

ПОВІТРЯ, ЯКИМ МИ ДИХАЄМО



Вадим ЧВИР, аспірант кафедри екології
Чорноморського національного університету імені
Петра Могили, відповідальний виконавець проєкту,
Миколаїв, Україна



Що таке повітря?

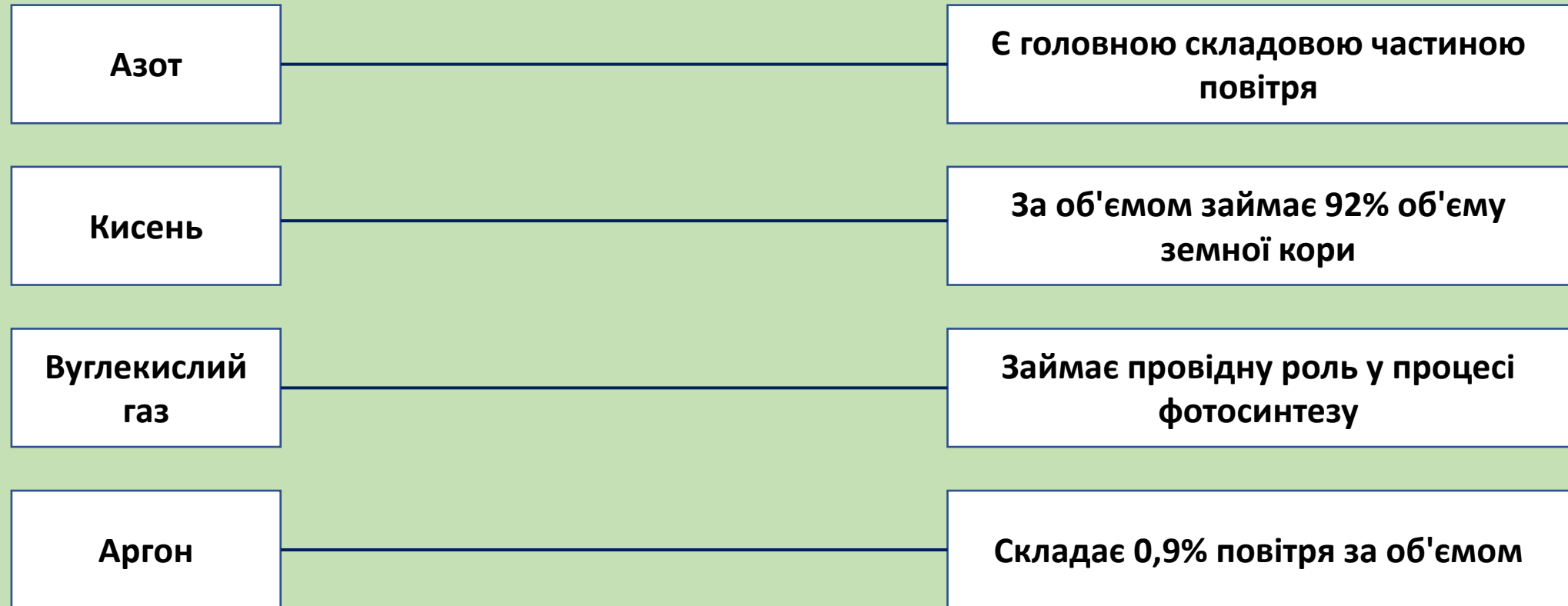
Повітря — це природна суміш газів.

Властивості **повітря**:

- *безбарвне,*
- *прозоре,*
- *перебуває в газоподібному стані,*
- *не має запаху та смаку,*
- *займає увесь простір.*



Склад повітря





Контроль за якістю повітря

В Україні контроль за якістю атмосферного повітря здійснюється за **Законом України «Про охорону атмосферного повітря»**, який було ухвалено в 1992 році.

В Європейському Союзі контроль забезпечує **Директива 2008/50ЄС2** про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи.





Забруднення повітря

Забруднення повітря — одна з найсерйозніших загроз здоров'ю людей. У всьому світі щороку приблизно 7 мільйонів людей помирають від забрудненого повітря.

Щорічно в Україні від забруднення атмосферного повітря гине близько 14 400 людей. Джерело: ВООЗ





Водночас лише забруднення навколишнього середовища (тобто поза житлового приміщення) спричиняє близько **4,2 мільйона передчасних смертей** щороку, головним чином від серцево-судинних захворювань, інсульту, хронічної обструктивної хвороби легенів, раку легенів та гострих респіраторних інфекцій у дітей.





Найбільш поширеними забруднювальними речовинами у повітрі є дрібнодисперсні тверді частки (PM), озон (O_3), діоксид азоту (NO_2), діоксид сірки (SO_2), оксид вуглецю (CO) та вуглекислий газ (CO_2). Серед них найбільшу загрозу здоров'ю населення спричиняють PM, O_3 , NO_2 та SO_2 . Разом з цим, зростає визнання сукупного впливу суміші багатьох забруднювальних речовин на здоров'я людини (синергетичний токсичний ефект, ефект сумації).





Поточна ситуація з якістю атмосферного повітря в Україні різноманітна і пов'язана з розподілом основних міських та промислових центрів. **Загалом від забруднення повітря найбільшою мірою постраждали Дніпропетровська, Донецька, Київська, Луганська та Запорізька області. З позиції найбільш забруднених міст, варто виділити 6 ключових міських районів - Дніпро, Донецьк, Кривий Ріг, Київ, Маріуполь та Запоріжжя.**





Основні джерела забруднення повітря в Європі – це **автомобілі, а також сільськогосподарська діяльність, виробництво енергії, промисловість і діяльність окремих домогосподарств**. Найбільше шкодять здоров'ю людей **тверді частинки у повітрі, діоксид азоту і концентрація озону**.





Багато громадян ЄС все ще живуть у містах із високим рівнем забруднення повітря, особливо в Італії та Польщі, виявили нові дані Європейського агентства з навколишнього середовища (ЕЕА).

«Попри те, що якість повітря помітно покращилася за останні роки, забруднення повітря залишається уперто високим у багатьох містах Європи», - сказав виконавчий директор ЕЕА Ганс Бруйнінккс.





Локдауни у розпал пандемії коронавірусу, запроваджені майже всіма державами-членами ЄС навесні 2020 року, призвели до значного зменшення рівня забруднення повітря. У більшості з 323 європейських міст, які за оцінками ЕЕА, мали «погану» якість повітря, ситуація покращилася.

Але нещодавно опублікований аналіз показує, що лише **39 відсотків** міст Європи мають «добру» якість повітря - це означає, що рівень тривалого впливу дрібних твердих частинок (PM 2,5) опускається нижче порогового значення, встановленого Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ).





З 2019 по 2020 роки трьома найчистішими містами Європи за якістю повітря були Умео у Швеції, Тампере у Фінляндії та Фуншал у Португалії.

Уппсала та Стокгольм у Швеції, естонські Таллінн, Нарва, Тарту, Берген і Тронхейм, а також Саламанка в Іспанії увійшли до топ-10 списку ЕЕА.

На відміну від них, трьома найбільш забрудненими містами Європи були Новий Сонч у Польщі, Кремона в Італії та Славонський Брод у Хорватії – у цих містах спостерігається перевищення встановлених лімітів ЄС щодо забруднення повітря.

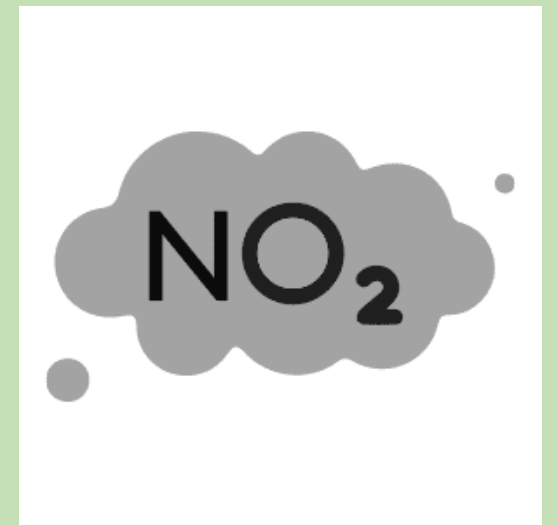




Діоксид азоту (NO_2)

Діоксид азоту (NO_2) — важливий газ-індикатор, присутній як у тропосфері, так і в стратосфері. Разом з цим NO_2 є ключовою забруднювальною речовиною атмосфери, що утворюється у наслідок антропогенної діяльності.

Згідно доповіді Європейського агентства з навколишнього середовища (ЕЕА), понад 60% NO_2 в європейських містах надходить від вихлопних газів автомобілів.





Іншими джерелами NO_2 є переробка нафти та металів, виробництво електроенергії (особливо вугільні електростанції), інші обробні галузі та харчова промисловість. Природним джерелом NO_2 є мікробіологічні процеси в ґрунтах, лісові пожежі та блискавки. При вдиханні до 90% NO_2 потрапляє в організм людини і всмоктується в кров. Ця забруднювальна речовина впливає на метаболізм у легенях, викликає запалення та набряк тканин, підвищує вразливість дихальної системи до бактеріальних та вірусних інфекцій.





Взаємодія NO_2 з водою та іншими хімічними речовинами в атмосфері призводить до утворення кислотних дощів, спричиняючи зміни в лісових та водних екосистемах. Високий вміст NO_2 у повітрі додатково пов'язують із глобальними змінами клімату та фотохімічним смогом.

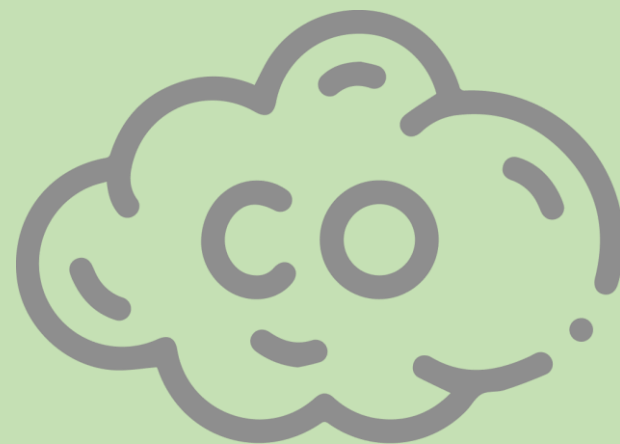




Оксид вуглецю (CO)

Оксид вуглецю (II) або чадний газ (CO) — отруйний газ без кольору, смаку та запаху. CO загалом вважається важливим непрямим парниковим газом, оскільки продовжує життєвий цикл таких парникових газів, як метану, галогенвуглецевих сполук та тропосферного озону.

Приблизно 40% CO надходить із природних джерел, таких як виверження вулканів, викиди природних газів, лісові пожежі, перегнивання рослинних та тваринних залишків, а 60% — від споживання викопного палива, спалювання відходів та деревного вугілля, тютюнового диму.





Існує чіткий причинно-наслідковий зв'язок між системними захворюваннями людини та наслідками дії підвищених концентрацій СО у повітрі. СО спричиняє токсичний ефект на органи тканин з високим споживанням кисню — мозок, серце, розвиток плоду вагітної жінки.

Високі концентрації СО посилюють спільну дію інших забруднювальних речовин (O_3 , SO_2 , РМ, NO_2) та збільшують ризик розвитку всіх респіраторних захворювань.





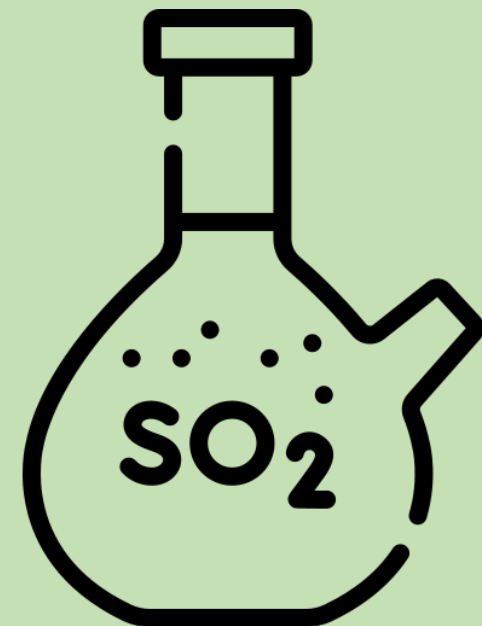
Діоксид сірки (SO_2)

Діоксид сірки (SO_2) міститься як у стратосфері (де він має життєвий цикл кілька тижнів), так і в тропосфері (де його життєвий цикл вимірюється днями).

Приблизно 30 % викидів SO_2 надходять із природних джерел, таких як **вулкани**. До антропогенних джерел належать **вугільні електростанції**, **промислові процеси** або **інші види спалення викопного палива**.



За даними ВООЗ SO_2 може впливати на дихальну систему та функції легень та викликати подразнення очей, запалення дихальних шляхів, викликає кашель, виділення слизу, загострення астми та хронічного бронхіту, а також робить людей більш схильними до інфекцій дихальних шляхів.





Формальдегід (CH₂O)

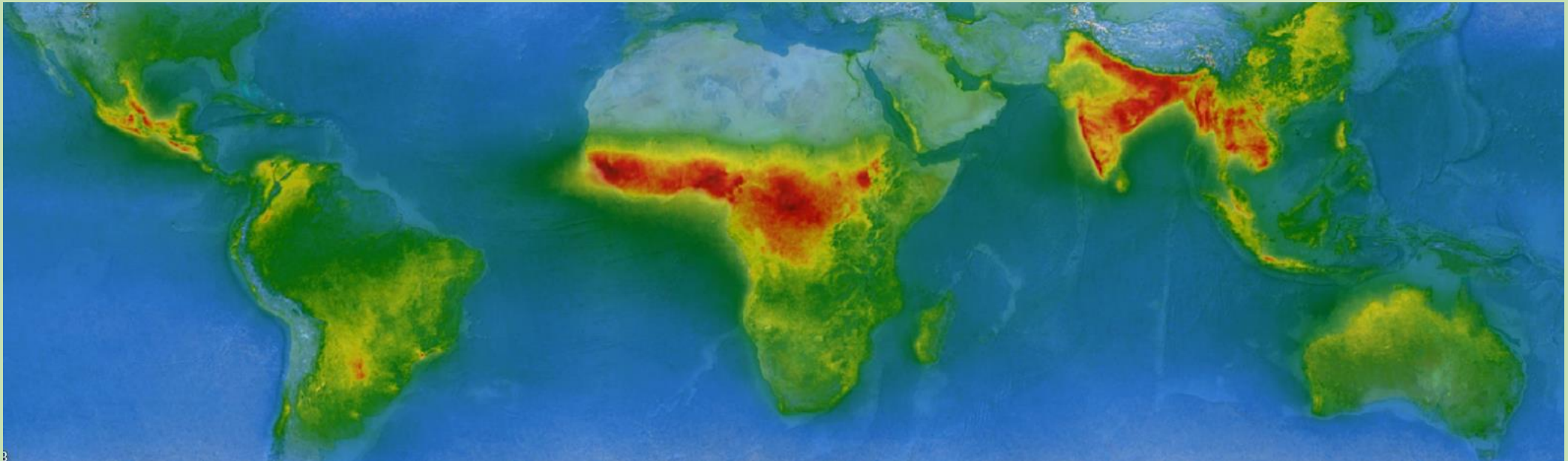
Формальдегід (CH₂O) — це безбарвний, легкозаймистий газ з різким запахом. CH₂O має канцерогенну дію сам по собі становить значну загрозу для здоров'я людини.

До антропогенних джерел CH₂O належать транспорт, промислові процеси та нафтохімічні промислові джерела викидів (виробництво добрив, паперу, фанери, ДСП та багатьох інших споживчих товарів).





Сезонні коливання розподілу формальдегіду в основному пов'язані з перепадами температури, пожежами та змінами в інтенсивності антропогенної діяльності.

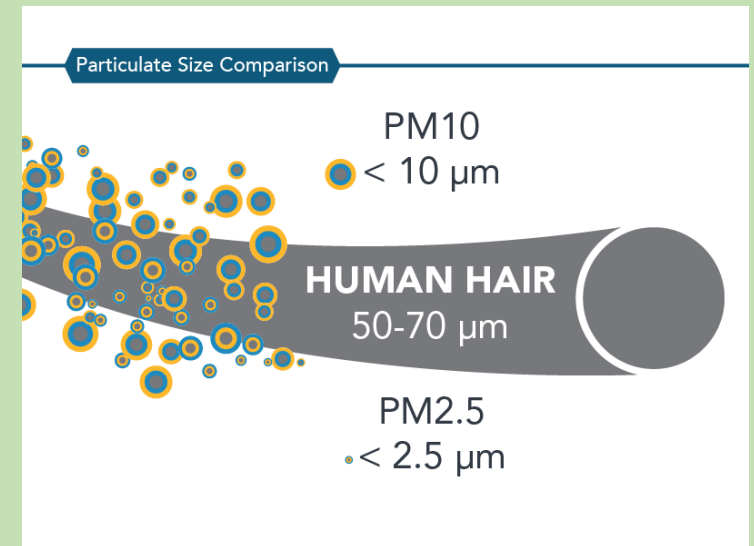




Дрібнодисперсні частинки (PM_{2,5} та PM₁₀)

Дрібнодисперсні частинки або атмосферні аерозолі — це тверді або рідкі частинки, суспендовані у повітрі та здатні вільно переміщатися в атмосфері.

Залежно від розміру, дрібнодисперсні частки часто поділяють на дві основні групи: груба фракція містить більші частинки розміром від 2,5 до 10 мкм (PM_{2,5}-PM₁₀). Дрібна фракція містить дрібні фракції розміром до 2,5 мкм (PM_{2,5}).





PM_{10} в основному з'являється внаслідок механічних процесів, таких як будівельні роботи, зсування дорожнього пилу вітром У той час як $PM_{2,5}$ походить переважно від джерел спалювання, включно з опаленням та транспортом. Інші важливі джерела емісії PM включають промислові процеси та електростанції. Природні чинники емісії PM у атмосферне повітря – вулканічна діяльність, пожежі, ерозійні процеси та з морської води.



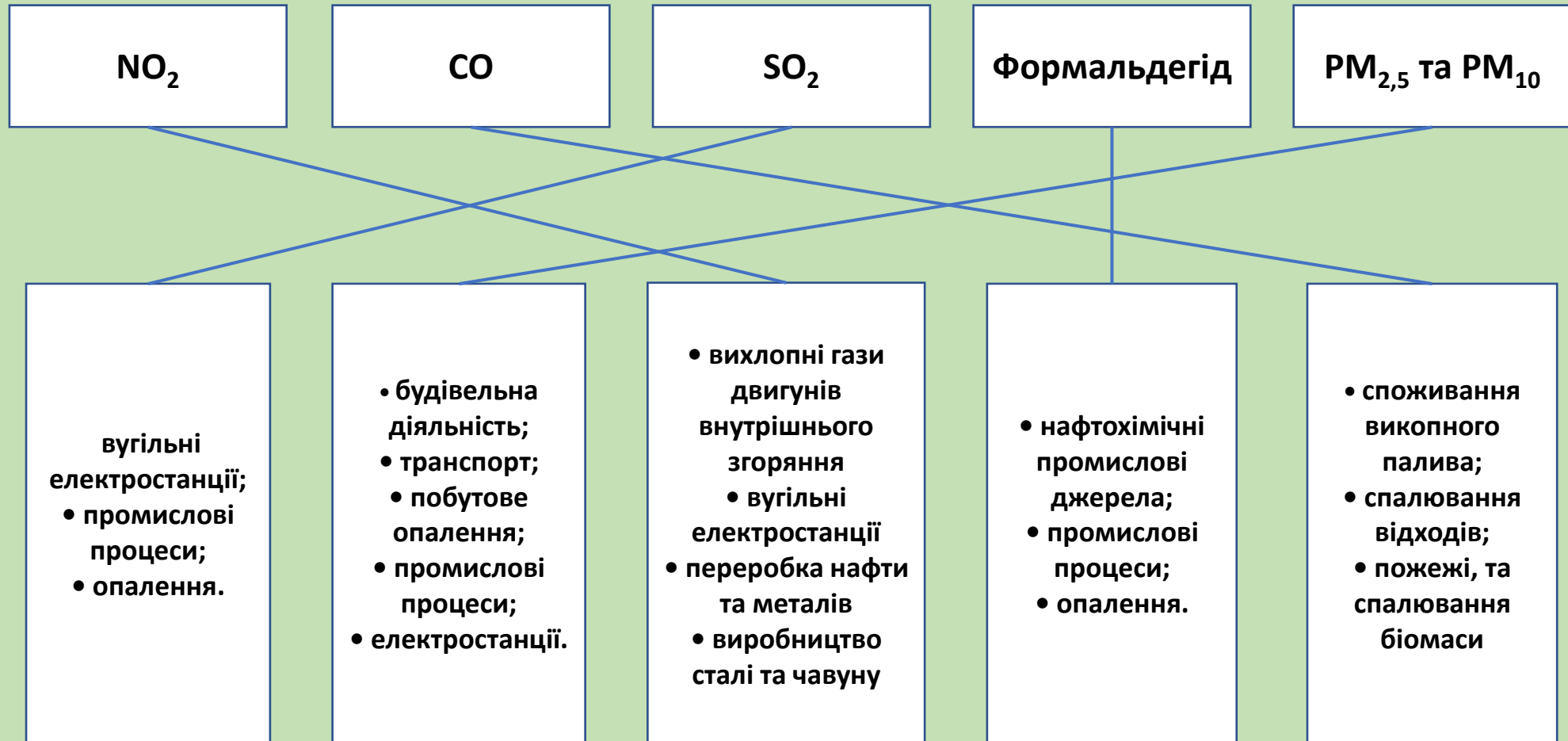


Існує прямий негативний вплив концентрацій дисперсних частинок на здоров'я людини. Ефект залежить від розміру, хімічного складу та форми, але загалом стосується дихальної та серцево-судинної систем. РМ мають токсичну та генотоксичний вплив — збільшують канцерогенні ризики, впливають на структуру та цілісність ендоепітеліальних клітин, збільшують потенціал тромбозу судин, збільшують згортання крові та ризик інсульту, інфаркту міокарда та атеросклерозу





Основні антропогенні джерела викидів





Війна та її вплив на повітря

Стан повітря погіршується через бойові дії у прямий та непрямий способи. Прямий вплив бойових дій – це детонування снарядів, використання артилерійської зброї та авіабомб.

За даними ДСНС протягом трьох місяців війни на території України знешкоджено понад 120 тисяч вибухонебезпечних предметів, зокрема 1978 авіаційних бомб. Водночас російська армія випустила по Україні 2275 ракет.

Від таких вибухів в атмосферне повітря викидаються свинець, сажа, вуглець й інші шкідливі речовини. А залишки снарядів містять сірку, мідь, залізо та вуглець. При потраплянні у ґрунт вони забруднюють воду, а згодом отруюють людей і тварин.





Непрямий вплив бойових дій – це пожежі в екосистемах, вибухи нафтобаз, атаки на промислові об'єкти та склади небезпечних відходів, як-от пінополіуретан, мінеральні добрива, лакофарбові вибори, аміачна селітра тощо. Нафтобази були й залишаються однією з головних цілей російських ракет. Станом на 24 травня зафіксовано 36 влучань в об'єкти нафтової інфраструктури.

Від пожеж на нафтобазах в атмосферне повітря викидаються важкі метали, діоксид сірки, сажа, окиси азоту тощо. Такі викиди шкодять здоров'ю людей, а забрудники, які потрапляють у ґрунт, з часом погіршують якість підземних та поверхневих вод. А обсяг викидів від загоряння лісів, нафтобаз та інших об'єктів становить 182 мільйони тонн шкідливих речовин.





Під час детонації ракет та артилерійських снарядів утворюється низка хімічних сполук: чадний газ (CO), вуглекислий газ (CO_2), водяна пара (H_2O), бурий газ (NO), закис азоту (N_2O), діоксид азоту (NO_2), формальдегід (CH_2O), пари ціанистої кислоти (HCN), азот (N_2), а також велика кількість токсичної органіки, окислюються навколишні ґрунти, деревина, дернина, конструкції.





Під час вибуху всі речовини проходять повне окиснення, а продукти хімічної реакції вивільняються в атмосферу. Основні з них — вуглекислий газ і водяна пара — не є токсичними, а шкідливі в контексті зміни клімату, оскільки обидва є парниковими газами. В атмосфері оксиди сірки та азоту можуть спричинити кислотні дощі, які змінюють рН ґрунту та викликають опіки рослин, до яких особливо чутливі хвойні. Кислотні дощі мають негативний вплив і на організм людини, інших ссавців та птахів, впливаючи на стан слизових тканин та органів дихання.





Металеві уламки снарядів, що потрапляють у довкілля, також не є безпечними та цілковито інертними. Чавун із домішками сталі є найбільш поширеним матеріалом для виробництва оболонки боєприпасів та містить у своєму складі не тільки стандартні залізо та вуглець, а й сірку та мідь.

У менших масштабах (але з більшою різноманітністю впливів) джерелом забруднення є також згорілі танки, транспортні засоби, збиті літаки та інші залишки бойових дій.





За даними Міністерства довкілля України, обсяг викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря за час війни дорівнює обсягу викидів одного металургійного підприємства за цілий рік роботи.

Шкода довкіллю вже перевищила понад **37,4 млрд євро**. З них найбільше страждає повітря від горіння нафтопродуктів та лісових пожеж.

927 млрд гривень – такою є матеріальна шкода від забруднення повітря.





Вікторина «Що ти знаєш про повітря?»

Скільки повітря споживає доросла
людина щодня?

A: 15 кг

B: 20 кг

C: 25 кг

D: 10 кг



Суперкар Bugatti Veyron на піку швидкості за хвилину споживає стільки ж повітря, скільки людина - за

A: День

B: Місяць

C: Тиждень

D: Годину



Вміст кисню в повітрі на висоті
вершини Евересту нижчий за
нормальний на

A: 70%

B: 50%

C: 90%

D: 30%



Країна з найчистішим повітрям

А: США

В: Німеччина

С: Індія

Д: Швейцарія



Країна з найбруднішим повітрям

A: Мексика

B: Китай

C: Франція

D: Австралія



Скільки в середньому вдихів і видихів
людина робить щодня?

A: 22 тис.

B: 12 тис.

C: 32 тис.

D: 2 тис.



Максимальна швидкість вітру
zareєстрована в 1996 році на
австралійському острові Барроу і
становила

A: 208 км/год

B: 308 км/год

C: 508 км/год

D: 408 км/год



Один кубометр повітря на рівні моря
важить

A: 1,2 кг

B: 2,2 кг

C: 0,2 кг

D: 3,2 кг



ВИСНОВКИ

Для підвищення якості життя та довкілля в Україні необхідні скоординовані дії на національному, регіональному та муніципальному, промисловому та громадському рівнях. Більше того, зменшення забруднення повітря безпосередньо сприятиме виконанню цілей ООН зі сталого розвитку, а також цілей Паризької угоди Рамкової конвенції ООН зі зміни клімату.

Забруднення атмосферного повітря та викиди промисловості також згадуються як пріоритети збереження навколишнього середовища в Угоді про асоціацію з Європейським Союзом від 2017 р., яка передбачає поступове наближення українського законодавства у відповідність до екологічних правил, політики, стандартів ЄС та розробку відповідних галузевих стратегій.



Після війни ми будемо пожинати плоди бойових дій — руйнування екосистем, забруднення ґрунтів, зменшення біорізноманіття, зростання кількості шкідників у лісах. Крім того, відбудова країни потребуватиме значної кількості природних ресурсів. Також є ризик невиконання Україною вже поставлених кліматичних цілей, адже війна — це внесок у зміну клімату, а відновлення країни неминуче буде супроводжуватись значними викидами парникових газів.



Список використаних джерел

1. Охорона атмосферного повітря. SEC ECOLOGY. URL: <https://eco.kiev.ua/poslugy/atmosfera/>.
2. Губар О. Забруднення повітря в Європі перевищує норми ЄС і ВООЗ - EEA – DW – 29.10.2018. dw.com. URL: <https://www.dw.com/uk/забруднення-повітря-в-європі-перевищує-норми-єс-і-вооз-звіт/a-46067246>.
3. Як війна впливає на стан повітря в Україні. КУНШТ. URL: <https://kunsht.com.ua/zapaxlo-smalenim-yak-vijna-vplivaye-na-stan-povitrya-v-ukraini/>.
4. Збитки докілью від війни в Україні сягнули 37,4 мільярдів євро – Міндовкілля. *Еко.Район - новини про екологію*. URL: <https://eco.rayon.in.ua/news/552199-zbitki-dovkillyu-vid-viyni-v-ukraini-syagnuli-374-milyardiv-evro-mindovkillya>.
5. Гурін А. Рівень забруднення повітря в містах Європи незмінно високий – EUobserver. *Зеркало недели | Дзеркало тижня | Mirror Weekly*. URL: <https://zn.ua/ukr/WORLD/riven-zabrudnennja-povitrya-v-mistakh-jevropi-nezminno-visokij-euobserver.html>.
6. Природа та війна: як військове вторгнення Росії впливає на довкілля України. *Екодія*. URL: https://ecoaction.org.ua/pryroda-tavijna.html?gclid=Cj0KCQjwylLGjBhDKARIsAFRNqW9gHfatNZGxDz1tGNP21M8T6D0HXMGimnEIE_3PIIF4IQrIGDj5J0aAsfcEALw_wcB.
7. Air quality in Europe - 2018. *European Environment Agency*. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2018>.
8. Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions / L. Jos et al. *OUP Academic*. URL: <https://academic.oup.com/eurheartj/article/40/20/1590/5372326>.
9. Ambient Air Pollution. *World Health Organization (WHO)*. URL: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/ambient-air-pollution>.
10. Carbon Monoxide - 2008 - 2011 - Science On a Sphere. *Science On a Sphere*. URL: <https://sos.noaa.gov/catalog/datasets/carbon-monoxide-2008-2011/>.
11. Ambient (outdoor) air pollution. *World Health Organization (WHO)*. URL: [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
12. Formaldehyde. *TROPOMI Observing Our Future | TROPOMI: TROPospheric Monitoring Instrument*. URL: <https://www.tropomi.eu/data-products/formaldehyde>.
13. ECMWF. *ECMWF*. URL: <https://www.ecmwf.int>.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!