

# Експосом української війни: проект Ukrainian War Exposome Study (UWES)

Ковальов О.О., Колеснік Ю.М., Тищенко Т.М.

Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

Запорізький обласний центр контролю і профілактики хвороб

Благодійний фонд «Світ проти раку»

20 травня 2025 року

Генетика заряджає  
рушницю, а довкілля  
натискає на курок

Еліот Джослін

# Нова онкологічна парадигма



Крістофер Уайлд

- У 2005 році директор Міжнародного агентства з вивчення раку Крістофер Уайлд запропонував нову парадигму - експосомику
- Вона розглядає розвиток раку не з точки зору точкових мутацій соматичних генів, а з точки зору зовнішніх та внутрішніх факторів, які діють протягом усього життя людини – починаючи з пренатального періоду до смерті
- Важливо знати про вплив експосомних факторів на людину під час війни

# Війна підвищує ризики раку у військових



Гостра лейкемія у американського військового після отруєння газом мустард - Bari Harbor, 1943 р

- За останні 20 років кількість деяких видів раку у ветеранів армії США збільшилася на 110%, залежно від родів військ, де вони проходили службу
  - Частота раку печінки та підшлункової залози збільшилася на 95%
  - Частота раку сечового міхура, нирок та сечоводів - на 60%
  - Частота раку передміхурової залози – на 25%
  - Захворюваність на лімфому, мієлому та лейкоз - на 20%
- Серед військових захворювань на меланому, рак шкіри, щитоподібної залози, пухлин головного мозку та усіх видів раку може перевищувати статистику серед цивільного населення на 15-90%

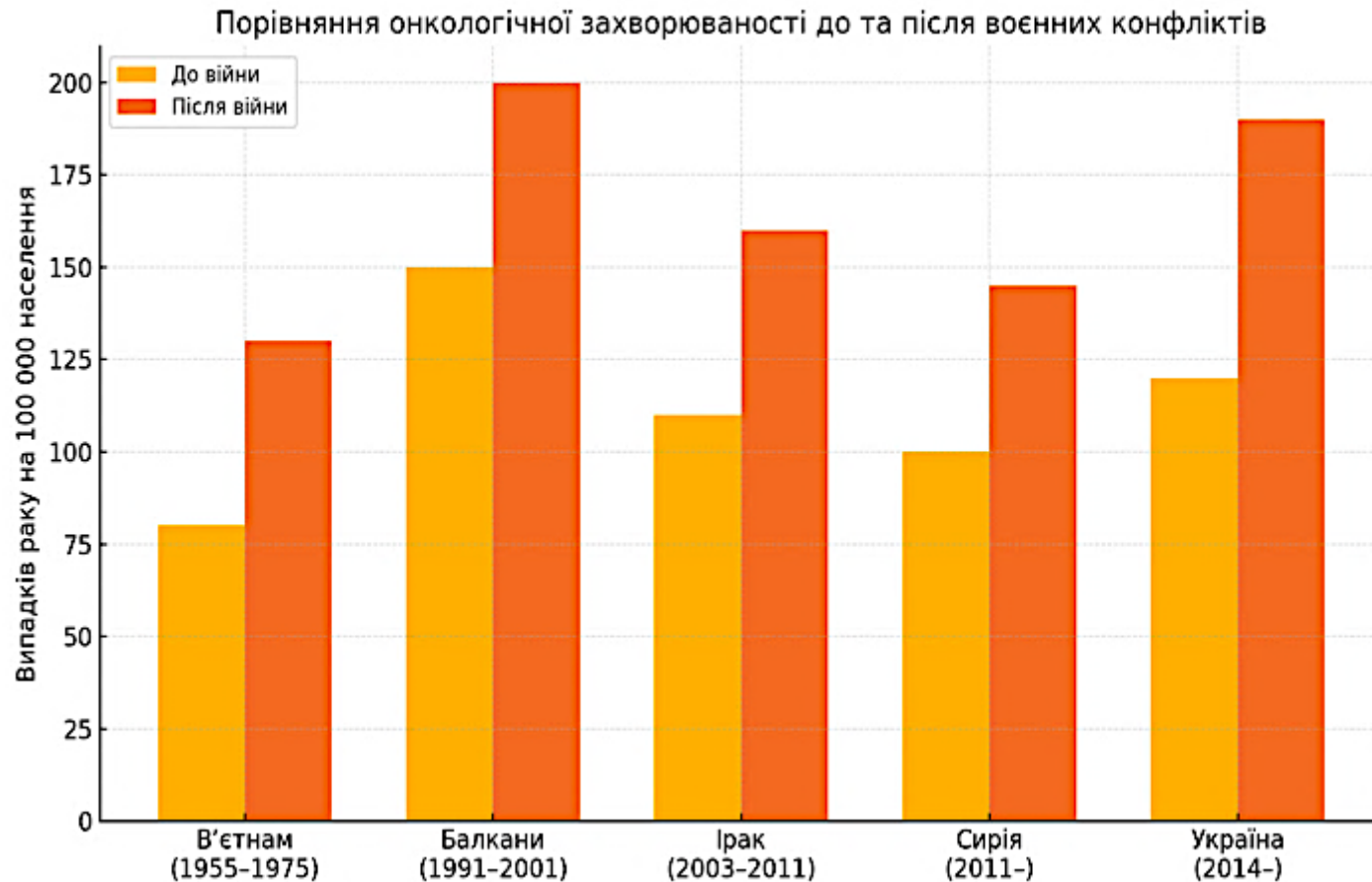
# Війна підвищує ризики раку у цивільного населення



Панчево, Югославія, 1999 рік  
(бомбардування тривало «лише» 3 місяці)

- Люди, які проживали на територіях збройних конфліктів, частіше хворіють на рак
- За дев'ять років після війни в Іраку кількість онкологічних смертей у місцевого населення збільшилася на 50%
- У районах Місані та Ті-Каре, які особливо сильно постраждали від ракетних та бомбових ударів, захворюваність на рак стала вп'ятеро вищою, ніж до війни
- Існує сумнозвісний феномен - «рак Панчева»

# Регіональні особливості впливають на рак після війни

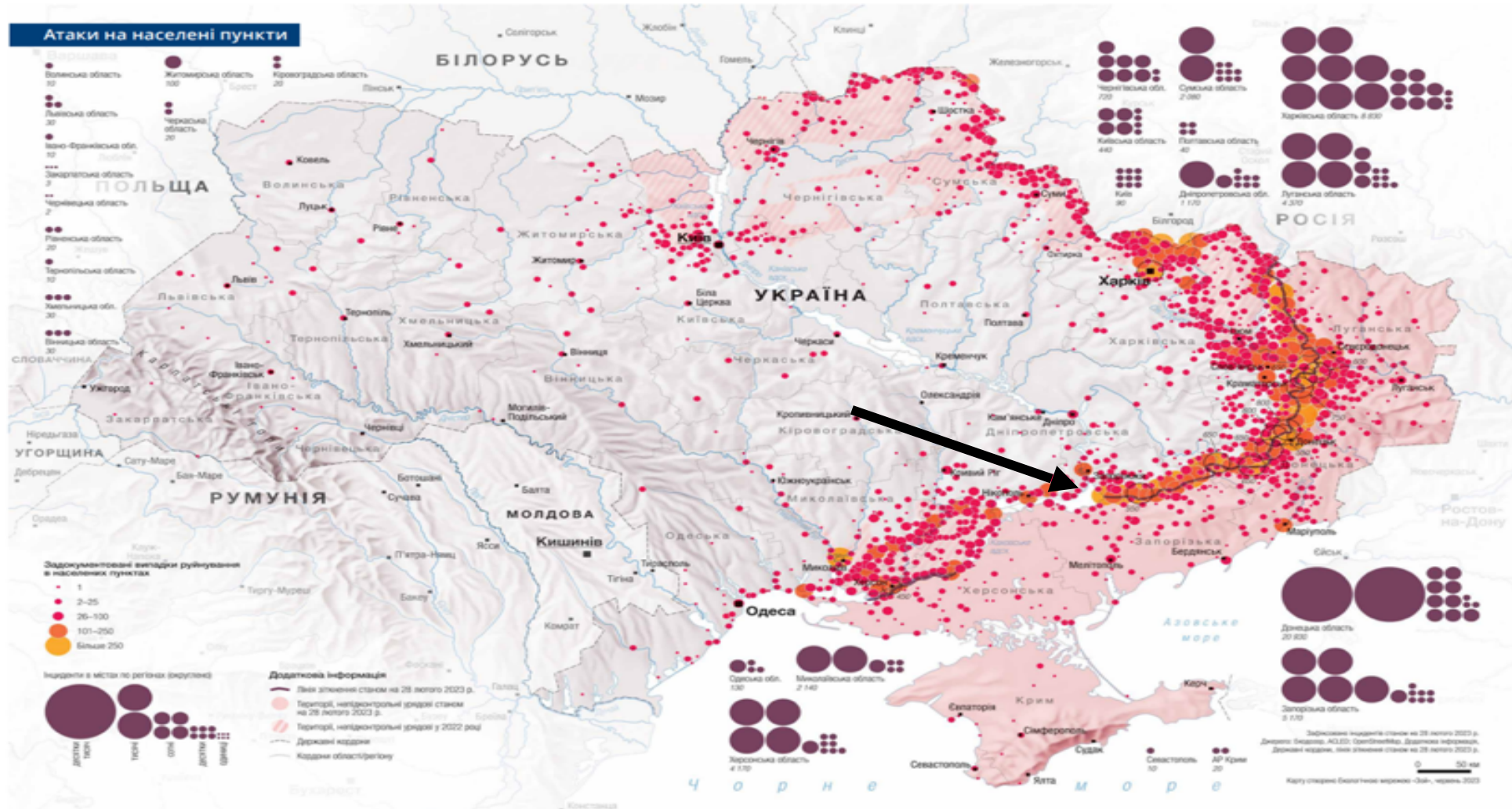


- В'єтнам – вплив Agent Orange / діоксинів
- Балкани – ракетні обстріли та горючі матеріали
- Ірак – нафтова війна, метали, повітряне забруднення, вплив збідненого урану
- Сирія – хлор, ПФАС, розпад систем охорони здоров'я
- Україна – руйнівні гуманітарні, соціальні, економічні та екологічні наслідки





# Експосом української війни





# Канцерогени воєнного часу (IACR) в Україні

## Потенційно небезпечні військові канцерогенні речовини

Агент Orange (діоксин)

Азбест

Поліхлорований біфеніл

Трихлоретилен

Перхлоретилен

Боеві отравляючі речовини

Ракетне паливо перхлорат

Радіація

Уран

Дим

Пісок, пил, тверді частинки

## Військова промисловість небезпечного канцерогенного впливу

Зайняті в ремонті автомобілів

Портові робітники

Учасники військово-морських операцій

Працівники нафтохімічних заводів

Службовці електростанцій

Залізничники

Сталевари та металурги

Шиномонтажники

Окремі особи в місцях з великим скупченням сміття просто неба

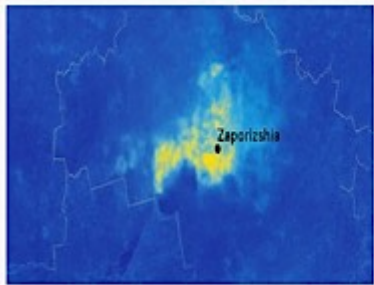
Війна — це трагедія, але мир може перетворитися на повільну катастрофу

Довгострокова смертність серед цивільного населення внаслідок війни  
може бути в сотні разів більшою, ніж початкова кількість загиблих  
безпосередньо від воєнної травми

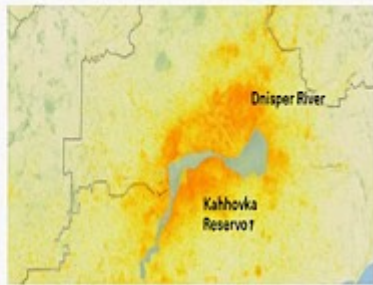
# Рак після війни в Україні

- Очікується, що найчастіше після війни в Україні будуть реєструватися:
- Рак легень
- Рак молочної залози
- Рак шийки матки
- Рак печінки
- Рак підшлункової залози
- Рак шлунка
- Рак сечового міхура
- Рак яєчка
- Сьогоднішні події в Україні слід розглядати з позиції новітньої науки експосоміки, яка змінить сучасну концепцію первинної та вторинної профілактики раку
- Прецедент дослідження експосому в умовах військового конфлікту створить потенціал масштабування проекту на інші географічні зони, де відбуваються гуманітарні катастрофи
- ЗДМФУ, ЗОЦПКХ, WACF розробляють і реалізують таку програму

# Дистанційний екологічний моніторинг атмосферного повітря (Copernicus)



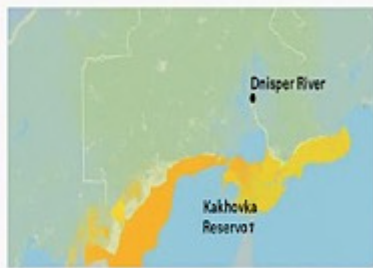
Air Pollution (NO<sub>2</sub>)  
Copernicus Sentinel-5P



Plastic Pollution  
Copernicus Sentinel-22



Дистанційний екологічний  
моніторинг



## Забруднювачі атмосферного повітря

NO<sub>2</sub> (діоксид азоту)

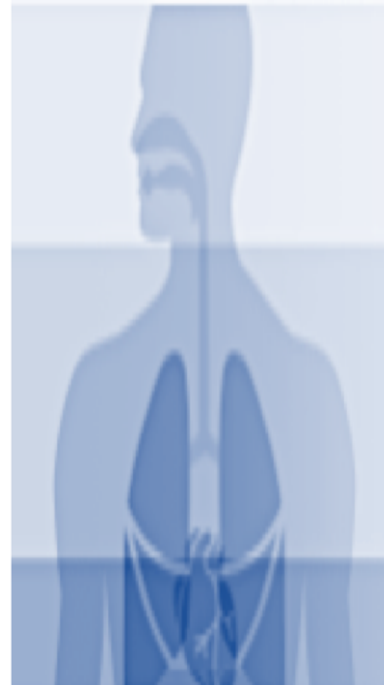
SO<sub>2</sub> (діоксид сірки)

CO (чадний газ)

O<sub>3</sub> (озон приземний)

NH<sub>3</sub> (аміак)

PM<sub>2.5</sub> / PM<sub>10</sub>



Тверді частинки

>PM<sub>10</sub>

>PM<sub>10-2,5</sub>

PM<sub><0,1</sub>

- Тверді частинки PM<sub>2.5</sub>
- Рак легень (28%)
- Рак грудей у жінок (11,6%)
- Рак передміхурової залози (7,1%)
- Рак товстої кишки (6,1%)
- Рак шлунка (8,2%)
- Рак печінки (8,2%)
- Рак носоглотки, гортані, стравоходу, підшлункової залози, нирок, ниркової балії/сечовика, сечового міхура, яєчників, шийки матки та мієлоїдний лейкоз

# Стационарний і мобільний моніторинг забруднення повітря в Запоріжжі





# Вивчення складу диму від окопної свічки

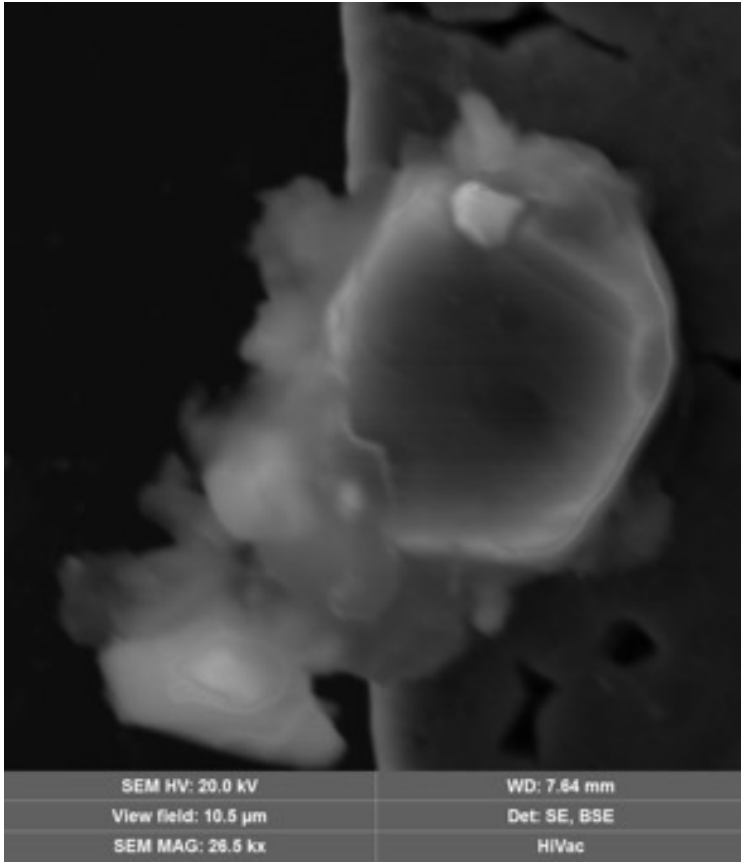
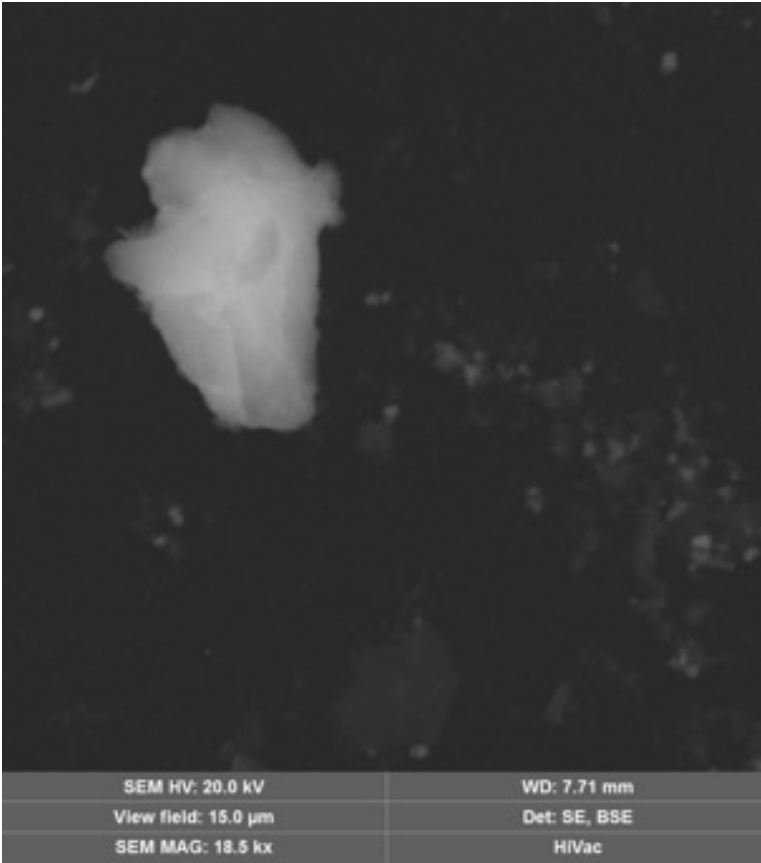


# Тверді аерозольні частинки



| Діаметр ТЧ (nm) | Кількість ТЧ (см3) | Площа (nm2.см3) | Об'єм (nm2.см3) | Маса (ug/ m3) |
|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| 11,5            | 2,5365e+4          | 1,0627e+7       | 2,0452e+7       | 0,0245        |
| 15,4            | 2,1309e+4          | 1,5875e+7       | 4,0744e+7       | 0,0489        |
| 20,5            | 6209,4180          | 8,2262e+6       | 2,8155e+7       | 0,0338        |
| 27,4            | 1,2276e+4          | 2,8922e+7       | 1,3200e+8       | 0,1584        |
| 36,5            | 1,7734e+4          | 7,4294e+7       | 4,5217e+8       | 0,5426        |
| 48,7            | 1,7329e+4          | 1,2910e+8       | 1,0478e+0       | 1,2573        |
| 64,9            | 1,4758e+4          | 1,9551e+8       | 2,1160e+9       | 2,5392        |
| 86,6            | 1,4003e+4          | 3.2988e+8       | 4,7611e+9       | 5,7134        |
| 115,5           | 1,3954e+4          | 5,8460e+8       | 1,1251e+10      | 13,5017       |
| 154,0           | 1,5552e+4          | 1,1586e+9       | 2,9737e+10      | 35,6841       |
| 205,4           | 1,8177e+4          | 2,4081e+9       | 8,2420e+10      | 98,9036       |
| 273,8           | 1,8377e+4          | 4,3294e+9       | 1,9760e+11      | 237,1158      |
| 365,2           | 163242e+4          | 5,5478e+9       | 3,3765e+11      | 405,1801      |

# Тверді частинки і важкі канцерогенні метали від диму окопної свічки



| Хімічний елемент | Концентрація у повітрі, мг/м³ |
|------------------|-------------------------------|
| Хром (Cr)        | 0,016-0,020                   |
| Кремній (Si)     | 0,50-0,60                     |
| Кадмій (Cd)      | 0,0001-0,001                  |
| Кобальт (Co)     | 0,0003                        |
| Кальцій (Ca)     | 0,60-0,78                     |
| Вольфрам (W)     | 0,60-0,82                     |
| Цинк (Zn)        | 0,123                         |

Електронна мікроскопія твердих частинок, насичених важкими металами



# The use of a trench candle as an alternative heating and light source in wartime and possible negative consequences

O. O. Kovalyov<sup>ID</sup>\*<sup>1,A,B,C,D,F</sup>, Yu. M. Kolesnyk<sup>ID</sup><sup>1,C,D,F</sup>, V. O. Zub<sup>ID</sup><sup>2,C,D,F</sup>, A. I. Sevalniev<sup>ID</sup><sup>1,C,D,F</sup>, L. P. Sharavara<sup>ID</sup><sup>1,A,B,C,D,F</sup>,  
I. M. Andrusyshyna<sup>ID</sup><sup>3,C,D,F</sup>, O. V. Hancheva<sup>ID</sup><sup>1,D,E,F</sup>, K. O. Kovalov<sup>ID</sup><sup>1,B,C,D</sup>

<sup>1</sup>Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine, <sup>2</sup>Chernihiv Polytechnic National University, Ukraine,

<sup>3</sup>State Institution "Kundiiev Institute of Occupational Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv

A – research concept and design; B – collection and/or assembly of data; C – data analysis and interpretation; D – writing the article;  
E – critical revision of the article; F – final approval of the article

## Keywords:

trench candle, ultrafine aerosol, carcinogenic risk, military personnel.

## Ключові слова:

окопна свічка,

**Aim.** To examine the composition of ultrafine aerosol in the air generated by the trench candle burning and compare combustion products with proven carcinogens according to the International Agency for Research on Cancer (IARC) classification.

**Materials and methods.** The content of ultrafine aerosol emitted from trench candle burning was studied using a NanoScan 3910 portable scanning spectrometer. The number, area, surface volume and mass concentration of particles were measured at 0.5 and 1.5 meters above the floor level before and after the trench candle burning for 10 minutes. The chemical composition was assessed by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES, PerkinElmer Optima 2100 DV, USA). The morphological characteristics of suspended



# Пошкодження ґрунту і водоносних горизонтів





# Аналіз ґрунту навколо зруйнованих будівель



- Аналіз ґрунту (азбесту) міста Запоріжжя біля зруйнованих будівель
- NCD Alliance надрукували статтю про заходи фонду «Світ проти раку» в Запоріжжі під час війни

# Пошкодження водоносних горизонтів



- Потужні вибухи можуть зруйнувати шар корінних порід, що сприяє проникненню води, органічних речовин та токсинів далеко у глибину ґрунта
- Агресивні забруднювачі потрапляють у водоносні горизонти і можуть переноситися далеко за межі поля бою



# Хімічний аналіз питної води з пошкоджених водоносних горизонтів



м. Запоріжжя



Біля лінії фронту. с. Камишуваха

- Проведено хімічний аналіз питної води на сході України з різних водоносних горизонтів біля лінії фронту в Запорізькій області

# Спільне дослідження ЗДМФУ, ЗОЦПКХ та фонду «Світ проти раку»

| Показник                    | Од                    | 5 м     | 15 м    | 190 м | ГДК   | Метод                |
|-----------------------------|-----------------------|---------|---------|-------|-------|----------------------|
| Перманганатна окислюваність | мг/дм <sup>3</sup>    | 3,56    | 3,74    | 2,85  | <5    | ДСТУ ГОСТ 27384:2005 |
| Жорсткість загальна         | ммоль/дм <sup>3</sup> | 25,25*  | 27,75*  | 0,30  | <10   | ДСТУ ISO 6059:2003   |
| Вміст солей                 | мг/дм <sup>3</sup>    | 5459*   | 7194*   | 51    | <1500 | МВВ 081/12-0109-03   |
| Лужність загальна           | ммоль/дм <sup>3</sup> | 7,10*   | 7,40*   | 0,50  | <6,5  | ДСТУ ISO 9963—1:2007 |
| Сухий залишок               | мг/дм <sup>3</sup>    | 5437*   | 7171*   | 49    | <1500 | МВВ 081/12-0109-03   |
| Нітрати                     | мг/дм <sup>3</sup>    | 80,6*   | 172*    | 2,86  | <50   | МВИ 081/37-0699-10   |
| Хлориди                     | мг/дм <sup>3</sup>    | 393,50* | 400,59* | 10,64 | <350  | ДСТУ ISO 9297:2007   |
| Натрій                      | мг/дм <sup>3</sup>    | 772,8*  | 964,8*  | 5,47  | <200  | ДСТУ ISO 11885:2019  |
| Сульфати                    | мг/дм <sup>3</sup>    | 3118*   | 3664*   | -     | <500  | МВИ 081/37-700-10    |
| Кальцій                     | мг/дм <sup>3</sup>    | 611,19* | 711,38* | 0,56  | <130  | ДСТУ ISO 6059:2003   |
| Магній                      | мг/дм <sup>3</sup>    | 243,05* | 243,05* | 1,22  | <80   | ДСТУ ISO 6059:2003   |
| Алюміній                    | мг/дм <sup>3</sup>    | 0,08    | 0,14*   | -     | <0,1  | ДСТУ ISO 11885:2019  |
| Залізо                      | мг/дм <sup>3</sup>    | 0,24    | 0,14    | 0,06  | ≤ 1   | МВИ 081/37-0734-11   |
| Кремній                     | мг/дм <sup>3</sup>    | 9,44    | 9,59    | 1,1   | ≤ 10  | ДСТУ ISO 11885:2019  |

- Вода виявилася непридатною для пиття на глибині 5 і 15 метрів
- Придатна для пиття ґрунтова вода на глибині 190 м



# Тригалометани – побічний продукт хлорування питної води

| Речовина        | Концентрація, мкг/дм <sup>3</sup> |        | ГДК, мкг/ дм <sup>3</sup> |
|-----------------|-----------------------------------|--------|---------------------------|
|                 | Середн<br>я                       | Макс.  |                           |
| Хлороформ       | 208,24                            | 397,90 | 60,0                      |
| Бромдихлорметан | 92,90                             | 133,65 | 30,0                      |
| Дибромхлорметан | 15,16                             | 44,70  | 10,0                      |
| Тетрахлорметан  | -                                 | -      | 2,0                       |
| Сума ТГМ        | 232,21                            | 551,59 | 100,0                     |

- Зміни гідрологічного режиму каскаду Дніпровських водосховищ та руйнування дамби Каховської ГЕС сприяли підвищенню вмісту у воді річки Дніпро зважених гумінових речовин, фіто- та зоопланктону, які стали стійкими забруднювачами питної води у Запоріжжі
- Це вимагає проведення інтенсивної дезінфекції методом хлорування, що є необхідним заходом для захисту громадського здоров'я від небезпечних інфекцій, які передаються через воду
- Однак метод хлорування має і негативні ефекти, зумовлені появою «побічних продуктів дезінфекції» (ППД)
- Одними з найпоширеніших ППД є тригалометани (ТГМ) – хлороформ, бромдихлорметан, дибромхлорметан та трихлорметан
- Ця група хімічних сполук утворюється при знезараженні води, коли органічні речовини вступають у реакцію із хлором
- ТГМ – це канцерогени 2В за IACR (рак сечового міхура, нирок, печінки)

# Програма щодо вивчення впливу тригалогенметанів на здоров'я мешканців міста Запоріжжя під час війни



- Вивчення впливу ТГМ на культури клітин печінки, сечового міхура, нирок (основні мішені канцерогенного впливу)
- Аналіз генотоксичних ефектів ТГМ (мікроядерний тест, тест Еймса)
- Дослідження на моделях in vivo
- Аналіз метаболітів ТГМ у сечі та крові людей
- Епідеміологічні дослідження населення Запоріжжя
- Оцінка ризику для здоров'я населення

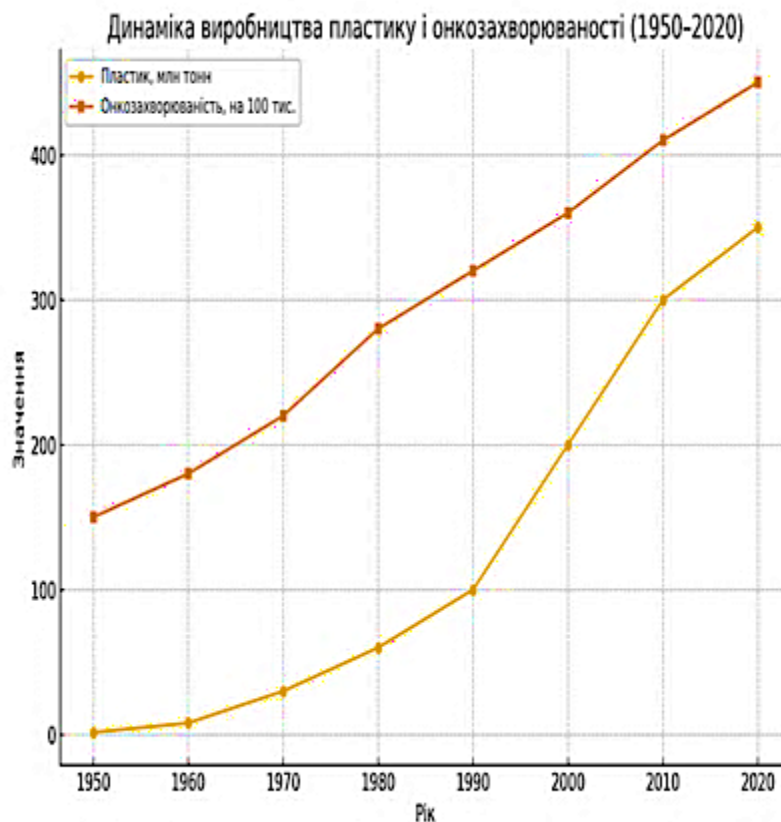
В Україні ухвалили програму «Питна вода»

# Токсичний експосом під час війни



- Під час війни вплив токсичного експосому на людину різко підвищується
- Хімічні ендокринні руйнівники (металоестрогени)
- Стійкі органічні забруднювачі – «вічні хімікати»
- Поліароматичні вуглеводні
- Важкі метали
- Завдяки гранту CanSERV HORIZON VID63960 ми почали спільне дослідження з Віденським університетом щодо наявності важких металів в жіночої плаценті за допомогою мікрорентгенофлуоресцентної спектrometerії
- Це лонгitudне дослідження по впливу важких металів на новонароджених і дітей міста Запоріжжя

# Канцерогенні ефекти мікропластика



Виробництво пластику і онкологічна захворюваність протягом XX-XXI століття



Пластик в Україні (2022-2025)

- Мікропластик, який потрапляє в організм людини per os, через дихальні шляхи і транскутанно, може містити або переносити токсичні хімічні речовини, такі як фталати, бісфенол А та поліхлоровані біфеніли, які є потенційними канцерогенами
- Мікропластики можуть підвищувати ризики раку легень, шкіри, молочної залози, шийки матки, товстої кишки, яєчок
- Фонд «Світ проти раку» став наглядом в Базельській конвенції і долучився до програми вивчення впливу мікропластика на здоров'я населення східної України під час війни



# ЗДМФУ + PARC партнерство



Зустріч з експертами PARC 19.05.2025

- PARC – Європейське партнерство з оцінки ризиків від хімічних речовин має на меті розробити оцінку хімічних ризиків наступного покоління для захисту здоров'я людини та довкілля
- Воно підтримує Стратегію Європейського Союзу щодо хімічних речовин для сталого розвитку за допомогою нових даних, знань, методів, інструментів, досвіду та мереж
- ЗДМФУ і фонд «Світ проти раку» спланували спільні програми з PARC

# Психосоціальний експосом і рак



- Проект Althea Horizon EU4Health вивчає наслідки війни на психологічне здоров'я мешканців України
- ЗДМФУ і фонд «Світ проти раку» залучені до цієї грантової європейської програми

# Українське дослідження воєнного експосому

- Українські території, якими проходить лінія фронту, демонструють, як вплив мілітаризованого антропоцену може призвести до деградації навколишнього середовища та сформувати токсичний експосом з глибокими наслідками для охорони здоров'я
- Це створює унікальні можливості для біомедичних наукових досліджень
- Війна робить Україну унікальним полігоном для вивчення експосому, що може стати глобальним внеском в науку та медицину
- Наше дослідження лише починає вивчати воєнний експосом - як ендокринні руйнівники, токсини, канцерогени та психосоціальний стрес, можуть вплинути на ризики розвитку раку та стійкість населення східної України

# Українське дослідження воєнного експосому

- Проект «Експосом людини» (2025), подібний до проекту «Геном людини» (1990), має об'єднати спільні зусилля дослідників з усього світу з розробки інструментів та методів системної біології та штучного інтелекту для вимірювання і аналізу експосому
- Український проект має бути інтегрований в аналогічні європейські програми HEAR, EIRENE RI, PARC, Horizon Cancer Mission



# Ukrainian War Exposome Study (UWES)

## Ukrainian War Exposome Study (UWES)



Integration  
into international  
research

### Exposures

- Air pollution
- Heavy metals
- Psychosocial stress
- Injuries

### Health effects

- Cardiovascular disease
- Cancer

### Health effects

- Cardiovascular disease
- Mental disorders



Integration into  
global platforms

Інфографіка Ukrainian War Exposome Study (UWES)

- Проект із вивчення воєнного експозому в Україні умовно названо "Ukrainian War Exposome Study" (UWES)
- Це амбітний, але реалістичний план, який може дати повне розуміння наслідків російсько-української війни на здоров'я населення
- Проект не лише допоможе Україні, а й стане моделлю для вивчення впливу інших воєнних конфліктів на здоров'я населення
- Україна, яка постраждала від війни, має бути визнана не лише отримувачем допомоги, а й учасником глобальних екологічних експозомних досліджень

# Учасники програми Ukrainian War Exposome Study (UWES)





