

Лекція № 9
з курсу «Медична екологія»
на тему:
«Екологічна та
еколого-медична
характеристика
гідросфери»

Викладач курсу: доцент
кафедри фізіології, імунології і
біохімії з курсом цивільного
захисту та медицини
Григорова Наталя
Володимирівна

План

- 1. Загальні уявлення.**
- 2. Баланс прісної води.**
- 3. Фактори екологічного неблагополуччя гідросфери.**
- 4. Джерела екологічного неблагополуччя гідросфери.**
- 5. Шляхи впливу гідросфери на людину.**
- 6. Неорганічні контамінанти.**
- 7. Органічні контамінанти.**

Рекомендована література


1. Гігієна та екологія : підручник / [В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Н. В. Мережкіна та ін.]; за заг. ред. В. Г. Бардова. Вінниця : Нова Книга, 2020. 472 с.
2. Гончаренко М. С., Бойчук Ю. Д. Екологія людини. Суми : Університетська книга. 2019. 391 с.
3. Гребняк М. Щ., Щудро С. А. Медична екологія : навч. посібник. Дніпропетровськ : Акцент, 2016. 483 с.
4. Димань Т. М. Екологія людини. Київ : Академія, 2009. 380 с.
5. Іщейкіна Ю. О., Буря Л. В. Гігієна та екологія. Полтава : АСМІ, 2018. 305 с.
6. Кушнірук Ю. С. Рекреація та курортологія : навч. посібник. НУВПГ, 2012. 146 с.
7. Мороз О. І., Петрушка І. М., Кузь О. Н., Руда М. В. Технології адаптації до змін клімату. Львів : Львівська політехніка, 2022. 452 с.
8. Основи екології та профілактична медицина : підручник для мед. ВНЗ I-III р. а. Затверджено МОЗ / Д. О. Ластков, І. В. Сергета, О. В. Швидкий, А. Ю. Сергієнко та ін. Київ, 2017. 472 с.

1. Загальні уявлення

❖ **Гідросферою** називають сукупність всіх вод Землі: материкових (поверхневих, ґрунтових, глибинних), океанічних і атмосферних. Площа, яку займає гідросфера на Землі, непостійна. Нижня межа поширення гідросфери – 75% поверхні Землі. Однак у зимовий період у північній півкулі через сніговий покрив ця цифра може доходити до 83%. Загальний обсяг водних запасів на планеті – 1,4 млрд. км³. З усього цього обсягу 91-92% – солоня морська вода, в якій міститься приблизно одна чайна ложка солей на склянку води. Лід, що міститься на полюсах і в горах, становить ще 2,2%. Прісна вода річок, озер, підземних водоносних горизонтів – всього 0,6%. Решта – пари води в атмосфері. Отже, кількість придатної для використання води на Землі досить мало.

Складові гідросфери





❖ Вода виникла шляхом дегазації первинної речовини Землі. Цей процес вже пройшов і йде в дуже невеликих масштабах у розломах на дні океанів (так звані **чорні і білі курці**). Причому там же, у згаданих рифтових долинах вода під великим тиском проникає в земну кору і потім разом з первинними (ювенільними) водами виноситься на поверхню океану. Отже, і сама загальна кількість води на Землі також обмежена.


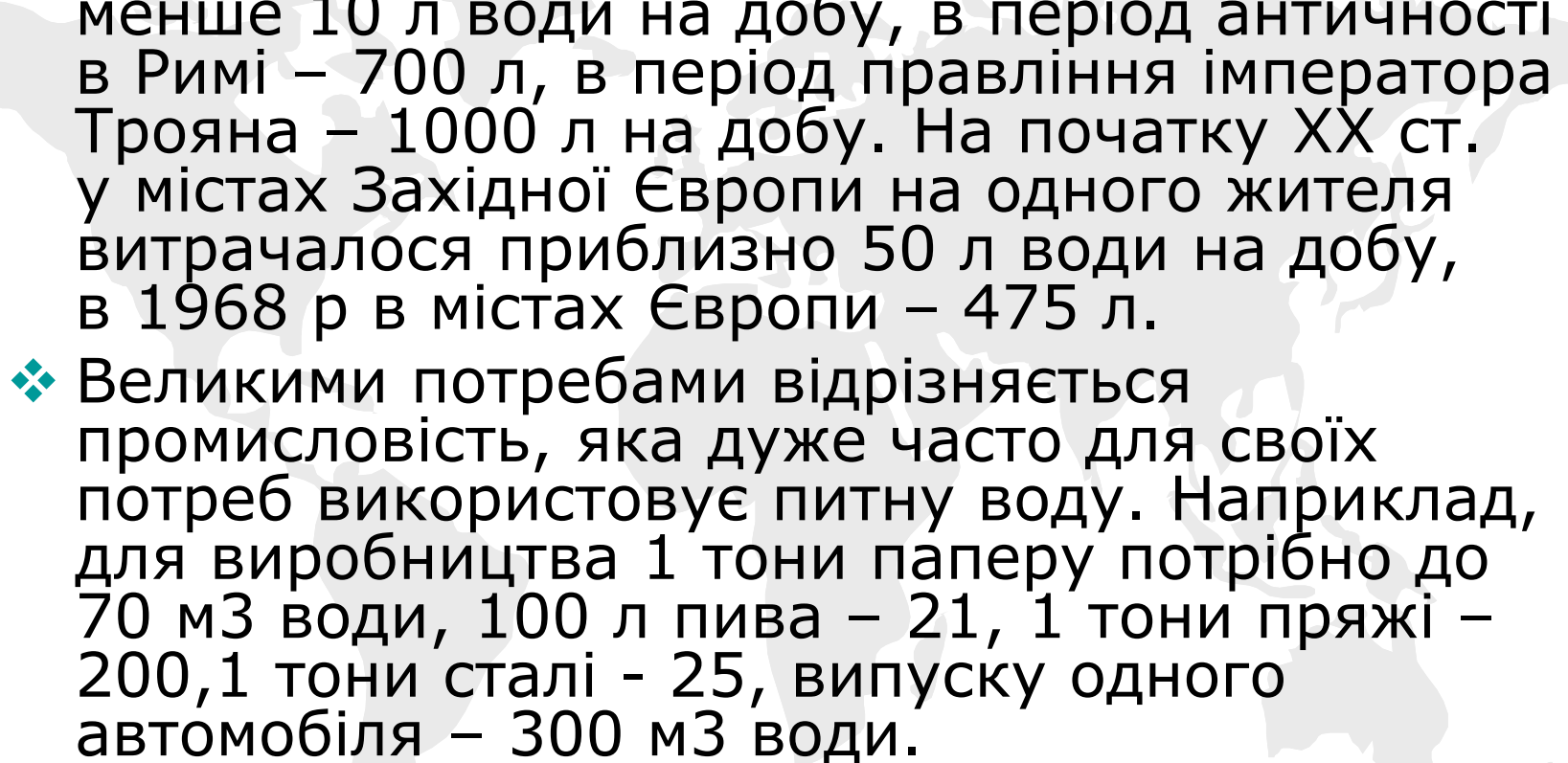
❖ **Основні функції води на Землі:**

- стабілізація умов середовища на поверхні Землі (температури, газового складу атмосфери);
- планетарна транспортна система;
- планетарний акумулятор неорганічної і органічної речовини;
- універсальний розчинник (утворення колоїдного розчину для біосистем).

2. Баланс прісної води

- ❖ В Європі випадає в середньому трохи більше 800 мм опадів на рік, тобто близько 800 л/м². Розподіл цієї кількості наступний:
 - 37% стікає в водойми, змиваючи забруднювачі з поверхні землі;
 - 35% випаровується рослинами;
 - 14% просто випаровується з поверхонь;
 - 14% проникає в водойми. З цієї кількості 7% води використовувати для пиття не можна в силу її забруднення. Залишається 7% придатної для пиття води, тобто приблизно 50 мм на рік. На питні потреби в даний час потрібно приблизно 10 мм, на потреби промисловості - 35 мм. Отже, вже зараз витрачається приблизно 45 мм хімічно бездоганною води. Що залишається резерв – всього 5 мм. Цього явно недостатньо. Звідси доводиться постійно збільшувати споживання води з наземних джерел, які вже зараз забруднені. Прикладом цього є Вілейська система в Мінську.



- 
- 
- ❖ Існує пряма кореляція між кількістю споживаною води і рівнем розвитку цивілізації. Людина кам'яного віку споживала менше 10 л води на добу, в період античності в Римі – 700 л, в період правління імператора Трояна – 1000 л на добу. На початку ХХ ст. у містах Західної Європи на одного жителя витрачалось приблизно 50 л води на добу, в 1968 р в містах Європи – 475 л.
 - ❖ Великими потребами відрізняється промисловість, яка дуже часто для своїх потреб використовує питну воду. Наприклад, для виробництва 1 тони паперу потрібно до 70 м³ води, 100 л пива – 21, 1 тони пряжі – 200,1 тони сталі - 25, випуску одного автомобіля – 300 м³ води.

3. Фактори екологічного неблагополуччя гідросфери

- ❖ Серед всієї сукупності факторів екологічного неблагополуччя гідросфери можна виділити три великі групи, які різняться як за масштабами, так і за їх ступенем впливу на гідросферу: фізико-хімічні фактори, хімічні токсичні речовини, хімічні необхідні сполуки.
 - **Фізико-хімічні фактори.** Це тепло, каламутність, швидкість течії води. Найпотужніше джерело теплового забруднення водойм – атомні електростанції. Джерела каламутності – кар'єри та каменоломні. Стічні води каменоломень роблять воду каламутною, погіршується проникнення світла і падає біологічна продукція кисню. Донні організми покриваються шаром осаду і гинуть. Будівництво гідротехнічних споруд тягне за собою зміну швидкості течії річок. Так, звуження річки призводить до порушення екологічної рівноваги, підвищення швидкості течії, у результаті чого гинуть багато організми і рослини.



- Навпаки, зарегулювання стоку річок шляхом будівництва гідроелектростанцій веде до уповільнення швидкості течії, до насичення води біогенними елементами. Останнє супроводжується масовим розвитком **фітопланктону** – **дінофлагелатів** і синьо-зелених водоростей з роду *Апабаена* і ін. Перше класичне опис такого явища – «червоних припливів» – знаходиться ще в Біблії: «І вся вода в річці перетворилася в кров. І риба в річці вимерла, і річка засмерділася, і не могли єгиптяни пити воду з цієї річки; і була кров по всій Землі Єгипетської ... »
- ❖ Токсин фітопланктону *вопуаі1ах* – **сакситоксин** – виділений з морських і прісноводних мікроводоростей і являє собою дігуанідінове похідне з жорстким трициклическим скелетом і гидратованою 12-карбонильною групою в піролідіновому кільці. За біологічною дією ця сполука є блокатором натрієвих каналів електрозбудливих мембран нервових і м'язових клітин.



- ❖ З прісноводної водорості *Апабаена* виділений **анатоксин А**, будова якого була встановлено рентгеноструктурним аналізом. Анатоксин А – сильний нейротоксин, у великих дозах викликає смерть протягом 2-7 хв. При масовому розвитку синьо-зелених водоростей ці організми – причина випадків масового отруєння тварин, птахів. Причиною розвитку окремих спалахів шлунково-кишкових захворювань з неясною етіологією слугує також масовий розвиток в водоймах синьо-зелених водоростей.
- ❖ **Хімічні токсичні речовини.** Більшість із забруднюючих гідросферу компонентів виконують у живих організмах функції інгібіторів будь-яких процесів (важкі метали, ціаністі сполуки, вуглеводні). Вони пригнічують життєдіяльність водних організмів, тому на значних відрізках річок процеси самоочищення відбуваються дуже слабо або зовсім не відбуваються.




- ❖ У харчових ланцюгах отрути концентруються і потрапляють в організм тварин і людини. Приклад того, як сполука, що потрапляє у водойму в незначних концентраціях, стала причиною отруєнь і навіть смертей у людини, – **хвороба Мінамата**. Причина хвороби Мінамата – **метилртуть**, яка разом зі стічними водами фірми «Ніппон Чіссов» (Японія) потрапляла в бухту, а потім по харчових ланцюгах в організм людини. Захворювання виражалось в порушеннях зору, слуху, дотику, а також відхиленні поведінки людини. Хвороба вражала бідних рибалок, які щодня харчувалися тільки рибою. Всього було зареєстровано 292 випадки хвороби, з яких 62 закінчилися смертельним результатом.
- ❖ У 1999 р. спалах захворювання з ознаками, подібними до хвороби Мінамата, була зареєстрована в гирлі річки Амазонки (Бразилія). Поява цього захворювання також пов'язане з перебуванням у річковій воді метилртуті, яка потрапляла внаслідок роботи золотозбагачувального підприємства.



- ❖ • **Хімічно необхідні сполуки.** До них відносяться добрива, що потрапили з полів у водойми, фосфати, які містяться в ряді миючих засобів, пральних порошоків, і ін. Ці компоненти є джерелом біогенних елементів і насичують ними воду, що призводить до підвищення біологічної продуктивності (явища евтрофікації) водойм. Подальший розвиток синьо-зелених водоростей супроводжується зміщенням екологічної рівноваги і поступовим заболочуванням водойм, тобто їх загибеллю.

4. Джерела екологічного неблагополуччя гідросфери

- ❖ Так як у біосфері все процеси взаємопов'язані, то екологічний стан гідросфери безпосередньо залежить від стану атмосфери і літосфери. Забруднюючі компоненти атмосфери і літосфери в кінці кінців потрапляють в рідку фазу, тобто в воду, і тим самим впливають на все живе, так як всі організми потребують води.
 - **Вплив стану атмосфери.** Стан і склад опадів у значній мірі залежать від стану атмосфери і тим самим впливають на стан екосистем. Відомі такі розрахунки – одна крапля дощу вагою в 50 мг, падаючи з висоти 1 км, омиває 16 л повітря. Беручи до уваги велику поверхню крапель, можна зробити висновок, що 1 л дощової води буде контактувати з $3,26 \cdot 10^5$ л повітря. Звідси випливає, що різні забруднюючі речовини будуть легко вимиватися з повітря. Прикладом цього слугують кислотні дощі.

- 
- ❖ • **Сама по собі вода, що утворюється при конденсації водяної пари,** повинна мати нейтральну реакцію (рН 7). Але навіть в самому чистому повітрі є вуглекислий газ, і дощова вода, розчиняючи його, підкисляється до рН 5,6-5,7, а сорбуючи оксиди сірки і азоту, стає ще більш кислою. Рекорд по кислотності належить шотландському містечку Пітлохрі, де в 1974 р. випав дощ з рН 2,4.
 - **Вплив стану літосфери.** Стикаючись у своєму вирі з величезним числом найрізноманітніших мінералів, природна вода розчиняє значну кількість гідрофільних інгредієнтів. Так само як 8 основних іонів: хлор, сульфат-іон, бікарбонат, карбонат, натрій, калій, магній і водневий іон. Без мікро- і макроелементів життя неможливе. Але, з іншого боку, слід пам'ятати, що між жорсткістю води і захворюваннями серцево-судинної системи є зворотна кореляція.



- ❖ • **Нафтопереробна промисловість.** Стічні води підприємств зазвичай містять нафту, нафтопродукти, феноли, сірчисті сполуки та ін.
- **Підприємства хімічної промисловості.** Головну роль в забрудненні води відіграють синтетичні поверхнево-активні сполуки (детергенти). Потрапляючи в водойми, вони ускладнюють роботу очисних споруд, біофільтрів, викликають рясне піноутворення, що пов'язано з виносом активного мулу. Деякі сполуки зменшують кількість кисню в воді, пригнічують в активному мулі метаболічні процеси.
- **Машинобудівні підприємства.** В їх стоках знаходяться зазвичай нерозчинні мінеральні речовини, нафтопродукти, хром, цинк, мідь, свинець, ціаніди, феноли, масла.





- ❖ • **Сільське господарство.** Активне ведення сільського господарства пов'язано з використанням мінеральних і органічних добрив, скиданням стічних вод ферм, свинарників, пташників. Наприклад, один комплекс для відгодівлі 10 тис. голів худоби дає стільки ж відходів, що і місто з населенням 100 тис. чоловік.
- ❖ • **Підприємства харчової промисловості.** Органічні речовини від винних і дріжджових заводів, молокозаводів, кондитерських фабрик багаті на біогенні елементи, що пов'язано також з процесами евтрофікації водойм.

Основні шляхи забруднення гідросфери



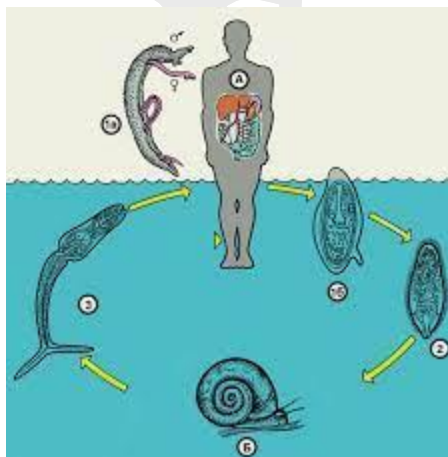
5. Шляхи впливу гідросфери на людину

- ❖ Контакт людини з складовими гідросфери відбувається через верхні дихальні шляхи, шлунково-кишковий тракт і шкіру.
 - **Верхні дихальні шляхи.** Це найменш вивчений шлях. Механізм дії зводиться до того, що в насиченому парами води повітрі, що має місце при формуванні туману або смогу, відбувається розчинення в найдрібніших крапельках води різних токсичних домішок, газів. Ці компоненти впливають через величезну всмоктувальну поверхню альвеол легенів насамперед на них самих (обумовлюючи патологію з боку цього органу), а через велике коло кровообігу потрапляють у внутрішнє середовище організму. При цьому оминається найпотужніший фільтр людського організму, де відбувається детоксикація ксенобіотиків, – **печінка**.



- **Шлунково-кишковий тракт.** Значна частина води, що надходить в організм у вільному стані, всмоктується в дванадцятипалій кишці, порожній кишці та шлунку. Звідси впливає, що при несприятливому стані джерел водопостачання відбувається переважно ураження шлунково-кишкового тракту, що пов'язано з розвитком гастроентеритів.
- **Шкірні покриви.** Людина під час купання контактує з водою через шкіру. Тому при екологічному неблагополуччі водоюм можливий контакт з найпростішими, бактеріями, гельмінтами, комахами, що живуть і розмножуються у водному середовищі, тобто відбувається інфікування людини.
- ❖ Згідно з наявною класифікацією ВООЗ можна виділити **п'ять груп захворювань, пов'язаних з екологічним станом гідросфери:**
 - захворювання від зараженої води (тиф, холера, дизентерія, поліомієліт, гепатит);
 - захворювання шкіри і слизових (трахома, проказа);

- захворювання, що викликаються моллюсками (шистосомоз, ришта);
 - захворювання, що викликаються комахами, що живуть і розмножуються у воді (малярія, жовта лихоманка);
 - захворювання від забрудненої води.
- За даними Світового банку, приблизно 1,2 млрд. людей у світі п'ють неблаготворну в екологічному відношенні воду.




Шистосомоз



Ришта або гвінейський черв'як

6. Неорганічні контамінанти

- ❖ **Нітрати (45 мг/л).** Ці компоненти потрапляють у питну воду в основному внаслідок інтенсивного застосування в сільському господарстві азотних і органічних добрив.
- ❖ **Свинець (0,03 мг/л).** Свинець у воді має антропогенне походження. Хоча його концентрація у воді нормується, підвищена кількість не виключається. Наприклад, за даними Управління з охорони навколишнього середовища США більш ніж 800 вододжерел у цій країні містять надмірну кількість свинцю. При цьому більш ніж 40 млн американців отримують з питною водою потенційно небезпечна кількість свинцю. Питна вода в Європі містить у середньому 0,03 мг/л свинцю.
- ❖ Всмоктування свинцю в шлунково-кишковому тракті становить приблизно 8 % від всього надійшов кількості. Діти здатні резорбувати приблизно половину надходить в шлунково-кишковому тракті свинцю.

- 
- ❖ Виведення свинцю відбувається в основному через нирки (75 %) і шлунково-кишкового тракту (15 %). У волоссі, нігтях може накопичуватися до 10% наявного в організмі свинцю. При хронічному впливі свинцю виникає пошкодження гематопоетичної системи.
 - ❖ Свинець становить небезпеку для людей будь-якого віку, особливо для дітей та вагітних. Ефекти його вельми різноманітні і залежать від діючої концентрації в організмі. Наслідки накопичення свинцю пов'язані з його здатністю викликати передчасні пологи у жінок, знижувати вагу дитини при народженні, гальмувати його розумовий і фізичний розвиток.
 - ❖ Свинець здатний також долати плацентарний бар'єр (особливо з 12-го тижня вагітності), що призводить до психічних розладів і розумової відсталості дітей.



- ❖ Тривала дія свинцю може призвести до м'язової слабкості; гіперактивності і навіть агресивної поведінки у дітей. У дорослих свинець здатний стимулювати гіпертонію та викликати зниження слуху.
- ❖ Відзначено, що хронічна інтоксикація розвивається повільно. На ранніх її етапах може спостерігатися лише зниження адаптаційних можливостей організму і стійкості до дії токсичних, інфекційних, онкогенних та інших патогенних агентів. Потім з'являються загальна слабкість, головний біль, запаморочення, неприємний смак в роті, тремор кінцівок, втрата апетиту, зменшення маси тіла, ознаки анемії, закрепи, біль в животі. Можуть виявлятися дифузна дегенерація міокарда, порушення психічного розвитку дітей, хронічна нефропатія.



Свинець також вимивається з сантехнічної арматури, яка містить латунь. **Латунь** – сплав міді з цинком (до 50%) з добавками інших елементів (свинцю, алюмінію, олова, заліза, нікелю, марганцю – в сумі до 10%). При цьому кілька факторів посилюють процес переходу свинцю у воду: кисла реакція води і її низька жорсткість.

Існує кілька **основних способів зниження вмісту свинцю у питній воді:**

- для пиття і приготування їжі необхідно використовувати тільки холодну воду, так як гаряча вода краще вимиває свинець з деталей сантехнічної арматури;
- перед набором води з водопровідного крана необхідно дати їй протягом декількох хвилин стекти, особливо якщо воду не набирали протягом декількох годин. Свинець, який перейшов в воду з деталей сантехнічної арматури, цим самим буде змитий;
- найефективніший спосіб зниження кількості свинцю у воді – використання фільтрів з активованого вугілля, які знижують його концентрацію на 88-90 %.



- ❖ **Азбест (вміст не нормується).** Може потрапляти в питну воду при корозії цементних водозбірників, що містять азбест, шиферних дахів.
- ❖ **Барій (0,1 мг/л).** Здатний акумулюватися в печінці, легенях і селезінці. Пролонгує процес стимуляції м'язового скорочення, блокує передачу нервових імпульсів, викликаючи захворювання нервової системи, системи кровообігу.
- ❖ **Кадмій (0,001 мг/л).** У середньому в організм людини надходить близько 10 нг кадмію в день. У шлунково-кишковому тракті резорбується приблизно до 5% кадмію. Накопичення кадмію пов'язане з дегенеративними змінами слизової носа, глотки, руйнуванням нюхового епітелію, обструктивними захворюваннями ВДП і важкими ураженнями нирок. Інтоксикація кадмієм супроводжувалася важкою остеомалаяцією, остеопорозом і залізодефіцитною анемією (**хвороба ітай-ітай**), а також деформацією скелета внаслідок порушень обміну фосфату.



- ❖ **Миш'як (0,05 мг/л).** Хронічний вплив миш'яку призводить до втрати ваги, депресії і розвитку онкологічних захворювань.
- ❖ **Хром (0,05 мг/л).** Необхідний елемент людського організму. Однак при значному надходженні діє токсично. Акумулюється в нирках, селезінці, кістковій тканині, печінці та головному мозку. Володіє канцерогенним ефектом. Викликає ураження нирок.
- ❖ **Мідь (1 мг/л).** При хронічному впливі у дітей на перший план виступають порушення печінки і ослаблення імунної системи. Крім цього, мідь має подразнюючу дію на шлунково-кишковий тракт, є цитотоксичним агентом, здатним індукувати гепатичний цироз.
- ❖ **Хлор.** Хлор широко використовується для знезараження води від бактерій, вірусів та інших мікроорганізмів. Його використання призвело до того, що такі хвороби, як холера і тиф, які легко розповсюджуються через заражену воду, практично не зустрічаються в розвинених країнах. Люди, які п'ють хлоровану воду, мають ризик виникнення раку сечового міхура на 21% більше і ризик виникнення раку прямої кишки на 38% більше, ніж ті, хто п'є воду з невеликим вмістом хлору.



Радон. Є радіоактивним елементом, який утворюється при розпаді природного урану або торію. У воді радон представляє двояку небезпеку:

- вживання питної води з перебувають в ній радіоактивним газом може бути причиною злякисних новоутворень шлунково-кишкового тракту, нирок, а також лейкозів;
- за рахунок накопичення в повітрі приміщень.


Найчастіше це відбувається у ванній кімнаті. Показано, що в середньому концентрація радону у ванній кімнаті приблизно в 3 рази вище, ніж на кухні, і в 40 разів вище, ніж в житлових кімнатах. Дослідження, проведені в Канаді, показали, що всі 7 хв, протягом яких був включений теплий душ, концентрація радону у ванній кімнаті швидко зростала (приблизно в 37 разів) і тільки протягом наступних 1,5 год поверталася до норми. Подібна дія радону збільшує ризик виникнення раку легенів.

7. Органічні контамінанти

- ❖ **Леткі органічні сполуки (ЛОС)** – водні домішки, які становлять небезпеку, коли їх концентрація досягає навіть незначних рівнів. Відмітна особливість – складність і висока вартість їх визначення. До ЛОС належать: бензол, тетрахлористий вуглець, вінілхлорид, толуол, дихлоретан та ін. Хронічне надходження тетрахлорбензолу в організм призводить до хромосомних аберацій у периферичних лімфоцитах.
- ❖ ЛОС – побічні продукти при виробництві отрутохімікатів, фарб, клеїв, фарбників, парфумерних виробів, перегонці нафти і ін. ЛОС проникають в питну воду в результаті антропогенної діяльності через індустріальних витоків, промислових аварій і халатності. Основний шлях проникнення в питну воду – це потрапляння на поверхню ґрунту, міграція вглиб і досягнення водоносного шару.



- ❖ У значних кількостях ЛОС знаходяться у воді відкритих водойм, річок, особливо в районі розташування індустріальних зон. У зв'язку з виснаженням підземних запасів питної води та використанням все в більших масштабах води відкритих водойм ймовірність забруднення питної води збільшується.
- ❖ У процесі його знешкодження утворюються численні продукти, що володіють широким спектром дії. Трихлороксіра, що виникає при монооксигеназній реакції має здатність зв'язуватися з макромолекулами і тим самим надавати токсичний вплив на печінку та нирки. Крім цього, з нього утворюються: хлоральгідрат, трихлоретанол і трихлороцтова кислота, які мають седативну, токсичну для ЦНС і подразнюючу дію відповідно. Метаболіти трихлоретану, що виникають при дії глутатіону мають канцерогенну дію.



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ !