



Техногенне забруднення атмосфери

Змістовий модуль 4

План заняття

- Вступ
- Будова та функції атмосфери
- Проблеми безпеки людини, обумовлені станом атмосфери
 - Проблема 1. Руйнування озонового шару
 - Проблема 2. Антропогенне забруднення тропосфери
 - Проблема 3. Фотохімічний смог

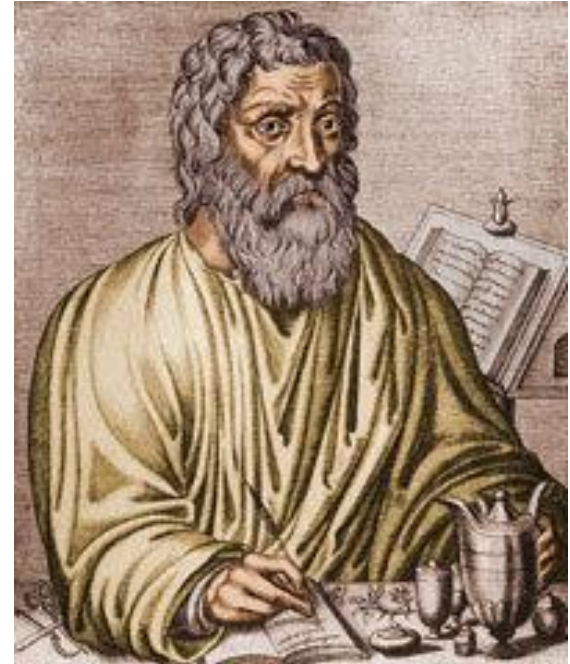
Вступ

Видатний лікар Стараодавньої Греції, засновник сучасної медицини Гіпократ, колись промовив “Ти є те, що ти їси”, наголосивши на тому, що хвороба є результатом порушеного харчування.

Але у часи Гіпократа не було глобальних екологічних проблем, а вплив людини на природні екосистеми був незначним.

У сучасному техногенному світі ця фраза набуває нового значення і може бути доповнена: “Ти є те, що ти їси, що ти п'єш та чим ти дихаєш”.

А що ж найбільш важливе для людини: їжа, вода або повітря?



Без їжі, без води, без повітря. Межі витривалості людини



Ангус Барб'єрі - рекордсмен Книги рекордів Гіннеса, який потрапив до неї за найтриваліше голодування (**382 дні**). До сих пір вчені не до кінця розуміють, як він зумів стільки часу протриматися без їжі і не завдати шкоди своєму організму. Більшість з них переконані, що відмова від їжі на термін більше 40 днів може бути небезпечною для здоров'я.



24 лютого 2018 року хорватський спортсмен **Будимир Буда Собат** встановив рекорд із затримки дихання у воді, який був внесений до книги рекордів Гіннеса. П'ятдесятидворічний фрідайвер затримав дихання на **24 хвилини і 11 секунд**.



Андреас Міхавеч з Брегенца (Австрія) поставив рекорд виживання, **провівши без їжі і води 18 днів**. 1 квітня 1979 р поліція Хехста посадила його в камеру попереднього ув'язнення, після чого про нього повністю забули. 18 квітня 18-річного юнака (він їхав в машині, яка потрапила в аварію) виявили в стані близькому до смерті. Але вже через 2 тижні він одужав.

А що до обсягів?

Цікаво, а чи відомо Вам,
скільки за 1 добу
доросла людина:

вживає їжі?
випиває води?
вдихає повітря?



Відомо, що

за 1 добу середньостатистична доросла людина:

- споживає 1,5 кг їжі
- випиває 1,5-2,5 літри води
- вдихує 12 000 літрів (12 м3) повітря, яке важить 14 кг (з яких кисень становить 3 кг), що у масштабах планети становить 84 мільярди метрів кубічних за 1 добу.

Дихання людини це безперервний процес її життєдіяльності, про який ми часто навіть не замислюємось. Але життя людини починається із першим вдихом, і закінчується із останнім видихом. Знаходячись на певній території людина може обирати здорову/екологічну їжу, пити додатково очищену воду, але що до покращення якості повітря власними, яким вона дихає – вибору не має...

власне, майже не має...



Громадяни Сараєво із захисними масками протестують перед будівлею уряду через небезпечні рівні забруднення повітря в Боснії та Герцеговині 20 січня 2020 року

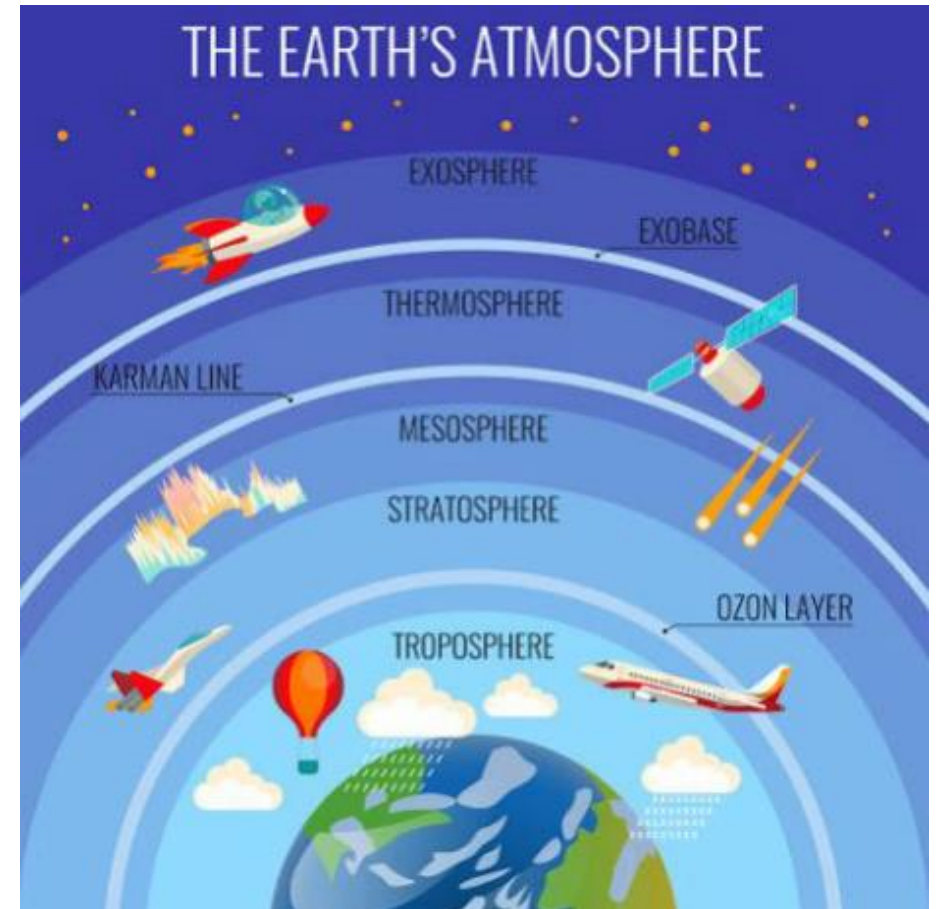
Будова атмосфери

Атмосфера - це дисперсна оболонка Землі, що складається з суміші газів (азот 78%, кисень 21%, діоксид вуглецю 0,03-0,04%, інші гази), зважених аерозольних часток, водяної пари (0,2-2,5%). Атмосфера обертається разом з нашою планетою.

Щодо антропогенного впливу серед атмосферних газів розрізняють:

- стійкі до впливу - азот, кисень, інертні гази;
- нестійкі - вуглекислота (CO_2), метан (CH_4), закис азоту (N_2O);
- здатні до хімічних перетворень - оксиди азоту (NO_x), діоксид сірки (SO_2), сірководень (H_2S).

Атмосфера має шарувату будову. Найбільш щільний шар повітря, що прилягає до Землі, називається тропосферою. Це простір висотою 10-15 км від поверхні Землі, де зосереджена основна маса повітря і вся наземне життя.



Функції атмосфери

Від впливу якого шкідливого фізичного фактора космічного походження атмосфера захищає живі організми на Землі?

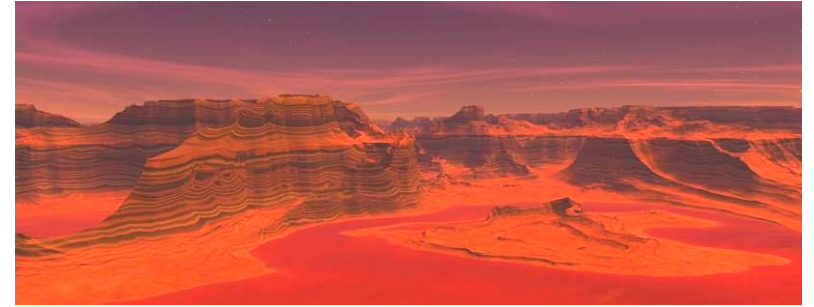


Функції атмосфери

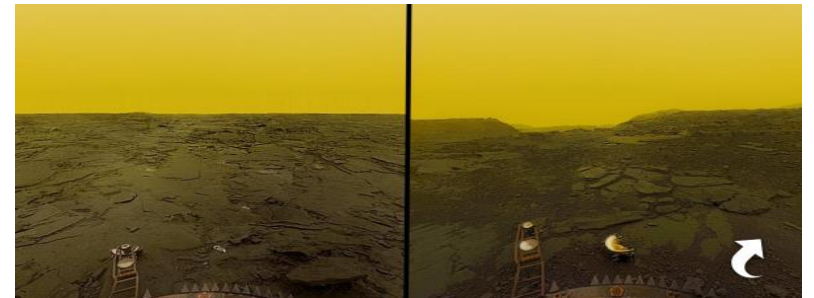
Атмосферний шар Землі захищає усі всі живі організми від космічної радіації, падання метеоритів, відповідає за регулювання сезонних температурних коливань, урівноваження і вирівнювання добових.

При відсутності атмосфери на Землі добова температура коливалася б у межах ± 200 °C.

Атмосферний шар — це життєдайний «буфер» між земною поверхнею і космосом, носій вологи і тепла. В атмосфері відбуваються процеси фотосинтезу і обміну енергії — найважливіші біосферні процеси.



Розріджена атмосфера Марса містить 95% діоксиду карбону, але парниковий ефект відсутній, максимальна температура становить 20 °C



Щільна атмосфера Венери містить 97% діоксиду карбону, а парниковий ефект обумовлює високу температуру поверхні планети, яка у середньому становить 480 °C

Проблеми безпеки людини, обумовлені станом атмосфери

Проблема 1.

Руйнування озонowego шару

Стратосфера. Озоновий шар

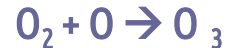
Глобальна екологічна та еколого-медична проблема пов'язана зі зменшенням кількості озону в стратосфері, у якій зосереджено близько 90% всієї його кількості.

Озон - це одна з форм існування кисню в атмосфері. У приземному шарі кисень існує практично тільки в формі молекул. У дуже незначній кількості йде дисоціація молекул O_2 до атомів, але швидко відбувається реакція зворотного з'єднання атомів в молекулу, тому концентрація атомів кисню в тропосфері дуже мала.

У 1930 р. англійський фізик Сідні Чепмен деталізував фотохімічну теорію утворення озону. У його формуванні провідна роль належить УФ-випромінюванню. У стратосфері під дією космічного і жорсткого УФ Сонця (в основному УФ-С) молекули кисню (O_2) дисоціюють на 2 атома:



Атомарний кисень бере участь в утворенні стратосферного озону (O_3):

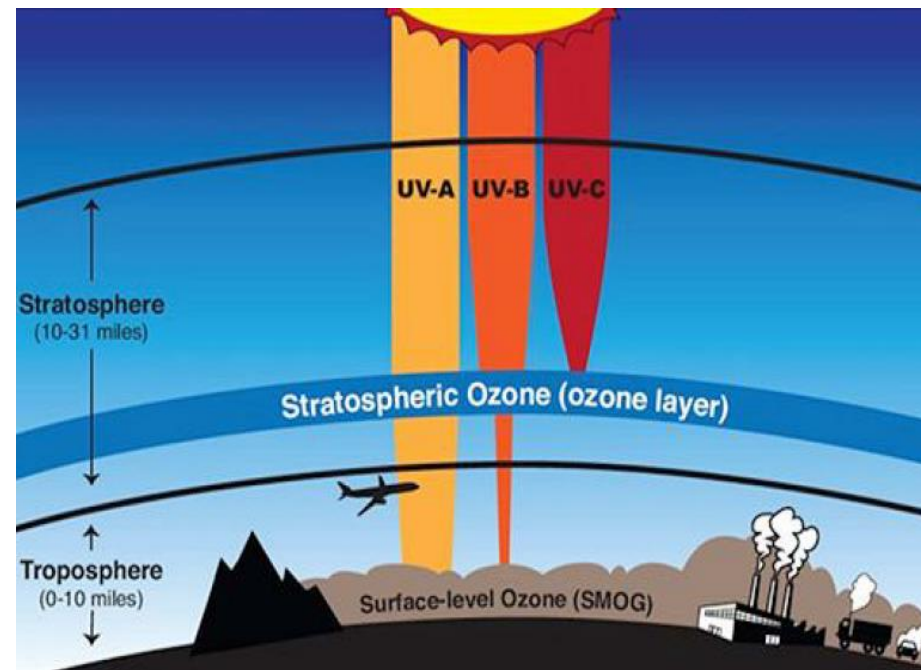


С висотою збільшується потужність УФ, тому зростає і кількість озону. Інтенсивність сонячного світла достатня для продукції приблизно 350 000 тон озону в день. Але на висоті близько 40 км має місце зворотний процес, і під дією сонячного УФ (особливо УФ-В) молекули озону швидко руйнуються. Таким чином, в шарі атмосфери товщиною 10-40 км встановлюється динамічна рівновага концентрації озону. При цьому швидкість руйнування озону на 14% перевищує швидкість його утворення.

Хоча молекули озону в вигляді домішки до повітря присутні на всіх висотах від поверхні Землі, аж до висоти 100 км, максимальна кількість молекул озону припадає на область 15-40 км, яку образно називають озоновим шаром. Отже, озоновий шар - це в буквальному сенсі не шар, а область, в якій зосереджено максимальну кількість молекул озону.

Максимальна концентрація озону в стратосфері надзвичайно мала і складає всього 10 ррп. Незважаючи на це, в силу наведених вище хімічних реакцій шар озону здатний послабити УФ-випромінювання у 10^{40} разів. Більш того, через протікання згаданих реакцій УФ-С і частково УФ-В поглинаються озоновим шаром. Починаючи з довжини хвилі 280 нм, сонячне випромінювання, особливо УФА, вже доходить до поверхні Землі. Озоновий шар - верхня межа біосфери. Звідси дуже важливим є необхідність підтримки концентрації озону на постійному рівні. Вимірювання, проведені в 60-х рр. минулого століття, показали, що концентрація озону з атмосфери значно нижче, ніж впливає з теорії С. Чепмена.

Це вказує на те, що мають місце реакції, які здатні знижувати концентрацію озону. Дійсно, існують групи з'єднань, здатних впливати на концентрацію озону в стратосфері. До них належать сполуки хлору, фтору та ін.



Головна функція стратосферного озону – захист біосфери від шкідливого впливу жорсткого УФ

До сполук, які здатні руйнувати озоновий шар належать:

Фреони (хлорфторвуглеводні) з 1930 року замінили отруйний аміак і діоксид сірки, які застосовувалися в якості хладоагентів. Це довгоживучі молекули (в атмосфері можуть перебувати до декількох сотень років), не розчинні у воді, летючі. В області екватора через наявність потужних висхідних потоків повітря фреони можуть потрапляти в стратосферу.

Чотирихлористий вуглець (CCl_4). Широко застосовується в хімічній промисловості.

Сполуки бромю. Деякі з цих компонентів виробляються в промислових масштабах. Сюди відносяться так звані **Галонен** - діюча речовина хімічних вогнегасників, а також **метилбромід**, який використовується в сільському господарстві як фумігант. **Сполуки азоту** (NO_x). Ці компоненти утворюються при розпаді хімічно стабільного N_2O при посередництві ґрунтових мікроорганізмів. NO і NO_2 мають додаткові електрони, отже, є вільними радикалами і дуже активні. Крім цього, джерелами оксидів азоту в стратосфері є реактивні двигуни літаків та ракет, а також використання азотних добрив в сільському господарстві, спалювання викопного палива.

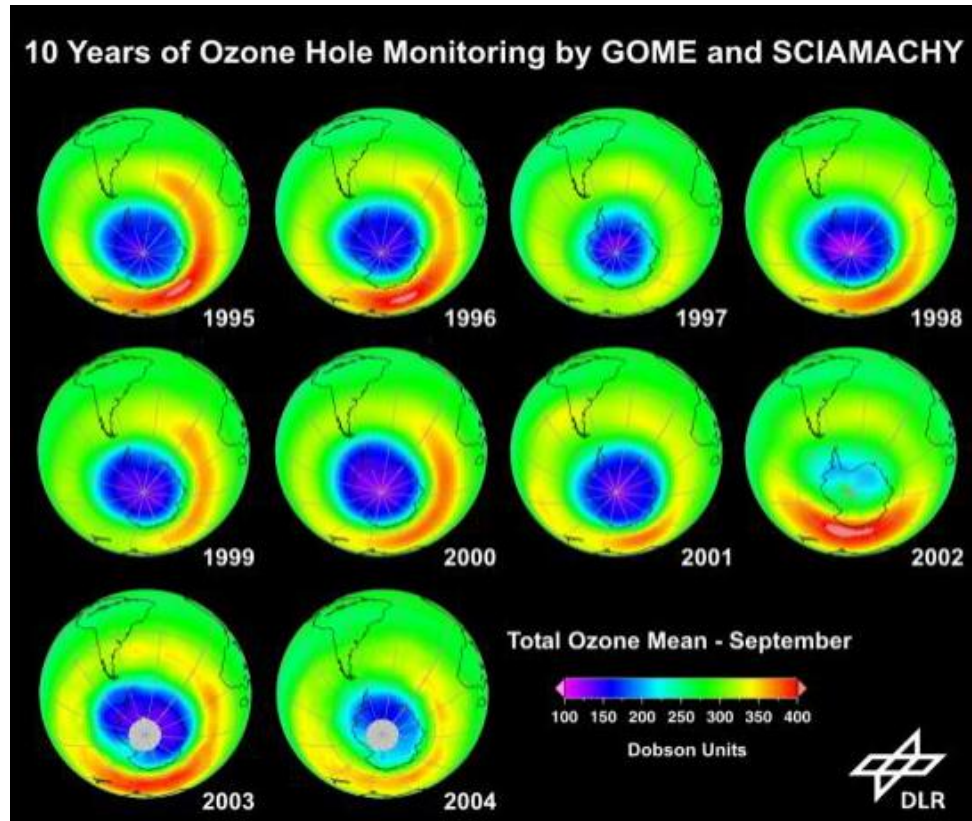
Сполуки водню. До цієї групи з'єднань можна віднести гідроксиди $\text{OH}\cdot$. Їх джерелами є реактивні літаки, що викидають при спалюванні палива пари води, а також пари води, що потрапили з тропосфери.

Сполуки сірки. Одним із потужних джерел сірки в стратосфері є вулканічна діяльність.

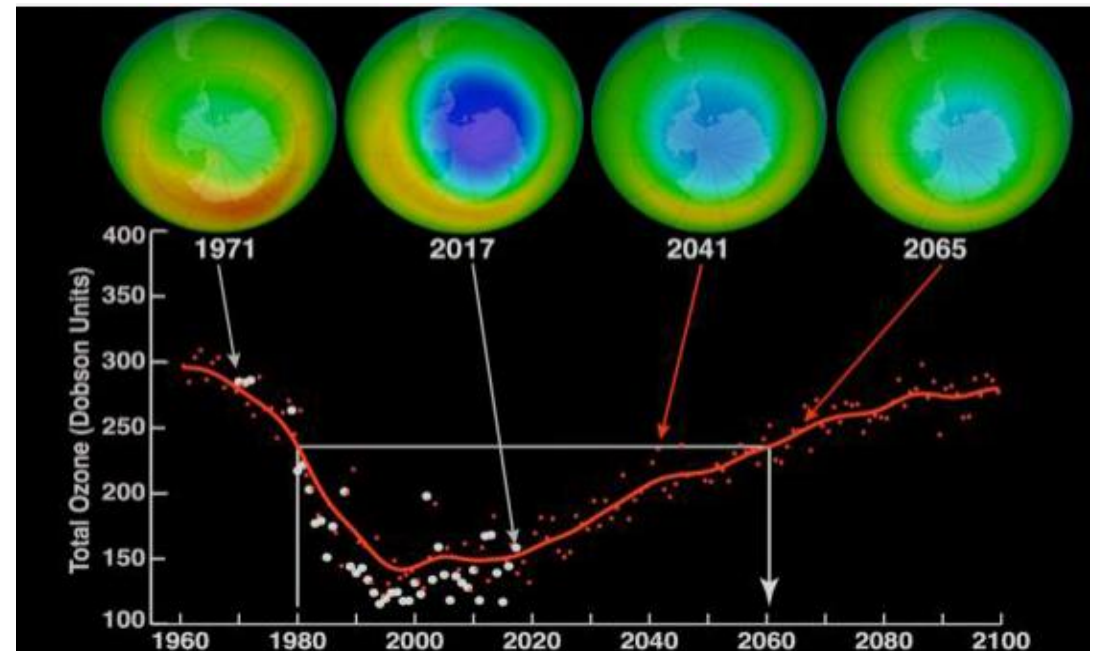


Схема хімічних перетворень ХФВ та руйнування озону у стратосфері

Стан озонowego шару: сьогодні та прогноз на майбутнє

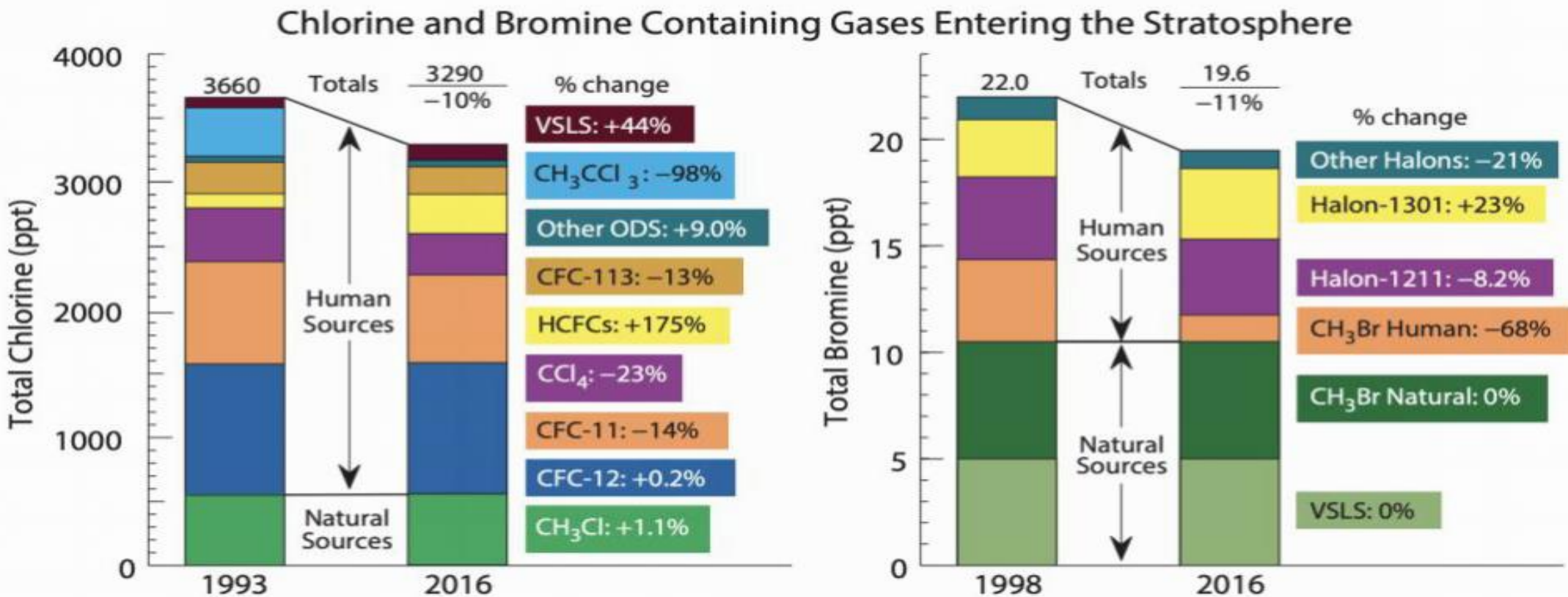


Довготривале зменшення товщини озонowego шару над Антарктидой за даними супутників NASA



Прогнози фахівців NASA щодо відновлення озонowego шару Землі

Обсяги викидів хлор- та бромвмісних газів в атмосферу у 1998 та 2016 роках. Зменшення викидів обумовлено у тому числі Монреальським протоколом, прийнятим у 1985 році.



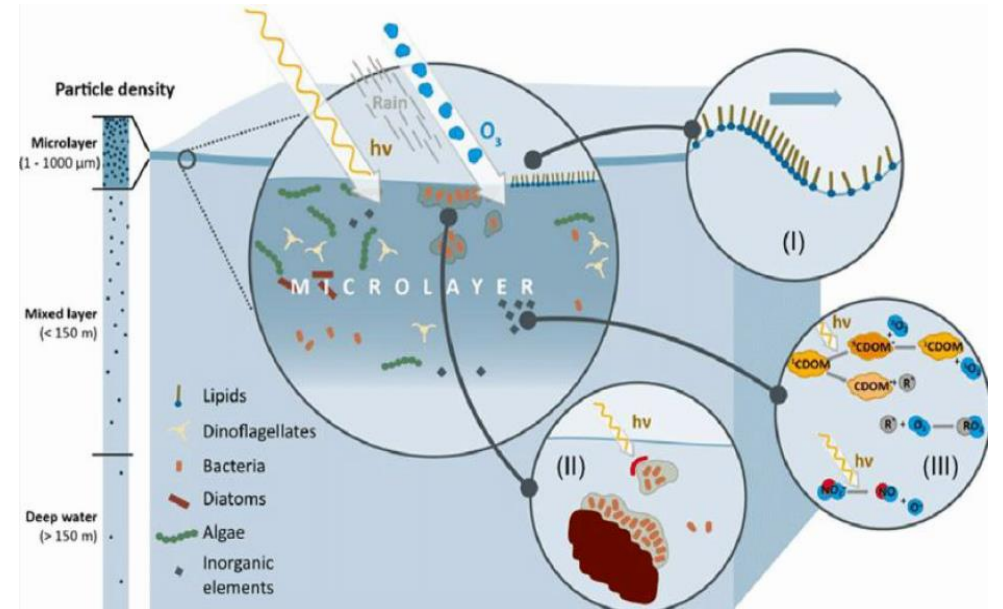
Наслідки руйнування озонового шару

Руйнування захисного екрану спричинило збільшення частки УФ-випромінювання, особливо УФ-В, що досягає поверхні Землі. Розрахунки свідчать, що зменшення загального вмісту озону на 1% призводить до збільшення інтенсивності УФ на 1,4-2,5%.

Це може призводити до:

- зростання захворюваності на рак шкіри. Встановлено, що зниження концентрації озону на 1% призводить до збільшення числа злоякісних захворювань шкіри на 4%, і це явище залежить від географічної широти ;
- збільшення числа хворих на катаракту;
- зниження стійкості до інфекційних захворювань;

Для водних екосистем – збільшення рівня УФ-випромінювання може призвести до загибелі морського фітопланктону - основи харчового ланцюжка для всіх антарктичних тварин. Це пояснюється тим, що океанічний харчовий ланцюг починається з так званого **мікрошару** - водного шару завтовшки всього 50 мкм (1/20 мм). Проте в ньому концентрується планктон, який є джерелом енергії для більшості гідробіонтів. І саме цей шар найбільше поглинає УФО.



Поверхневий мікрошар океану – початок харчового ланцюга антарктичних гідробіонтів

У зв'язку з вищезазначеним знання методів зниження ризику виникнення злякисних новоутворень шкіри від дії УФ є досить актуальним. Необхідно дотримуватися ряду важливих принципів:

1. Обмежувати час знаходження на сонці, особливо між 10 і 16 годинами. Чим коротшою є тінь, тим більш руйнівною є дія сонячних променів. Це пікові години для ультрафіолетової активності.
2. Пам'ятати про відбивну здатність УФ. Сонячне світло сильно відбивається від піску, снігу, льоду і бетону, що може збільшувати шкідливу дію УФ на 10-50%.
3. Захищати орган зору. Слід носити тільки скляні сонцезахисні окуляри.
4. Враховувати, що засмага, отримана в соляріях, не має захисного ефекту від природного сонячного УФ.
5. Використовувати сонцезахисні креми. Ці засоби характеризуються певним значенням сонячного захисного фактора (Sun Protection Factor - SPF), яке представляє собою відношення мінімальної еритемної дози (MED) для захищеної і не захищеної косметичним засобом шкіри.
6. Необхідно забезпечити надходження в організм достатньої кількості β -каротину. Було показано, що прийом 30 мг β -каротину в день попереджає пригнічення імунної системи людини дією УФ-А. Рекомендуються щоденні дози вітаміну С до 1 г, 800 одиниць вітаміну Е і 200 мкг селену.
7. Пацієнти з підвищеним фактором ризику розвитку онкологічних захворювань шкіри повинні щорічно обстежуватися дерматологом. Появи нових родимок, втрата ними чітких меж, зміни пігментації, свербіж і кровоточивість - сигнал для негайного звернення до онколога.



Проблема 2

Антропогенне забруднення тропосфери

Несприятливі зміни відбуваються і в тропосфері, де зосереджено все наземне життя. У результаті діяльності людини атмосферне повітря постійно забруднюється. Джерела забруднення атмосфери поділяються на **природні** та **антропогенні**.

До природних джерел належать:

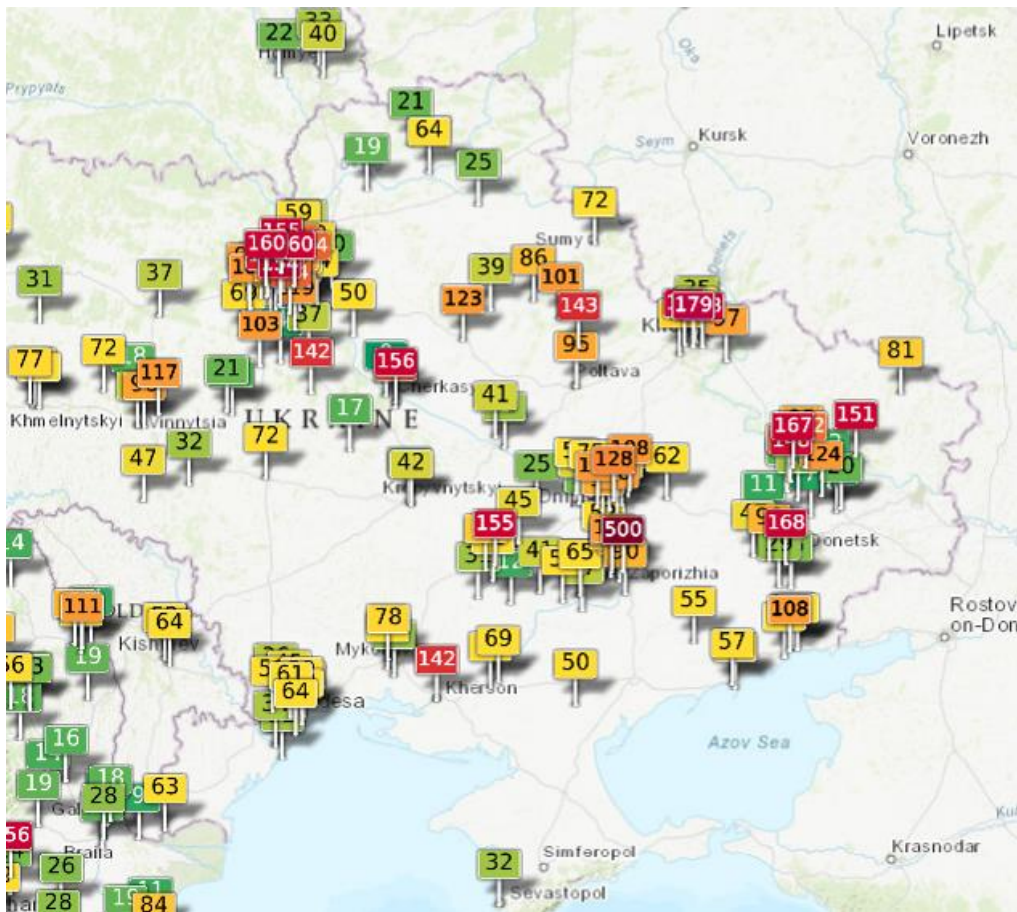
- космічний пил;
- викиди при виверженні вулканів;
- пил від вивітрювання гірських порід;
- пилові бурі.

Джерелами антропогенного походження є:

- вихлопні гази транспорту;
- викиди від спалювання викопного палива;
- промислові викиди;
- сільське господарство (використання добрив, отрутохімікатів).

Контаминанти мають різну тривалість перебування в тропосферному шарі повітря, яка залежить від багатьох причин: здатності вступати в хімічні реакції, конвекційних властивостей повітря та ін.

Показник якості повітря (Україна, моніторинг у реальному часі)



За даними aqicn.org

Стан повітряного середовища у більшості міст України є незадовільним. Особливо погані показники спостерігаються у регіонах із високим ступенем індустріалізації та підприємствами важкої промисловості, переважно металургійної галузі.

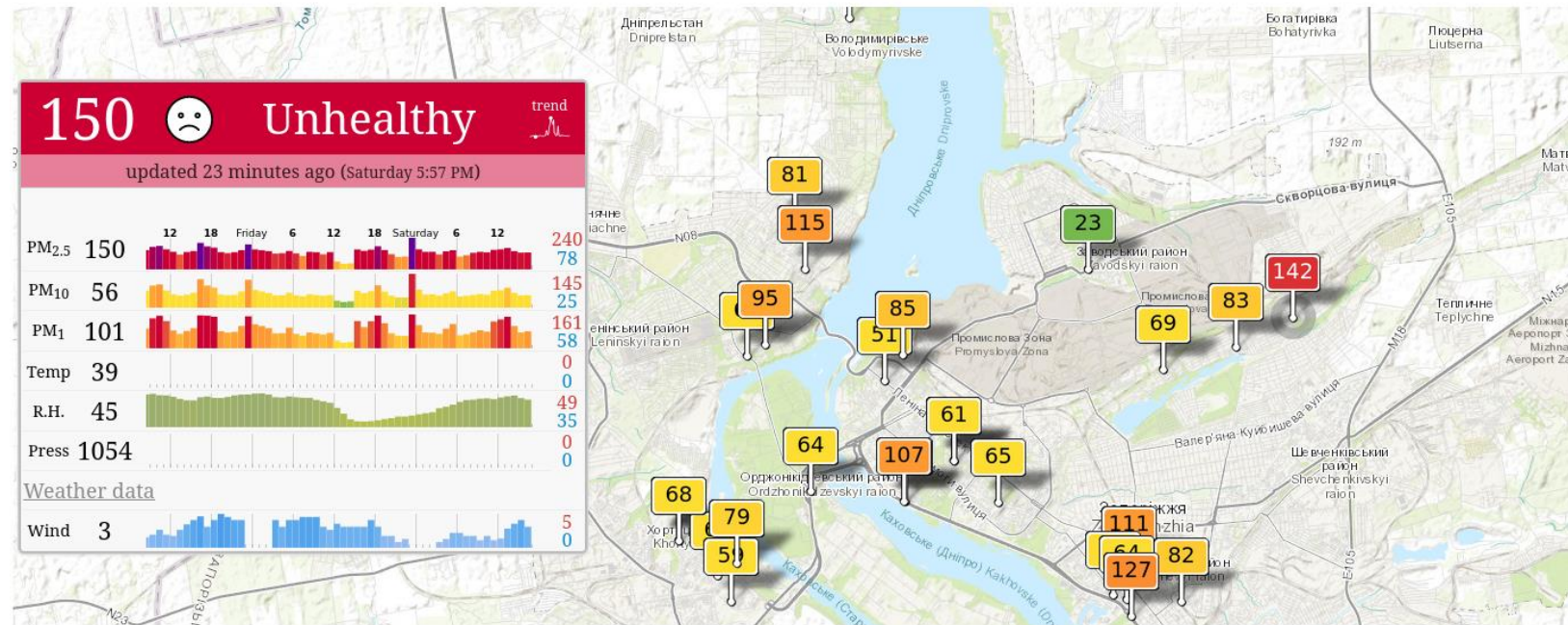
Шкала індексу якості повітря (AQI, за стандартом US-EPA 2016)

AQI	Рівень забруднення повітря	Наслідки для здоров'я	Застереження (для PM2,5)
0-50	Добре	Якість повітря вважається задовільною, а забруднення повітря становить невеликий ризик або взагалі не створює його	Жоден
51 -100	Помірний	Якість повітря прийнятна; однак для деяких забруднювачів може існувати помірне занепокоєння щодо здоров'я дуже невеликої кількості людей, які надзвичайно чутливі до забруднення повітря.	Активні діти та дорослі, а також люди з респіраторними захворюваннями, такими як астма, повинні обмежувати тривалі навантаження на вулиці.
101-150	Нездоровий для чутливих груп	Члени чутливих груп можуть відчувати наслідки для здоров'я. Населення, швидше за все, не постраждає.	Активні діти та дорослі, а також люди з респіраторними захворюваннями, такими як астма, повинні обмежувати тривалі навантаження на вулиці.
151-200	Нездоровий	Кожен може почати відчувати наслідки для здоров'я; члени чутливих груп можуть відчувати більш серйозні наслідки для здоров'я	Активним дітям і дорослим, а також людям із захворюваннями органів дихання, такими як астма, слід уникати тривалих навантажень на відкритому повітрі; всім іншим, особливо дітям, слід обмежити тривалі навантаження на вулиці
201-300	Дуже нездоровий	Попередження про стан здоров'я в надзвичайних ситуаціях. Все населення, швидше за все, постраждає.	Активні діти та дорослі, а також люди з респіраторними захворюваннями, такими як астма, повинні уникати будь-яких навантажень на вулиці; всім іншим, особливо дітям, слід обмежувати навантаження на вулиці.
300+	Небезпечний	Попередження про стан здоров'я: кожен може відчувати більш серйозні наслідки для здоров'я	Кожен повинен уникати будь-яких навантажень на вулиці

Показник якості повітря (Запоріжжя, моніторинг у реальному часі)

Zaporizhzhya Live, Zaporizhzhia, Ukraine, Zaporizhzhia, Ukraine Air Pollution

Real-time Air Quality Index (AQI)



Located Mashynna Street, Zaporizhzhia, Заводський район, Zaporizhzhia Municipality, Zaporizhzhia Oblast, 69000-69499, Ukraine.

За даними aqicn.org

Вплив забрудненого повітря на організм людини

Вплив ксенобіотиків у складі забрудненого атмосферного повітря на організм людини має певні особливості, які обумовлені наступними факторами:

- альвеолярна тканина легень має величезну всмоктувальною здатність, отже, ксенобіотики, навіть у невеликій кількості, здатні легко проникати у внутрішнє середовище організму;
- ксенобіотики, які потрапили до організму через легені, відразу потрапляють у велике коло кровообігу і тим самим минуть потужний фільтр - печінку, де відбувається їх знешкодження.

Ураження органів дихання може бути наслідком або безпосередньої дії ксенобіотиків на дихальну систему, або накопичення в легеневій тканині продуктів їх метаболізму, які проникли в організм іншими шляхами.

Поняття про пульмонотоксичність

Пульмонотоксичність - це властивість хімічних речовин викликати структурно-функціональні порушення з боку органів дихання.

Гострі отруєння токсичними речовинами, що діють на органи дихання, супроводжуються низкою респіраторних синдромів, серед яких виділяють: гострий ларингіт і гострий трахеобронхіт, набряк легенів, гостру дифузну інтерстиціальну пневмонію, гостру дихальну недостатність.

Наслідки **хронічного контакту** з токсикантами можуть виявитись у вигляді: довгострокових запальних процесів дихальних шляхів (риніти, синусити, трахеобронхіти, бронхоектатична хвороба), емфіземи, облітерації верхніх дихальних шляхів, синдрому гіперреактивності стану дихальних шляхів, в тому числі бронхіальної астми, хронічних алергічних альвеолітів, інтерстиціального фіброзу, пневмоконіозу, новоутворень та ін.

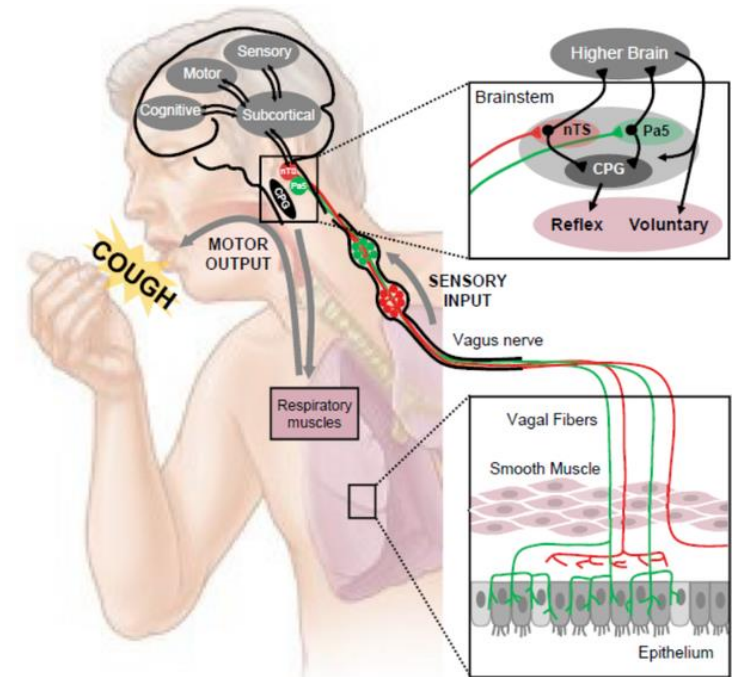
Багато газів і аерозолів викликають гострі інгаляційні ураження. В основі цих процесів лежать або гіперактивація фізіологічних захисних реакцій організму на дію чужорідних речовин, або зміна самої легеневої тканини.

Негайні реакції організму на дію ксенобіотиків наступні: кашель, секреція слизу, бронхоспазм, помірний набряк дихальних шляхів. Це захисні реакції на шкідливі впливи. При інтенсивних впливах такі транзиторні токсичні реакції переростають у важкі патологічні стани.

Захисні реакції дихальної системи на забруднене повітря

Кашель – це захисна реакція організму на подразнення дихальних шляхів людини. Аферентні нерви, що беруть участь у рефлексі кашлю, стимулюються або безпосередньо шляхом подразнення ксенобіотиками рецепторів органів дихання, або опосередковано, шляхом вивільнення в тканинах органів дихальної системи медіаторів запалення, таких як гістамін, простагландини та ін. Кашель здатні викликати всі речовини, що володіють подразливою дією на слизові оболонки дихальних шляхів. Надмірний по вираженості або тривалості кашель може стати причиною серйозних дисфункцій, особливо у чутливих осіб. Інгаляція токсикантів в концентраціях, що не чинять шкідливого впливу на здорову людину, у чутливої особи може супроводжуватися важким кашлем. Причиною підвищеної чутливості нерідко буває попередній контакт зі шкідливою речовиною.

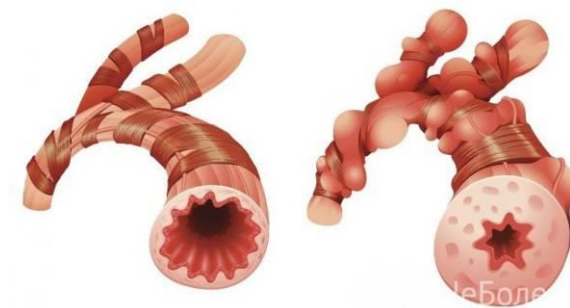
Іншою захисною реакцією на ксенобіотик, яка здатна перерости в патологічний стан, є **виділення слизу** підслизовим залозами дихальних шляхів і келихоподібних клітинами.



Бронхоспазм - наступна нормальна реакція організму, що забезпечує захист паренхіми легенів від несприятливого впливу. Ряд речовин сприяє бронхоспазму в концентраціях, значно менших, ніж концентрації, що викликають зміну легеневої тканини (наприклад, діоксид сірки). Інші компоненти, наприклад озон, викликають бронхоспазм в концентраціях, що руйнують структуру тканини. Помірний набряк тканини повітроносних шляхів - наслідок пошкодження епітелію вдихуваними ксенобіотиками. У ряді випадків схожий стан може розвиватися в результаті алергічного процесу.

Пошкодження слизової оболонки дихальних шляхів розвивається при інгаляції токсикантів в досить високих концентраціях. Пряме пошкодження епітелію ксенобіотиками в високих концентраціях істотно підсилює реакції, що провокуються цими речовинами в малих концентраціях.

Значно менше вивчені механізми формування відстрочених в часі процесів, що розвиваються внаслідок гострого впливу токсикантів. Стан більшості людей, які перенесли гостре інгаляційне ураження, при адекватній терапії нормалізується протягом декількох діб, тижнів - в залежності від ступеня тяжкості - завдяки повній регенерації пошкодженої тканини. Однак у деяких осіб може розвинути стан підвищеної чутливості до ксенобіотиків, що виявляється синдромом **реактивної дисфункції дихальних шляхів**. Імовірність розвитку цього синдрому вище у курців.



Зліва – переріз брону у нормальному стані, справа – у стані бронхоспазму

Поняття про гематотоксичність

Безпосередній контакт легеневої тканини з системою кровообігу є причиною іншого явища - гематотоксичності.

Гематотоксичність - це властивість хімічних речовин вибірково порушувати функції клітин крові або її клітинний склад (як в сторону зменшення, так і збільшення числа формених елементів).

Вона може проявлятися порушеннями властивостей гемоглобіну (метгемоглобінемія, карбоксигемоглобінемія), анемією (в тому числі гемолітичною), тромбоцитопенією, лейкопенією та лейкемією. Отже, речовини, які потрапляють до організму через дихальну систему та взаємодіють з гемоглобіном і змінюють його властивості, будуть істотно порушувати киснево-транспортні властивості крові, викликаючи розвиток **гіпоксії гемічного типу**.

Досить часто гіпоксія гемічного типу спостерігається при отруєнні окисом вуглецю («чадним газом»), так як окис вуглецю має надзвичайно високу спорідненість до гемоглобіну, яка майже в 300 разів перевершує спорідненість до нього кисню. При взаємодії окису вуглецю з гемоглобіном крові утворюється карбоксигемоглобін (HbCO), позбавлений здатності транспортувати і віддавати кисень.

Окис вуглецю міститься у високій концентрації в вихлопних газах двигунів внутрішнього згоряння, у продуктах згоряння побутового газу і т.д. Виражені порушення життєдіяльності організму розвиваються при збільшенні вмісту в крові HbCO до 50% (від загальної концентрації гемоглобіну). Підвищення його рівня до 70-75% призводить до важкої гіпоксемії і летального результату. Карбоксигемоглобін має яскраво-червоний колір, тому при його надмірному утворенні в організмі шкіра і слизові стають червоними. Усунення CO з вдихуваного повітря призводить до дисоціації HbCO, але цей процес протікає повільно і займає кілька годин.



Зміни забарвлення шкіри (вишнево-червона шкіра) при отруєнні монооксидом карбону

Вплив на організм ряду хімічних сполук, у тому числі оксиду азоту та парів бензолу, призводить до утворення метгемоглобіну, який не здатний переносити кисень, так як містить окисну форму заліза (Fe^{3+}).

Процес утворення МетНб має оборотний характер, однак його відновлення в нормальний гемоглобін відбувається відносно повільно (протягом декількох годин), коли залізо гемоглобіну знову переходить в закисну форму. Утворення метгемоглобіну не тільки знижує кисневу ємкість крові, але і зменшує здатність активного оксигемоглобіну дисоціювати із віддачею кисню тканинам.



Зміна забарвлення шкірних покривів у осіб із метгемоглобінемією

Медико-соціальні наслідки забруднення атмосфери

Американська асоціація пульмонологів оцінює щорічний внесок забруднення повітря у шкоду здоров'ю населення в 40 млрд доларів (у вигляді зниженої працездатності, лікування хворих, соціального забезпечення інвалідів та ін.).

Дрібні частки сажі, диму і інших речовин, що впливають на легені, можуть зменшувати середню тривалість життя на один-два роки. Жителі найбільш забруднених міст мають на 26% вищий ризик смерті, ніж жителі менш забруднених міст. Від забруднення повітряного середовища щороку в світі гинуть 50-60 тисяч людей. При цьому показано, що смертність починає збільшуватися, коли забруднення сягає всього лише третини від рівня регламентації.

Показники здоров'я осіб, що проживають в умовах, пов'язаних з внутрішнім і зовнішнім повітряним забрудненням, свідчать про збільшення перинатальної смертності, частки гострих респіраторних захворювань (наприклад, бронхітів і пневмоній), звернення з приводу загострення хронічних захворювань, тяжких форм астми. Недавнє дослідження причин неонатальної смертності встановило зв'язок збільшених концентрацій аерозолів зі смертними випадками, включаючи синдром раптової смерті немовлят. Згідно з даними американської статистики від цього синдрому щорічно гине близько 7 тис. дітей у віці до 1 року, тобто приблизно щогодини гине одна дитина.

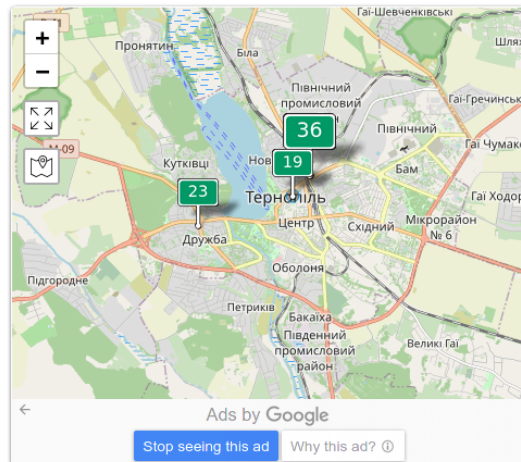
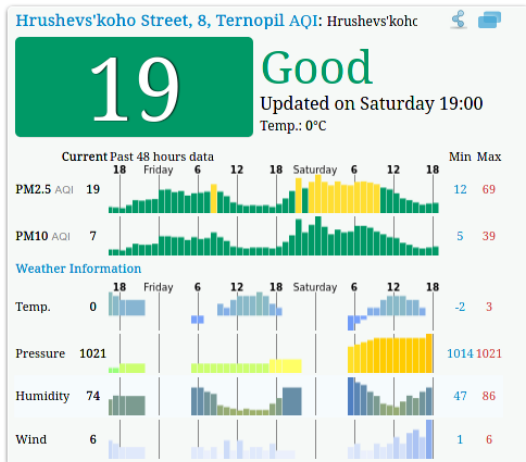


м. Маріуполь



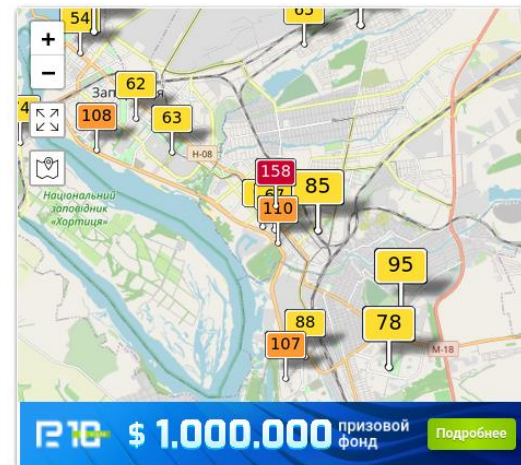
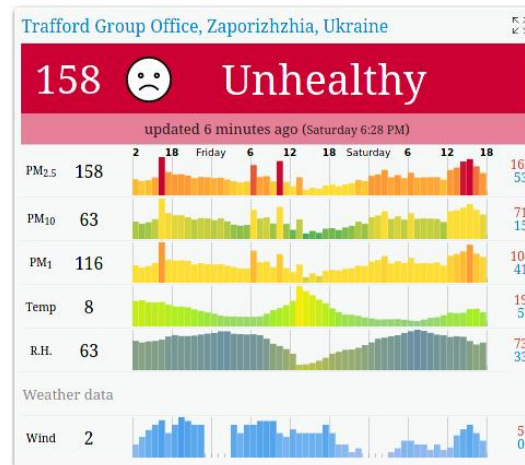
м. Кривий Ріг

Якість повітря у містах із різним ступенем індустріалізації (Тернопіль та Запоріжжя)



◀ Тернопіль

Запоріжжя ▶





Проблема 3

ФОТОХІМІЧНИЙ СМОГ

Роль оксидів азоту у формуванні фотохімічного смогу

Оксиди азоту. Крім викидів автотранспорту, в яких вміст оксидів азоту (NO_x) може доходити до 1000 мг / м^3 , ці сполуки потрапляють в атмосферу з природних джерел:

- при грозових розрядах і блискавках;
- горінні біомаси;
- денітрифікації,

В якості інших антропогенних джерел фігурує виробництво фарб і нітроцелюлози.

Для екологічно благополучних районів природна фонова концентрація оксидів азоту дорівнює $0,08 \text{ мкг / м}^3$ (Арктика), в середніх широтах - $1,23 \text{ мкг / м}^3$, що істотно нижче значення ГДК, рівного 40 мкг / м^3 .

Оксиди азоту техногенного походження утворюються при згорянні палива, якщо температура перевищує $1000 \text{ }^\circ\text{C}$. При високих температурах частина молекулярного азоту окислюється до оксиду азоту NO , який в повітрі негайно вступає в реакцію з киснем, утворюючи діоксид NO_2 і тетраоксид N_2O_4 азоту. Спочатку утворюється оксид азоту, який становить лише 10% викидів всіх оксидів азоту в атмосферу, однак в повітрі значна його частина перетворюється в діоксид - набагато більш небезпечне з'єднання.

Оксид азоту (NO) - газ, який не має запаху. Його вплив веде до утворення метгемоглобіну, агрегації тромбоцитів і вазодилатації (розширення судин).

Діоксид азоту (NO₂) - газ з різким, дратівливим запахом, має коричневий колір (нюховий поріг 0,12 ppm). При контакті з вологою тканиною легенів утворюється азотна кислота, що і веде до патології легень (трахеобронхіти, токсичні пневмонії, аж до токсичного набряку легенів).

Виникненню патології сприяє пошкодження діоксидом азоту еластинових і колагенових волокон сполучної тканини. Діоксид азоту здатний викликати розвиток алергічних реакцій до інших речовин; посилювати сприйнятливність до інфекційних захворювань легенів, потенціювати

бронхіальну астму та інші респіраторні захворювання. Це особливо стосується дітей. Тривала дія високих концентрацій діоксиду азоту може приводити до хронічного запалення тканини легенів, яке за ознаками нагадує емфізему.

Добровольці, які отримували ослаблений вірус грипу поряд з впливом діоксиду азоту, були більш сприйнятливі до вірусної інфекції, ніж група осіб, на яку не впливали діоксидом азоту. За даними ВОЗ при збільшенні середньодобової концентрації діоксиду азоту 30 мкг / м³ число захворювань нижніх дихальних шляхів у дітей у віці 5-12 років зростає на 20%.

Крім цього, діоксид азоту має здатність:

- блокувати тіолові групи ферментів, пригнічуючи тканинне дихання;
- знижувати активність холінестерази;
- чинити ембріо- і гонадотоксичну дію;
- порушувати обмін вітамінів групи С і В.

Особливо небезпечну форму приймає забруднення атмосфери оксидами азоту при утворенні так званого фотохімічного смогу (англ, smoke дим + fog туман = smog).

Для його формування необхідні наступні умови:

- температурна інверсія;
- сонячне світло;
- присутність оксидів азоту;
- наявність органічних сполук в повітрі.

Температурна інверсія пов'язана з застоєм повітря в силу тих обставин, що шар теплого повітря нависає над холодним приземним, затримуючи конвекцію газів. Це можливо після певних метеоумов, пов'язаних з переміщенням холодних повітряних мас. Особливо важливу роль має рельєф місцевості, коли холодне повітря з височини спускається в більш низинну місцевість. При цьому діоксид азоту, поглинаючи УФО Сонця, дисоціює на оксид азоту NO та атомарний кисень O, який, з'єднуючись з молекулою O₂, утворює озон - один з найсильніших окислювачів.

Найбільш сприятливий час для розвитку смогу - з 10.00 до 16.00 години в силу того, що в ці години УФ є найбільш інтенсивним.

Крім цього, при одночасній присутності в повітрі органічних сполук типу вуглеводнів запускається ланцюг складних хімічних реакцій, в результаті яких утворюються альдегіди, кетони, вільні радикали, пероксиди. Ці речовини або фотохімічні окислювачі за токсичністю перевершують вихідні продукти.

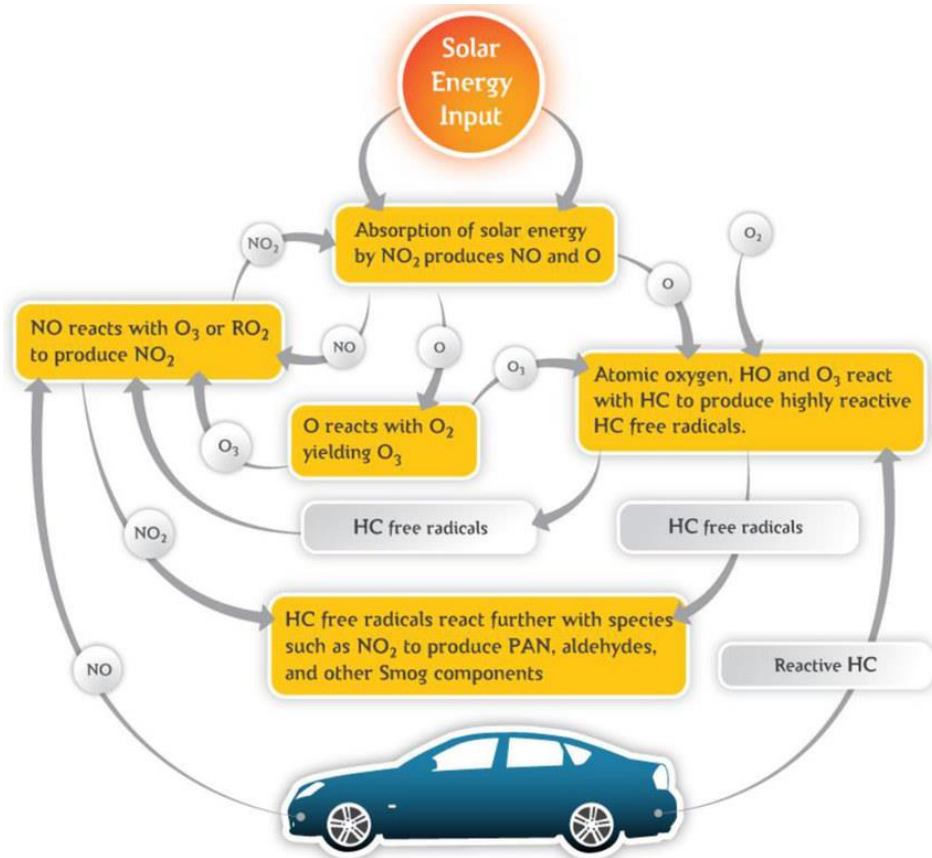


Схема фотохімічних/хімічних реакцій, які призводять до утворення смогу



Китай, м. Янтай.
Фотохімічний смог



Запоріжжя.
Атмосферне явище нез'ясованого походження (03 вересня 2020 року)