,2	3258	1189170
21А	6,5	6	4,4	158,4	57816
22А	7,2	6	4,8	216	78840
23А	13,4	18	27,3	2457	896805
<b>Разом</b>					<b>5185775</b>



# Основні складові вихлопних газів двигунів внутрішнього згоряння

Речовина	Бензинові двигуни	Дизелі
Азот N <sub>2</sub> , %	74-77	76-78
Кисень O <sub>2</sub> , %	0,3-8,0	2,0-18,0
Вода H <sub>2</sub> O (пара), %	3,0-5,5	0,5-4,0
Вуглекислий газ CO <sub>2</sub> , %	0,0-16,0	1,0-10,0
Монооксид вуглецю CO*, %	0,1-5,0	0,01-0,5
Оксиди азоту NO <sub>x</sub> *, %	0,0-0,8	0,0002-0,5
Вуглеводні C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> *, %	0,2-3,0	0,09-0,5
Альдегіди*, %	0,0-0,2	0,001-0,009
Сажа C**, г/м <sup>3</sup>	0,0-0,04	0,01-1,10
Бензопірен-3,4**, г/м <sup>3</sup>	10-20×10 <sup>-6</sup>	10×10 <sup>-6</sup>

\* Токсичні компоненти

\*\* Канцерогени

У разі застосування етилованих бензинів — свинець (тетраетилсвинець), бром, хлор, та їх сполуки. Аерозолі галоїдних сполук свинцю можуть піддаватися каталітичним і фотохімічним перетворенням, і брати участь в утворенні смогу.

# Метаболізм забруднюючих речовин, які викидаються ДВЗ в атмосфері

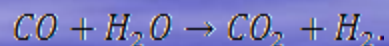
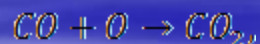
## Окис вуглецю

Перебіг реакцій згоряння вуглеводневих палив в камерах згоряння двигунів відбувається дуже швидко – майже миттєво і носить вибухоподібний характер. Реакції згоряння вуглеводневих палив досить складні і до сьогодні ще недостатньо вивчені.

Спрощено процес згоряння вуглеводневого палива можна представити так:

- 1) утворення активних радикалів, які вступають в реакції з киснем;
- 2) поява активних пероксидів, які вступають в реакції з молекулами вуглецю, утворюючи молекули пероксиду водню;
- 3) активні радикали пероксидів окислюються, утворюючи альдегіди і нові радикали.

Академік Я.Б. Зельдович запропонував таку схему реакцій згоряння оксиду вуглецю:



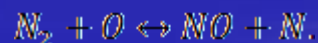
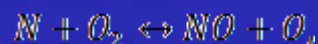
Заключною стадією процесу згоряння вуглеводневих палив є процес окиснення оксиду вуглецю CO, перебіг якого відбувається значно повільніше ніж сам процес згоряння. Кінцеві продукти процесу згоряння вуглеводневих палив – CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O.

## Метаболізм забруднюючих речовин, які викидаються ДВЗ в атмосфері (продовження)

### Оксиди азоту

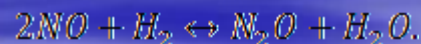
Утворення оксидів азоту NO та NO<sub>2</sub> (загальна формула NO<sub>x</sub>) під час згоряння палива в циліндрах двигунів пов'язане з високою температурою.

Можливі такі зворотні реакції окиснення азоту:

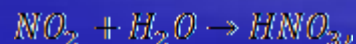


Окрім основних реакцій окиснення має місце реакція: Відбувається вона не лише в камері згоряння, а також у випускній системі двигуна і в атмосфері.

Можлива також реакція оксиду азоту з воднем:



Двооксид азоту вступає в реакцію в парюю води, утворюючи азотну кислоту, частково розпадається на NO і O:



Концентрація NO<sub>x</sub> також залежить від складу паливо-повітряної суміші.



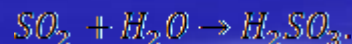
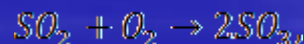
## Метаболізм забруднюючих речовин, які викидаються ДВЗ в атмосфері (продовження)

### Сполуки сірки

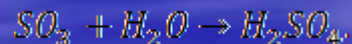
Сірка входить в склад вуглеводневих палив, як шкідлива домішка. В камері згоряння, з'єднуючись з киснем вона утворює двооксид сірки (сірчистий ангідрид):



Потрапляючи разом з відпрацьованими газами у атмосферу двооксид сірки вступає в реакцію з киснем повітря, утворюючи ангідрид сірки (сірчаний ангідрид) або розчиняється у водяній парі, утворюючи сірчисту кислоту:



Ангідрид сірки, в свою чергу, сполучається з водяною парою, утворюючи сірчану кислоту:



## Основні джерела техногенних аерозолів

- автотранспорт;
- теплові електростанції;
- гірничодобувна промисловість;
- металургійні заводи;
- цементні заводи;
- магнезитові і сажеві заводи;
- збагачувальні фабрики;
- машинобудівні підприємства;
- сільське господарство, тощо.

## Визначення аерозолів і їх класифікація

Аерозолі – це колоїдні системи, які довгий час можуть перебувати в підвішеному стані, і які складаються з твердих дрібних частинок (пил) або крапельок рідини, що утворюються при конденсації парів.

За походженням бувають:

- природні;
- штучні (техногенні).

За характером утворення:

- диспергаційні аерозолі;
- конденсаційні аерозолі.

За дисперсністю (розміром частинок):

- полідисперсні;
- монодисперсні.

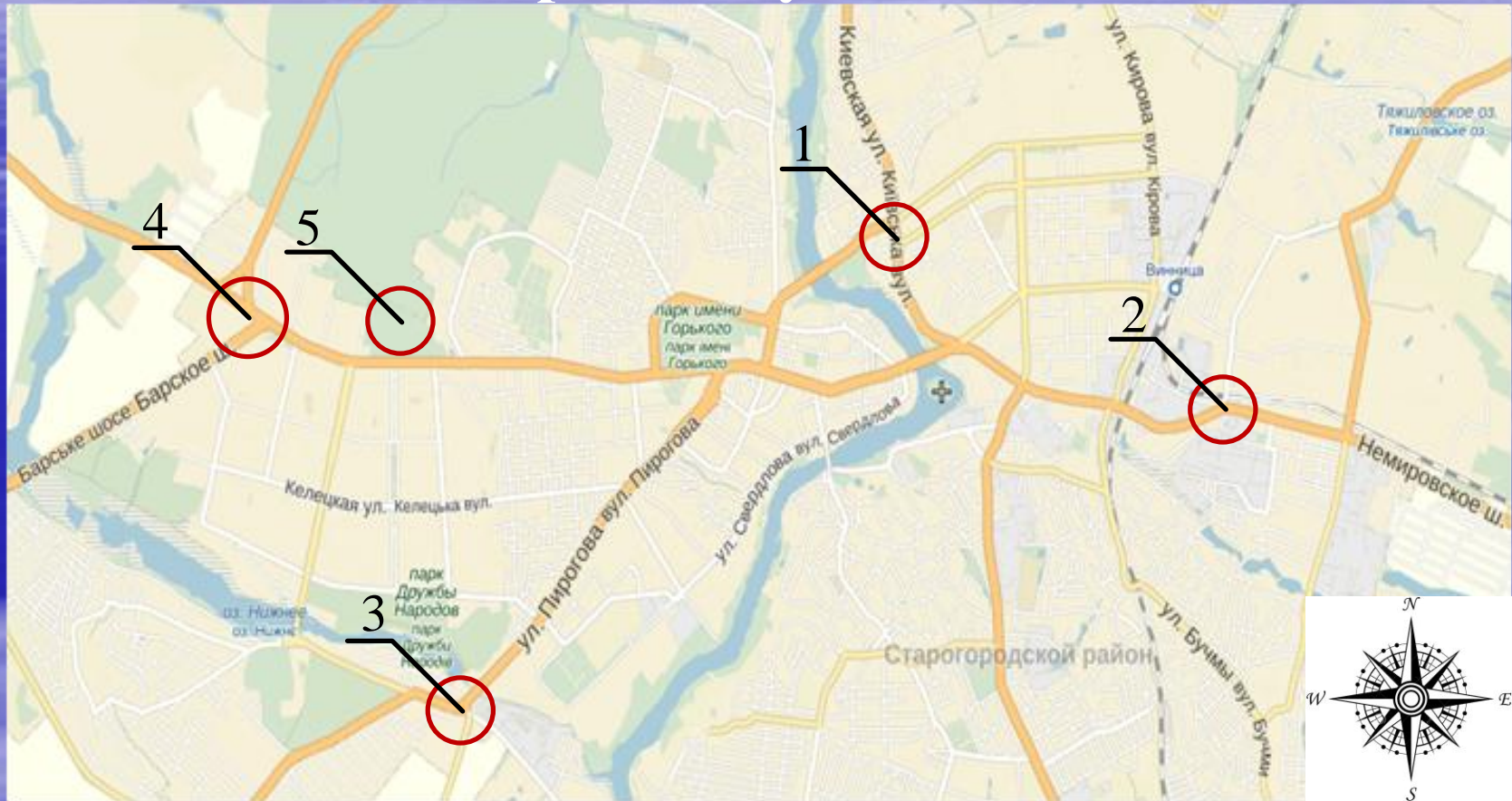


# Аналізатор аерозолю DustTrak 8520 і його технічні характеристики



Специфікація	Опис
Діапазон вимірювань масової концентрації аерозолю	0,001 до 100 мг/м <sup>3</sup>
Найменша ціна ділення шкали	0,001 мг/м <sup>3</sup>
Розмір вимірюваних частинок	від 0,1 до 10 мкм
Витрати повітря	від 1,4 до 2,4 л/хв. (1,7 л/хв. робоча)
Умови експлуатації:	діапазон температури навколишнього середовища від 0 до +50 °С; -діапазон відносної вологості від 5 до 90% при + 25 ° С; -діапазон атмосферного тиску від 84 до 106,7 кПа.
Живлення	напряга 220 (+ 22; -33) В, частота (50 ± 1) Гц.
Розмір	225 x 150 x 90 мм, 2 кг

# Місця проведення вимірювань концентрації аерозолів у м.Вінниці



Місця проведення вимірювань: 1 – вул. Київська;  
2 – вул. Немирівське шосе; 3 – вул. Пирогова (Електромережа);  
4 – вул. Хмельницьке шосе; 5 – Лісопарк (ліс)

## Гранично допустимі концентрації TSP, PM10, PM2.5 в атмосферному повітрі в Україні, США, ЄС і за рекомендаціями ВООЗ

Речовина	Час усереднення	Україна, мг/м <sup>3</sup>	ВООЗ, мг/м <sup>3</sup>	США, мг/м <sup>3</sup>	ЄС, мг/м <sup>3</sup>
Завислі речовини (TSP)	20 хв.	0,50	–	–	–
	24 год.	0,15	–	0,26	–
	1 рік	–	–	0,075	–
Завислі речовини PM10	20 хв.	–	–	–	–
	24 год.	–	0,050	0,150 (концентрація не повинна бути перевищена більше 1 разу за 3 роки)	0,050 (концентрація не повинна бути перевищена більш 35 разів протягом року)
	1 рік	–	0,020	–	0,040
Завислі речовини PM2.5	20 хв.	–	–	–	–
	24 год.	–	0,025	0,035 (98% за 3 роки)	–
	1 рік	–	0,010	0,015 (середня за 3 роки)	0,025



## Умови проведення моніторингу концентрації аерозолів PM2.5 і PM10

Відбір проб проводився в таких умовах:

- при вітряній погоді (1,2 м/с – мінімальна швидкість вітру, так як аерозолі переносяться з вітровим потоком);
- при відсутності опадів (дощу, снігу);
- з підвітряного боку дороги на двох висотах (0,1 і 1,5-2 м);
- одночасно визначалися метеопараметри (вологість, тиск, швидкість вітру, температура);
- підраховувалась інтенсивність руху автотранспорту.

Проведення вимірювань протягом доби було поділено на три часових періоди: у ранці (8-9 година), в обідній час (13-14 година), у вечері (17-18 година).

За результатами вимірювань було побудовано графіки, які відображають величини концентрацій PM10 та PM2.5 у різних районах міста, на різній висоті, протягом доби.

# Результати моніторингу концентрації аерозолів PM2.5 і PM10 у м. Вінниці

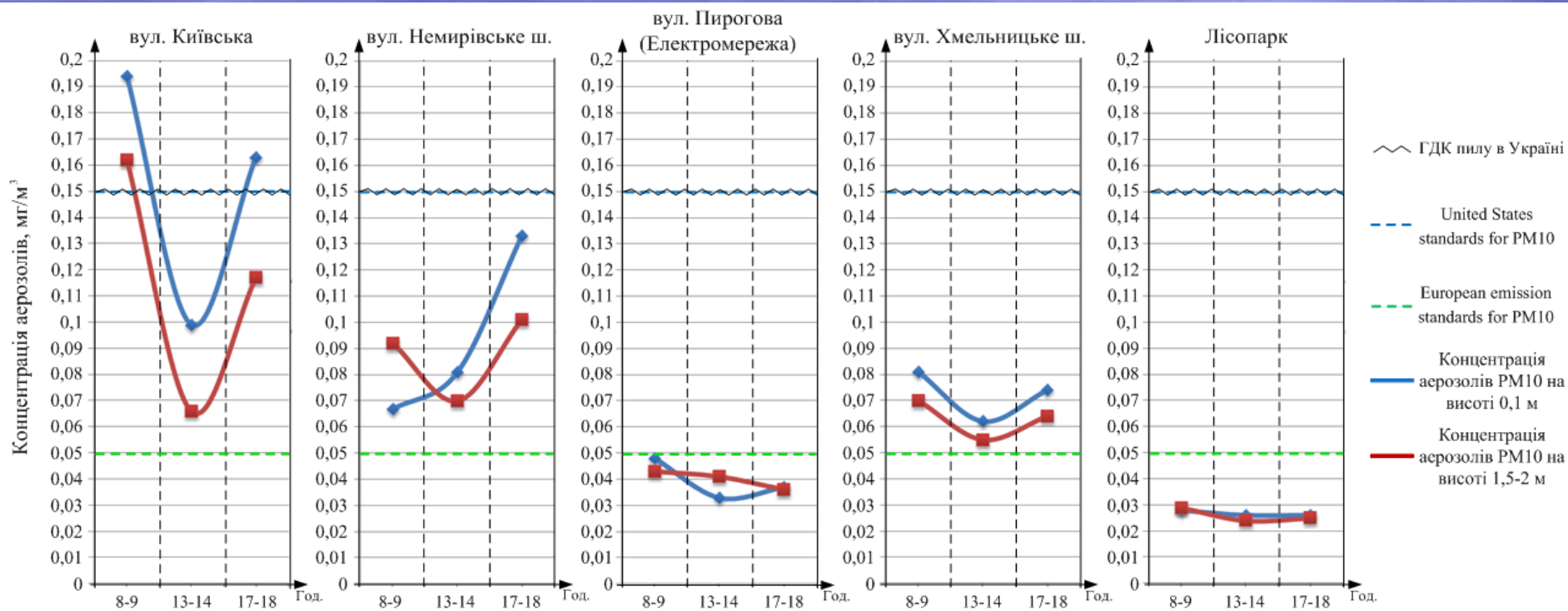
Місце вимір.	Дата вимір.	Час відбору	Висота заміру, м	Концентрації аерозольних частинок, частинок/л; * - мг/м <sup>3</sup>								Температура, °С	Вологість, %	Швидкість вітру, м/с	Тиск, мм рт. ст.	Інтенсивність транспорту, шт.
				0,3 мкм	0,5 мкм	1 мкм	2,5 мкм	5 мкм	10 мкм	2,5 мкм*	10мкм*					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
вул. Київська	29.09.2014 р.	8-9	0,1	82887	10565	1591	666	56	28	0,097	0,194	13,3	65,8	1,2	748,3	35
			1,5-2	107074	13912	1979	482	96	73	0,069	0,162					
		13-14	0,1	49401	6993	925	240	30	14	0,072	0,099	20,2	46,5	2,8	747,8	24
			1,5-2	46355	5894	600	148	9	5	0,068	0,066					
		17-18	0,1	99033	13630	2153	564	136	110	0,091	0,163	18,5	49,6	2,6	745,8	28
			1,5-2	124534	17686	2309	515	73	56	0,077	0,117					
вул. Немирівське шосе	29.09.2014 р.	8-9	0,1	78424	10221	1508	395	68	44	0,094	0,067	19	46	1,2	746,6	26
			1,5-2	114753	16836	2796	788	160	127	0,083	0,092					
		13-14	0,1	57821	6798	1066	310	51	51	0,067	0,081	24	39,5	2,1	745,3	21
			1,5-2	44225	5713	783	188	35	32	0,062	0,070					
		17-18	0,1	92602	11641	1450	456	66	56	0,071	0,133	22	35,2	2,2	744,6	25
			1,5-2	69838	9371	965	275	33	16	0,069	0,101					
вул. Пирогова (Електромережа)	29.09.2014 р.	8-9	0,1	88440	11083	1339	282	49	28	0,054	0,048	18,9	53	1,4	748,8	50
			1,5-2	90544	11885	1268	291	44	21	0,053	0,043					
		13-14	0,1	47852	6308	765	223	35	16	0,047	0,033	23,8	42,1	2,3	746,7	43
			1,5-2	43198	5329	583	162	14	14	0,043	0,041					
		17-18	0,1	53405	5800	503	115	11	7	0,046	0,037	19,7	42,3	2,2	742,1	43
			1,5-2	44236	4668	466	89	9	4	0,045	0,036					

# Продовження результатів моніторингу концентрації аерозолів PM2.5 і PM10 у м. Вінниці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Місце вимір.	Дата вимір.	Час відбору	Висота заміру, м	Концентрації аерозольних частинок, частинок/л; * - мг/м <sup>3</sup>								Температура, °С	Вологість, %	Швидкість вітру, м/с	Тиск, мм рт. ст.	Інтенсивність транспорту, шт.
				0,3 мкм	0,5 мкм	1 мкм	2,5 мкм	5 мкм	10 мкм	2,5 мкм*	10 мкм*					
вул. Хмельницьке шосе	29.09.2014 р.	8-9	0,1	54055	7483	906	233	33	19	0,078	0,081	16,4	58,1	2	744,6	52
			1,5-2	94021	12403	1320	289	28	16	0,065	0,070					
		13-14	0,1	46080	4889	623	188	28	18	0,063	0,062	23,6	38,8	3,2	743,2	23
			1,5-2	48278	4997	659	164	33	28	0,054	0,055					
		17-18	0,1	57376	7824	1247	362	61	42	0,084	0,074	21,7	39	3,4	742,2	44
			1,5-2	54497	6944	1146	310	54	35	0,061	0,064					
Лісопарк	29.09.2014 р.	8-9	0,1	44321	6046	1284	315	48	39	0,022	0,028	16,2	68,2	0,6	742,1	-
			1,5-2	45755	7214	954	302	35	36	0,024	0,029					
		13-14	0,1	50201	6744	1443	315	44	28	0,025	0,026	18,6	62	0,6	741,7	-
			1,5-2	45715	6221	812	282	33	31	0,023	0,024					
		17-18	0,1	50201	8743	1299	344	44	33	0,026	0,026	17,6	58,8	0,6	741,7	-
			1,5-2	45715	7227	888	264	35	25	0,024	0,025					



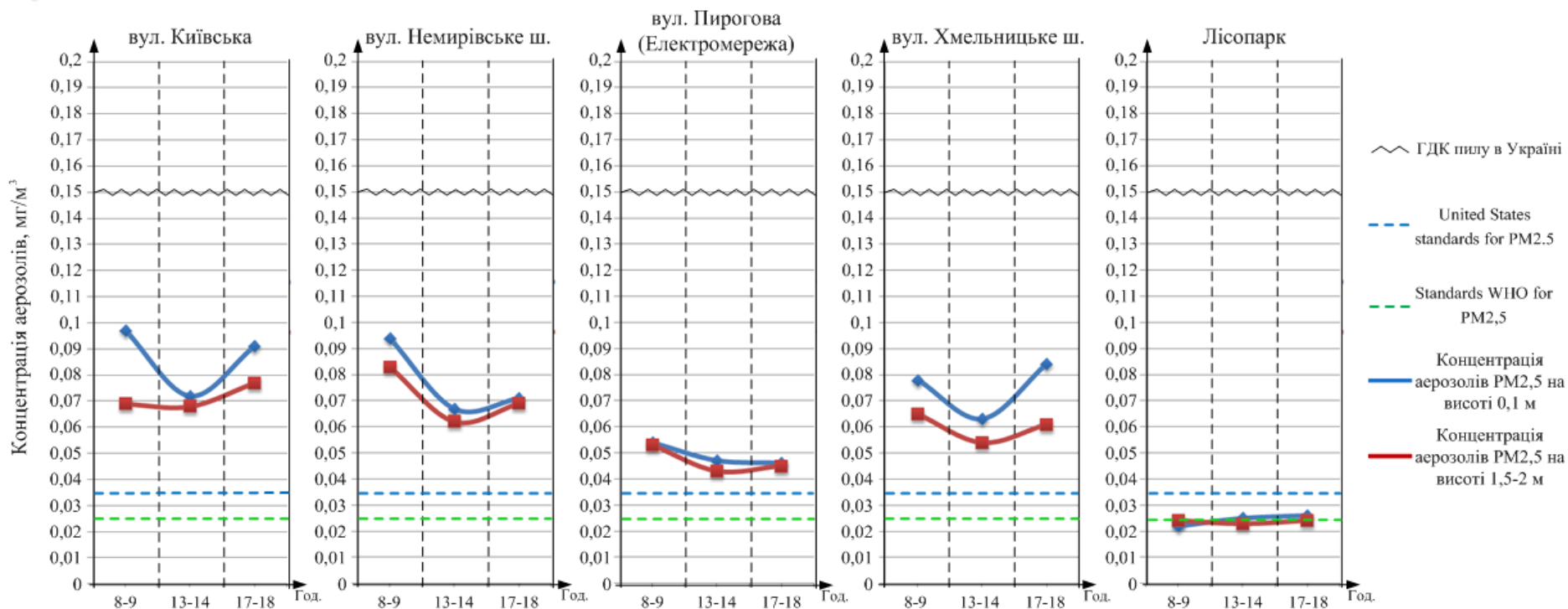
# Графіки зміни величини концентрації аерозолів розміром 10 мкм (PM10) у різних районах м. Вінниці



**Перевищення** концентрації аерозолів розміром 10 мкм (PM10) за європейськими нормативами (ГДК – 0,05 мг/м<sup>3</sup>) спостерігається у трьох місцях вимірювань: вул. Київська, вул. Немирівське шосе, вул. Хмельницьке шосе; **перевищення відсутнє** на: вул. Пирогова (Електромережа) та у лісовому масиві (Лісопарк).

За нормативами США для частинок розміром 10 мкм (ГДК – 0,150 мг/м<sup>3</sup>) часткове перевищення спостерігалось лише на вул. Київська.

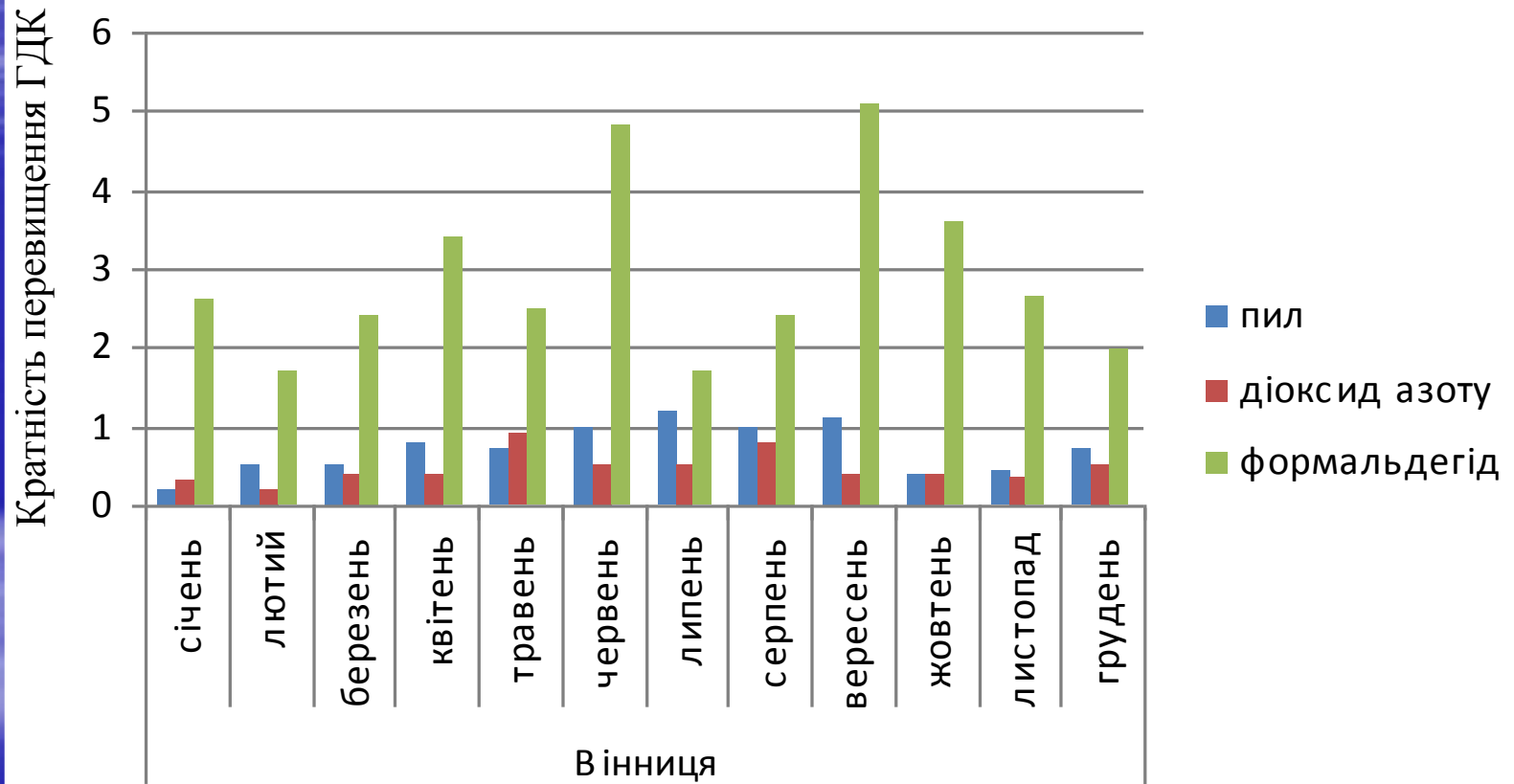
# Графіки зміни величини концентрації аерозолів розміром 2,5 мкм (PM2.5) у різних районах м. Вінниці



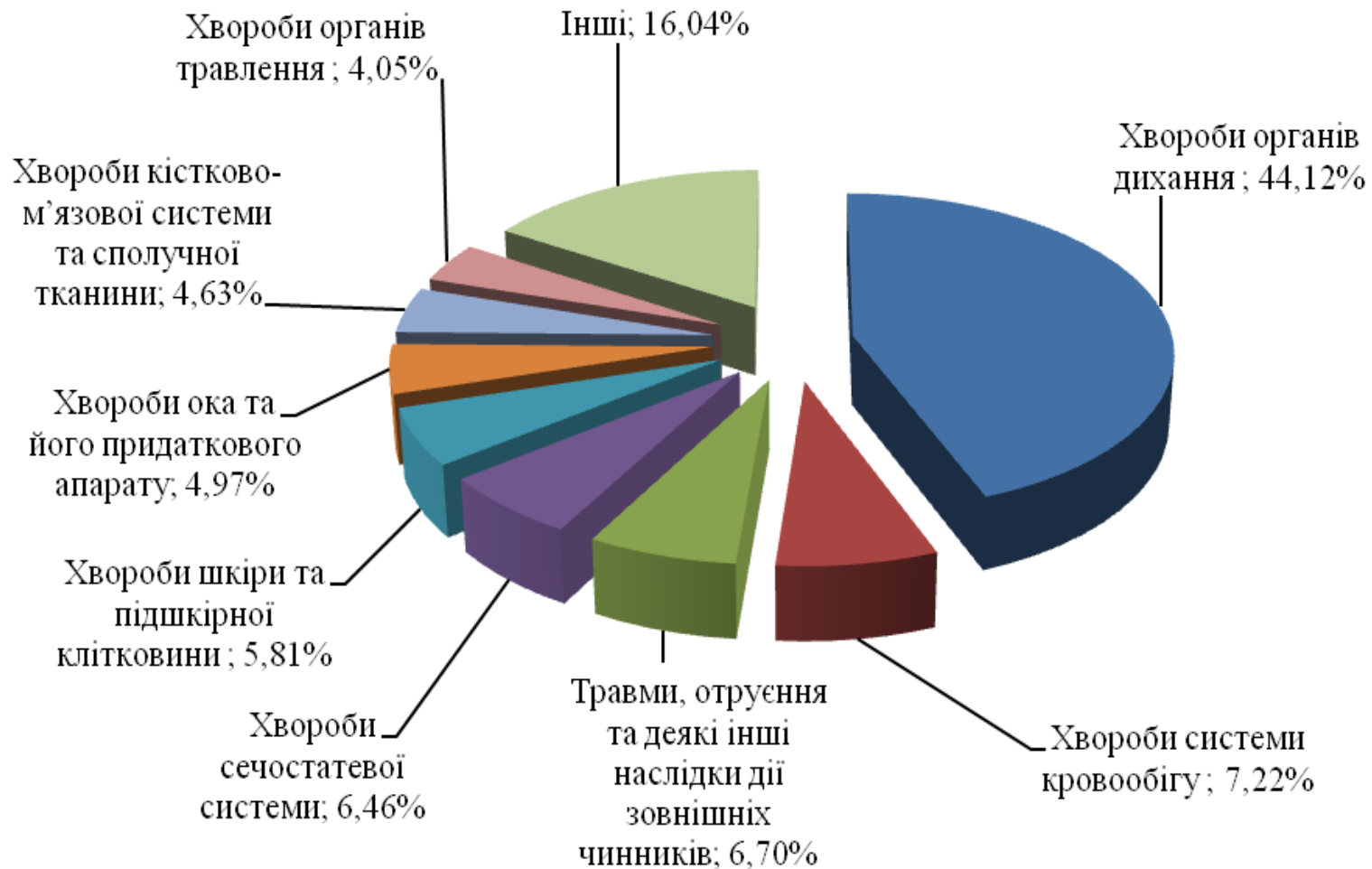
**Перевищення** концентрації аерозольних частинок розміром 2,5 мкм (PM2.5) за нормативом ВООЗ (ГДК –  $0,025 \text{ мг/м}^3$ ) спостерігається у чотирьох місцях вимірювань: вул. Київська, вул. Немирівське шосе, вул. Хмельницьке шосе, вул. Пирогова (Електромереча); **перевищення відсутнє** лише у лісовому масиві «Лісопарк».

За нормативами США для частинок розміром 2,5 мкм (ГДК –  $0,035 \text{ мг/м}^3$ ) **перевищення** спостерігалось також у чотирьох місцях вимірювань: вул. Київська, вул. Немирівське шосе, вул. Хмельницьке шосе, вул. Пирогова (Електромереча) і **відсутнє перевищення** лише у лісовому масиві «Лісопарк».

## Кратності перевищення ГДК для завислих речовин (TSP) протягом року у м. Вінниці

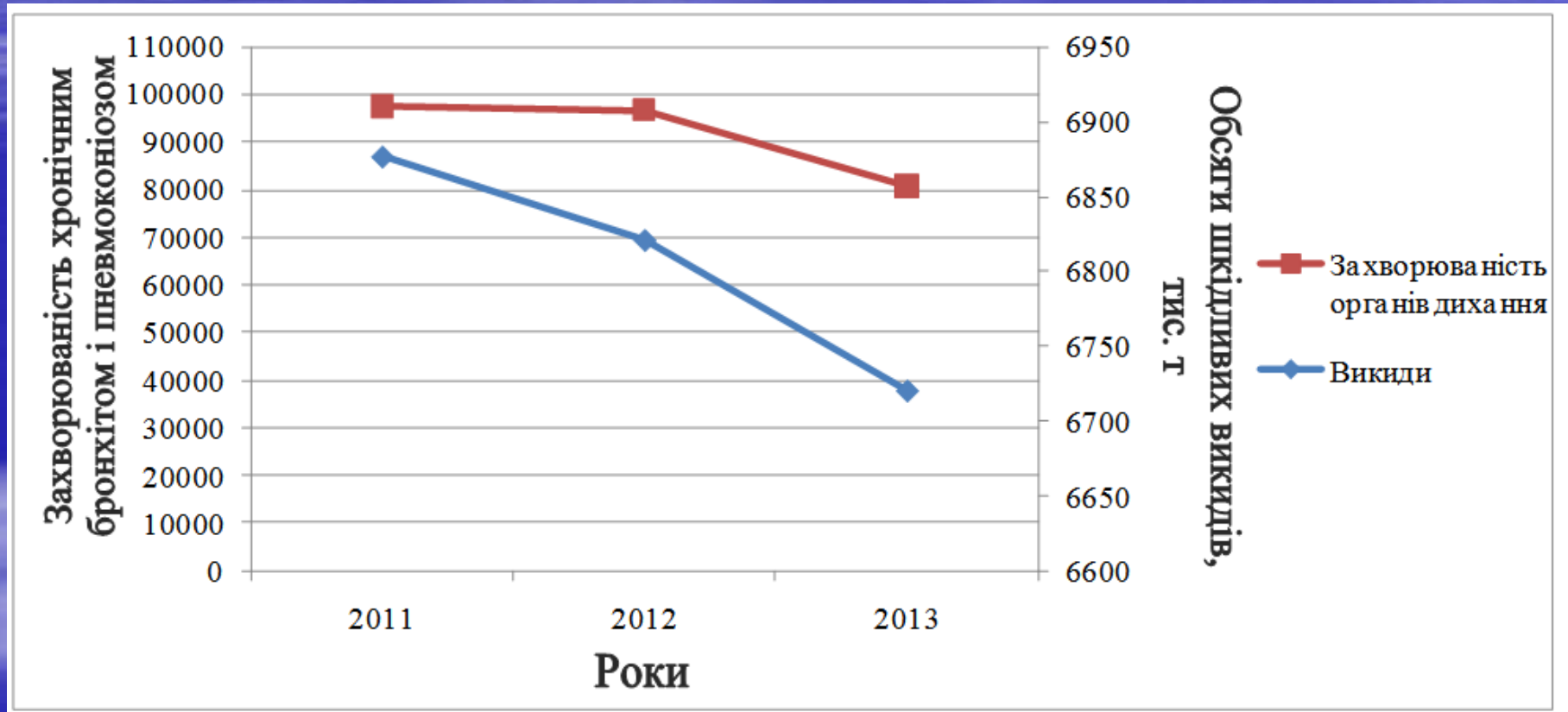


# Структура загальної захворюваності населення України





## Залежність між захворюваністю органів дихання і викидами в атмосферу



# Захворювання викликані впливом техногенних аерозолів

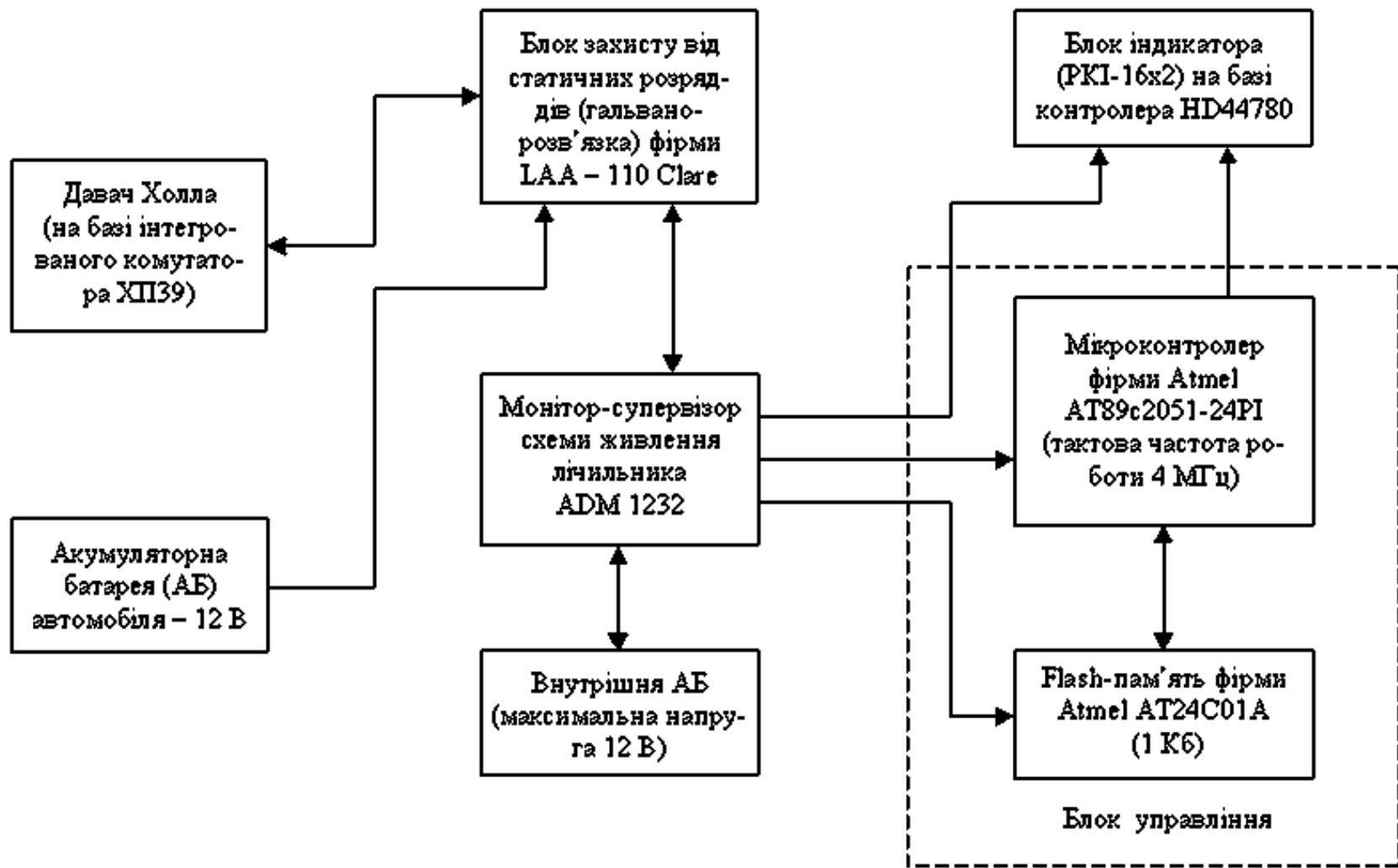
1. Пневмоконіози (силікоз, силікатоз, металококоніоз, карбококоніоз);
2. Професійний бронхіт;
3. Алергічні захворювання (шкіри, слизових оболонок);
4. Рак легенів;
5. Серцево-судинні захворювання;
6. Астматичний риніт;
7. Бронхіальна астма.

Вид пневмококоніозу	Причина виникнення
Силікоз	зумовлений вдиханням пилу, що містить вільний діоксид кремнію.
Силікатози	виникають від вдихання пилу мінералів, що містять діоксид кремнію в зв'язаному стані з різними елементами: магнієм, алюмінієм, залізом, кальцієм (азбестоз, талькоз, каоліноз, цементний пневмококоніоз).
Металококоніози	дія пилу металів: заліза, алюмінію, барію, марганцю (сидероз, алюміноз, баритоз).
Карбококоніози	дія вуглецевмісного пилу: кам'яного вугілля, коксу, графіту, сажі (антракоз, графітоз, сажовий пневмококоніоз).
Пневмококоніози від змішаного пилу (антракосилікоз, сидеросилікоз).	від дії змішаного пилу, що містить декілька складників, наприклад вдихання вугільної та кварцового пилу.
Пневмококоніози від органічного пилу (бісиноз, зерновий пневмококоніоз та інші)	дія бавовняного пилу, зерна, борошна, тютюну і ін.

## Особливості негативного впливу РМ10 і РМ2.5 на здоров'я населення

- Частинкам розміром 10 мкм і 2,5 мкм (РМ10 і РМ2.5) не відфільтровуються в носі та у горлі війками і можуть легко осідати в бронхах і легенях, проникати в кров і викликати проблеми зі здоров'ям.
- В результаті проведеного ВООЗ аналізу впливу РМ на здоров'я в великих містах всього світу був зроблений висновок про те, що вплив РМ є причиною майже 800 тисяч передчасних смертей в рік. Аналогічний аналіз, проведений в рамках програми Європейської комісії “Чисте повітря для Європи”, показав, що РМ з антропогенних джерел у всіх країнах Європейського Союзу є причиною майже 290 тисяч передчасних смертей в рік.
- Тривале вдихання частинок розміром 2,5 мкм призводить до утворення нальоту в артеріях, які в свою чергу викликають запалення судин і атеросклероз – ущільнення артерій, що знижує їх еластичність і може привести до інфарктів та інших серцево-судинних проблем.
- Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) за оцінками проведеного дослідження у 2005 році дослідила, що забруднення повітря дрібними частинками (РМ2.5), викликає близько 3 % смертності від серцево-легеневих захворювання, близько 5 % смертності від раку трахеї, бронхів, і легенів, і близько 1 % смертності від гострих респіраторних інфекцій у дітей у віці до 5 років по всьому світу. Дослідження показало, що вихлопи автотранспорту є причиною близько 7,4 % серцевих захворювань у світі.
- При збільшенні концентрації на 10 мкг/м<sup>3</sup> частинок РМ10, захворюваність на рак легенів зростає на 22%. Для РМ2.5 відбулося збільшення на 36% при зростанні концентрації на 10 мкг/м<sup>3</sup>.

# ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБУ КОНТРОЛЮ (ЛІЧИЛЬНИКА) ВИКИДІВ ДВЗ



Структурна схема лічильника викидів ДВЗ



## Опис роботи схеми засобу контролю (лічильника) викидів ДВЗ

Для здійснення контролю об'єму викидів ДВЗ пропонується використовувати схему лічильника із давачем Холла, що подає інформацію про кількість робочих тактів двигуна. Давач Холла через відповідний вхідний пристрій з'єднаний із блоком управління до складу якого входять: ПІС-контролер, енергонезалежна flash-пам'ять, опорний кварцовий генератор. Блок управління здійснює обробку, підрахунок, зберігання та вивід на індикатор результатів вимірів.

Принцип роботи ПІС-контролера в даному блоці полягає в наступному: підрахунок імпульсної послідовності, створеної давачем Холла; періодичний запис підрахованих даних в енергонезалежну flash-пам'ять для їх довготривалого зберігання; постійний вивід результатів суми на індикатор; у разі аварійної ситуації ПІС-контролер дає можливість зчитування необхідної інформації з енергонезалежної flash-пам'яті.

ПІС-контролер працює з тактовою частотою, що задається опорним кварцовим високостабільним генератором, якої достатньо для точної обробки вхідних імпульсів та одночасного відпрацювання запису та зберігання результатів підрахунку імпульсів. Енергонезалежна flash-пам'ять забезпечує надійне зберігання та вивід записаної інформації у випадку аварійного перезапуску ПІС-контролера, яке можливе лише при зникненні живлення від автономної акумуляторної батареї (ААБ), що не можливо навмисно здійснити без пошкодження спеціалізованої плати. ПІС-контролер дає можливість, при необхідності, переводити блок управління в енергозберігаючий режим, який передбачає мікроспоживання від ААБ, що в свою чергу дає можливість збільшити термін її використання.

На передній панелі приладів автомобіля встановлюється індикатор, на який виводиться число, яке відповідає кількості умовних робочих тактів ДВЗ за визначений інтервал часу, що відповідає об'єму викидів. Розрядність індикатора дозволяє зберігати результати підрахунку об'єму викидів при безперервній роботі ДВЗ протягом 5 років.

# ДІЮЧА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ

Для автомобілів парку підприємства маса викидів за розрахунковий період  $t$  часу  $j$ -ї речовини ( $M_j^t$ ) при наявності в групі автомобілів з різними типами двигунів внутрішнього згоряння визначається за формулою:

$$M_j^t = \sum_i \sum_k m_{jik} \cdot L_{ik} \cdot \prod R_{jik},$$

де  $t$  – кількість груп автомобілів;

$m_{jik}$  – питома вага викиду  $j$ -ї шкідливої речовини автомобілем  $i$ -ї групи з двигуном  $k$ -го типу на розрахунковий період, г/кг;

$L_{ik}$  – пробіг автомобілів  $i$ -ї групи з двигуном  $k$ -го типу на розрахунковий період, млн. км;

$R_{jik}$  – добуток коефіцієнтів впливу  $n$  факторів на викид  $j$ -ї шкідливої речовини автомобілями  $i$ -ї групи з двигуном  $k$ -го типу.

Розраховані за даною методикою значення газових викидів (ГВ) шкідливих речовин мають лише наближене значення, адже не враховується робота двигуна на холостому ході, а також об'єм ДВЗ [1].

1. Инструкция РД 238 УССР 840011-106-89. Установление допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу предприятиями Минтранса УССР от 01.01.1990. – К.: Изд-во Минтранса УССР, 1989. – 267 с.

# ЗАПРОПОНОВАНА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ РОЗРОБЛЕНОГО ЗАСОБУ КОНТРОЛЮ (ЛІЧИЛЬНИКА) ВИКИДІВ ДВЗ

Вміст шкідливих речовин ( $G_j$ ) у ГВ по  $j$ -м компонентам (г/год) відповідно до запропонованої методики розраховується за формулою:

$$G_j = \sum_{j=1}^n k \cdot N \cdot e_j \cdot B \cdot T_a,$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує кількість спаленого пального за один умовний робочий такт двигуна;

$N$  – кількість умовних робочих тактів двигуна;

$e_j$  – питомий викид  $j$ -ої шкідливої речовини (г/кг спаленого пального);

$B$  – робочий об'єм циліндрів двигуна, л;

$T_a$  – коефіцієнт, що враховує термін експлуатації двигуна.



## Розрахунок собівартості виготовлення засобу контролю (лічильника) викидів ДВЗ

- Сума всіх статей витрат утворює повну собівартість виробу:
- Матеріали – 15,85 (грн.);
- Комплектуючі – 54,17 (грн.);
- Електроенергія – 0,6 (грн.);
- Оренда – 0,034 (грн.);
- Амортизація – 0,0056 (грн.);
- Основна зарплата – 73,02 (грн.);
- Додаткова зарплата – 8,76 (грн.);
- Відрахування – 16,36 (грн.);
- Інші витрати – 80,32 (грн.);
- Сума всіх статей витрат утворює повну собівартість виробу:
- $S = M + H + Bc + Ap + Am + Zp. \text{ осн.} + Zp \text{ додат.} + Vr + In = 15,85 + 54,17 + 0,6 + 0,034 + 0,0056 + 73,02 + 8,76 + 16,36 + 80,32 = 249,12 \text{ грн.}$
- Для виготовлення партії лічильників кількістю 52000 штук (приблизно саме стільки у Вінницькій області станом на 2014 р. було зареєстрованих комерційних автотранспортних засобів) необхідно **12 954 240 грн.** Виготовлення лічильника планується на державному підприємстві “Трансприлад” (м. Вінниця).



## Наукова новизна одержаних результатів

1. Розроблено новий засіб контролю (лічильник) викидів двигунів внутрішнього згорання.
2. Запропонована методика визначення викидів автотранспорту із використанням розробленого засобу контролю (лічильника) викидів ДВЗ.
3. Вперше на території Вінницької області встановлено, що техногенні і автомобільні аерозолі містять ряд онкогенних речовин, до складу яких відносяться такі: сполуки азоту, вуглецю, вуглеводні, альдегіди, сажа, бензопірен, свинець (тетраетилсвинець), кадмій, цинк, хром, та інші сполуки.
4. Вперше на території м. Вінниці були виявлені перевищення концентрацій техногенних аерозолів розмірами від 0,3 – 10 мкм, що дало змогу встановити їх негативний вплив на органи дихання населення.
5. Вперше встановлено залежність між вмістом аерозолі дрібної фракції і кількістю легеневих захворювань на основі аналізу статистики легеневих захворювань населення.

## Практична цінність роботи полягає в наступному

Результати проведених досліджень доцільно використати в практиці екологічного контролю забруднень автотранспорту, для потреб транспортних підприємств, природоохоронних організацій і промислових підприємств, зокрема для департаменту екології та природних ресурсів Вінницької обласної державної адміністрації та управління транспорту у Вінницькій області для оптимізації управління в галузі охорони атмосферного повітря на території м.Вінниці, а також у навчальному процесі підготовки екологів.

Робота приймала участь у II міжнародному конкурсі з моніторингу і відзначена дипломом

## Природоохоронні заходи і рекомендації з метою запобігання негативного впливу автомобільних викидів на здоров'я населення м. Вінниці

Враховуючи загальний валовий викид автотранспорту, який складається із викидів маршрутного автомобільного транспорту, викидів автомобільного таксопарку, викидів автомобілів установ, організацій, підприємств та приватних власників, а також викидів об'єктів паливно-енергетичного комплексу і підприємств м. Вінниця, можна зробити висновок про недостатність процесів самоочищення повітря за рахунок зелених зон міста. Тому для підвищення якості атмосферного повітря потрібно здійснити наступні природоохоронні заходи:

- 1) Збільшити площу зелених зон міста багаторічними насадженнями деревами цінних порід;
- 2) Здійснювати постійний санітарний догляд за існуючими ділянками зелених зон з метою підвищення їх продуктивної здатності по відтворенню атмосферного кисню.

Для зменшення шкідливих викидів ДВЗ автотранспорту м. Вінниця здійснити наступне:

- 1) нейтралізацію та уловлювання шкідливих викидів та зменшення забруднення довкілля за рахунок використання альтернативних палив;
- 2) зменшення шкідливих викидів шляхом раціональної експлуатації автомобілів;
- 3) вдосконалення конструкції двигунів із застосуванням систем впорскування бензину тощо;
- 4) збільшити використання альтернативних екологічних видів палива;
- 5) оптимізувати маршрути руху міського автотранспорту;
- 6) встановити каталізатори та систем вловлювання викидів на громадському автотранспорті;
- 7) планувати нові маршрути транспортних потоків для зменшення забруднення густонаселених районів м. Вінниця.



## Висновки

1. Дано характеристику викидів автотранспорту та їх впливу на людину та навколишнє природне середовище.
  2. Було описано основні шкідливі речовини, що виділяються під час роботи двигунів автомобілів, механізм їх утворення під час згоряння палива в циліндрах двигуна, метаболізм продуктів згоряння палива у атмосфері; вплив шкідливих речовин, які надходять у атмосферу під час роботи ДВЗ, на людину і довкілля.
  3. Проаналізовано методи визначення екологічних показників автомобілів та вимірювальна і газоаналізуюча апаратура, в якій вони використовуються.
  4. Наведені нині діючі методики визначення масових викидів шкідливих речовин автомобілів і соціально-економічних збитків, що наносяться довкіллю.
  5. Наведено та проаналізовано методику виконання екологічного паспорту автобусного маршруту.
  6. Проведений розрахунок викидів забруднюючих речовин автотранспорту на території м. Вінниці.
  7. Розроблена структурна схема та функціональні блоки лічильника газових викидів ДВЗ.
- Запропонований новий метод розрахунку викидів на основі використання розробленого лічильника викидів.
8. Були розглянуті найоптимальніші на даний час шляхи зменшення шкідливих викидів ДВЗ: нейтралізація та уловлювання шкідливих викидів та зменшення забруднення довкілля використанням перспективних альтернативних палив. Також було проаналізовано механізм зменшення шкідливих викидів шляхом раціональної експлуатації автомобілів, вдосконаленням конструкції двигунів, застосуванням систем впорскування бензину тощо.
  9. Запропоновані природоохоронні заходи для зменшення забруднення атмосферного повітря викидами ДВЗ та здійснено їх техніко-економічне обґрунтування.

Отже, для покращення стану атмосферного повітря і здоров'я населення доцільно продовжити вивчення хімічного складу техногенних аерозолів та його токсикологічний вплив на основі стандартів ЄС та ВООЗ.



## Публікації за результатами МКР

1. Шага К.О. Васильківський І.В., Вовк В.С., Войтко Д.С. Дослідження аерозольного забруднення атмосфери / Збірник тез доповідей VII міжнародної науково-технічної конференції Оптоелектронні інформаційні технології «Фотоніка ОДС-2015» м.Вінниця, 21-23 квітня 2015 року. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – С.127.

2. Шага К.О. Васильківський І.В., Вовк В.С., Войтко Д.С. Контроль оптичних характеристик аерозолів / Збірник тез доповідей VII міжнародної науково-технічної конференції Оптоелектронні інформаційні технології «Фотоніка ОДС-2015» м.Вінниця, 21-23 квітня 2015 року. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – С.128.

Доповідь закінчена.

Дякую за увагу!