



**ДУ «Інститут громадського здоров'я
ім. О.М. Марзєєва НАМН України»**

Гігієнічні підходи до оцінки якості атмосферного повітря

**Олена ТУРОС
Аріна ПЕТРОСЯН**

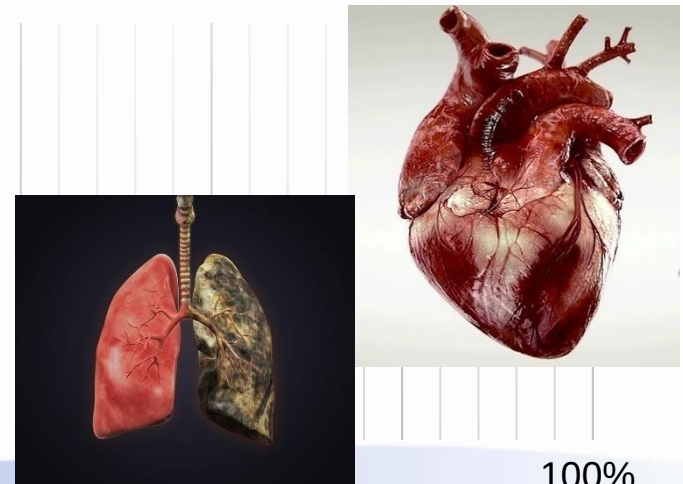
**EcoAirSolution: конференція з питань
забруднення
09-10 грудня 2021 р.**

**У наші часи так багато забруднень у повітрі, що якби
не наші легені, то їм нікуди було б діватися“ —
Роберт Орбен**



Актуальність

- За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), забруднення атмосферного повітря є одним з провідних факторів ризику, з яким пов'язано **4,2 млн смертей на рік, що становить близько 7,6 % додаткових смертей у світі** [ВООЗ, 2018]. Встановлено, що дев'ять з десяти людей дихають повітрям з високими концентраціями забруднюючих речовин [ВООЗ, 2018, 2019]
- До забруднюючих речовин (ЗР), про негативний вплив яких на здоров'я населення отримано найпереконливіші докази, належать **тверді частки пилу (PM_{10} , $PM_{2.5}$), озон, діоксиди азоту та сірки** [ВООЗ, 2013, 2019].
- За даними звіту «State of global air» [HEI, 2018], від 87 до 93 % населення Європи знаходиться під експозицією високих рівнів концентрацій **$PM_{2.5}$** , 61-83 % – **PM_{10}** , 97-98 % – **озону**, 85-91 % – **бенз(а)пірену**, 36-37 % – **сірки діоксиду**, 8-12 % – **азоту діоксиду**.



- розроблення та погодження гігієнічних нормативів хімічних речовин в атмосферному повітрі;
- проведення та організація моніторингу атмосферного повітря

Міністерство охорони
здоров'я



- обґрунтування встановлення постів спостережень;
- проведення та організація моніторингу атмосферного повітря

Український
гідрометеорологічний
центр

Міждисциплінарна система оцінки якості повітря - ЗДОРОВ'Я ???

Міністерство захисту
довкілля та природних
ресурсів

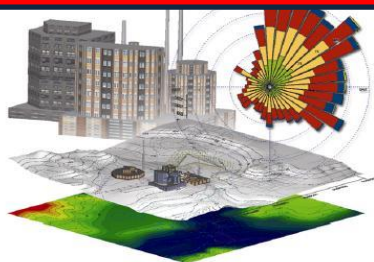
- **погодження та видача дозволу на викид;** розроблення технологічних нормативів допустимих викидів;
- реалізація забезпечення проведення ОВД та CEO;
- проведення та організація моніторингу атмосферного повітря

Держпродспоживслужба

- **погодження дозволу на викид;**
- **проведення ДСЕС при обґрунтування розмірів санітарно-захисних зон для промислових об'єктів**
- проведення моніторингу атмосферного повітря

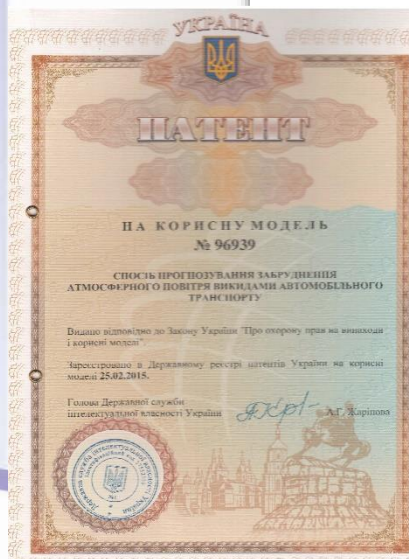
Визначення експозиції в процедурі гігієнічної оцінки якості повітря

МОДЕЛЮВАННЯ



МОНІТОРИНГ

- хімічний
- біологічний
- генетичний



Вимірювання твердих часток пилу (PM_{10} , $PM_{2,5}$) та озону в атмосферному повітрі м. Києва

Стаціонарний пост моніторингу
 PM_{10} та $PM_{2,5}$ м. Київ

Період вимірювань: січень-грудень
(2017-2021 рр.)

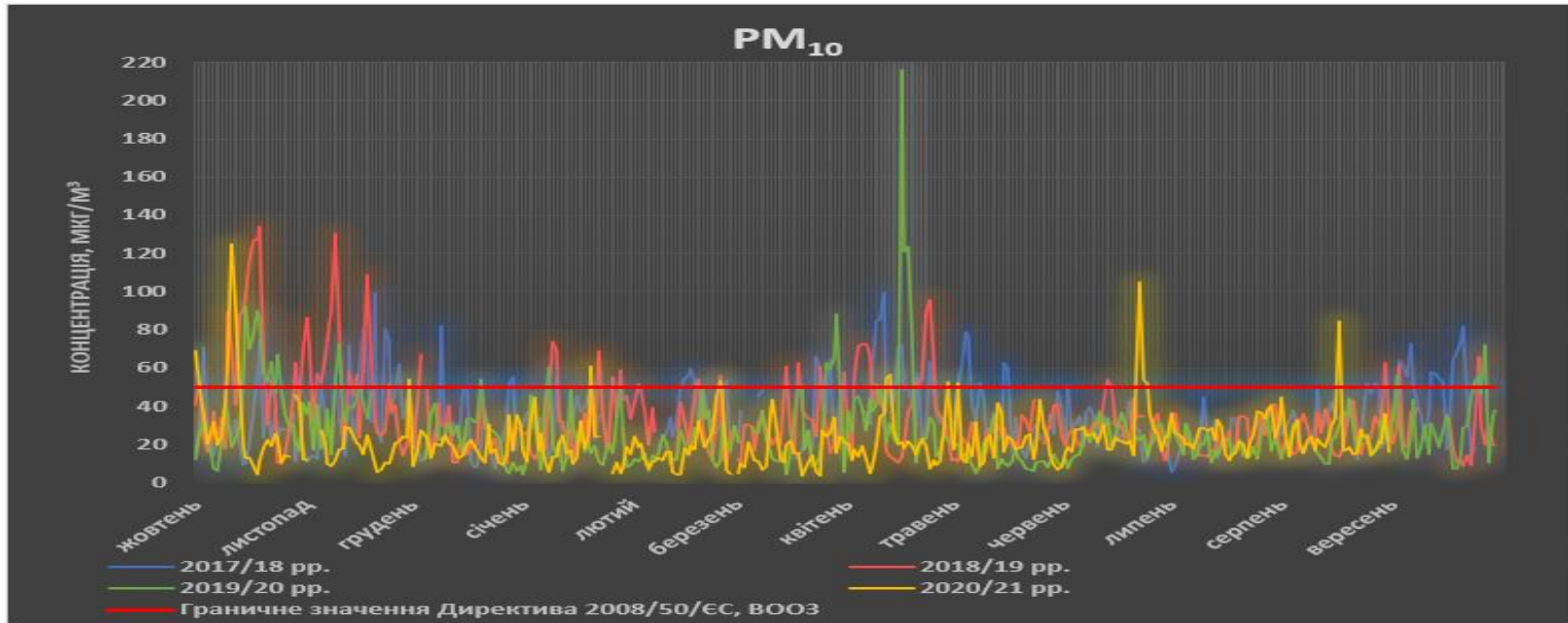


Мобільна лабораторія з газоаналізатором
АРОА-370 HORIBA для визначення озону

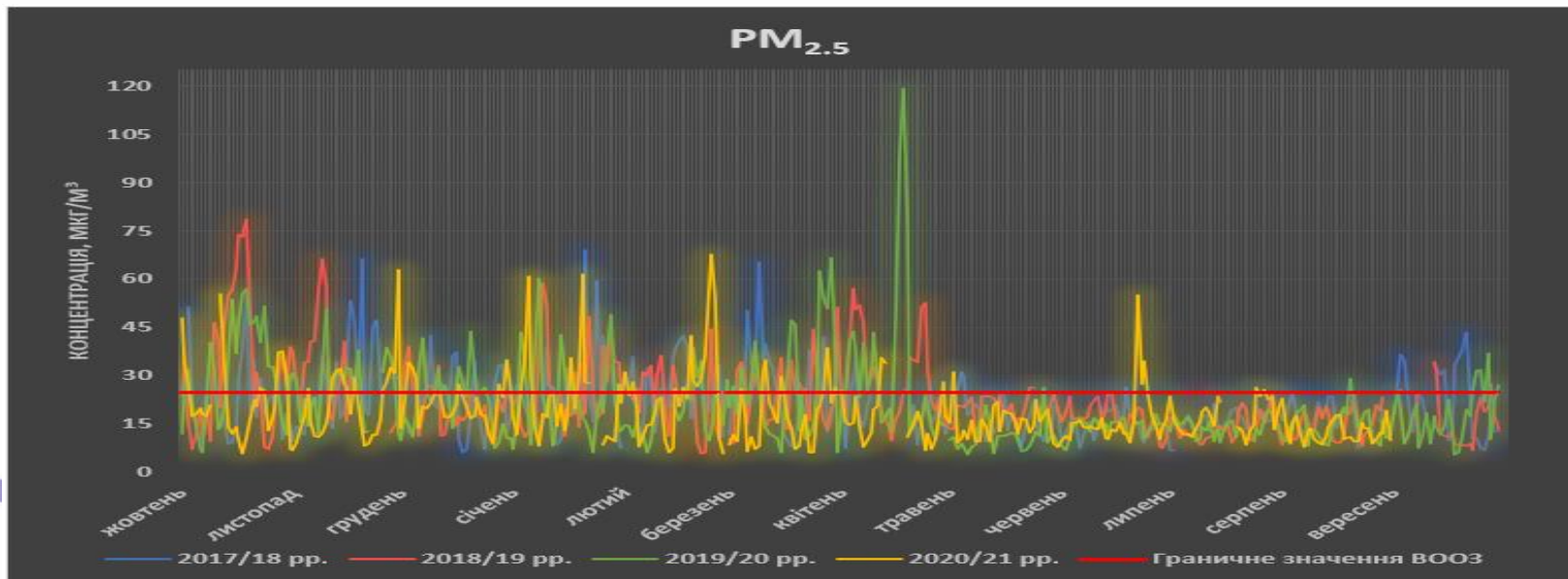
Період вимірювань: весняно-осінній
(2018-2021 рр.)



Середньодобові масові концентрації PM_{10} в атмосферному повітрі (2017-2021 рр.), $\mu\text{кг}/\text{м}^3$



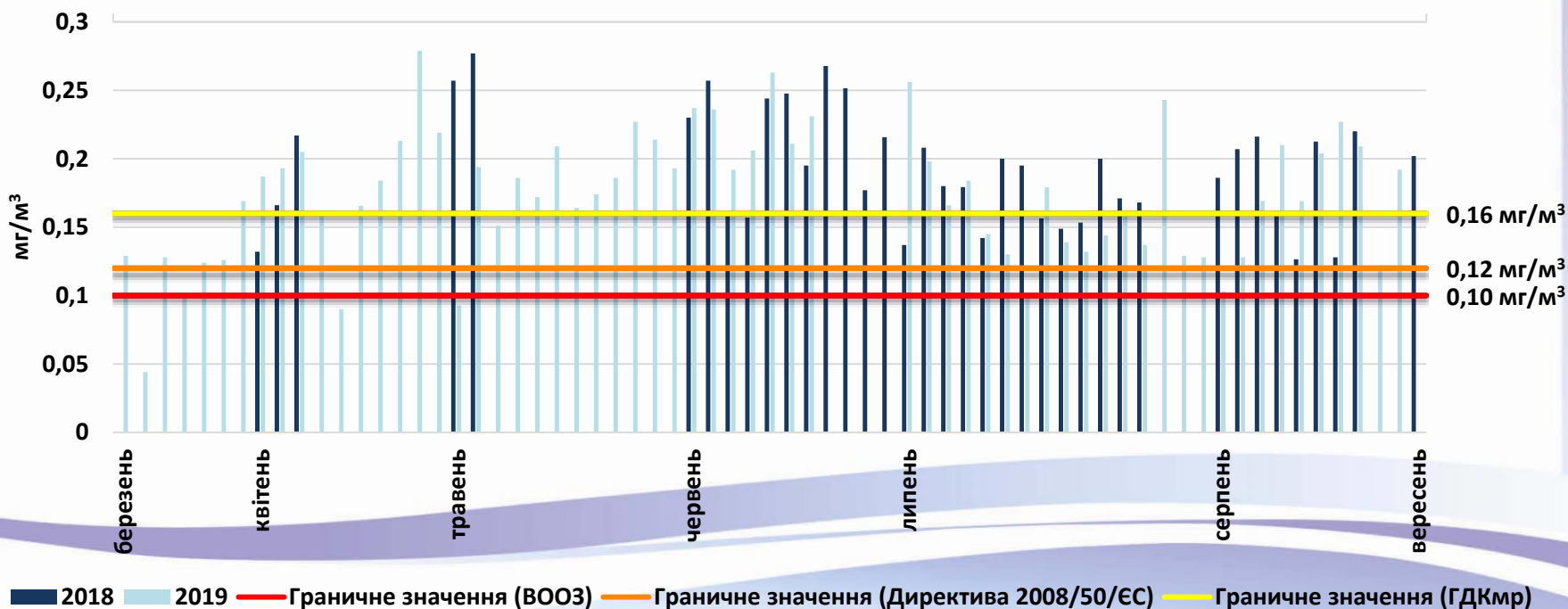
Середньодобові масові концентрації $PM_{2.5}$ в атмосферному повітрі (2017-2021 рр.), $\mu\text{кг}/\text{м}^3$



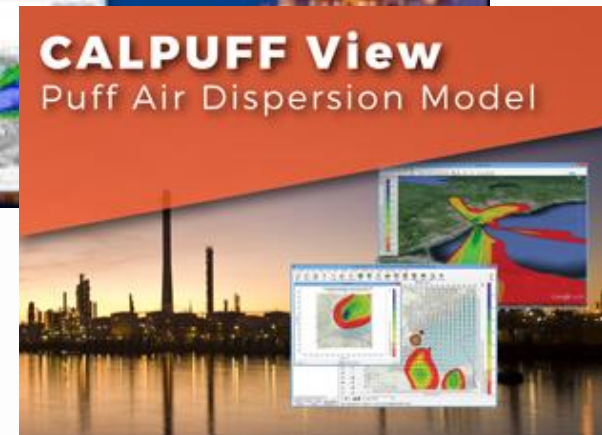
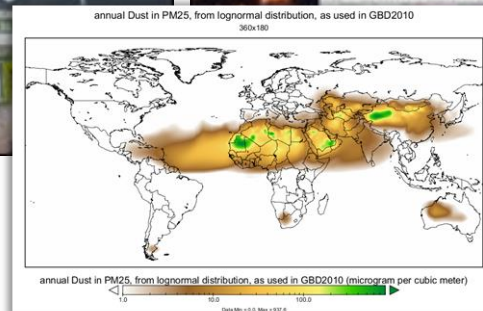
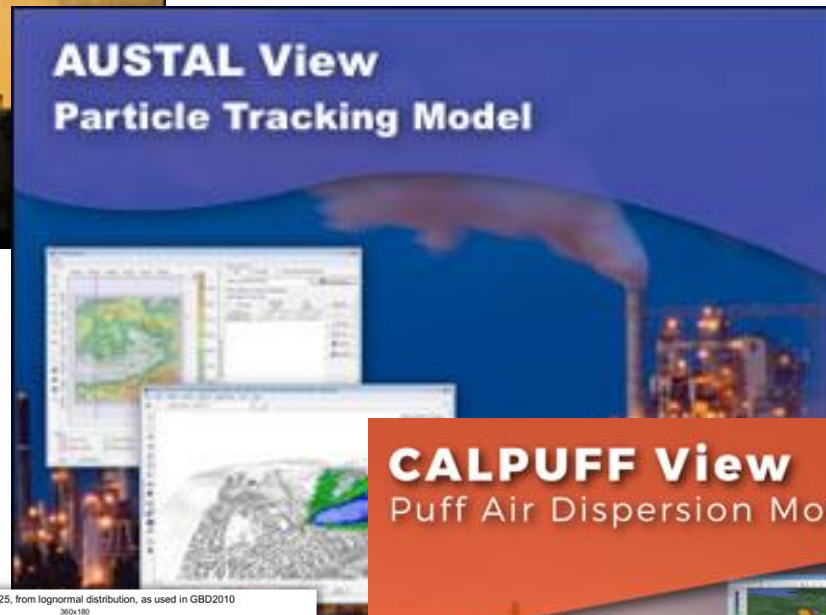
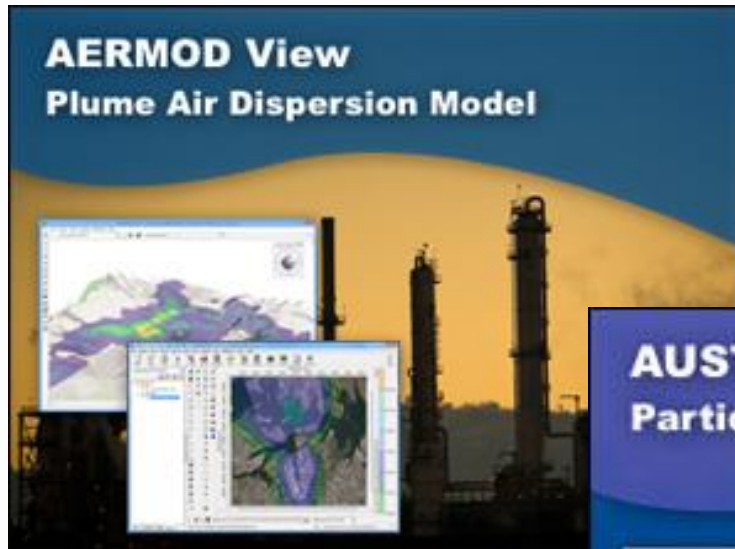
Порівняння визначених середніх масових концентрацій озону в атмосферному повітрі (2018-2019 рр.), мг/м³

Період	Кількість вимірювань (дні)		Усереднені концентрації, мг/м ³ (min-max)		M ± δ		ГДК _{мр} / ВООЗ / Директива 2008/50/ЄС
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	
березень	-	7	-	0,04-0,17	-	0,12±0,04	0,16 / 0,1 / 0,12
квітень	3	10	0,13-0,22	0,09-0,28	0,17±0,04	0,19±0,05	
травень	2	12	0,26-0,28	0,09-0,23	0,27±0,014	0,18±0,03	
червень	11	7	0,16-0,27	0,19-0,26	0,22±0,04	0,23±0,02	
липень	13	16	0,14-0,21	0,1-0,26	0,17±0,02	0,16±0,04	
серпень	8	10	0,13-0,22	0,1-0,23	0,18±0,04	0,17±0,04	
вересень	1	-	0,13-0,20	-	0,17±0,05	-	

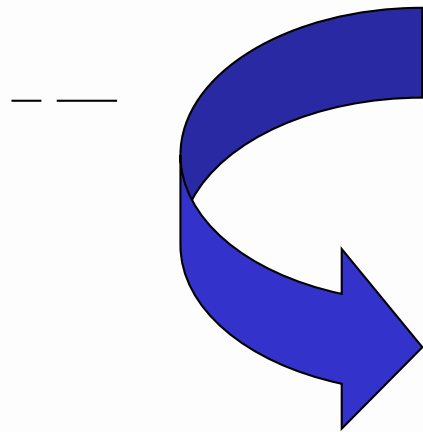
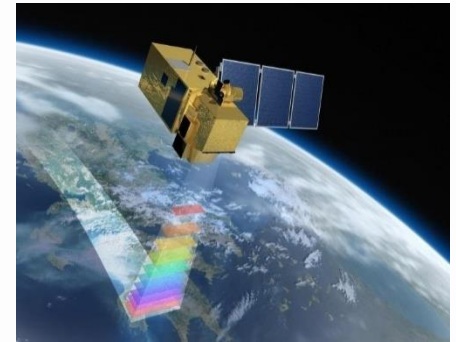
Середні масові концентрації озону в атмосферному повітрі (2018-2019 рр.)



Математичні програмні комплекси



Еколого-гігієнічна та фізико- географічна оцінка територій (зон впливу)



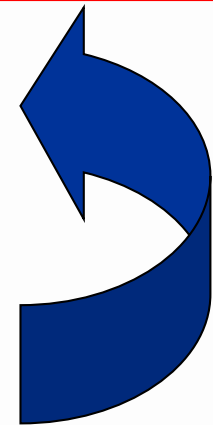
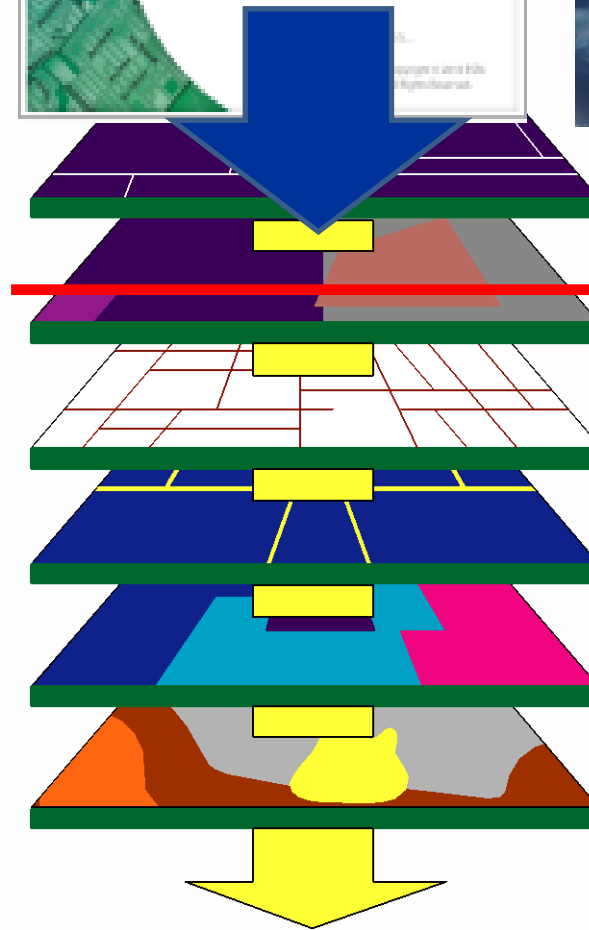
метеорологія

землекористування

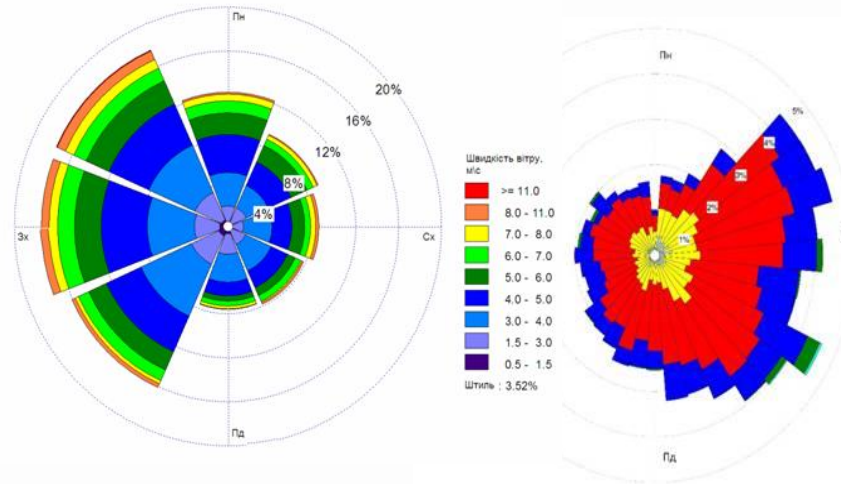
топографія

демографія

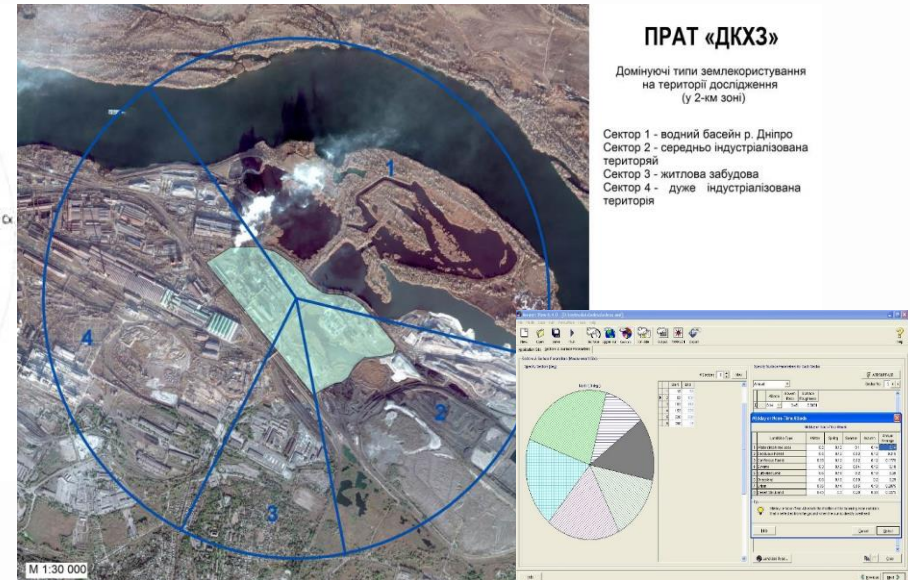
характеристика
та склад джерел
викидів



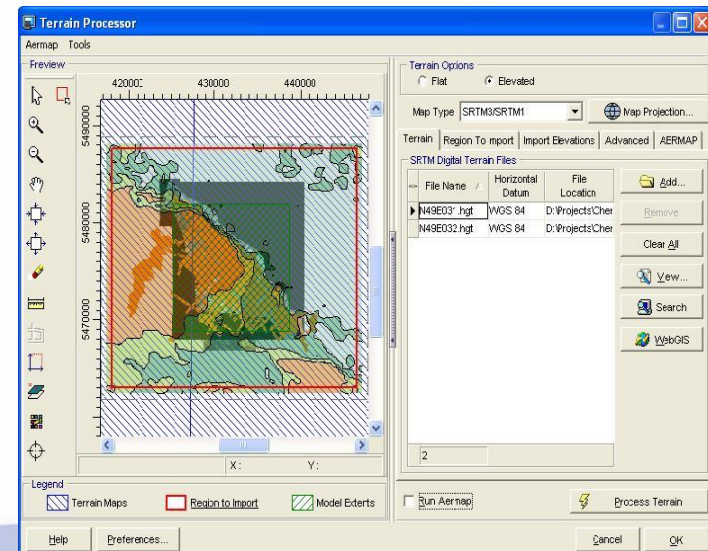
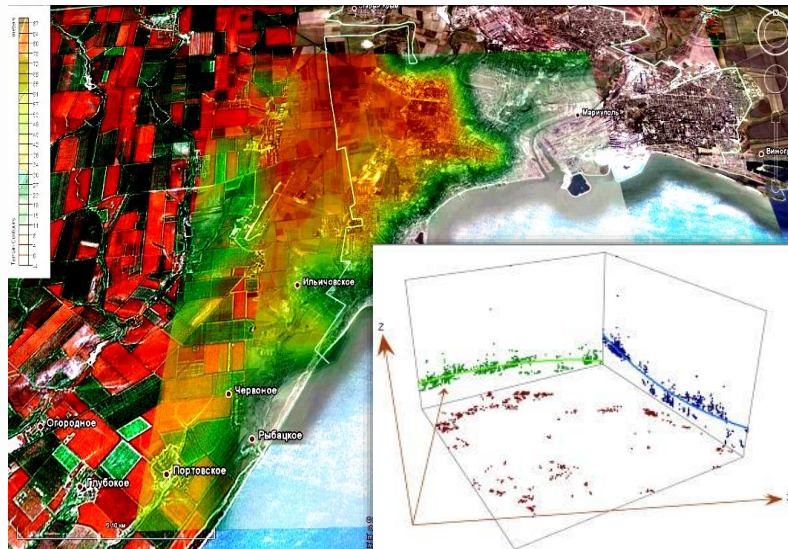
Метеорологічні дані



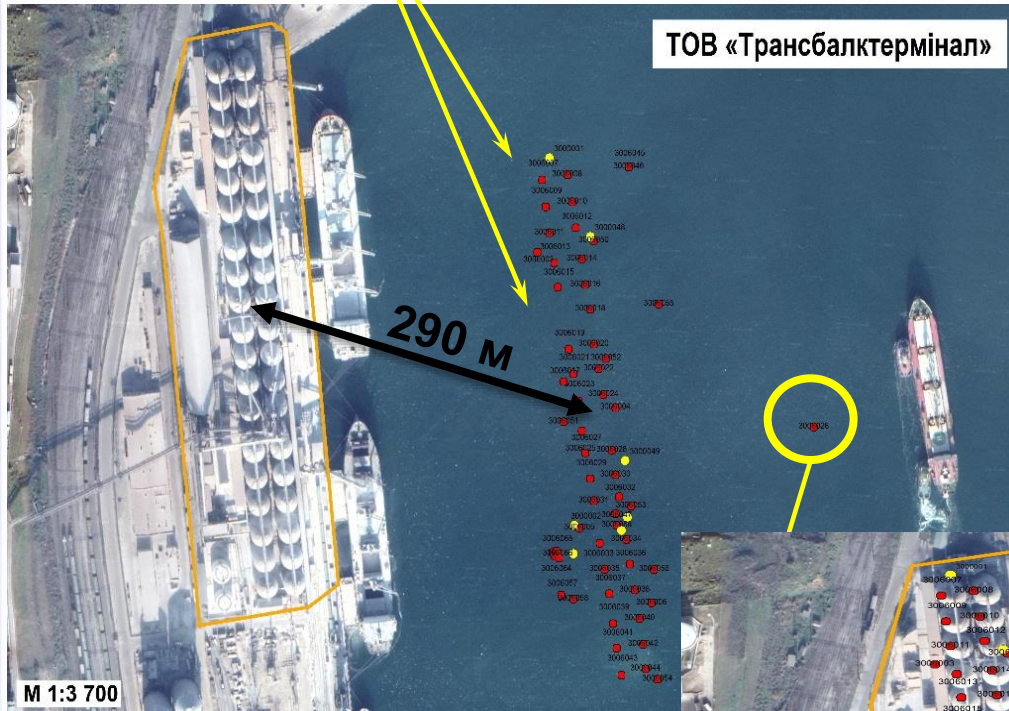
Характеристика землекористування



Топографічні дані (ЦМР)

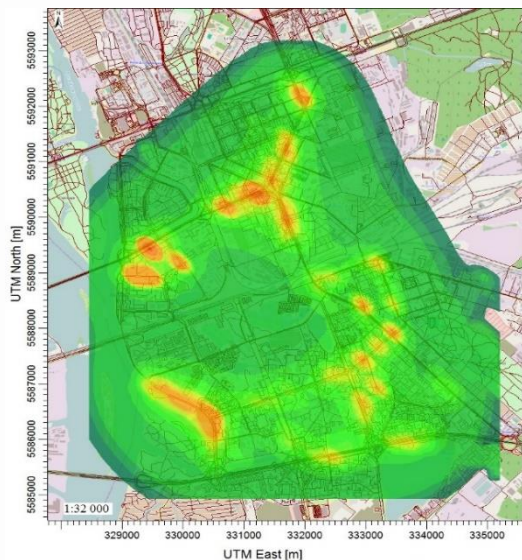


Коригування та уточнення розташування стаціонарних джерел викидів

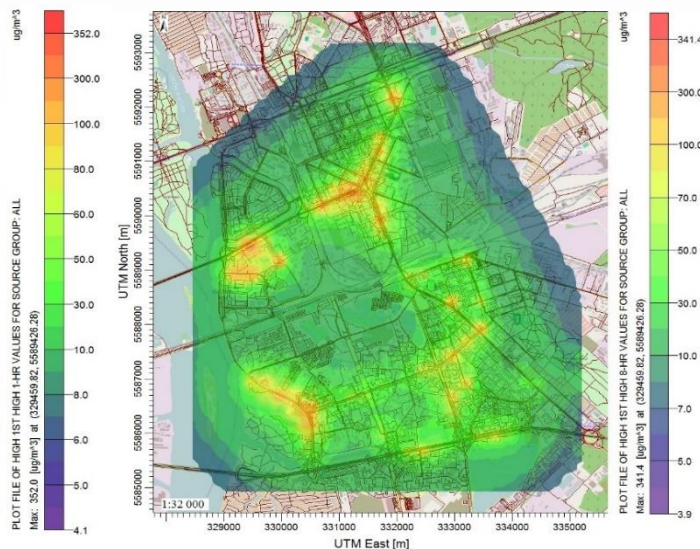


Перевірено положення (координати) та геокодовано **7576 ДВ** промислових підприємств та визначено, що лише **38 %** з них мали коректне розташування згідно із затвердженими проєктними матеріалами. Визначено, що похибка розташування ДВ може коливатися від кількох до сотень метрів у довільному напрямку

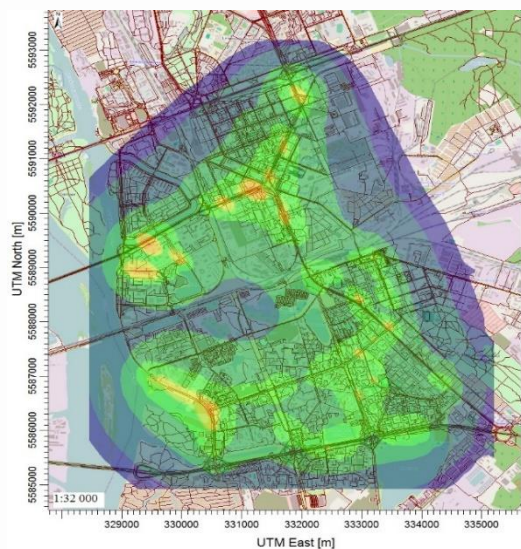




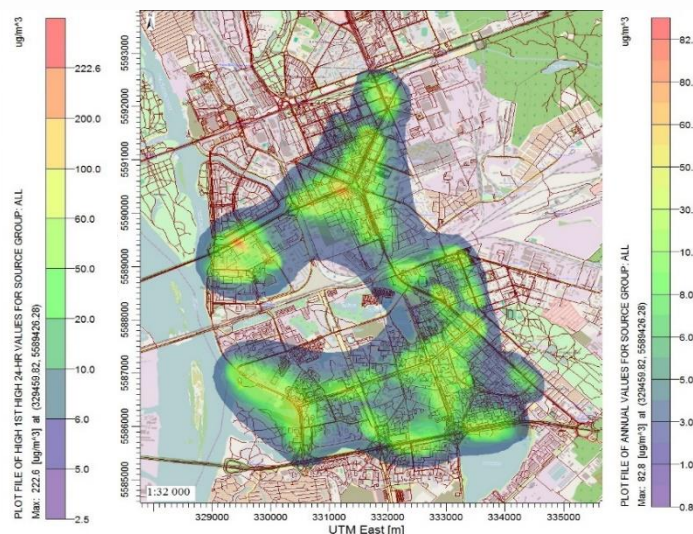
1-годинні концентрації NO_x у вузлах розрахункової сітки, мкг/м³



8-годинні концентрації NO_x у вузлах розрахункової сітки, мкг/м³



24-годинні концентрації NO_x у вузлах розрахункової сітки, мкг/м³



Річні концентрації NO_x у вузлах розрахункової сітки, мкг/м³

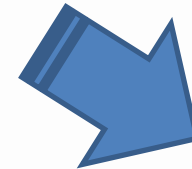
Оцінка експозиції

(рівні усереднених 1-годинних, добових та річних концентрацій)

Основні підходи до гігієнічної оцінки впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я



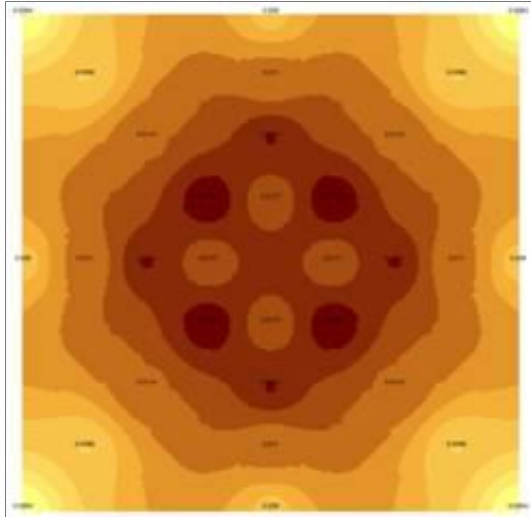
**встановлення взаємозв'язків між
забрудненням атмосферного повітря
та станом здоров'я населення**



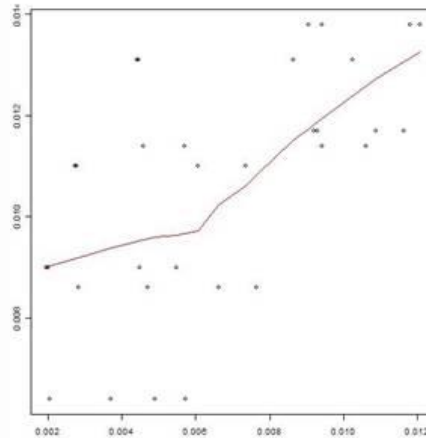
**✓ Критеріальний
підхід**

**✓ Ймовірнісний підхід
(оцінка ризику, в т.ч.
епіддослідження)**

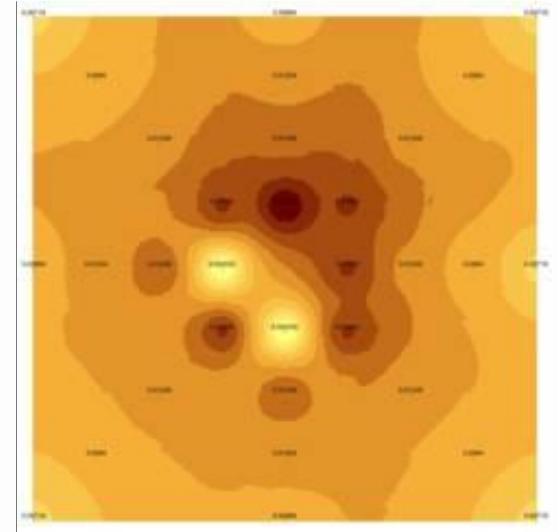
Порівняння розрахунків максимально-разових та усереднених 1-годинних концентрацій забруднюючих речовин



ОНД-86



R=0.6



AERMOD

п. 8.1 Методика ОНД-86 є посилення лише на приблизне співвідношення між максимальними значеннями разових та середньорічних концентрацій, що відносяться як 10 до 1 (тобто, середньорічна концентрація в 10 разів менше максимально разової).



Методологія оцінки ризику для здоров'я населення

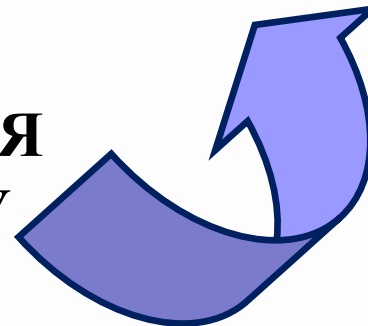
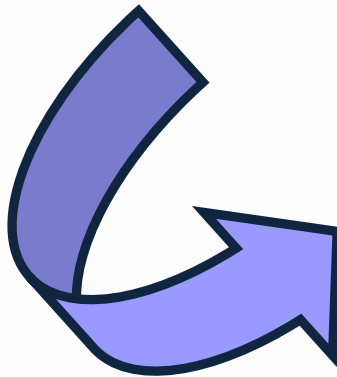
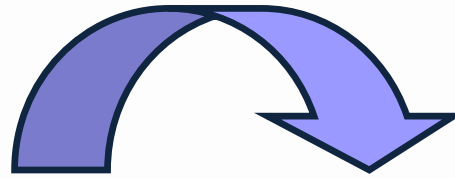
ОЦІНКА РИЗИКУ

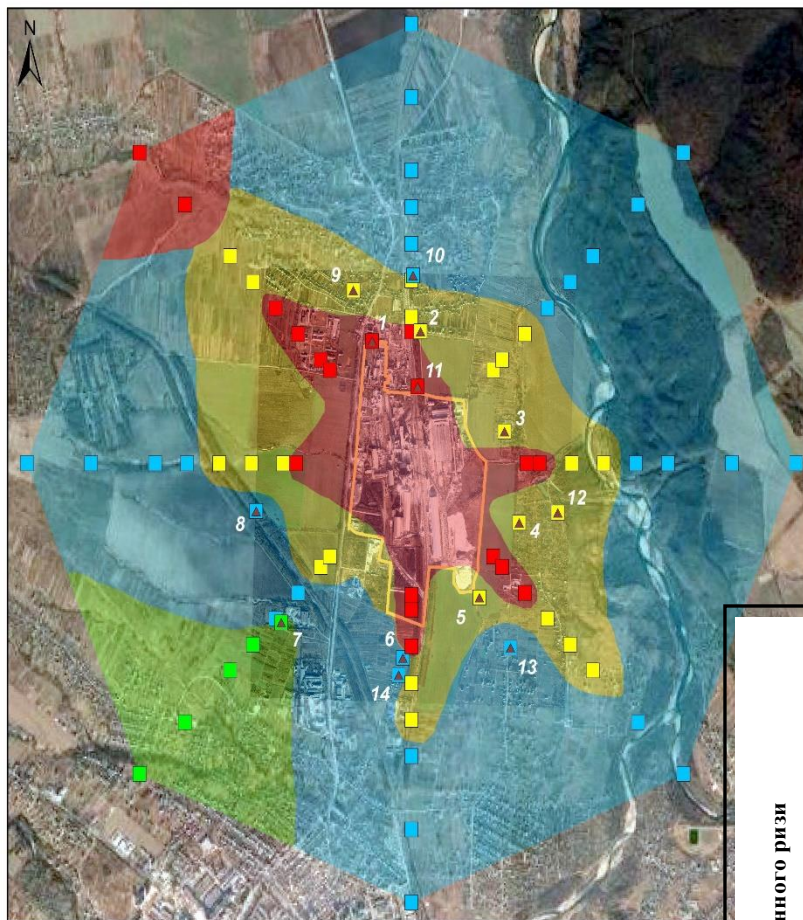
- ❖ ідентифікація небезпеки
- ❖ оцінка «доза-відповідь»
- ❖ оцінка експозиції
- ❖ характеристика ризику

УПРАВЛІННЯ РИЗИКОМ



ІНФОРМУВАННЯ ЩОДО РИЗИКУ





ПрАТ "Івано-Франківськцемент"

Сумарний
неканцерогенний ризик

Гострий
інгалаційний вплив

Умовні позначення

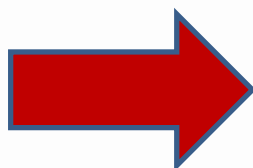
- ▲ контрольні точки
- територія підприємства

Коефіцієнти небезпеки у вузлах
рецепторної сітки та контрольних
точках (допустимий ризик H1S1)

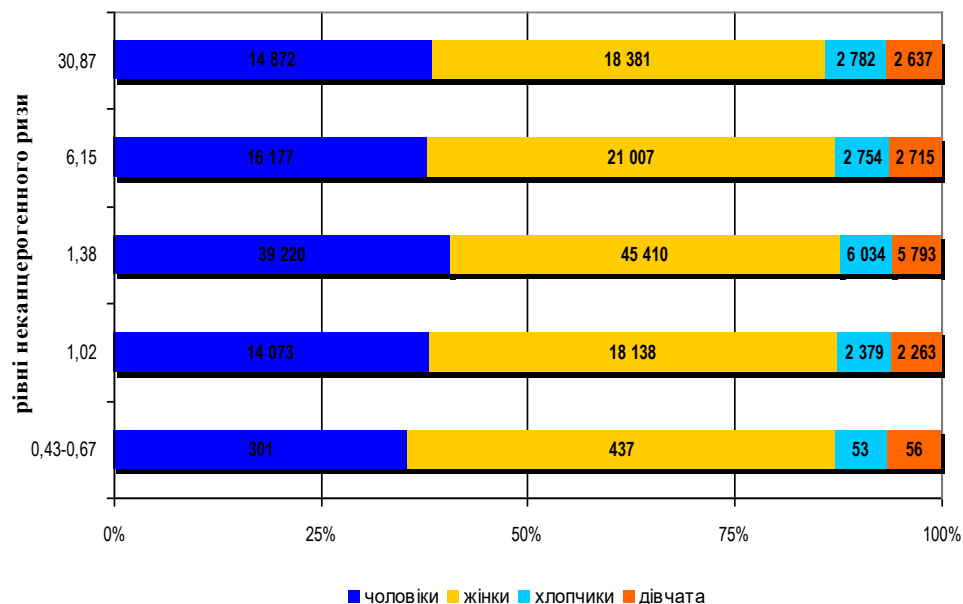
- > 1,0
- 0,7 - 1,0
- 0,4 - 0,7
- < 0,4

Оцінка ризику для здоров'я населення у рецепторних точках

**Визначення
кількості
населення,
яке проживає
у зонах ризику**



Кількість експонованого населення, що зазнає впливу діоксиду азоту



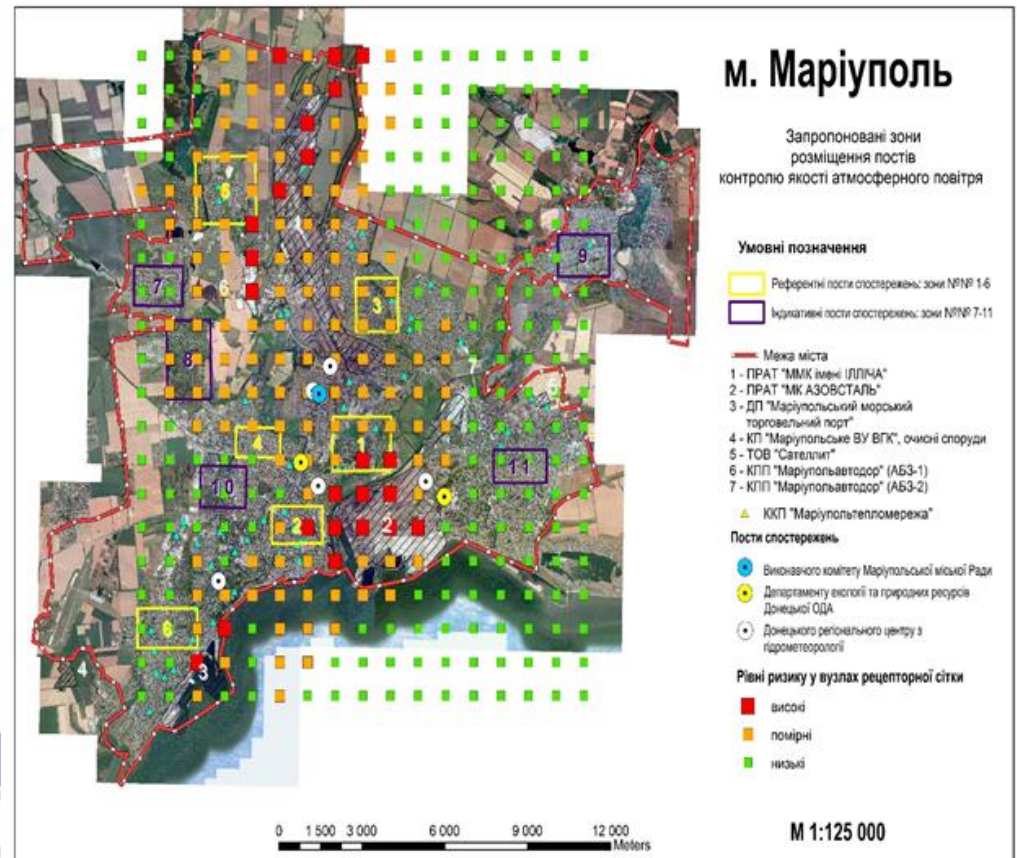
Впровадження методології оцінки ризику (МОРЗН) для здоров'я населення

- Обґрунтовано гігієнічні вимоги до розроблення технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря



Затверджено п'ять технологічних нормативів допустимих викидів на державному рівні (рекомендовані до погодження МОЗ України)

- Удосконалено національні вимоги до впровадження автоматизованих мереж спостережень (моніторингу) атмосферного повітря



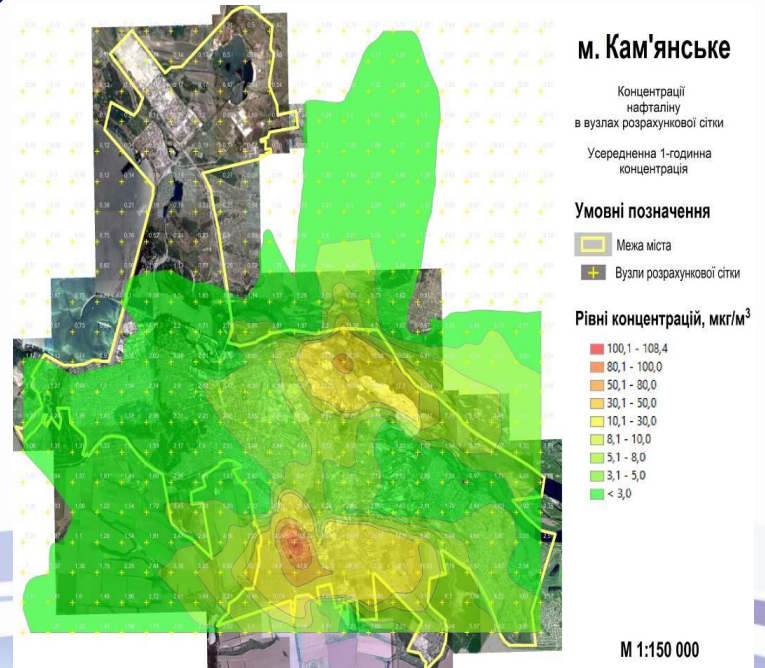
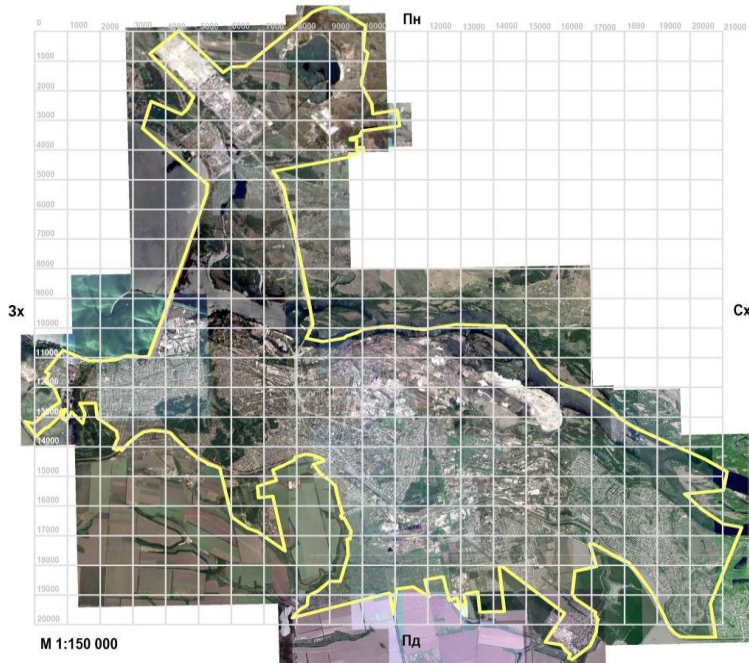
Програма дослідження (обґрунтування розміщення постів моніторингу)

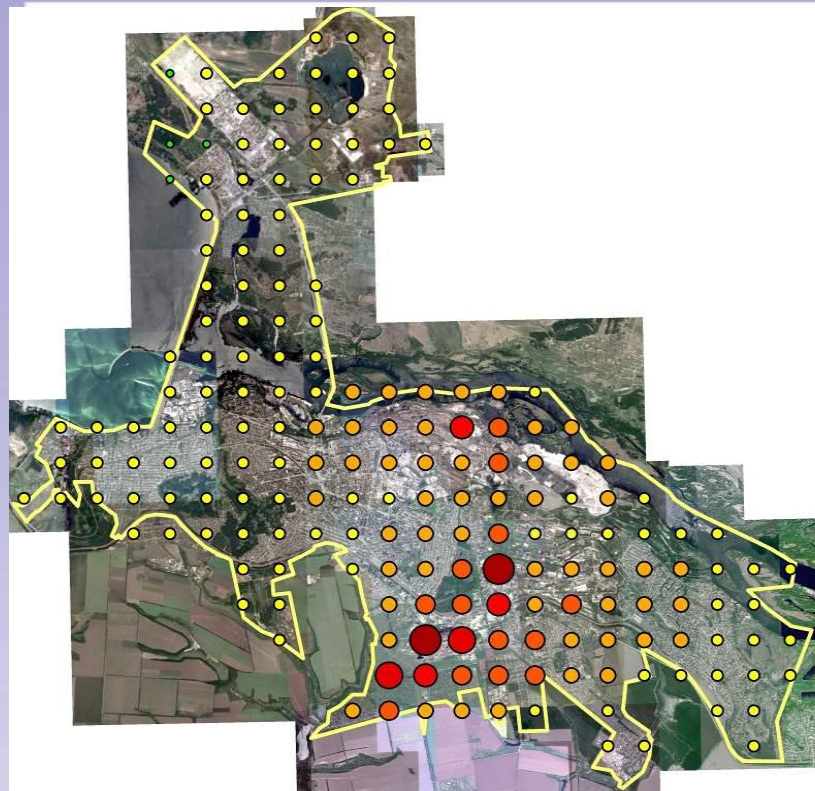
м. Кам'янське - 1720 джерел викидів, що викидають 74 забруднюючих речовин; кількість рецепторних точок - 462

м. Марганець - 116 джерел викидів (+2 відвали), 29 забруднюючих речовин; кількість рецепторних точок - 228

м. Жовті води - 106 джерел викидів (+2 відвали), 40 забруднюючих речовин; кількість рецепторних точок - 238

Проведено – 301 тис. розрахунків (усереднені 1-, 24-годинні та річні концентрації та ризики)





м. Кам'янське

Сумарний
неканцерогенний ризик
Гострий інгалаційний
вплив

Умовні позначення

Межа міста

Коефіцієнти небезпеки у вузлах
рецепторної сітки (норма $HQ \leq 1$)

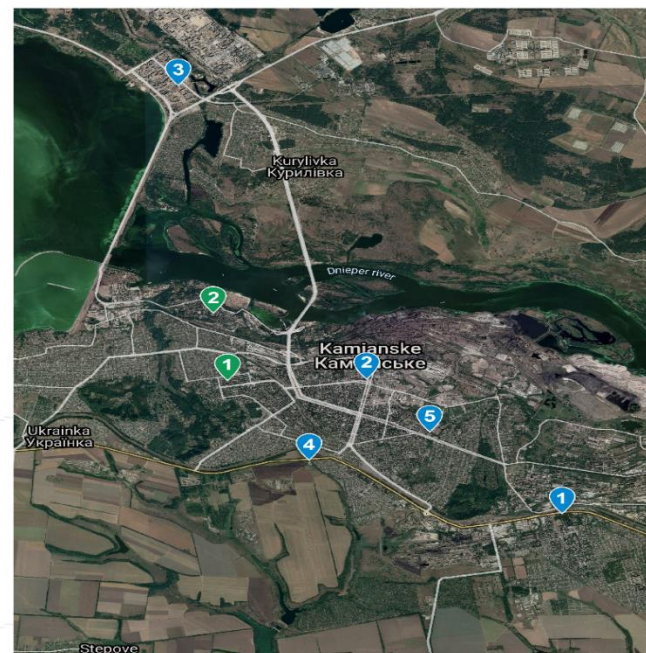
- 50,1 - 109,8
- 30,1 - 50,0
- 20,1 - 30,0
- 10,1 - 20,0
- 5,1 - 10,0
- 1,1 - 5,0
- 0,8 - 1,0

М 1:150 000

Рекомендовані до встановлення
ПС

- 1 - ПАС1-К в будівлі дитячого садка №5 «Дніпряночка», вул. Генерала Глаголева, 22.
- 2 - ПАС2-К в будівлі загальноосвітньої школи №33, вул. Освітня, 19.

м. Кам'янське

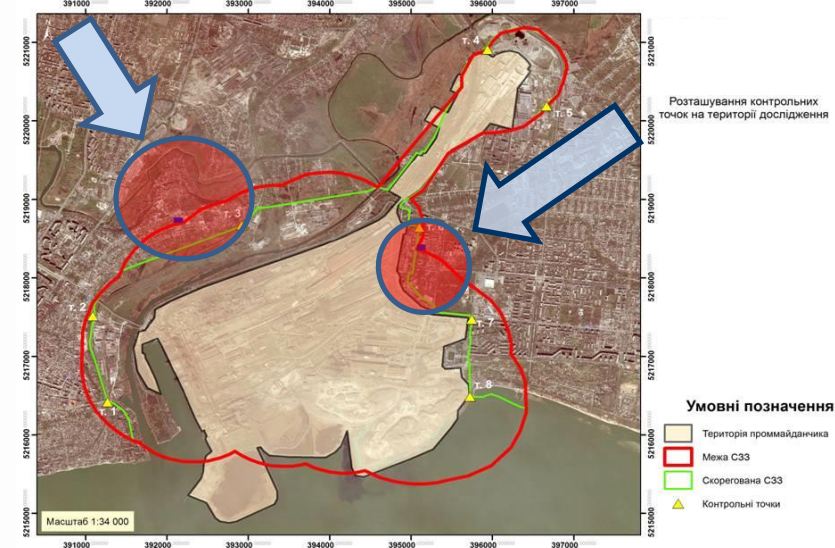
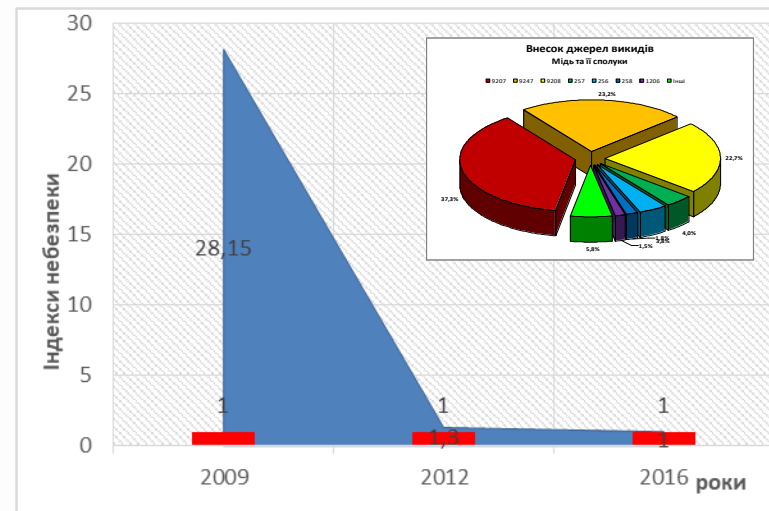


Встановити у м. Кам'янське – 7 АПС
(за викидами пилу $НДЗС$, у т.ч. PM_{10} та $PM_{2.5}$, азоту діоксиду, сірки діоксиду, бенз(а)пірену, вуглецю оксиду, нафталіну, сірководню, бензолу, озону, марганцю та його сполук, мідь, нікель, хром, залізо, формальдегід та вуглеводні).

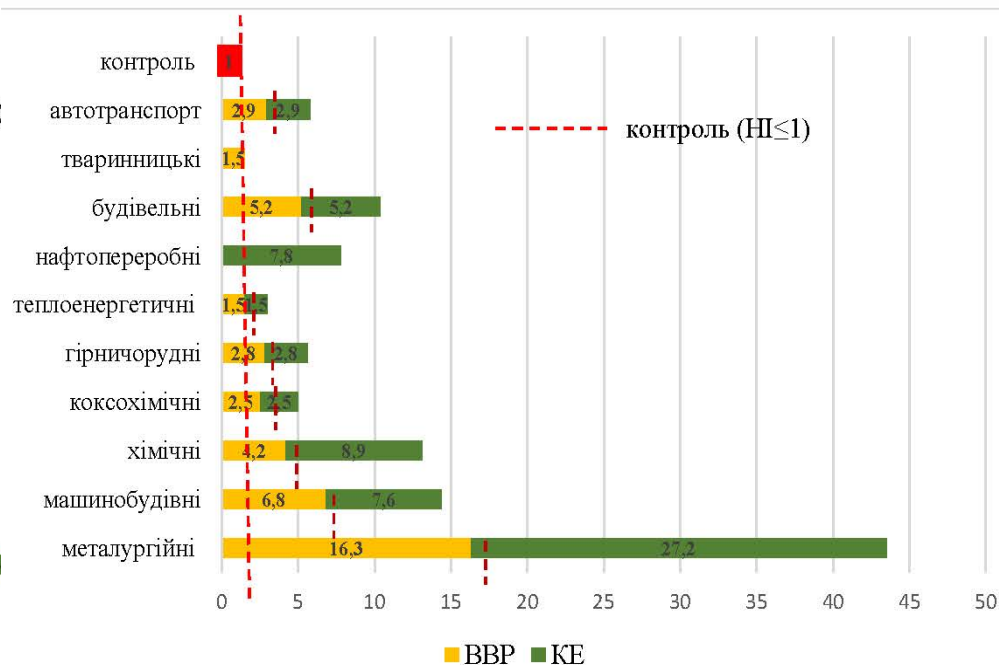
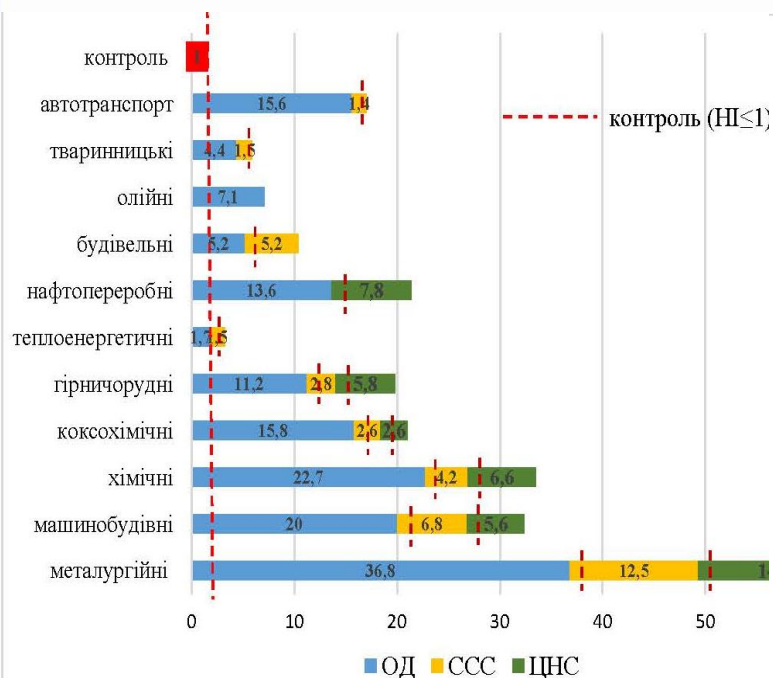
При цьому на 5 наявних організувати автоматизований моніторинг та додати ще 2 АПС

Використання МОРЗН при проведенні ДСЄЕ

Використання МОРЗН під час проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи

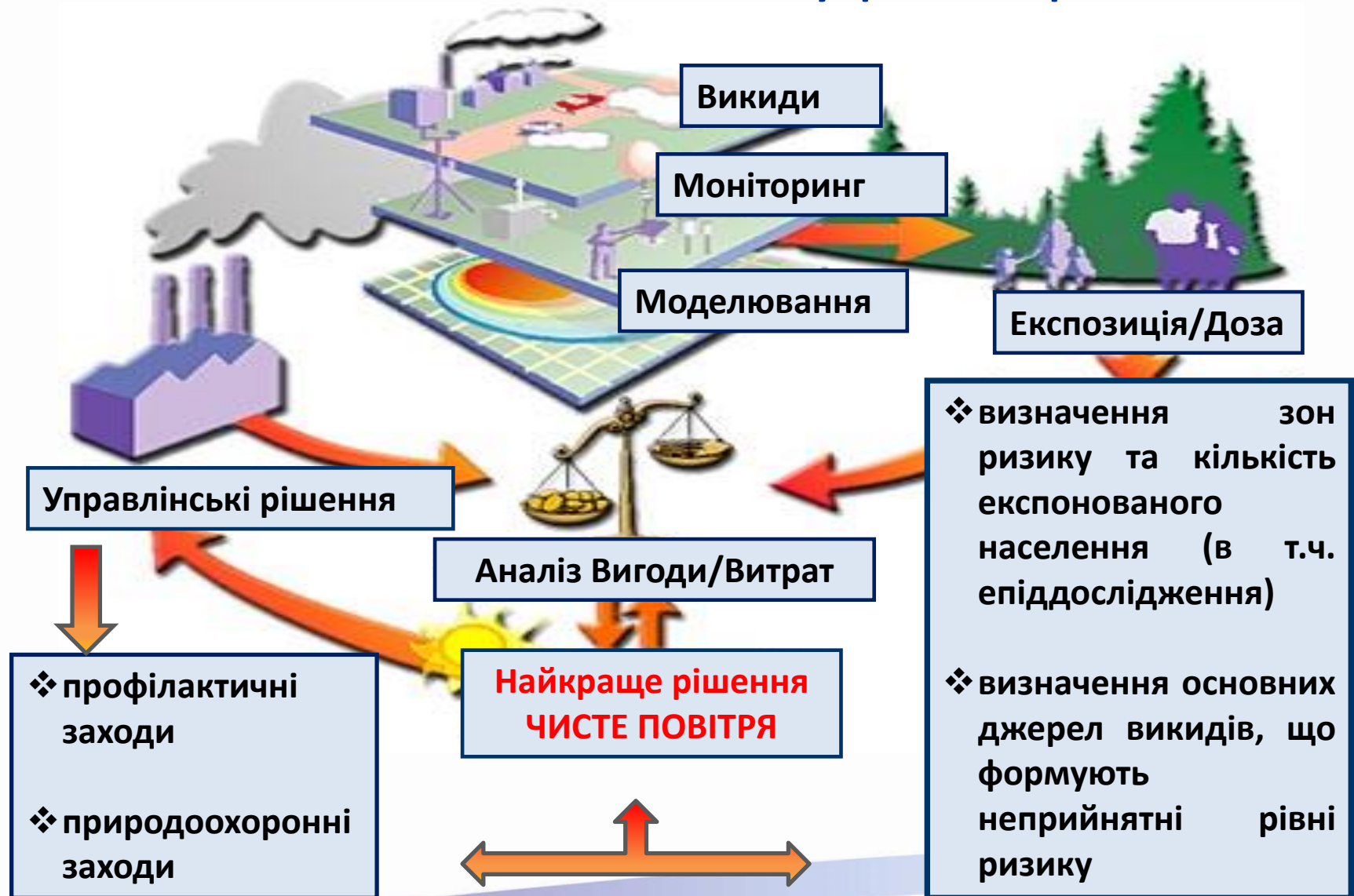


Розробка профілактичних програм щодо скорочення негативного впливу атмосферного повітря на здоров'я населення

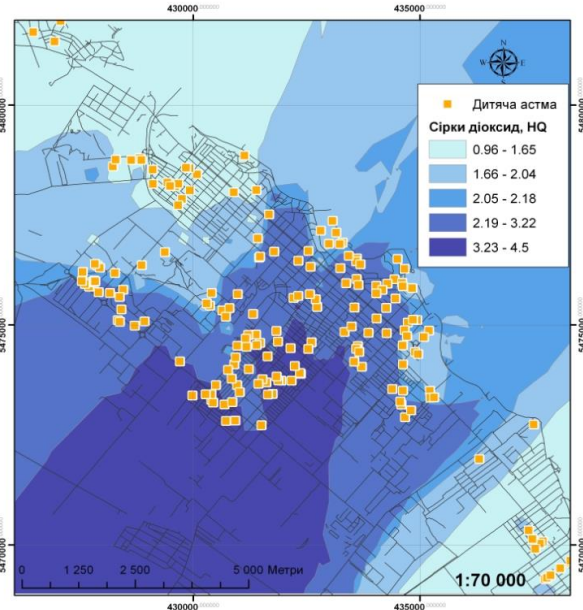


Оцінено ймовірність розвитку шкідливих ефектів у здоров'ї населення, обумовлених впливом різних груп промислових підприємств та автотранспорту

Алгоритм оцінки забруднення атмосферного повітря на здоров'я експонованого населення на етапі управління ризиком



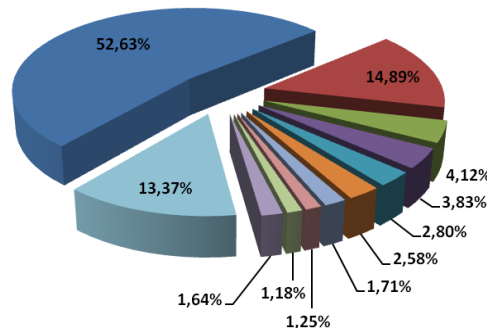
Реалізація та впровадження



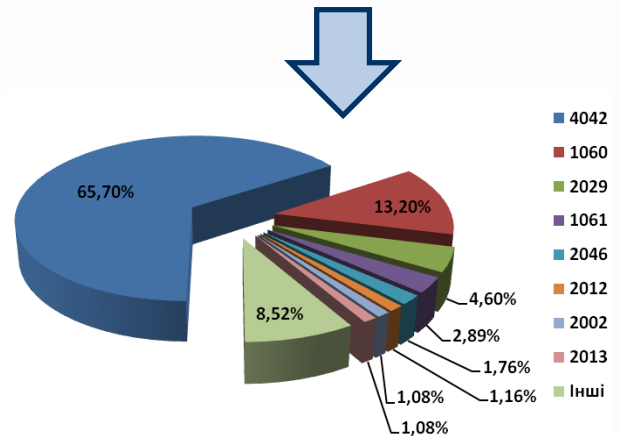
Рівні ризику	Дитяче населення, осіб	Кількість хворих дітей
0.96÷1.65	6548	37 (0.0057)
1.66÷2.04	6505	29 (0.0045)
2.05÷2.18	1362	11 (0.0081)
2.19÷3.22	12138	87 (0.0072)
3.23÷4.5	2623	24 (0.0092)

Профілактичні заходи

Захворюваність на бронхіальну астму дитячого населення, в умовах підвищеної експозиції сірки діоксиду у м. Черкаси (1,99 OR; 95% CI (1,95-2,60), $p < 0,01$)



Внесок джерел викидів в концентрацію пилу НДЗС, відповідно в контрольних точках, розташованих на межі житлової забудови

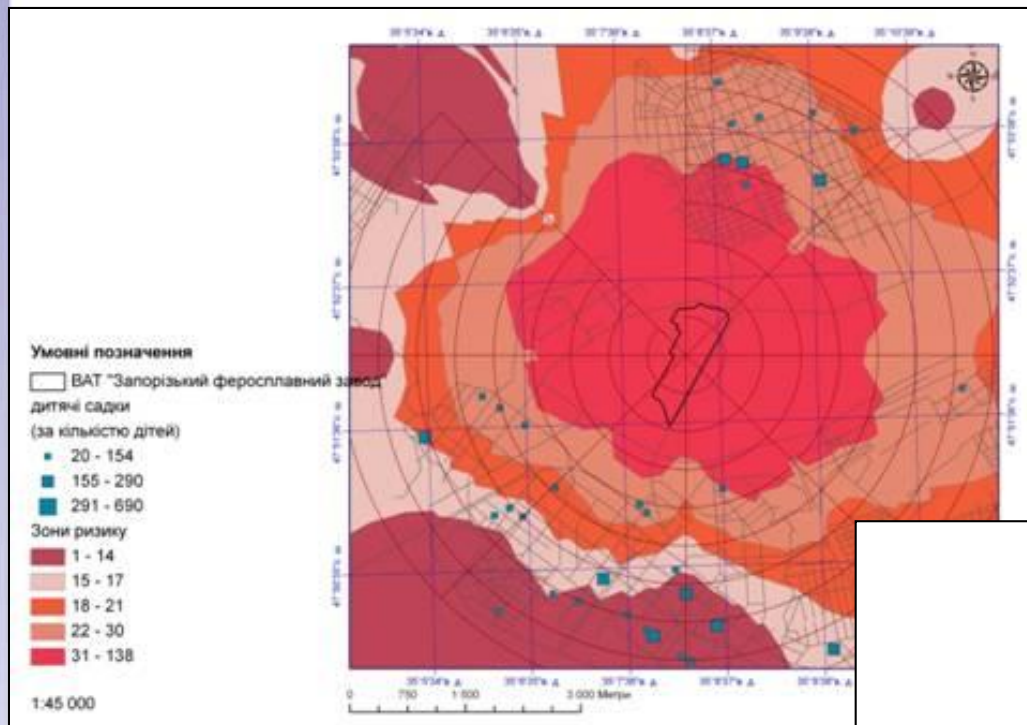


4042
1060
1061
2029
2012
2013
2002
2005
1019
2046
Інші

№ Джерела	Внесок в забруднення атмосферного повітря				
	1-5%	5-10%	10-20%	20-50%	>50%
1060	-	т.11	т.1-10	-	-
1061	т.1-11	-	-	-	-
2002	т.1, 5-7, 9-11	-	-	-	-
2012	т.1, 2, 4-7, 9-11	-	-	-	-
2013	т.1, 2, 5-7, 9-11	-	-	-	-
2029	т.1-4, 6-9	т.5,10,11	-	-	-
2046	т.1-11	-	-	-	-
4042	-	-	-	т.10	т.1-9,11

Природоохоронні заходи

Профілактичні та природоохоронні заходи

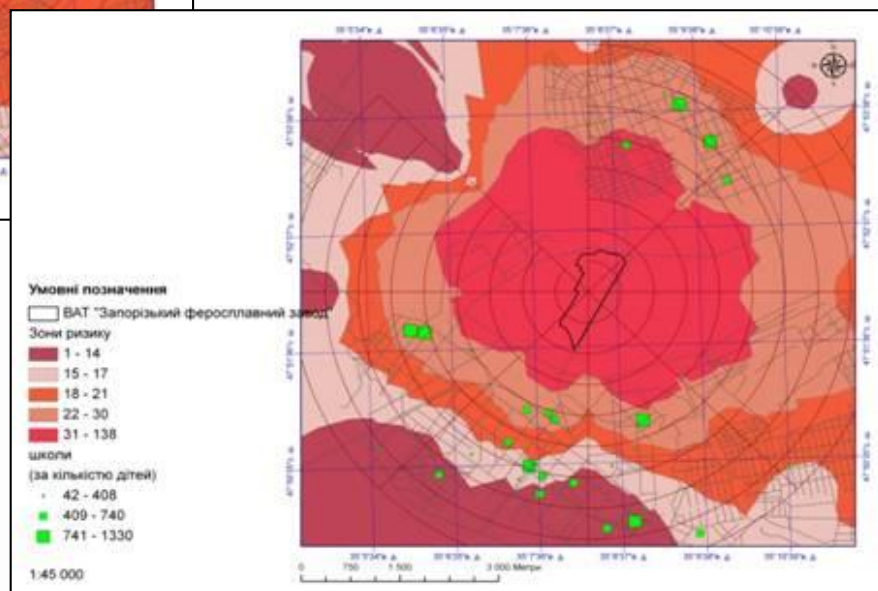


Зони ризику:

- 1 – 9 дитячих садків (1295 дітей);
- 2 - 13 дитячих садків (2287 дітей);
- 3 - 4 дитячих садків (603 дітини);
- 4 - 11 дитячих садків (1212 дітей);
- 5 - 3 дитячі садки (557 дітей).

Зони ризику:

- 1 - 8 шкіл (3881 учнів);
- 2 - 8 шкіл (3681 учнів);
- 3 - 7 шкіл (2720 учнів);
- 4 - 12 шкіл (7038 учнів);
- 5 - 1 школа (645 учнів).

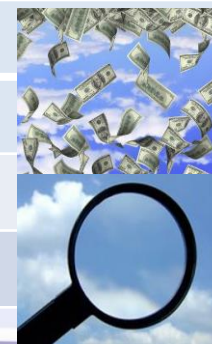


Додаткові випадки та атрибутивні частки смертей від ХОЗЛ, раку легень, ІХС та інсульту при тривалому впливі $PM_{2.5}$ у м. Київ

Показник	Результат	Причина смерті			
		ХОЗЛ	Рак легень	ІХС	Інсульт
атрибутивні випадки	кількість	7	63	813	154
	CI	4-10	29-93	494-1751	82-252
атрибутивне співвідношення	%	9,07	9,59	5,08	4,41
	% (95 CI)	5,21-13,58	4,49-14,21	3,09-10,95	2,40-7,38
атрибутивні випадки	кількість	7	63	5,08	4,41
	CI	4-10	29-93	3,09-10,95	2,40-7,38
атрибутивне співвідношення	%	9,07	9,59	5,08	4,41
	% (95 CI)	5,21-13,58	4,49-14,21	3,09-10,95	2,40-7,38

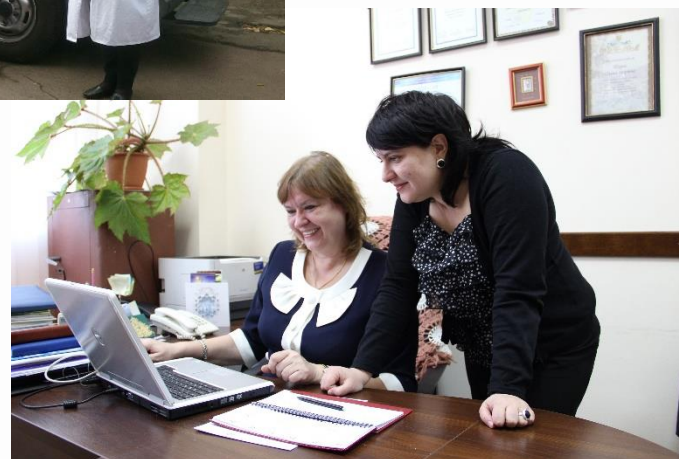
Збитки здоров'ю населення (виражені у вартісних показниках) від викидів твердих часток (PM_{10}) пилю

Металургійних підприємств	0.5 млн грн - 36 млн грн
Коксохімічних	0.1 млн грн – 7.75 млн грн
Машинобудівних	0.01 млн грн – 2.75 млн грн
Гірничорудних	0.3 млн грн – 2.5 млн грн



Дякую за увагу!!!

«Фунт профілактики – коштує пуда лікування». Микола Пирогов



ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМНУ»

Україна, 02094, м. Київ, вул. Попудренка, 50

тел. 044 292 13 67, факс 044 513 15 28, 0504400058

e-mail: eturos@gmail.com, arinapetrosian@gmail.com