

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут агроєкології та землеустрою
Кафедра екології, технології захисту навколишнього
середовища та лісового господарства

05-02-363М

Методичні вказівки

до супроводу лекційних занять
з навчальної дисципліни «**Екологія**»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Біотехнології,
біоробототехніка та біоенергетика»
спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»
денної форми навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою з
якості ННІ будівництва та
архітектури
Протокол №4 від 31.01.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до супроводу лекційних занять з навчальної дисципліни «**Екологія**» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Борщевська І. М. – Рівне : НУВГП, 2024. – 44 с.

Укладач: Борщевська І. М., к.с.-г.н., доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Відповідальний за випуск: Клименко М. О., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Керівник групи забезпечення
спеціальності 162
Біотехнології та біоінженерія

Грицина О. О.

© І. М. Борщевська, 2024
© НУВГП, 2024

Зміст

Тема №1.	Екологія як наука. Предмет, завдання та структура сучасної екології	4
Тема №2.	Вчення В.І. Вернадського про біосферу. Функціонування біосфери. Поняття про ноосферу	8
Тема №3.	Екологічні фактори середовища та закономірності їх дії на живий організм	12
Тема №4.	Забруднення навколишнього природного середовища. Класифікація забруднень	18
Тема №5.	Антропогенне забруднення атмосфери. Основні джерела та заходи боротьби із забрудненням	23
Тема №6.	Антропогенне забруднення гідросфери. Контроль якості та способи очищення	26
Тема №7.	Антропогенне забруднення літосфери. Нормування забруднення	33
Тема №8.	Шляхи та методи екологізації будівництва. Правові аспекти екології	38
Список літератури		44

**ТЕМА 1. ЕКОЛОГІЯ ЯК НАУКА.
ПРЕДМЕТ, ЗАВДАННЯ ТА СТРУКТУРА СУЧАСНОЇ
ЕКОЛОГІЇ**

План

1. Поняття про предмет екології. Історія становлення науки.
2. Сучасний стан та структура екології.
3. Підходи та методи сучасної екології.
4. Мета та завдання сучасної екології.

1. Поняття про предмет екології. Історія становлення науки

Термін «екологія» походить від грецьких слів – «ойкос», що означає дім, місце проживання та «логос» - думка, учення.

У прямому значенні - це наука про середовище існування людини. Вперше термін «екологія» ввів німецький біолог, послідовник Чарльза Дарвіна Геккель у 1866 році.

Сучасне визначення *екології* - це наука, що вивчає взаємозв'язки живих організмів між собою та з навколишньою неорганічною природою.

Об'єктом досліджень сучасної екології є екосистеми планети всіх рівнів та їх елементи.

Предмет досліджень – взаємозв'язки між живими організмами, їх групами різних рангів, живими і неживими компонентами екосистем, а також особливості впливу природних і антропогенних чинників на функціонування біосфери.

Основні етапи розвитку екології

I етап – від стародавніх часів до 1866 року. В працях стародавніх філософів (Геофраста, Арістотеля) містяться повідомлення екологічного характеру, зокрема є чимало цікавих даних про вплив на рослини і тварини кліматичних змін, про особливості та ознаки пристосування до умов середовища живих істот.

II етап – з 1866 року до 30-х років ХХ ст. Цей етап пов'язаний із великомасштабними ботаніко-географічними

дослідженнями. Так, шведський природознавець Карл Лінней запропонував систематику рослин і тварин, свої дослідження проводять Чарльз Дарвін, Гумбольдт.

III етап – (1930-1970 р.р.) був присвячений дослідженням великих груп організмів та окремих особин між собою і пов'язаний з іменами українських вчених – Висоцького, Погребняка, а також зарубіжних – Докучаєва, Сукачова, Тенслі, Шелфорда.

IV етап – 1970 р. – до тепер. В цей період стає зрозумілим постійність порушення природної рівноваги. Стрімко почали розвиватися різні галузі сучасної екології. Широке визнання отримали роботи українських академіків Голубця, Ситника, Шеляг-Сосонка.

2. Сучасний стан та структура екології

Екологія дуже довго розвивалась як частина біології.

На даному етапі екологія є міждисциплінарною наукою, бо екологічними питаннями почали займатися вчені всіх наукових напрямків – біології, фізики, математики, економіки.

Тому в сучасній екології сформувалося близько 90 напрямків. Основні підрозділи екології:

- *Біоекологія* поділяється на:

а) аутекологію (вивчає екологію організмів);

б) демекологію (вивчає екологію популяцій);

в) синекологію (вивчає екологію угруповань).

Біоекологія – це основа сучасної екології.

- *Геоєкологія* – вивчає специфіку взаємовідносин організмів і середовища їх існування в різних географічних зонах.

- *Техноєкологія* займається вивченням наслідків впливу різних галузей промисловості на довкілля та здоров'я людей.

- *Соціальна екологія* вивчає специфічну роль людини в довкіллі та займається формуванням екологічної свідомості.

- *Агроєкологія* – вивчає взаємозв'язки людини з довкіллям у процесі сільськогосподарського виробництва.

Із новітніх підрозділів екології можна відзначити урбоекологію та архітектурну екологію.

- *Урбоекологія* вивчає і визначає шляхи покращення екологічного стану сучасних міст.

- *Архітектурна екологія* – вивчає принципи формування екологічно комфортного середовища проживання і розробляє рекомендації із раціональної діяльності у системі «природа – місто – людина».

3. Підходи та методи сучасної екології. Основні екологічні закони

В сучасній екології існують *два підходи* щодо проблеми взаємодії людини і природи: *технічний (антропоцентричний)* та *екоцентричний (біоцентричний)*.

Згідно ***I підходу*** ці взаємовідносини будуються за правилами, які встановлює людина. Вважається, що закони природи не можуть і не повинні заважати економічному та соціальному зростанню НТП, а природа нібито може пристосуватись до діянь людини. Це *антропоцентричний* або технологічний підхід, який становить в центр екологічних проблем людину.

Згідно ***II підходу*** людина, як біологічний вид значною мірою залишається під контролем основних екологічних законів і у своїх взаємовідносинах з природою змушена приймати її умови. Це *біоцентричний* або екоцентричний підхід, який ставить в центр екологічної проблеми витривалість живої природи і залежність від неї людського суспільства.

У екологічних дослідженнях широко використовують наступні методи:

1) методи реєстрації та оцінки якості довкілля (різні види екологічного моніторингу: спостереження за якістю води, атмосферного повітря, ґрунтового покриву і т. ін);

2) вивчення особливостей впливу різних екологічних чинників на життєдіяльність організмів (лабораторні дослідження);

3) методи математичного моделювання екологічних явищ і процесів;

4) створення геоінформаційних систем і технологій для

розв'язання екологічних питань різних масштабів і в різних сферах діяльності;

5) методи інженерно-екологічних вишукувань, необхідних для оптимального розміщення, проектування, будівництва і реконструкції цивільних і господарських об'єктів;

6) методи екологічного контролю стану довкілля: екологічна експертиза, екологічний аудит, екологічна паспортизація.

4. Мета та завдання сучасної екології

Вплив антропогенних факторів на біосферу Землі спричинив виникнення небажаних негативних явищ, таких як кислотні дощі, глобальне потепління на планеті, руйнування озонового шару атмосфери, опустелювання, знеліснення, забруднення природного середовища різними токсикантами, що врешті призвело до деградації екосистем та глобальної екологічної кризи в біосфері Землі.

Тому метою сучасної екології є визначення оптимальних шляхів координації гармонійного співіснування техносфери і біосфери. Завдання екології:

- дослідження закономірностей функціонування живих систем;
- розробка шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства і природи;
- створення наукової основи для раціональної експлуатації природних ресурсів;
- збереження середовища існування живих організмів і людини;
- формування нової стратегії поведінки людства, такої економіки і таких технологій, які здатні зупинити глобальну екологічну катастрофу.

ТЕМА 2. ПОНЯТТЯ ПРО ФУНКЦІОНУВАННЯ БІОСФЕРИ. ВЧЕННЯ В. І. ВЕРНАДСЬКОГО ПРО БІОСФЕРУ

План

- 1) Поняття про біосферу та її будову. Компоненти біосфери.
- 2) Роль живої речовини у функціонуванні біосфери. Хімічний склад біосфери.
- 3) Великий та малий біотичний кругообіг речовин та енергії в біосфері.
- 4) Екосистеми, біоценоз. Ноосфера.

1. Поняття про біосферу та її будову. Компоненти біосфери

Біосфера (поход. від грецького біос – життя, сфера – куля) – це оболонка Землі, яка включає частини атмосфери, гідросфери і літосфери, заселені живими організмами.

Вперше термін біосфера із позначенням протяжності, як «сфера життя» був використаний австрійським вченим Зюсом ще у минулому столітті (у 1875 р.). Цілісне науково-обґрунтоване вчення про біосферу створив український вчений Володимир Іванович Вернадський – перший президент Української Академії наук (1863-1945 р.р.). У своїх працях Вернадський розглядає біосферу як «живу» оболонку Землі, а життя – як вищу форму розвитку матерії.

Верхня межа біосфери в атмосфері, на думку одних вчених, проходить на висоті вершин Гімалаїв (8848 м), на думку інших – досягає нижніх шарів стратосфери (**25-30 км**). Проте, під час запусків ракет на висоті 85 км у пробах повітря було виявлено спори мікроорганізмів, щоправда в латентному, сплячому стані через несприятливі умови існування.

Межа біосфери в літосфері – 2-3 км, при бурінні нафти навіть на глибині до 7 км була виявлена мікрофлора. *Океанічна межа біосфери* сягає близько **11 км**. Передбачення Вернадського про повсюдне поширення життя в океані до самого дна підтвердилося у 1960 р., коли батискаф із вченими на

борту опустився на дно Маріанської западини на глибину 11030 м.

Основними компонентами біосфери за Вернадським є:

1) *жива речовина* – рослини, тварини та мікроорганізми;
2) *біогенна речовина* – продукт життєдіяльності організмів (торф, вугілля, крейда, горючі сланці);

3) *косна речовина* (нежива) – гірські породи неорганічного походження та вода;

4) *біокосна речовина* – продукт взаємодії живої та неживої речовини (осадові породи, ґрунти).

Таким чином, біосфера у сучасному розумінні – це глобальна відкрита система зі своїм «входом» (потік сонячної енергії, що знаходить з космосу) і «виходом» (утворені в процесі життєдіяльності організмів речовини, які із-за різних причин «випали» із біологічного кругообігу, так званій вихід в геологію (утворення кам'яного вугілля, нафта, осадові породи).

Біосфера – саморегульована система, для якої характерний гомеостаз.

Гомеостаз – це здатність біологічних систем протистояти змінам довкілля і зберігати динамічну рівновагу свого складу і властивостей.

2. Роль живої речовини у функціонуванні біосфери.

Хімічний склад біосфери

Поняття «жива речовина» ввів у науку Вернадський і розумів під ним сукупність усіх живих організмів планети.

Жива речовина біосфери здійснює такі *функції*:

- газова (зелені рослини під час фотосинтезу поглинають CO_2 і виділяють O_2 ; бактерії відновлюють азот, водень тощо);

- енергетична (рослини засвоюють сонячну енергію і передають її трофічним ланцюгам);

- концентраційна (накопичення живими організмами елементів довкілля);

- окисно-відновна (за допомогою організмів відбувається окиснення речовин у ґрунті та гідросфері з утворенням солей, оксидів і ін.);

- біохімічна (ріст, розмноження, розповсюдження живого на планеті);
- деструктивна (розклад живого, біологічний кругообіг).

Хімічний склад біосфери

Земна кора за Менделєєвим налічує 80-100 хімічних елементів. Проте лише 6 із них взаємодіють в біосфері: водень, кисень, азот, вуглець, фосфор, сірка.

Це найбільш здатні до хімічних реакцій елементи. Перші 4 елементи утворюють майже всю масу наземних рослин, на які припадає близько 99% усієї живої речовини.

Крім вуглецю, водню, азоту і кисню організми використовують зольні елементи - кальцій, калій, магній, залізо та мікроелементи – цинк, молібден, бор тощо.

Всі хімічні елементи ***за їх роллю у біосфері*** можна поділити на 6 груп:

1. *Благородні (або інертні) гази* (неон, аргон, гелій). До складу організмів не входять.

2. *Благородні метали* (платина, золото, іридій, рутеній і ін.). Вони майже не утворюють сполук у земній корі.

3. *Циклічні (або органогенні) елементи* – вступають в численні зворотні реакції і процеси, з них складаються живі організми (водень, кисень, азот, вуглець, фосфор, сірка, кальцій, калій, магній, залізо і ін.).

4. *Розсіяні елементи* - рубідій, цезій і ін. (утворюють сполуки на великій глибині земної кори); йод, бром – вступають в реакцію лише на поверхні Землі.

5. *Сильно радіоактивні* – радій, уран, полоній, плутоній та ін.

6. *Рідкісноземельні* – ітрій, церій, європій і ін.

Живі організми складаються у вагових % з таких основних елементів: кисню – 70%, вуглецю – 18%, водню – 10%, кальцію – 0,5 % та ін. елементів.

3. Великий та малий біотичний кругообіг речовин та енергії в біосфері

Утворення живої речовини та її розклад відбуваються в

Результаті біологічного кругообігу хімічних елементів.

Кругообіг речовин – це їх багаторазова участь у процесах, які відбуваються в біосферних шарах атмосфери, гідросфери і літосфери.

Розрізняють *великий (біосферний) кругообіг* і *малий кругообіг (біологічний)*. *Великий кругообіг* – це обмін речовин між сушею та Світовим океаном.

Біологічний (або малий) кругообіг – це кругова циркуляція речовин між ґрунтом, рослинами тваринами, мікроорганізмами та атмосферою.

Біологічний кругообіг за спрощеною схемою відбувається наступним чином: зелені рослини використовують сонячну енергію, створюють первинну продукцію живої речовини, при цьому вони поглинають CO_2 і виділяють кисень – це продуценти (автотрофи, на Землі їх налічується близько 360 тис. видів); тварини поїдають рослини, вдихають O_2 і виділяють CO_2 – це консументи (гетеротрофи). До них належать рослиноїдні тварини, хижаки, паразити, гриби, їх кількість видів складає 1,5 млн.); мертві рештки рослин і тварин споживають живі організми, які називаються редуцентами (або деструкторами). До них належать бактерії, гриби.

Отже, **продуценти (автотрофи)** – організми, здатні створювати органічні речовини з неорганічних (це в основному зелені рослини).

Консументи (гетеротрофи) – організми, що поїдають інші організми, тобто використовують готові органічні речовини (це головним чином тварини).

Редуценти (деструктори) – організми, що розкладають органічні сполуки до неорганічних (до них належать бактерії і гриби). Вони розкладають органічну речовину на більш прості речовини.

Таке взаємовідношення між різними групами організмів називається *ланцюгом живлення*.

4. Екосистеми, біоценоз. Ноосфера

Основною елементарною одиницею біосфери є екосистема.

Екосистема – єдиний природний комплекс, утворений за довгий період живими організмами і середовищем, в якому вони існують, і де всі компоненти тісно пов'язані обміном речовин і енергії.

Виділяють мікроекосистеми (пеньок з грибами, болітце), мезоекосистеми (ділянка лісу, озеро), макроекосистеми (континент, океан).

Стійкою екологічною системою є **біогеоценоз** (грецьк. – біос – життя, гео – земля, койнос – загальний).

Біогеоценоз є більш загальним поняттям ніж екосистема. Його складниками є **біотоп** - однорідний простір і **біоценоз** - сукупність усіх організмів.

Сучасний етап розвитку біосфери Вернадський назвав ноосферою (від грецького ноо – розум) – сферою розуму.

Таким чином, **ноосфера** – це біосфера, де досягнуте гармонійне співіснування природи і людини.

При цьому відходи виробництва не будуть шкідливими, а стануть необхідним компонентом живлення мікроорганізмів, рослин, тощо. Створення ноосфери – єдиний засіб проти екологічної катастрофи, до якої може призвести подальший хаотичний розвиток світового господарства.

ТЕМА 3. ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ СЕРЕДОВИЩА ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ ЇХ ДІЇ НА ЖИВИЙ ОРГАНІЗМ

План

1. Поняття та класифікація екологічних факторів.
2. Світло, тепло, волога та ґрунт як екологічні фактори.
3. Закономірності дії екологічних факторів. Основні екологічні закони.

1. Поняття та класифікація екологічних факторів

Живий організм у навколишньому середовищі постійно перебуває під впливом різноманітних екологічних факторів.

Екологічний фактор – це будь-який елемент середовища, здатний виявляти прямий вплив на живі організми.

Залежно від природи, походження та характеру впливу на живі організми екологічні фактори поділяються на *абіотичні*, *біотичні* та *антропогенні*.

Абіотичні фактори – це компоненти неживої природи.

Вони поділяються на:

- кліматичні (світло, температура, опади, сніговий покрив, вологість повітря, вітер, газовий склад атмосфери тощо);
- грунтові (або едафічні): фізичні та хімічні властивості ґрунту, мікроорганізми ґрунту, підземні ґрунтові води);
- орографічні: рельєф його структура, висота над рівнем моря).

Біотичні фактори – це фактори впливу живих організмів один на одного.

Біотичні фактори поділяються на:

- фітогенні (рослинного походження) – взаємовпливи вищих і нижчих організмів (симбіоз, паразитизм);
- зоогенні – вплив тварин на рослини (поїдання, витопування, запилення);
- грунтові – взаємовплив мікроорганізмів та грибів.

Антропогенні фактори – фактори людської діяльності (фактори, походження яких пов'язане з діяльністю людини). До них належать викиди промислових підприємств, транспорту, шкідливі відходи сільського та комунального господарства.

Значення антропогенних факторів як загрози для біосфери швидко зростає і в сучасних умовах є нерідко домінуючим.

2. Світло, тепло, волога та ґрунт як екологічні фактори

а) Світло як екологічний фактор.

Всім живим організмам для здійснення процесів життєдіяльності необхідна енергія, яка надходить ззовні. Основним її джерелом є сонячна радіація. Розподіл енергії на земній кулі такий: 19% сонячної енергії вбирається атмосферою, 34% відбивається у космічний простір, 47% досягає земної поверхні, з них – 31% - у вигляді прямої та 16% - розсіяної радіації.

З ультрафіолетового проміння до поверхні Землі доходять лише довгохвильові промені (290-380 нм), а короткохвильові,

які повністю вбираються на висоті близько 25 км **озоновим екраном**.

Великі дози довгохвильових ультрафіолетових променів шкідливі для живих організмів, проте невеликі дози у діапазоні 250-300 нм спричиняють бактерицидну дію, сприяють утворенню в організмі вітаміну Д. У межах довжини 200-400 нм вони викликають засмагу у людини, яка є захисною реакцією шкіри. Інфрачервоні промені з довжиною хвиль більше як 750 нм спричиняють теплову дію.

Зеленим рослинам світло потрібне для утворення хлорофілу, воно впливає на газообмін і транспірацію, стимулює біосинтез білків і нуклеїнових кислот.

Сонячну енергію, яку рослини поглинають і використовують у процесі фотосинтезу, називають **фізіологічно активною радіацією (ФАР)**.

Плануючи забудову, ви будете планувати і озеленення.

За вимогливістю до умов освітлення рослини поділяють на такі екологічні групи:

- 1) Геліофіти (світлолюбні);
- 2) Сціофіти або умброфіти (тіньлюбні);
- 3) Факультативні геліофіти (тіньовитривалі).

Геліофіти (світлолюбні) – рослини відкритих, постійно добре освітлених місцезростань (степові та лучні злаки, ранньовесняні ефемери та ефемероїди, рослини пустель, більшість культурних рослин).

Сціофіти (тіньлюбні) – рослини нижніх ярусів тінистих лісів і глибоководні рослини, які погано переносять сильне освітлення прямими сонячними променями (квасениця звичайна, веснівка дволиста, копитняк, барвінок малий).

Факультативні геліофіти (тіньовитривалі) – це рослини помірних зон – лісові та лучні трави, серед дерев – липа, черемха, горобина, ялина, а також більшість кімнатних рослин.

б) Температура як екологічний фактор

Стосовно температури як екологічного фактора розрізняють дві групи рослин:

1. Теплолюбні (*термофіли*);

2. Холодолюбні (кріофіли).

Теплолюбні – це рослини, які добре розвиваються в умовах високих температур, **холодолюбні** – можуть рости в умовах досить низьких температур.

За ступенем адаптації до умов крайнього дефіциту тепла можна виділити такі групи рослин:

- морозостійкі – ростуть у регіонах з сезонним кліматом і холодними зимами (під час сильних морозів наземні органи дерев і чагарників промерзають, але зберігають життєздатність).

За ступенем адаптації до високих температур виділяють такі групи організмів:

- жаровитривалі – рослини сухих місцевостей з сильною інсоляцією (степи, пустелі, субтропіки), переносять півгодинне нагрівання до 50-60⁰С;

- жаростійкі – термофільні бактерії і синьо-зелені водорості, які можуть жити в гарячих джерелах при температурі 85-90⁰С.

в) Вода як екологічний фактор

Вода є необхідною умовою існування для всіх живих організмів, оскільки без неї неможливі процеси метаболізму (обміну речовин в організмі).

За здатністю рослин регулювати свій водний обмін розрізняють наступні групи рослин:

- гідрофіти – наземно-водні рослини, частково занурені у воду, які ростуть на берегах водойм та болотах (очерет зв., частуха подорожникова, калюжниця болотна та ін.);

- мезофіти – ростуть в умовах середнього зволоження, в помірному тепловому режимі і достатній забезпеченості мінеральними речовинами (вічнозелені дерева, рослини луків, хлібні злаки, овочеві, це дуже поширені на земній кулі рослини);

- ксерофіти – ростуть у місцях з недостатнім зволоженням (рослини пустель, степів).

г) Ґрунт як екологічний фактор

За різними властивостями ґрунту виділяють такі екологічні групи рослин:

за рН:

- ацидофіли – ростуть на кислих ґрунтах (рослини сфагнових боліт, хвощі, щавель, журавлина);
- нейтрофіли – ростуть у ґрунті з рН=6,7-7, це більшість культурних рослин;
- базифіли – ростуть на слабколужних ґрунтах (мати-ймачуха, анемона дібровна);
- індиферентні – ростуть при будь-якій кислотності ґрунту (конвалія, костриця овеча);

За вимогами до поживних речовин:

- оліготрофні – маловимогливі до поживних речовин (багно, верес, сосна звичайна);
- евтрофні – дуже вимогливі до поживних речовин (дуб, яглиця, переліска багаторічна);
- мезотрофні – середньовимогливі до поживних речовин (ялина зв.).

За вимогами до певних елементів:

- нітрофіли – переважають на ґрунтах, збагачених азотом (кропива, хміль, малина);
- кальцефіли – рослини, що ростуть на ґрунтах, збагачених вапняками (бавовник, виноград, маслини);
- галофіти – на засолених ґрунтах (солонець, сарзан, тамарикси);
- псамофіти – ростуть на пісках (солерос).

3. Закономірності дії екологічних факторів. Основні екологічні закони

Хоча екологічні фактори досить різноманітні, все ж є певні закономірності їхнього впливу на живі організми.

1. За певних значень фактора складаються найсприятливіші умови для життєдіяльності організмів. Такі умови називаються *оптимальними*, а відповідні значення фактора – *оптимумом*.

2. Чим більше значення фактора відхиляється від оптимального, тим сильніше пригнічується життєдіяльність організму. У зв'язку з цим виділяють *зону їх нормальної життєдіяльності*.

3. Діапазон значень фактора, за межами якого нормальна життєдіяльність організмів стає неможливою, називають *межею витривалості*. Розрізняють верхню і нижню межу витривалості.

Діапазон значень фактора, за межами якого організм почувається пригнічено, називають *зоною пригнічення (песимуму)*.

Основні екологічні закони

Німецький хімік Лібіх сформулював **закон мінімуму**: *найбільш обмежувальний ефект на організм виявляють ті фактори середовища, кількість яких близька до мінімального рівня*.

Обмежувальним називається фактор, який має тенденцію до гальмування розвитку організму. Наприклад, у разі недостачі у ґрунті необхідного поживного елемента, навіть якщо його потрібно мінімальну кількість, ніякі інші елементи його не замінять. І лише додавання цього елемента дає прибавку врожаю (наприклад, для вирощування зерна таким необхідним є бор).

Проте екологи помітили, що надмір кожного з факторів (тепло, світло, волога) може обмежити розвиток організму так само, як і його нестача. Шелфорд запропонував **закон толерантності** (екологічної валентності): *лімітуючим фактором процвітання організму може бути як мінімум, так і максимум екологічного впливу, діапазон між якими визначає величину витривалості організму до даного фактора*.

«Ефект часткової компенсації» - дія одного фактора може бути лише частково компенсована дією іншого, але повна заміна одного фактора іншим неможлива.

Наприклад, у пустелі нестача опадів частково компенсується підвищеною вологістю повітря вночі.

Закон біогенної міграції атомів (закон Вернадського): *міграція хімічних елементів на земній поверхні та в біосфері в цілому здійснюється під переважаючим впливом живої речовини, організмів*.

Закон розвитку довкілля: *будь-яка природна система розвивається лише за рахунок використання матеріально-енергетичних і інформаційних можливостей навколишнього середовища*.

ТЕМА 4. ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА. КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАБРУДНЕНЬ

План

1. Поняття забруднення навколишнього природного середовища (НПС). Класифікація забруднень.
2. Основні джерела антропогенного забруднення. Основні забруднювальні речовини.
3. Фізичні забруднення біосфери.

1. Поняття забруднення навколишнього природного середовища (НПС). Класифікація забруднень

Забруднення НПС – це внесення у навколишнє середовище нових, зазвичай не характерних хімічних і біологічних речовин, агентів або внесення в надлишковій кількості будь-яких уже відомих речовин, які чинять шкідливий вплив на природні екосистеми і людину і яких природа не здатна позбутися самоочищенням.

Речовини, які спричинюють забруднення НПС, називають забруднювальними речовинами або *забрудниками*.

Забруднення поділяються на *природні*, спричинені будь-якими природними чинниками (повені, селеві потоки, лісові та степові пожежі, а також катастрофічні наслідки великих природних стихій: виверження вулкана, падінні на землю метеоритів, комет, астероїдів. В результаті зіткнення із землею вони утворюють величезні маси пилу, які можуть спричинити значні кліматичні зміни, зокрема похолодання) і *штучні або антропогенні*, що виникають унаслідок діяльності людей.

Антропогенні забруднення за типом походження поділяють на: механічні, хімічні, фізичні та біологічні.

До *механічних* забруднень належать тверді часточки, що знаходяться у воді і ґрунті.

Хімічні забруднення – рідкі, тверді, газоподібні – різні хімічні речовини, що утворились у хімічній, металургійній чи ін. галузях господарства.

Фізичні забруднення поділяються на: *теплові, електричні, радіаційні та світлові, шуми, вібрації та гравітаційні сили.*

а) Теплові (термальні) забруднення виникають унаслідок підвищення температури середовища, головним чином у зв'язку з промисловими викидами нагрітих відхідних газів і води.

б) Світлові забруднення пов'язані з порушенням природного освітлення місцевості в результаті дії штучних джерел світла.

в) Шумове забруднення є наслідком збільшення інтенсивності шуму понад природний рівень

г) Електромагнітне забруднення створюється в результаті зміни електромагнітних властивостей середовища (від ліній електропередач, радіо і телебачення тощо), що призводить до геофізичних аномалій і змін у біологічних структурах.

д) Радіоактивне забруднення пов'язане з підвищенням природного радіаційного фону і концентрації в середовищі радіоактивних речовин.

е) Біологічне забруднення спричиняється появою великої кількості мікроорганізмів унаслідок масового їх розмноження на середовищах антропогенного походження.

2. Основні джерела антропогенного забруднення. Основні забруднювальні речовини

Основні джерела антропогенного забруднення: ТЕС, ГЕС, АЕС, котельні; промислові об'єкти: металургійні, хімічні, нафтопереробні, цементні комбінати; перехімізоване сільськогосподарське виробництво, військова промисловість, гірниче виробництво.

Енергетика, металургійна промисловість та автотранспорт створюють близько 85% усього обсягу забруднень.

Причиною бурхливого розвитку глобальної екологічної кризи є демографічний вибух, дуже швидке зростання населення нашої планети, що супроводжується збільшенням темпів і обсягів знищення природних ресурсів, нагромадженням великої кількості відходів.

До основних найпоширеніших забруднювальних речовин навколишнього середовища відносяться:

Оксид карбону (вуглецю) CO , або чадний газ. Утворюється внаслідок неповного згоряння кам'яного вугілля, газу, деревини, нафти, бензину. При концентрації більше 1% негативно впливає на рослини, тварини, людину; більше 4% - спричиняє смерть. Лише один автомобіль за добу викидає в повітря близько 3,6 CO . Потрапляючи в кров, позбавляє еритроцити здатності транспортувати кисень. В результаті настає кисневе голодування, задуха.

Оксиди нітрогену (NO , NO_2 , N_2O та ін.) значно небезпечніші для людини, ніж чадний газ. Їх багато в районах металургійних і хімічних заводів, ТЕС. З'єднуючись з водою у наших дихальних шляхах, вони утворюють азотну (нітратну) кислоту, що спричиняє сильні подразнення слизових оболонок.

Токсичні вуглеводні (парафіни, нафтени, ароматичні вуглеводні, бензапірен та ін.) – пари пального, що викидаються в повітря з двигунів внутрішнього згоряння. Вони є причиною утворення смогів – фотохімічних туманів у великих містах. Туман неприємно пахне, подразнює очі, горло, спричиняє астму.

Сірчаний ангідрид (SO_3) – утворюється внаслідок окислення сірчастого ангідриду в атмосфері під час фотохімічних і каталітичних реакцій і є розчином сірчаної кислоти в дощовій воді, яка підкислює ґрунти, посилює корозію металів, руйнування гуми, загострює хвороби дихальної системи. Поширений в районі хімічної, металургійної промисловості, ТЕС.

Сірчистий ангідрид (сірчаний газ SO_2) виділяється під час згоряння палива з домішками сірки: вугілля, нафти. Спричиняє некроз (відмирання) тканин рослинного організму, їх опадання, подразнює слизову оболонку очей і дихальних шляхів.

Сполуки хлору поширюються в повітрі навколо хімічних заводів, що виробляють хлоридну кислоту, пестициди, цемент, суперфосфат, оцет, хлорне вапно, соду. У великій кількості вони дуже шкідливі для рослин, тварин і людини.

Сполуки фтору (флуору) характерні для районів, де діють підприємства, що виробляють алюміній, емаль, скло, кераміку, фарфор, сталь, фосфорні добрива. Ці речовини надзвичайно

токсичні. Призводять до швидкого псування зубів, кісток, некрозу нирок.

Важкі метали (Cu, Ni, Pb, Cd, Hg і ін.).

Pb (плюмбум) – головне джерело надходження -це автотранспорт. Міститься у ґрунтах, воді, повітрі. Викидається з вихлопними газами, які утворюються в двигунах внутрішнього згорання при використанні етильованого бензину. Сполуки *Pb* містяться також у свинцевих фарбах, свинцевих покриттях водогінних труб тощо. Незначна кількість в організмі людини призводить до зниження інтелектуального розвитку, глухоти, безпліддя, затримки росту тощо.

Cd (кадмій) – теж досить отруйна речовина, незначні концентрації якої призводять до серйозних захворювань нервової системи, кісткової тканини, а тривала дія – навіть до смерті. В середовище надходить під час видобутку та переробки металоносних корисних копалин, згорання деяких видів палива, спалювання побутових відходів, з промисловими стічними водами.

Hg (меркурій) – дуже отруйна речовина. В організмі людини з'єднуючись з білками, частково відкладаються в печінці, в тканинах мозку.

3. Фізичні забруднення біосфери

До фізичних забруднень біосфери належать шумове, теплове забруднення, вібрації, електромагнітні поля, іонізуюче випромінювання.

Під **шумом** розуміють усі неприємні та небажані звуки, які заважають нормально працювати, сприймати потрібні звукові сигнали, відпочивати.

Шуми негативно впливають на здоров'я людей, призводять до серцево-судинних захворювань, захворювань нервової системи та органів слуху. Так, звичайна розмова ведеться в межах інтенсивності звуку 30-60 дБ (децибел), що відповідає частоті 250-10000 Гц (герц). Допустимі межі сили звуку становлять 45-85 дБ, больовий поріг – 140 дБ. При постійному шумі силою 70 дБ виникає розлад ендокринної та

нервової системи, 90 дБ – порушення слуху, 120 дБ – з'являється нестерпний фізичний біль.

Джерелами шумів є транспорт, промислові об'єкти, музичні інструменти, зокрема потужна електроакустична апаратура та рок-ансамблі. В концертних залах, де вони виступають, інтенсивність звуку досягає 120 дБ. Для порівняння: цокання годинника – близько 30 дБ, шелест листя і тихий шепіт на відстані 1 м – 10-15 дБ, рух вантажної машини – 90-95, поїзда – 95-100, літака в повітрі 105 дБ.

Теплове забруднення створюють викиди підприємств і устаткування, що використовують процеси горіння і нагрівання. Це ТЕС, опалювальні системи, різні теплові агрегати. Верхня межа витривалості організмів стосовно температури не перевищує 40-45⁰С. Оптимум – це 15-30⁰С.

Вібрації – це тремтіння або струс усього тіла людини чи окремих його частин під час виконання різних робіт (робота в шахтах з відбійним молотком, розпилювання матеріалів, бетоноукладання тощо).

Тривалі вібрації призводять до сильної втоми і значних порушень багатьох функцій організму: струсу мозку, деформації м'язів, розриву тканини, порушень серцевої діяльності тощо. Допустимі норми вібраційних навантажень – від 2 до 2000 Гц, для коливальних рухів – від 0,45-1,12 до 4 см/с.

Електромагнітні поля. Головними джерелами електромагнітних випромінювань є радіотелевізійні станції, високовольні лінії електропередач (ЛЕП), електростанції, трансформаторні підстанції. Рівень електромагнітних випромінювань у цих місцях змінюється від 50-100 до 300 Гц і значно перевищує допустимі гігієнічні норми.

Іонізуюче випромінювання. Особливо небезпечним забрудником природного середовища є іонізуюче випромінювання, тобто радіація. Радіонукліди, потрапляючи з їжею, водою або повітрям в організм, руйнують його клітини, можуть змінювати генетичний код клітин (це так звані мутації), що призводить до онкозахворювань.

Джерелами штучної радіації є медичні рентгенівські установки, ядерна медицина, атомні електростанції, будівельні

матеріали. Природною радіоактивністю володіють: граніт, щебінь, графіт, туф, пемза.

Постійний викид радіоактивних частинок відбувається з димами ТЕС, під час видобутку радіоактивної сировини та її транспортуванні, захороненні відходів.

ТЕМА 5. АНТРОПОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ. ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА ТА ЗАХОДИ БОРОТЬБИ ІЗ ЗАБРУДНЕННЯМ

План

1. Поняття атмосфери та її будова.
2. Основні забруднювачі та джерела забруднення атмосфери.
3. Парниковий ефект. Кислотні дощі.
4. Заходи боротьби із забрудненням атмосфери.

1. Поняття атмосфери та її будова

Атмосфера – це газова оболонка Землі, що складається із суміші різних газів, водяних парів і пилових частинок.

Атмосфера сягає в космічний простір приблизно на 3000 км і поділяється на: *тропосферу* (до висоти 18 км), *стратосферу* (до 50 км), *мезосферу* (до 80 км), *термосферу* або іоносферу (до 1000 км), *екзосферу* (до 1900 км), *геокорону* (до 20 000 км). Геокорона поступово переходить у міжпланетний вакуум.

Тропосфера – найщільніший шар повітря, розташований над Землею (до 80% маси атмосфери). Тут розвиваються фізичні процеси, що формують погоду і впливають на клімат планети. Температура повітря в тропосфері знижується із збільшенням висоти (від 40°C до -50°C).

У *стратосфері* повітря розріджене. У ній на висоті від 20 до 50 км знаходиться озоновий шар, що поглинає більшу частину ультрафіолетового випромінювання і захищає життя на Землі - так званий *озоновий екран*. У стратосфері температура змінюється від -50°C до +10°C.

Головною особливістю мезосфери є різке зниження температури до $-70\dots-90^{\circ}\text{C}$. Тут утворюються сріблясті хмари, що складаються з кристалів льоду.

У термосфері іде постійне підвищення температури із висотою і на висоті 200 км перевищує 1500°C . У цьому шарі спостерігається підвищена іонізація молекул газу.

Головними складовими атмосфери є: азот (нітроген) – 78%, кисень (окисген) – 21%, аргон – 0,9%, вуглекислий газ (оксид карбону) – 0,03%, малі домішки – водень (гідроген), неон, гелій та ін. гази.

2. Основні забруднювачі та джерела забруднення атмосфери

Під забрудненням атмосфери розуміють рідкі і тверді часточки та газоподібні речовини, що надходять в атмосферу внаслідок побутової та промислової діяльності людей, а також фізіологічного життя людей і тварин у понаднормовій кількості.

Забруднення атмосфери відбувається як природним, так і антропогенним шляхом.

До природних джерел забруднення належать: пилові бурі, діяльність вулканів, лісові пожежі, вивітрювання порід, розкладання живих організмів тощо.

Штучними (антропогенними) джерелами забруднення атмосфери є промислові підприємства, транспорт, теплоенергетика, опалювання житла, сільське господарство.

Щороку в атмосферу внаслідок спалювання палива та з ін. джерел потрапляє до 25 млрд. т оксиду вуглецю (карбону) (IV), понад 200 млн. т діоксиду вуглецю (карбону) (II), близько 200 млн. т оксиду сірки (сульфуру) (IV), понад 50 млрд. т різних вуглеводнів.

Вчені прогнозують, що до 2050 року вміст вуглекислого газу (оксиду карбону) в атмосфері може подвоїтись у порівнянні з 1978 роком. У багатьох містах України концентрації забруднювальних речовин у кілька разів перевищують ГДК. Основними джерелами забруднення є енергетика (ТЕС та ГЕС), промислові підприємства, транспорт (у першу чергу

автомобільний), комунальне і сільське господарство та військово-промисловий комплекс.

Класифікація забруднень атмосфери наступна:

- за агрегатним станом: газуваті, рідкі, тверді, змішані;

- за температурою викидних газів: нагріті (або гарячі) – температура яких вища за температуру атмосферного повітря та холодні;

- за локалізацією: в основному, допоміжному, підсобному виробництвах;

- за ознаками очищення: викиди без очищення та після очищення.

3. Парниковий ефект. Кислотні дощі

У земній атмосфері оксид карбону (IV) або вуглекислий газ (CO₂) діє як скло в теплиці – вільно пропускає сонячні промені, але втримує тепло Землі. Це спричиняє розігрівання атмосфери, відоме як *парниковий ефект*.

За даними підрахунків ООН, в найближчі десятиліття температура на Зелі зросте на 3⁰C. Це призведе до танення льодовиків, що зумовить підняття рівня Світового океану на 2-3 м і затоплення прибережних районів. Можуть зникнути під водою міста і навіть цілі країни. Крім того, відбудеться зміщення кліматичних полюсів, будуть заповдіані збитки сільському господарству. З метою запобігання впливу парникових газів на всесвітній конференції ООН у Токіо у 1998 році було прийняте рішення про квотування викидів парникових газів. Це має на меті обмежити зростання викиду їх в атмосферу.

Оксиди сульфуру і нітрогену, що потрапляють у атмосферу внаслідок роботи ТЕС і автодвигунів, сполучаючись із атмосферною вологою, утворюють дрібні крапельки сульфатної та нітратної кислот. Вони переносяться вітрами у вигляді кислотного туману і випадають на Землю *кислотними дощами*, які знижують врожайність сільгоспкультур, від них гинуть ліси, отруюється вода в річках, гине риба, різноманітні комахи, прискорюється руйнування пам'ятників архітектури, житлових будинків. Вдихання людьми повітря, забрудненого

кислотним туманом, спричинює захворювання дихальних шляхів.

4. Заходи боротьби із забрудненням атмосфери

Основними і найбільш дієвими заходами боротьби із забрудненням атмосфери є **економічні**: існує сувора система штрафів за понадлімітні викиди в атмосферу.

До **технологічних** заходів боротьби із забрудненням атмосфери належать:

- забезпечення джерел викидів очисними системами;
- заміна вугілля та мазуту на ТЕС на газове паливо;
- регулювання двигунів внутрішнього згоряння в автомобілях (установка спеціальних каталізаторів для допалювання пального, заміна етильованого бензину на менш шкідливий), тощо.

Організаційні заходи боротьби із забрудненням атмосфери:

- збільшення озеленення міст;
- правильне планування житлових районів у містах, створення зелених зон;
- використання під час будівництва звукопоглинаючих матеріалів тощо.

Розрізняють наступні методи очищення вихідних газів: **механічні** (очисні механізми, фільтри); **фізико-хімічні** (абсорбція, адсорбція); **хімічні** (хемосорбція, каталітичне окислення).

ТЕМА 6. АНТРОПОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ ГІДРОСФЕРИ. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ

План

1. Поняття гідросфери. Значення води.
2. Водоспоживачі та водокористувачі води.
3. Джерела забруднення гідросфери.
4. Забруднення природних вод України.
5. Контроль якості води. Способи очищення стічних вод.

1. Поняття гідросфери. Значення води

Гідросфера – це водна оболонка нашої планети, сукупність океанів, морів, вод континентів, льодовикових покривів.

Загальні запаси води на Землі – близько 1,5 млрд. км³. Прісна вода становить всього 2,7% від загальної кількості на планеті, причому 77% її зосереджено в льодовиках.

Вода є однією з найбільш необхідних речовин на планеті, оскільки бере участь у кожному процесі, що відбувається в живих організмах. Тіла всіх живих організмів складаються переважно із води: у рослин – на 90-95%, у тварин і людини – на 70%. Людина для задоволення своїх життєвих потреб щодоби споживає 2-2,5 л чистої прісної води. У виробничій і господарській діяльності люди використовують воду як сировину (для приготування страв і напоїв), як реагент для здійснення різних хіміко-технологічних процесів, як теплоносій в теплоенергетичних процесах та для охолодження обладнання і матеріалів, а також для очищення, миття, зрошення полів, гідротранспортування тощо. З океанів, морів і річок виловлюють рибу, з підводних родовищ видобувають паливо (нафту, газ). Водне середовище використовують для транспортування вантажів (водний транспорт), а також для місць відпочинку і туризму (рекреаційне значення).

Основним джерелом водопостачання для людей є річковий стік. Найбільший стік має річка Амазонка в Бразилії. В Україні головним джерелом води є Дніпро. Найбільші запаси прісної води (до 80%) зосереджені в озері Байкал (Росія).

Водні ресурси на Землі розподілені нерівномірно. Важка ситуація із водозабезпеченням склалася в Азійсько-Тихоокеанському регіоні (Таїланд, Південна Корея, Японія), у басейнах Нілу, Тигру та Євфрату. В Об'єднаних Арабських Еміратах, наприклад, п'ють опріснену морську воду.

Річковий стік України становить приблизно 83 млрд. м³, в посушливі роки зменшується до 48 млрд. м³. На території країни цей стік розподілений також нерівномірно. До 70% стоку припадає на Південно-Західний економічний район, в якому

проживає лише 40% населення. До складу водних ресурсів України належать і підземні води, запаси яких становлять 57 млн. м³. Великі запаси підземних вод мають Київська, Полтавська, Херсонська, Харківська, Рівненська, Львівська, Сумська та Луганська області.

2. Водоспоживачі та водокористувачі води

Усі галузі господарства за відношенням до водних ресурсів поділяють на водоспоживачів і водокористувачів.

Водоспоживачі забирають воду з джерел і використовують її за призначенням (пиття, приготування їжі, вирощування сільгосппродукції, здійснення технологічних процесів на виробництві, обігрів приміщень тощо). Основними споживачами води є сільське, комунальне господарство та промисловість. Так, середній хімічний комбінат щодоби споживає 1-2 млн. м³ води. Для роботи ТЕС потужністю 300 тис. кВт потрібно близько 300 км³ води на рік. АЕС використовують у середньому вдвічі більше води на 1 кВт виробленої електроенергії, ніж ТЕС.

Водокористувачі використовують воду як середовище або джерело енергії і не забирають її з джерел (водний транспорт, рибальство, туризм, спорт, ГЕС тощо).

У залежності від цілей водокористування джерела водопостачання поділяються на дві категорії.

До 1 категорії відносяться водні об'єкти, що використовуються як джерела централізованого або нецентралізованого господарсько-питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості.

До 2 категорії відносяться водні об'єкти для культурно-побутових цілей і ті, що знаходяться в межах населених пунктів.

Навколо водозабору або іншого джерела водопостачання влаштовують зони санітарної охорони.

3. Джерела забруднення гідросфери

Забруднення гідросфери поділяють на хімічне, фізичне, біологічне і теплове.

Хімічне забруднення відбувається внаслідок надходження у водойми шкідливих домішок (кислоти, нафтопродукти, миючі, пестициди, важкі метали тощо).

Фізичне забруднення пов'язане зі зміною фізичних властивостей води – прозорості, мутності в результаті змиву з сільгоспполів.

Біологічне забруднення води відбувається в результаті надходження у водойми із стічними водами різних мікроорганізмів (вірусів, бактерій).

Теплове забруднення спричинене спуском у водойми теплих вод від різних енергетичних установок.

З розвитком промисловості річки й озера стали все більше забруднюватись скидами недостатньо очищених стічних вод, промисловими відходами і термічними водами гідроелектростанцій. Забруднення річок і озер зросло внаслідок змивання добрив, пестицидів і гербіцидів з сільгоспугідь, а також внаслідок кислотних дощів. *Найінтенсивнішими забруднювачами поверхневих вод є целюлозо-паперові, хімічні, нафтопереробні, харчові, металургійні комбінати. Дуже небезпечним є сплавання лісу, обробленого антисептиками.*

Синтетичні миючі засоби, що потрапляють у водойми, викликають неприємний смак і запах води та утворюють піну і плівку на поверхні, що утруднює доступ кисню та призводить до загибелі водних організмів.

Особливо небезпечні для здоров'я людини є забруднення природних вод побутовими стоками. Така вода містить збудники інфекційних захворювань. До невітшних наслідків призводить забруднення вод важкими металами. Вони поглинаються фітопланктоном і по харчовому ланцюгу можуть надходити в організм людини. Спрацьовує в даному випадку кумулятивний ефект – все більше накопичення забруднювача в наступній ланці такого ланцюга.

На ТЕС і АЕС відбувається не менш шкідливе теплове забруднення вод. При підвищенні температури води водойми до 26-30°C відбувається пригнічення життєдіяльності риб, понад 30°C – спостерігається шкідлива дія на біоценози, а при 34-36°C – гине риба та інші види організмів.

Останнім часом значно погіршився стан вод Світового океану. Його поверхня вкрита пластиком, котрий багато років не розкладається у воді. Таких твердих відходів нагромадилося вже понад 20 млн. тон. До найбільш шкідливих забруднювачів Світового океану належить нафта та нафтопродукти. Так, 1 літр нафти забруднює до 12 м² поверхні води водойми. Жертвами нафтового забруднення щорічно стають багато птахів, планктон, морські тварини. Велику небезпеку становить забруднення Світового океану радіоактивними речовинами внаслідок випробування термоядерної зброї, захоронення радіоактивних відходів.

Сьогодні проблема захисту вод Світового океану стає однією із найактуальніших, бо стосується всіх країн світу. Тому ООН прийняла у 1982 році міжнародну угоду «Хартія морів». За цією угодою держави мають зберігати морське середовище та захищати від забруднення.

4. Забруднення природних вод України

Найбільшими річками України є Дніпро і Дністер, у басейні яких проживає близько 80% населення. Ці ріки впродовж тривалого часу мали велику біологічну продуктивність. З інтенсивним розвитком промисловості, сільського господарства і житлово-комунального господарства було побудовано 800 водосховищ, у басейні Дніпра працюють 4 атомні електростанції. У води річки щороку скидається близько 10 млрд. м³ неочищених стічних вод. Води Дніпра містять до 38 ГДК амонійного азоту, до 29 ГДК цинку, до 25 ГДК мангану та ін. речовин. Ріка втратила можливість самоочищатися. Надзвичайно небезпечним є радіаційне забруднення донних відкладів Дніпра, особливо Київського водосховища після аварії на ЧАЕС.

Малі річки України забруднені ще більше. Таким чином, 36 мільйонів жителів України, що споживають води Дніпра, можуть залишитися без питної води уже в 21 столітті. У надзвичайно незадовільному екологічному стані перебуває Азовське море. Нітратне забруднення, що перевищує ГДК, відмічається практично по всій території України.

Якісний склад підземних вод України в цілому кращий, ніж поверхневого стоку, хоча місцями спостерігається теж забруднення підземних вод деяких горизонтів стоками промислових підприємств, тваринницьких комплексів.

Наслідки забруднення водного середовища можуть бути дуже небезпечними для здоров'я людини. Так, патогенні бактерії та віруси можуть спричинити захворювання на холеру, дизентерію, тиф; поліциклічні ароматичні вуглеводні призводять до онкозахворювань.

5. Контроль якості води. Способи очищення стічних вод

Проблема забезпечення належної якості води є однією з найбільш важливих і має глобальне значення. Вода характеризується складом та властивостями, котрі визначають її придатність для конкретних видів водокористування. Якість, склад та властивості води у водоймах регламентуються гігієнічними вимогами та санітарними нормами.

Для *гігієнічної* оцінки води використовують такі показники: кількість завислих речовин; кількість плаваючих речовин; температура; водний показник рН; мінеральний склад; розчинний кисень; біологічно повне споживання кисню; хімічне споживання кисню; наявність збудників захворювань.

Для *санітарної* оцінки води використовують показники: гранично допустимі концентрації речовин у воді (ГДК); орієнтовно допустимі рівні речовин у воді (ОДР); лімітуючі ознаки шкідливості (ЛОШ).

Хімічні речовини у воді поділяються за класами безпеки: *1 клас – надзвичайно небезпечні; 2 клас – високо небезпечні; 3 клас – небезпечні; 4 клас – помірно небезпечні.*

До 1 класу безпеки належать бензапірен, діоксин, тетраетилсвинець.

Крім державного контролю стан води контролюється підприємствами, що скидають воду. Для цього на підприємствах при заводських лабораторіях створюють пости, обладнані спеціальною апаратурою, що контролює якість води.

Способи очищення стічних вод

Охорона вод – це система заходів, спрямованих на запобігання та усунення наслідків забруднення. Вона передбачає розробку методів і засобів очищення стоків, контроль якості води.

Способи очищення забруднених промислових вод можна об'єднати в такі групи: механічні, фізичні, фізико-механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні, комплексні.

1. Механічні – застосовуються для очищення стоків від твердих та маслянистих забруднень, здійснюються такими методами: *подрібнення; відстоювання; розділення води і забруднювачів за допомогою центрифуги; фільтрування через сито, пісок; освітлення води шляхом пропускання через пісок.*

2. Фізико-механічні: *флотація* – процес молекулярного прилипання частинок забруднень до поверхні розподілу двох фаз; *зворотний осмос* – фільтрування стічних вод через напівпроникні мембрани під тиском; *ультрафільтрація* – мембранний процес розподілу розчинів, осмотичний тиск котрих малий; *електродіаліз* – процес сепарації іонів солей в мембранному апараті, що здійснюється під впливом струму.

3. Хімічне очищення – використовують для зниження корозійної активності стічних вод, видалення важких металів, окислення сірководню, для дезінфекції води. Включає:

- *окислення* (окислювачами є хлор, озон, кисень, гіпохлорид);

- *нейтралізацію* (додаванням вапна, карбонатів кальцію);

- *коагуляція* (з'єднання дрібних частинок забруднювачів в більші за допомогою коагулянтів – вапняного молока, солей алюмінію, заліза);

- *флокуляція* – процес агрегації дрібних частинок забруднювачів (додаванням кремнієвої кислоти, крохмалю, целюлози);

- *сорбція* – процес поглинання забруднень твердими та рідкими сорбентами (додаванням активованого вугілля, золи, торфу, активної глини тощо);

- *екстракція* – вилучення зі стічних вод цінних речовин за допомогою екстрагентів;

- *іонний обмін* - вилучення зі стічних вод цінних домішок хрому, цинку, міді за рахунок обміну іонами між домішками та іонами.

4. Бактеріологічне очищення: *нагрівання; хлорування; обробка ультрафіолетовими променями; біообробка; електроліз срібла* (іони срібла мають бактеріальну дію).

У 2010 році Міністерство охорони здоров'я України з метою забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення затвердило **санітарні правила і норми (СанПіН)** «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання», де сформульовано жорсткі вимоги щодо вмісту забруднювальних речовин, які за своїми показниками наближені до нормативів ВООЗ.

ТЕМА 7. АНТРОПОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ ЛІТОСФЕРИ. НОРМУВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ

План

1. Поняття літосфери.
2. Вплив діяльності людського суспільства на геологічне середовище.
3. Забруднення ґрунтів. Вплив господарської діяльності на ґрунт.
4. Вплив забруднення ґрунтів на здоров'я людей. Нормування забруднення.

1. Поняття літосфери

Літосфера – зовнішня тверда оболонка Землі, яка включає всю земну кору з частиною верхньої мантії й складається з осадових, магматичних і метаморфічних порід.

Товщина літосфери на континентах становить 25-200 км, а під океаном – 5-100 км. Найглибші шахти, пройдені людиною, сягають 3-4 км, а найглибша в світі свердловина (пройдена на Кольському півострові) – трохи більше за 12 км. Про склад і будову глибинних зон літосфери нам відомо лише на основі

непрямих методів, таких як сейсмо-, електророзвідка, гравіметрія тощо.

Літосфера як елемент глобальної екосистеми, виконує важливі функції:

1. На її поверхні живе більшість рослинних і тваринних організмів, а також Людина.

2. Верхня тонка оболонка літосфери на материках – це ґрунти, що забезпечують умови життя для рослин і є основним джерелом отримання продуктів харчування для людей.

3. Літосфера – це «комора» корисних копалин – енергетичної сировини, руд, металів, мінеральних добрив, будматеріалів тощо.

Корисні копалини відносяться до *вичерпних невідновних* ресурсів. 99% земної кори утворюють вісім елементів: кисень, водень, кремній, алюміній, залізо, магній, кальцій, натрій. На континентах земна кора складається із трьох шарів: 1-й шар – осадові породи, 2-й – гранітогнейсові, 3-й – базальтовий шар. Під океанами кора «океанічного типу» складається із двох шарів: осадові породи залягають просто на базальтах, гранітогнейсового шару немає.

Основна частина літосфери складається з вивержених магматичних порід (95%), серед яких на континентах переважають граніти, а в океанах - базальти.

Актуальність вивчення літосфери зумовлена тим, що вона є середовищем існування усіх мінеральних ресурсів, одним з основних об'єктів антропогенної діяльності, через значні зміни якої розвивається глобальна екологічна криза.

2. Вплив діяльності людського суспільства на геологічне середовище

З розвитком науки та техніки невідно зростає антропогенний вплив на геологічне середовище. До початку 18 ст. людина використовувала 26 елементів мінеральної сировини, на початку 20 ст. – 59, а сьогодні – більше 80.

Тому найбільш негативно впливають на геологічне середовище гірничодобувна і будівельна галузі промисловості. Лише 10% мінеральної сировини, що добувається з надр

планети, перетворюється на готову продукцію, а решта 90 забруднює біосферу.

Внаслідок видобування, збагачення та переробки корисних копалин, нагромадження порожньої породи та відходів виробництва відбувається концентрація шкідливих елементів – важких металів, радіонуклідів тощо, що призводить до важких захворювань і навіть масової загибелі рослин і тварин.

Під час геологорозвідувальних робіт змінюються природні ландшафти місцевості, порушується ґрунтово-рослинний покрив, утворюються западини через прокладання відкритих каналів, шурфів, розчисток порід.

Будівництво й експлуатація різноманітних будівель та інженерних споруд має значний негативний вплив на геологічне середовище.

Особливо зросли останнім часом обсяги видобутку мінеральних ресурсів. З надр Землі видобувають вугілля, нафту, газ та корисні копалини. В Україні досліджено 90 видів корисних копалин, які зосереджені у 8000 родовищ. Використання людством корисних копалин подвоюється через кожних 15 років.

Будівництво свердловин, шахт та кар'єрів пов'язане з відчуженням родючих земель, зміною ландшафтів та погіршенням екологічної ситуації. В Україні щороку відводиться близько 5-7 тис. га земель для складування відходів. Створення глибоких (до 800 м) і значних за площею кар'єрів супроводжується зсувами, обвалами і селями. Навколо родовищ облаштовують відвали пустої породи і терикони. Під час підземних розробок утворюються пустоти та обвали.

3. Забруднення ґрунтів. Вплив господарської діяльності на ґрунт

Ґрунт – самостійне природне органічно-мінеральне тіло, яке виникло на поверхні Землі внаслідок тривалого впливу біотичних, абіотичних і антропогенних факторів. Відноситься до *вичерпних відновних* ресурсів.

Ґрунт складається з твердих мінеральних і органічних частинок. Він має специфічні генетико-морфологічні властивості, які створюють відповідні умови для росту та розвитку рослин і родючості. Ґрунти, залежно від кліматичних, геологічних та географічних умов мають товщину від 15-25 см до 2-3 м.

Найбільшим багатством ґрунту є його гумус – органічна речовина. Його роль в біосфері величезна. В українських чорноземах вміст гумусу становить 4-6%, а ще в кінці 19 ст. його вміст становив 8-12 і навіть 16 %. Природі для того, аби утворити шар гумусу завтовшки 1 сантиметр, потрібно 250-400 років. Зменшення вмісту цієї речовини на 1% зменшує врожайність зернових на кілька центнерів.

Шкідливий антропогенний вплив, а також розгул стихій завдають ґрунтам величезної шкоди. Це, *насамперед, водна і вітрова ерозія, погіршення ґрунтової структури, механічне руйнування та ущільнення ґрунту, постійне збіднення на гумус та поживні речовини, забруднення ґрунту мінеральними добривами, отрутохімікатами, перезволоження та засоленість земель.*

Негативний бік мають і такі важливі для сільського господарства роботи, як зрошення і осушення земель. Зрошені землі дають близько 30% продукції рослинництва, але створення водойм і зрошення великих територій призводить до підняття рівня ґрунтових вод і зміни їхнього хімічного складу, відбуваються засолення та заболочування ґрунтів. А внаслідок осушення зникають болота, міліють річки, зменшується біологічне різноманіття. Значних збитків ґрунтам завдають водна та вітрова ерозії.

Проблема охорони та раціонального використання земель є однією із найважливіших завдань людства, бо 98% продуктів харчування людина отримує за рахунок обробітку землі.

Сьогодні особливого значення набуває **рекультивация земель** – повне або часткове відновлення ландшафту та родючості ґрунту, порушених господарською діяльністю. Вона передбачає вирівнювання земель, лісопосадки, створення парків та ін.).

4. Вплив забруднення ґрунтів на здоров'я людей. Нормування забруднення

Сьогодні дедалі більш відчутними стають негативні наслідки хімізації сільського господарства. З ґрунту хімічні речовини переходять в рослини, а далі з їжею потрапляють в організм тварин та людей. Там, де інтенсивно застосовуються отрутохімікати, у місцевого населення ушкоджуються структури спадковості, ЦНС, виникає алергія, онкохвороби.

Ґрунти мають здатність накопичувати ці речовини, котрі вражають живі організми та викликають захворювання. Найбільш поширеними є забруднення ґрунтів канцерогенами. Основними джерелами канцерогенних забруднень є вихлопні гази двигунів транспортних засобів, а також викиди котелень та промислових підприємств.

Патогенні мікроорганізми, котрі потрапляють в ґрунт та розмножуються в ньому, можуть бути збудниками інфекційних захворювань.

Важливими заходами щодо збереження ґрунтів є гігієнічне регламентування їхнього забруднення. Було розроблено методичні рекомендації щодо встановлення *гранично допустимих концентрацій (ГДК)* хімічних речовин у ґрунтах. *ГДК* – це частка хімічної речовини, що забруднює ґрунти і не справляє прямої або опосередкованої дії, включаючи віддалені наслідки для навколишнього середовища та здоров'я людини.

Заходи з охорони ґрунтів поділяють на:

- *агротехнічні* (поліпшення агрономічних властивостей ґрунту – боронування, щілинування, прийоми для снігозатримання тощо);
- *лісотехнічні* (шляхом заліснення схилів і ярів);
- *хімічні* (поліпшення агрохімічних та агрофізичних властивостей ґрунту шляхом використання вапна, торфу, гною тощо);
- *гідротехнічні* (спрямовані на поліпшення водного режиму шляхом обводнення або осушення).

Контроль стану ґрунту здійснюється за спеціальними методиками санітарними лікарями, санітарно-епідеміологічними станціями, агрохімічними лабораторіями.

Для керування процесом охорони природи, раціонального природокористування та екологічної безпеки проводиться *екологічний моніторинг* – система спостережень, оцінки й прогнозування змін стану НПС під впливом антропогенних факторів.

ТЕМА 8. ШЛЯХИ ТА МЕТОДИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА. ПРАВОВІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЇ

План

1. Поняття про урбоекологію.
2. Архітектурна екологія.
3. Екологічна експертиза проектів.
4. Відповідальність за порушення природоохоронного законодавства.

1. Поняття про урбоекологію

Урбоекологія (від лат. – міський) – це наука про взаємозв'язки і взаємодію в просторі і часі двох систем – міської (в складі підсистем: соціальної, технічної, енергетичної, адміністративної) і природної.

Це новий напрям в екології, об'єктом досліджень якого є людина в урбанізованому середовищі, людські поселення у природному оточенні та взаємозв'язки між навколишнім середовищем і людиною як біологічною і соціальною істотою.

Урбоекологія включає комплекс містобудівельних, медико-біологічних, географічних, соціальних, економічних і технічних наук, які в рамках екології людини вивчають взаємовплив виробничої і невиробничої діяльності людей з навколишнім природним середовищем на території населених місць і їх систем.

Головна мета урбоекології полягає у пошуку шляхів і розробці рішень у рамках містобудування, спрямованих на забезпечення гігієнічних та ін. умов життя населення, а також на

всемірну раціоналізацію природокористування в межах даної території.

Основні питання, які досліджує урбоекологія:

- забезпечення стійкості міста, скорочення глобальних і регіональних впливів міста на НПС, досягнення стану екологічної рівноваги;

- створення високої якості життя людей і гідного житла для кожної людини;

- сприятливе розміщення промисловості, екологізація транспорту;

- фітомеліорація, озеленення поверхонь;

- очистка атмосферного повітря, стічних вод і система збору відходів.

Тільки комплексний підхід у містобудуванні може дати людині екологічний комфорт її проживання.

Окремо слід розглянути вплив зелених насаджень на міські екосистеми. Міські насадження – важливий фактор у створенні комфортних мікрокліматичних умов. Дерева, чагарники, газони, квіти впливають на мікроклімат міста, створюючи тінь і зволожуючи повітря. Останнім часом екологи і гігієністи включають у поняття комфортності міського клімату такі корисні властивості насаджень, як *киснеутворення, пилозатримання, фітонцидність*. Так, двадцятирічне соснове насадження площею 1 га поглинає до 9 т вуглекислого газу і виділяє 7 т кисню. Як відомо, оптимальна норма споживання кисню на одну людину становить 400 кг на рік. ВООЗ вважає, що на одного міського мешканця слід мати 50 м² міських насаджень і 300 м² приміських.

2. Архітектурна екологія

Архітектурна екологія – це прикладна наука, яка визначає принципи формування екологічно комфортного середовища архітектурно-будівельними засобами і розробляє рекомендації по раціональній діяльності в системі «природа-місто-людина».

З точки зору формування системних містобудівних знань і обґрунтованих еколого-містобудівних рішень ця наука є новою.

Однак практичною екологією люди почали займатись дуже давно, коли і слова такого не існувало. Де вибрати найбільш вдале місце для будівництва поселень, як правильно побудувати будинок, куди спрямувати вікна, щоб «спіймати» сонце, як захистити двір і садibu від вітру і сніжних заносів, яким чином проводить оранку, щоб не порушити родючість ґрунту, як уберегти свій дім від блискавки, а посіви від граду – всі ці премудрості люди пізнавали протягом віків і передавали із покоління в покоління.

У книзі американського архітектора і вченого Джона Ароніна «Клімат і архітектура» наводиться багато прикладів того, як людина навчилась використовувати природно-кліматичні умови при будівництві житла: круглі, обтічні для вітру будинки є у народів півночі; хижини, підняті над землею на сваях - у жителів екваторіальних країн.

Архітектурна екологія розглядає і вирішує наступні актуальні проблеми сучасної архітектури:

- наближення жителів міст до природного середовища;
- органічне поєднання будівель, інженерних споруд, природного культурного середовища;
- освоєння незручних для забудови територій;
- екологічне виховання і екологічна освіта жителів міста красивим, екологічним, здоровим навколишнім середовищем та ін.

Екологія житла

Проблема екології житла є найбільш актуальною у 21 столітті, в той час, коли людина у гонитві за модою використовує нові, малодосліджені технології і матеріали для свого будинку, навіть не підозрюючи, яку шкоду тим самим наносить своєму здоров'ю. Дуже часто людина і не підозрює, що саме його житло – джерело хронічних і багатьох важких захворювань.

Так, у повітрі міських кварталів виявлено близько сотні органічних і неорганічних речовин різного ступеня токсичності. При цьому всередині приміщень повітря буває забрудненим сильніше, ніж на вулиці, у декілька разів.

Серед летких хімічних речовин найбільше еколого-гігієнічне значення мають формальдегід, фенол, бензол, стирол, толуол, ацетон, оксиди азоту, оксид вуглецю. Найбільшу небезпеку для здоров'я людини становлять бензол, формальдегід і діоксид азоту.

Оздоблювальні матеріали на основі полімерів мають високі технологічні якості і споживчі характеристики, однак дуже часто вони є джерелами токсичних речовин.

Панелі, плівки, покриття для підлоги можуть виділяти в повітря бензол, толуол, коврові покриття – стирол, сірчистий ангідрид; деякі види вологостійких шпалер – стирол; лаки, фарби, клеї – основні джерела забруднення повітряного середовища ксилолом і толуолом.

Особливо сильно забруднюють повітряне середовище низькоякісні *дерево-волокнисті і дерево-стружкові плити*, а саме їх в'яжучі на основі фенол-формальдегідних смол.

Із будівельних матеріалів найменш бажані у якості конструкційного матеріалу метали, в наступну групу входять бетон, скло, пластики.

*Перевагу потрібно надавати глиняній цеглі, м'якому камінню осадового походження. Найкращими вважаються матеріали **біогенного походження** – дерево, солома та ін. рослинні матеріали.*

До житла є ряд гігієнічних вимог: *просторові параметри; оптимальний мікроклімат; достатня освітленість.*

Екологічні будівельні матеріали

До **екологічних (біопозитивних)** відносяться будівельні матеріали із відновлюваних природних ресурсів, які не спричиняють негативного впливу на людину, не забруднюють природне середовище при їх виготовленні, вимагають мінімальних затрат енергії у процесі виготовлення, розкладаються після виконання функцій або піддаються повному рециклінгу.

Всім цим вимогам відповідає небагато природних матеріалів: *дерево, шерсть, шкіра, пробка, кораловий пісок і камені, натуральний шовк і бавовна, натуральна оліфа,*

натуральний каучук, натуральні клеї та ін. Екологічні (біопозитивні) будматеріали виготовляються із відновлюваних ресурсів, піддаються саморозкладанню після виконання функцій без забруднення середовища.

Деревина і її похідні – найбільш масовий біопозитивний будівельний матеріал, що дозволяє отримати легкі, міцні, негниючі конструкції, що не згорають. На другому місці по екологічності є будівельні матеріали і вироби із глини: необпалена цегла із глини у суміші із соломною і піском, обпалені керамічні вироби – цегла, пустотіле каміння для стін і перекриттів, плитка, черепиця тощо.

Серед невідновлюваних матеріалів можна виділити алюміній і скло як майже повністю (на 90%) матеріали, що піддаються рециклінгу.

3. Екологічна експертиза проектів

Всі етапи будівництва: проектування, безпосередньо будівництво, експлуатація будівель повинні характеризуватися екологічним підходом. На стадії проектування проводять екологічну експертизу проектів.

Екологічна експертиза проектів – це система комплексної оцінки всіх можливих екологічних і соціально-економічних наслідків здійснення проектів, функціонування народногосподарських об'єктів, прийняття рішень, що направлені а попередження їх негативного впливу на НПС з найменшими витратами ресурсів і мінімальними наслідками.

Правовою основою екологічної експертизи служить «Закон про екологічну експертизу», «Закон про охорону навколишнього середовища», а також постанови та ін. правоохоронні акти.

Об'єктами державної екологічної експертизи є будь-які проектні документи (проекти будівництва реконструкції), а також нова техніка і технологія.

Державна екологічна експертиза передуює прийняттю господарського рішення, що дозволяє ще на стадії планування і проектування виявити допущені помилки, цінити їх наслідки і дати рекомендації по їх усуненню.

Державна експертиза проводиться експертними комісіями, експертна комісія дає заключення.

4. Відповідальність за порушення природоохоронного законодавства

Розрізняють екологічну та економічну шкоду, заподіяну природі.

Екологічна шкода – це шкода, яку завдають природному середовищу і яка відображається на якісному стані природи і здоров'ї людини.

Економічна шкода – це майнові втрати, які заподіюються природокористувачу (загибель врожаю, лісів, тварин через забруднення природного середовища). Втрати відшкодовуються грошовою компенсацією.

Існує декілька груп правоохоронних порушень:

- забруднення атмосфери шкідливими речовинами;
- забруднення земель відходами, стоками, токсичними речовинами;
- незаконне вирубування лісу;
- забруднення середовища існування тварин, порушення правил полювання і рибальства.

За названі порушення існує *адміністративна, кримінальна і матеріальна* відповідальність.

Адміністративна відповідальність включає дисциплінарні стягнення (усунення з посади, зупинка роботи підприємства). Встановлюється вона тоді, коли посадовою особою порушуються санітарно-гігієнічні норми.

Кримінальна відповідальність встановлюється тоді, коли природі завдається суттєва шкода (забруднення річок, озер неочищеними стоками). Покарання - виправні роботи строком до 1 року.

Матеріальна відповідальність - відшкодування втрати здійснюється за спеціальними таксами (наприклад, за зрубане дерево в залежності від діаметра і т.д.).

Таким чином, будівельна галузь є одним із найбільших антропогенних факторів впливу на навколишнє природне середовище і потребує постійного вивчення і контролю.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Екологія : навч. посіб. / М. О. Клименко та ін.; за ред. М. О. Клименка. Рівне : НУВГП, 2008. 404 с.
2. Екологія в будівництві : навчальний посібник / Кизима Р. А., Єгоркіна Л. А., Веремеєнко С. І., Доманський Г. В., Яковчук В. В.; за ред. Р.А. Кизими. Харків : Бурун Книга, 2007. 224 с.
3. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього середовища : навч. посіб. Київ : Знання, 2002. 203 с.
4. Кучерявий В. П. Екологія : підручник. Львів : Світ, 2001. с.
5. Запольський А. К., Салюк А. І. Основи екології : підручник 2-ге вид. доп. І перероб. Київ : Вища школа, 2004. 382 с.
6. Залеський І. І., Клименко М. О. Екологія людини : підручник. 2-ге вид. доп. Рівне : НУВГП, 2013. 385 с.
7. Промислова екологія : навч. посіб. / В. Л. Филипчук, М. О. Клименко та ін. Рівне : НУВГП, 2013. 495 с.
8. Michael Begon, Colin R. Townsend, John L. Harper. Ecology: from individuals to ecosystems. Wiley-Blackwell, 2006. 738 с.
9. 6. Закон України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2007, № 35, ст. 484. Редакція від 16.10.2020 р.
10. Наказ Міністерство охорони здоров'я України «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць». Від 14.01.2020 № 52. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10 лютого.