

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН СКЛАДОВИХ ГЕОГРАФІЧНОЇ ОБОЛОНКИ ЗЕМЛІ

Основні питання

1. Поняття про географічну оболонку Землі.
2. Склад, будова і захисні функції атмосфери.
3. Джерела, масштаби і наслідки забруднення атмосфери. Ядерна ніч і ядерна зима.
4. Гідросфера, її будова, властивості та екологічний стан.
5. Літосфера, її будова і склад. Екологічні проблеми земельних ресурсів та їх рекультивація.

1. Поняття про географічну оболонку Землі

При аналізі стану довкілля важливо зрозуміти процеси, що відбуваються в географічній оболонці Землі. Саме вона є навколишнім середовищем людського суспільства, а також зазнає значного антропогенного впливу.

Географічна оболонка – це комплексна оболонка Землі, що утворилася внаслідок взаємопроникнення і взаємодії речовин окремих геосфер – літосфери, гідросфери, атмосфери і біосфери. Структуру біосфери та її екологічне значення було наведено в попередній лекції, тому більш детально розглянемо основні характеристики атмосфери, гідросфери, літосфери.

Географічна оболонка характеризується такими закономірностями [4]:

- **цілісність** – всі компоненти географічної оболонки становлять єдине ціле, взаємодіють між собою, а речовина і енергія перебувають у постійному кругообігу;
- **ритмічність** – періодичне повторення подібних природних явищ, які тривають добу (ніч і день), рік (весна, літо, осінь, зима), тисячоліття (похолодання і потепління клімату) чи мільйони років (горотворення та ін.);
- **зональність** – зміна характеру і властивостей природних комплексів

та їх компонентів від екватора до полюсів, пов'язана з нерівномірним розподілом сонячного тепла залежно від географічної широти;

- **висотна поясність** – зміна рельєфу, клімату, вод, ґрунтів, рослинності і тваринного світу в залежності від абсолютної висоти місцевості, експозиції схилів та простягання гірських країн відносно переважаючих повітряних мас.

Кожна з оболонок планети має свої специфічні властивості, які визначають не тільки набір форм живих організмів, що проживають в даній частині географічної оболонки, але і їх основні морфологічні особливості, формуючи своїм впливом принципові шляхи еволюції і становлення фундаментальних рис життєвих форм наземних, водних і ґрунтових організмів.

Таким чином, повітряна, водна і ґрунтова оболонки земної кулі, представляють собою не тільки простір, що наповнений життям, але й для живих організмів є основними типами середовища проживання, активно формують їхній склад і біологічні властивості.

2. Склад, будова і захисні функції атмосфери

Атмосфера – це повітряна оболонка Землі, що обертається разом з нею під дією сили тяжіння. Її наявність є однією з найголовніших умов для існування життя на планеті.

Основні компоненти атмосфери наведені на рис. 7.1.

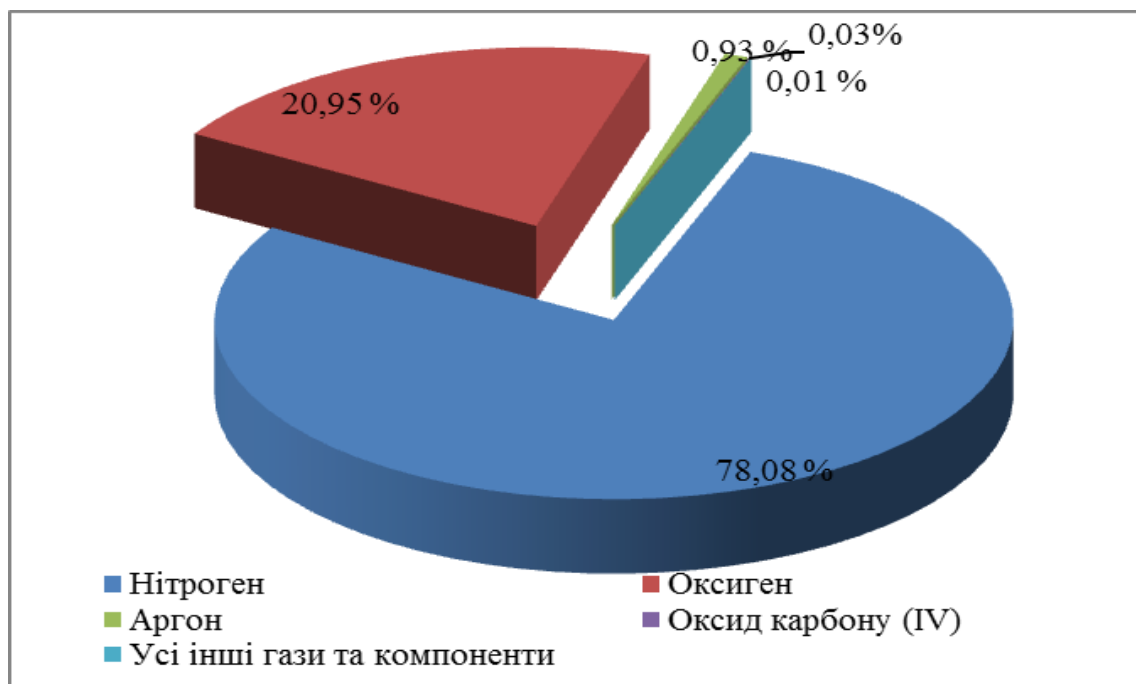


Рис. 7.1. Склад атмосфери

Склад атмосфери дуже залежить від взаємодії з океанами, а також із живими організмами. Ще два століття тому ці відносини були урівноважені, а вміст речовин у повітрі був стабільним, але науково-технічний прогрес вплинув на ситуацію, і нині атмосфера змінює свій склад через ненормовані викиди газів.

Атмосфера складається з таких шарів (знизу вгору): *тропосфера* (до висоти 18 км), *стратосфера* (до 50 км), *мезосфера* (до 80 км), *термосфера* (1000 км), *екзосфера* (1900 км), *геокорона* (умовно до 20 тис. км); далі атмосфера поступово переходить у міжпланетний космічний вакуум. Основна маса повітря (90 %) зосереджена в нижньому шарі – тропосфері (рис. 7.2).

У тропосфері відбуваються найінтенсивніші теплові процеси, причому атмосфера нагрівається знизу, від поверхні океанів і суходолу. Надзвичайно важливе екологічне значення для біосфери має озоновий шар у стратосфері, повітря якого збагачене триатомним киснем (O_3). Він розташований на висоті 20-50 км і захищає все живе на Землі від згубної дії «жорсткого» ультрафіолетового випромінювання Сонця.

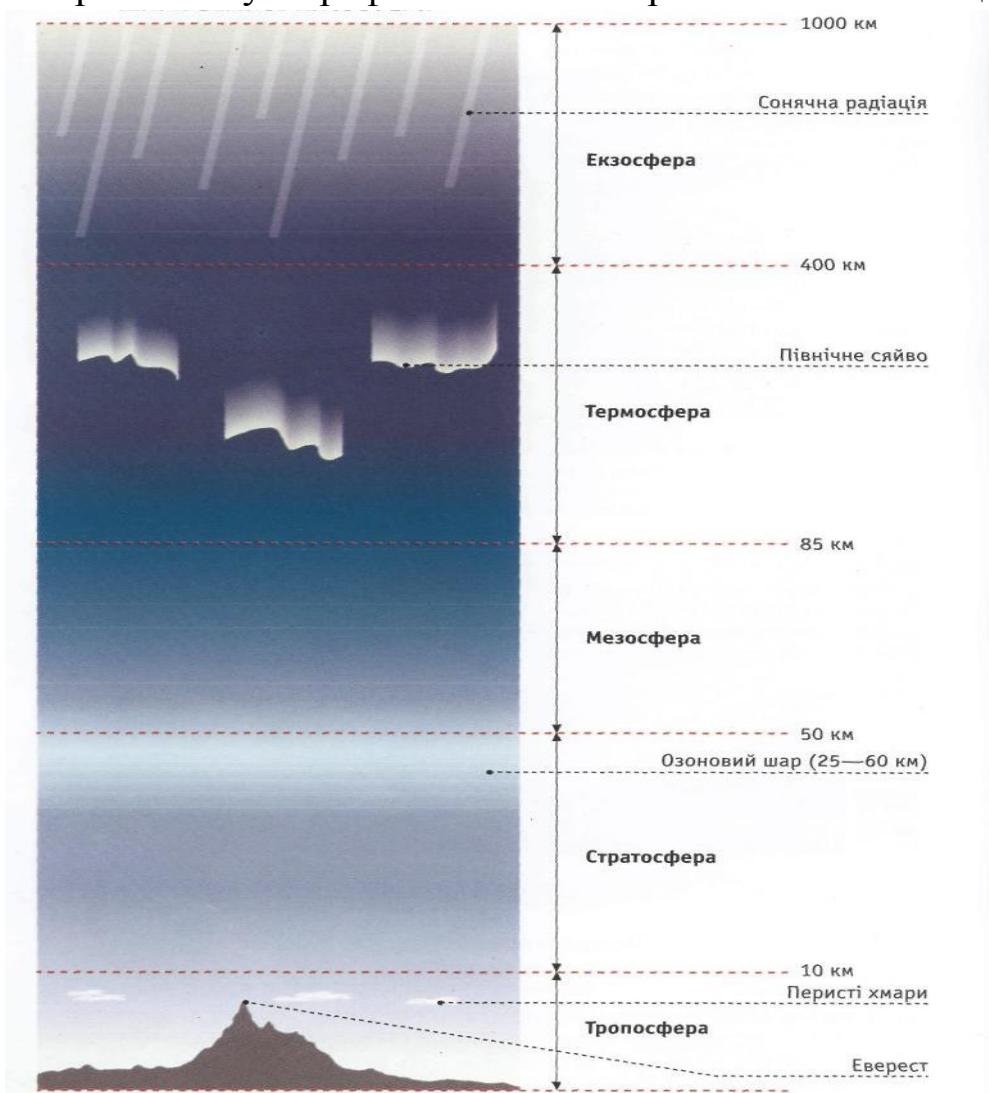


Рис. 7.2. Шари земної атмосфери [29]

Крім газів, у атмосфері містяться ще й домішки так званих аерозолів, тобто дуже дрібних крапель рідин і твердих частинок як природного, так і штучного походження: сірчистих (краплі H_2SO_4), мінеральних (пил із земної поверхні), вуглеводневих (сажа), морських (частинки морських солей) та ін. [3, 19].

Атмосфера, як елемент глобальної екосистеми, виконує декілька основних функцій [5, 15]:

- захисну – захищає живі організми від космічних випромінювань та ударів метеоритів;
- регулюючу – регулює сезонні й добові коливання температури (якби на Землі не існувало атмосфери, то добові коливання температури досягали $\pm 200^\circ\text{C}$);
- містить у собі гази, які беруть участь у фотосинтезі й забезпечують дихання;
- зумовлює складні екзогенні процеси (вивітрювання гірських порід, діяльність природних вод, мерзлоти, льодовиків тощо).

3. Джерела, масштаби і наслідки забруднення атмосфери

Атмосферне забруднення – це надходження у повітря різних забруднювачів, а саме: газів, парів, частинок рідких і твердих речовин, що перевищує нормальний фон їхньої концентрації та негативно впливає на живі організми.

Забруднення атмосфери відбувається двома основними шляхами: природним і штучним (антропогенним), що наведено у табл. 7.1.

Таблиця 7.1.

Шляхи та джерела забруднення атмосфери

Забруднюючі речовини	Основні шляхи надходження	
	природні	антропогенні
CO	Вулканічні виверження, лісові пожежі, океанічні сполуки	Автотранспорт, енергетика, чорна металургія
SO ₂	Вулканічні виверження	Промислові та побутові спалювання
NO ₂	Лісові пожежі	Автотранспорт, промисловість (ТЕС)
Важкі метали та мінеральні сполуки	Вулканічні виверження, метеорити, вітрова ерозія	Автотранспорт, промисловість

Органічні сполуки (газоподібні й тверді)	Лісові пожежі, природний метан	Хімічна і нафтопереробна промисловість, спалювання відходів, автотранспорт, сільське господарство
Радіоактивні сполуки (газоподібні й тверді)	Вулканічні виверження, пилові бурі	Ядерні вибухи, аварії на АЕС

До основних наслідків забруднення атмосфери належать парниковий ефект, руйнування озонового екрану, смог, кислотні дощі.

Парниковий ефект, або глобальне потепління – це здатність атмосфери, що пропускає короткохвильове електромагнітне випромінювання від Сонця, частково чи повністю поглинати тепловий потік від земної поверхні, повертаючи його до Землі у вигляді «зустрічного випромінювання» (рис. 7.3.).

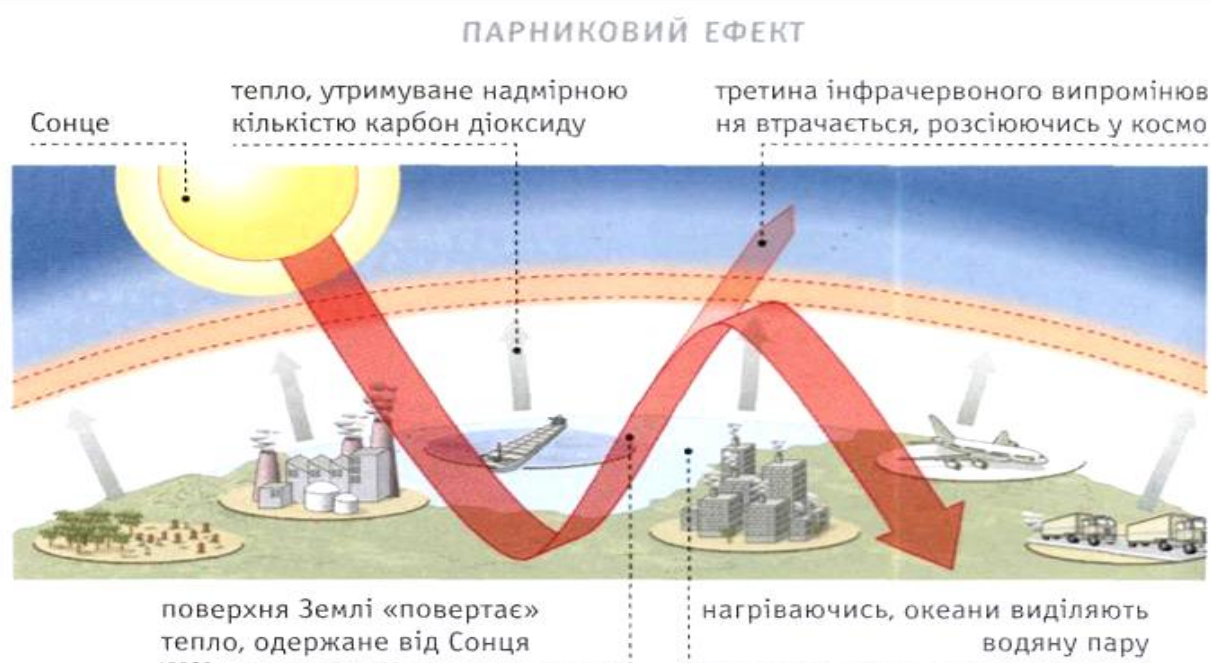


Рис. 7.3. Парниковий ефект [29]

Клімат нашої планети протягом геологічної історії періодично змінювався: чергувалися епохи істотного похолодання та епохи потепління. Нині учені-метеорологи відзначають той факт, що атмосфера Землі розігрівается набагато швидше, ніж будь-коли в минулому. За даними ООН, із кінця XIX до початку XXI ст. глобальна температура на земній кулі підвищилася загалом на $0,6^{\circ}\text{C}$. Середня швидкість підвищення глобальної температури до 1970 р. становила $0,05^{\circ}\text{C}$ за 10 років, а останніми десятиліттями вона подвоїлась. Цей процес зумовлений діяльністю людини, а саме: атмосфера

підігрівається внаслідок спалювання великої кількості вугілля, нафти, газу, а також через діяльність атомних електростанцій. У результаті спалювання органічного палива, а також унаслідок знищення лісів у атмосфері нагромаджується вуглекислий газ (рис. 7.4.). Особливо інтенсивно знищуються вологі тропічні ліси в Азії, Африці, Америці і деяких інших регіонах світу. Так, в Африці ліси займали раніше близько 60% її території, а зараз – близько 17%. Значно скоротилися площі лісів і в нашій країні.



Вирубування лісів призводить до того, що стає ще важче зрівноважувати викиди карбон діоксиду в атмосферу.

Рис. 7.4. Наслідки вирубування лісів.

У земній атмосфері вуглекислий газ діє як скло в теплиці чи парнику: він вільно пропускає сонячні промені до поверхні Землі, але втримує її тепло. Таким чином, відбувається розігрівання атмосфериформування парникового ефекту. За розрахунками вчених, найближчими десятиліттями через парниковий ефект середньорічна температура на Землі може підвищитися на 1,5-2 або навіть на 3°C.

Крім вуглекислого газу, парниковий ефект спричинюють також деякі інші гази, що входять до групи малих домішок – метан, оксиди Нітрогену, фреони (рис. 7.5.), – вміст яких в атмосфері через антропогенний фактор стрімко зростає [4].



Рис. 7.5. Застосування фреонів

Якщо глобальна температура зростатиме й надалі, як це відбувається протягом останніх років, то дуже швидко клімат на Землі стане теплішим, ніж будь-коли впродовж 100 тис. років. Це поглибить глобальну екологічну кризу.

Глобальне потепління може призвести до танення льодовиків Гренландії, Антарктиди й гір, а отже, рівень Світового океану підвищиться, при цьому буде затоплено близько 20 % площі суходолу, де нині живуть сотні мільйонів людей.

На даний час відзначається негативний вплив парникового ефекту на економічне та соціальне життя людства. Загальні світові втрати від стихійних лих за період 1960-1990 рр. зросли в 40 разів. За 1990-1994 рр. середні річні втрати склали 43 млрд., у 1995 р. – 180 млрд. доларів США. Щорічна кількість постраждалих упродовж 1970-1994 рр. складала близько 135 млн. чоловік, загинуло протягом цього періоду понад 3 млн. людей [4, 15].

Занепокоєне значною загрозою парникового ефекту світове суспільство запроваджує охоронні заходи. У 1992 р. Конференцією ООН із питань довкілля й розвитку було прийнято Рамкову конвенцію про зміну клімату, мета якої – «досягти стабілізації концентрації парникових газів у атмосфері на такому рівні, який не допускав би шкідливого антропогенного впливу на кліматичну систему». Конвенцію підписали практично всі держави – члени ООН, у тому числі Україна. Згідно з цією Конвенцією і Кіотським протоколом, що є її доповненням, промислово розвинені країни, до яких віднесено й Україну, повинні з 2008 по 2012 р. знизити як мінімум на 5 % порівняно з рівнем 1990 р. загальні викиди шести газів, котрі спричиняють парниковий ефект. Україна має стабілізувати викиди цих газів на рівні 1990 р. [3].

Руйнування озонового екрану атмосфери. Життя на Землі

залежить від енергії Сонця. Надходить ця енергія на Землю у вигляді світла видимого випромінювання, а також інфрачервоного, або теплового, й ультрафіолетового (УФ) випромінювань. На висоті 20-50 км повітря містить підвищену кількість озону, який утворюється в стратосфері за рахунок звичайного двохатомного Оксигену (O_2), що поглинає «жорстке» УФ-випромінювання. Енергія УФ(В)- та УФ(С)-випромінювань витрачається на фотохімічну реакцію утворення озону з Оксигену ($3O_2 \rightarrow 2O_3$), і тому до поверхні Землі вони не доходять; туди проникає лише істотно ослаблений потік «м'якого» УФ(А)-випромінювання. Від його негативної дії наш організм захищається, синтезуючи в шкірі шар темного пігменту – меланіну (засмага). Однак ця речовина утворюється досить повільно. Тому тривале перебування на весняному сонці, коли шкіра ще не насичена меланіном, викликає її почервоніння, головний біль, підвищення температури тіла тощо [3].

Науковці надзвичайно занепокоєні зниженням умісту озону в озоновому шарі атмосфери. Над Антарктидою в цьому шарі виявлено «діру», в якій вміст озону менший від звичайного на 40-50%. Площа «діри» з року в рік збільшується й вже перевищує площу материка Антарктиди. У результаті підвищився УФ-фон у країнах, що розташовані у південній півкулі, ближче до Антарктиди, передусім у Новій Зеландії, медики зареєстрували значне зростання захворювань, пов'язаних із підвищенням УФ-фону (рак шкіри та катаракта). Жителі Нової Зеландії, які раніше намагалися використати кожний погожий день для відпочинку на повітрі, нині побоюються з'являтися на пляжах.

Зменшення вмісту озону в атмосфері загрожує зниженням урожаїв сільськогосподарських культур, захворюваннями тварин і людей, збільшенням кількості шкідливих мутацій. Якщо ж озоновий шар зникне зовсім, то це призведе до загибелі наземних живих організмів.

Встановлено, що руйнуванню озонового шару сприяють також деякі хімічні речовини (зокрема оксиди Нітрогену): потрапляючи в стратосферу з повітряними течіями, вони вступають у реакцію з озоном і розкладають його на Оксиген. Проте вміст оксидів Нітрогену в повітрі незначний, вони нестійкі та суттєво не впливають на кількість озону в стратосфері.

Антропогенним фактором руйнування озонового шару є сучасна промисловість. Вона широко використовує так звані фреони (хлорфторметани) як холодоагенти в рефрижераторах і побутових холодильниках, аерозольні розбризкувачі в балончиках із фарбою, лаком, парфумами. Щорічно в світі випускається декілька мільйонів

тонн фреонів. Для людини пари фреонів не шкідливі, але вони надзвичайно стійкі й можуть зберігатися в атмосфері до 80 років. Пари фреонів із висхідними повітряними течіями потрапляють у стратосферу, де під впливом УФ-випромінювання Сонця розпадаються, вивільняючи атоми хлору. Ця речовина діє на озон як дуже сильний каталізатор, розкладаючи його молекули до Оксигену.

Призводить до руйнування озонового шару і військова діяльність, зокрема запуск балістичних ракет. Їхні двигуни викидають в атмосферу дуже багато оксидів Нітрогену. Під час кожного запуску ракети в Космос в озоновому шарі «пропалюється» величезна «діра», яка «затягується» лише за декілька годин.

Смог – це багатокомпонентна суміш газів та аерозольних часток, зокрема й озону, Нітрогену, Сульфуру, оксидів Карбону, вуглеводнів, сажі, органічних пероксидів, що призводить до локального забруднення атмосферного повітря. Фотохімічний смог утворюється переважно у великих містах зі значною кількістю транспорту та висотними спорудами, які перешкоджають руху повітря.

У грудні 1952 р. через безвітряну й дуже холодну погоду над Лондоном утворився так званий *чорний смог* («смог» у перекладі з англійської означає «дим») – скупчення шкідливих газів, причиною якого була посилена робота котелень, що використовували вугілля, мазут і солярове мастило. Це призвело до загибелі близько 4 тис. чоловік, а десятки тисяч потрапили до лікарень із захворюваннями легень.

У сухому, загазованому, теплому повітрі з'являється синюватий прозорий туман, який має неприємний запах, викликає подразнення очей, горла, задишку, спричинює розвиток бронхіальної астми, емфіземи легень тощо. Листя на деревах в'яне, стає плямистим, жовкне. Прискорюються корозія металів, руйнування мармуру, фарб, гуми, швидко псуються одяг, взуття, порушується робота транспорту [3, 4, 21].

Кислотні дощі. Оксиди Сульфуру та Нітрогену, що викидаються в атмосферу внаслідок роботи теплових електростанцій (ТЕС) та автомобільних двигунів, сполучаються з атмосферною вологою і утворюють дрібні крапельки сульфатної та нітратної кислот, які переносяться вітрами у вигляді кислотного туману та випадають на землю *кислотними дощами* (рис. 7.6).

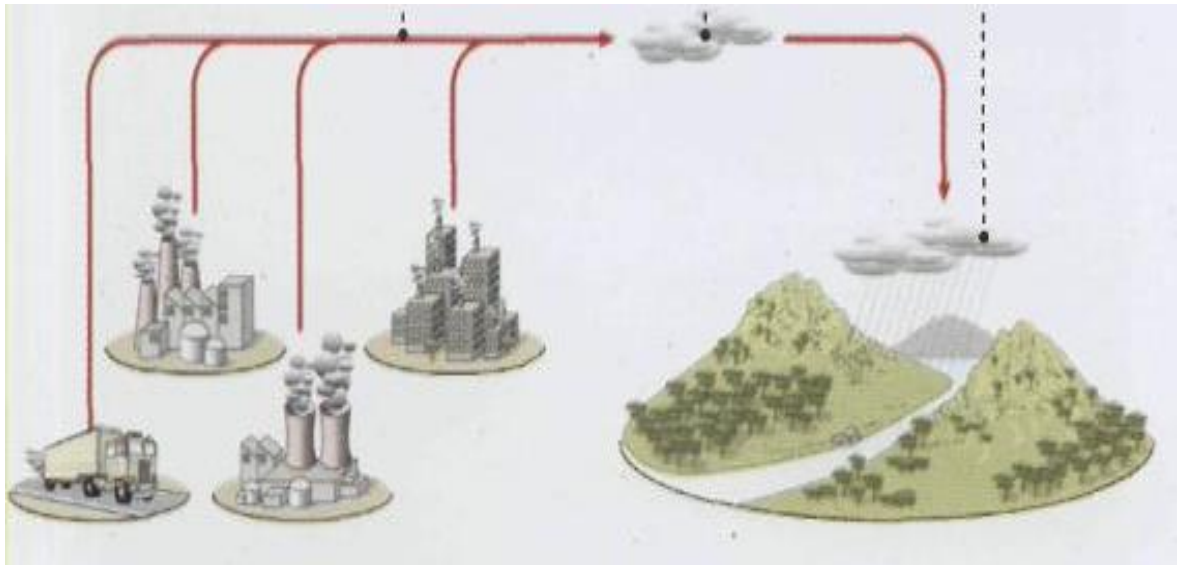


Рис. 7.6. Процес формування кислотного дощу
Ареали випадання кислотних дощів [4]:

- Велика Британія (ушкоджено 67 % лісів);
- Північна Норвегія (80 % озер стали біологічно мертвими);
- Швеція (20 тис. озер закиснені, в 4 тис. не живе риба);
- Німеччина (ушкоджено понад 50 % лісів);
- Польща (руйнуються залізничні колії, ушкоджено частину лісів);
- Україна, Білорусь (сильно ушкоджено ліси Полісся й Карпат);
- Японія (в Токіо кисле повітря становить серйозну загрозу для здоров'я людей);
- Китай (у деяких районах ушкоджено рисові поля);
- Індія (гинуть ліси, руйнуються будинки в Бомбеї і Тадж-Махалі);
- Південна Африка (руйнуються будинки, ушкоджено овочеві плантації);
- Греція (руйнуються Пантеон та інші пам'ятки архітектури);
- Швейцарія (в центральних районах Альп загинуло або ушкоджено близько половини хвойних лісів);
- Бразилія (в Сан-Паулу завдається шкода здоров'ю населення, руйнуються будівлі);
- США (гинуть хвойні ліси Аппалачів, отруєно воду деяких озер, зростає захворюваність жителів великих міст);
- Канада (ушкоджено рідкісні дерева, руйнуються цінні будівлі).

Наслідки випадання кислотних опадів:

- знижується врожайність більшості сільськогосподарських культур через ушкодження листя кислотами;
- з ґрунту вимиваються кальцій, калій і магній, що призводить до

деградації рослинності й, як наслідок, збіднення тваринного світу;

- гинуть ліси (найчутливіші до кислотних дощів кедр, бук і тис);
- отруюється вода озер і ставків, у них гине риба, зникають комахи, водоплавні птахи й тварини, що живляться комахами;
- загибель лісів спричинює в гірських районах (таких як Карпати) зсуви та селі;
- прискорюється руйнування пам'яток архітектури, споруд, особливо тих, що побудовані з вапняку, оздоблені мармуром;
- збільшується захворюваність людей (найчастіше хворобами очей, органів дихання тощо).

Ядерна ніч і ядерна зима. У всьому світі після трагедій Хіросіми і Нагасакі почали вивчати наслідки можливої ядерної війни – руйнування від щонайпотужніших вибухів, розповсюдження радіації, біологічні ураження. У 80-ті роки ХХ ст. було проведено дослідження, що спрямовані на вивчення кліматичних ефектів, так званих «ядерної ночі» та «ядерної зими».

З відомих нині моделей різної складності для розрахунку змін клімату в результаті термоядерного конфлікту одна з найдосконаліших тривимірних гідродинамічних моделей ВЦ РАН. Перші розрахунки, проведені по цій моделі В.В. Александровим з колегами під керівництвом Н.Н. Моїсєєва, дають географічний розподіл всіх метеорологічних характеристик залежно від часу, що пройшов з моменту ядерного конфлікту, що робить результати моделювання надзвичайно наочними, реально відчуються. Схожі результати за узгодженим сценарієм ядерної війни одночасно одержали американські учені. У подальших роботах оцінені ефекти, пов'язані з розповсюдженням аерозолів, досліджена залежність характеристик «ядерної зими» від початкового розподілу пожеж і висоти підйому хмари сажі. Проведені розрахунки і для двох «граничних сценаріїв», узятих з роботи групи Сагана: «жорсткого» (сумарна потужність вибухів 10 000 Мт) і «м'якого» (100 Мт).

Отже, згідно з моделюванням, проведеним на ЕОМ американськими й, незалежно від них, російськими вченими, катастрофічні наслідки для людства мав би навіть ядерний конфлікт із використанням «лише» 1000 Мт тротилу. Цей конфлікт, в якій би точці нашої планети не відбувся, неминуче спричинить метеорологічну катастрофу глобального масштабу, яка матиме такі наслідки:

- теплове нагрівання атмосфери на 1°C, що підніме ураганні вітри;
- забруднення атмосфери радіоактивними речовинами, які за короткий

час поширяться по всій земній кулі (конфлікт, скажімо, в Європі призведе до випадання радіонуклідів і в Африці, і в Америці);

- виділення горючих газів унаслідок пожеж і руйнування промислових свердловин і газопроводів, що викличе підвищення глобальної температури атмосфери Землі на 4-5 °C у перші ж дні після конфлікту;
- утворення під час ядерних вибухів великої кількості оксидів Нітрогену; їх надходження в стратосферу призведе до руйнування від 40 до 60 % озонового шару, а отже, до збільшення УФ-опромінення поверхні Землі;
- забруднення атмосфери величезною кількістю пилу й сажі після ядерних вибухів і пожеж [3, 8].

Спостереження під час випробувальних наземних вибухів показали, що в результаті кожного вибуху ядерного заряду потужністю 1 Мт тротилу в повітря піднімається 5 Мт пилу. Величезна кількість гірських порід випаровується й перетворюється на аерозоль із розмірами частинок 1 мкм. Такий найдрібніший пил надовго зависає в повітрі й надходить у стратосферу. Отже, вибухи потужністю 1000 Мт тротилу піднімуть у повітря 5 млрд. т найдрібнішого пилу. В містах, де зосереджено багато займистих матеріалів (деревини, пластмас, фарб тощо), все горітиме, причому пожежі набудуть характеру вогняних смерчів колосальних розмірів.

Після такого локального ядерного конфлікту пил, попіл і сажа сильними горизонтальними течіями, що є в стратосфері, за один-два тижні затягнуть небо над усією Землею. У результаті цього прозорість атмосфери зменшиться в 200 разів. На Землі настане «ядерна ніч», що триватиме кілька місяців, упродовж яких загине врожай і зникне практично весь рослинний покрив планети.

Унаслідок сильного запорошення атмосфери приземний шар повітря охолоне на 15-30 °C протягом першого місяця після конфлікту. А в деяких районах температура знизиться на 40-50 °C. Настане «ядерна зима», що триватиме декілька місяців. Це спричиниться тим, що в атмосфері встановиться не властива їй надстійка стратифікація (розшарування), коли нижні її шари сильно охолонуть, а верхні – нагріються, й припиниться вертикальне перемішування повітря.

Потім пил і сажа поступово осядуть. Охолодження зміниться нагріванням атмосфери на 20-30 °C вище за норму, що породить повені й селі, передусім у гірських місцевостях, піднімуться ураганні вітри й снігопади в прибережних районах материків [3, 8].

Загибель рослин і тварин, радіоактивне забруднення, вихід із ладу енергетичних систем, транспорту та зв'язку, ніч, мороз, ураганні вітри викличуть такий психологічний шок, який людство пережити не зможе.

Феномен «ядерної зими» був всебічно вивчений світовою науковою спільнотою. У 1985 р. Науковий комітет з вивчення проблем захисту навколишнього середовища (СКОП) випустив підготовлене колективом авторів з різних країн двотомне видання, присвячене оцінкам кліматичних і екологічних наслідків ядерної війни.

«Розрахунки показують, що пил і дим розповсюдяться на тропіки і велику частину Південної півкулі. Таким чином, навіть невоюючі країни, включаючи тих, що знаходяться далеко від району конфлікту, випробовуватимуть його згубну дію. Індія, Бразилія, Нігерія або Індонезія можуть бути зруйновані в результаті ядерної війни, не дивлячись на те, що на їхній території не розірветься жодна босголовка... «Ядерна зима» означає істотне посилення масштабів страждань для людства, включаючи нації і регіони, не залучені безпосередньо в ядерну війну... Ядерна війна викличе руйнування життя на Землі, катастрофу, безпрецедентну в людській історії, і буде загрозою самому існуванню людства».

4. Гідросфера, її будова, властивості та екологічний стан

Гідросфера, або водна оболонка Землі, – це її моря й океани, крижані шапки приполярних районів, річки, озера й підземні води. Запаси води на Землі величезні – $1,46 \cdot 10^9$ км³ (0,025 % її маси). Але це переважно гірко-солоня морська вода, непридатна для пиття й технологічного використання. Прісна вода становить усього 2 % її загальної кількості на планеті, причому 85 % її зосереджено в льодовикових щитах Гренландії та Антарктиди, айсбергах і гірських льодовиках і лише 1 % прісної води містять річки, озера та підземні води. Саме ці джерела використовує людство для своїх потреб (табл. 7.2).

Таблиця 7.2.

Розподіл води й суходолу на планеті

Площа всієї поверхні	510 млн. км ²
Площа, покрита водою	361 млн. км ²
Площа суходолу	149 млн. км ²
Розподіл води на Землі	
Світовий океан	1348 млн. км ³

Полюси та льодовики	26 млн. км ³
Річки й озера	0,23 млн. км ³
Підземні води	Точний об'єм невідомий

Вода, як елемент глобальної екосистеми, виконує дуже важливі функції:

- вода – це основна складова всіх живих організмів (тіло людини, наприклад, на 70 % складається з води, а деякі організми, такі як медуза або огірок, на 98-99 %);
- з участю води здійснюються численні процеси в екосистемах (наприклад, обмін речовин, тепла);
- води Світового океану – основний кліматоутворюючий фактор, головний акумулятор сонячної енергії й «кухня» погоди для всієї планети;
- вода – один із найважливіших видів мінеральної сировини, основний природний ресурс, що споживається людством.

Водні ресурси планети

Величезну роль відіграє гідросфера у формуванні поверхні Землі, її ландшафтів, у розвитку екзогенних процесів (вивітрювання гірських порід, ерозія, карст тощо), в перенесенні хімічних речовин, у тому числі й забруднювачів довкілля.

Гідросфера тісно пов'язана з іншими оболонками Землі – атмосферою, літосферою, біосферою. Води нашої планети знаходяться в безперервному русі й кругообіг її поєднує всі частини гідросфери, утворюючи в цілому замкнуту систему: океан – атмосфера – суша.

Для багатьох організмів вода – це середовище їхнього життя. Одним із доказів того, що предки людини, як і решти ссавців, колись жили в морі є те, що хімічний склад морської води дуже схожий на склад плазми крові людини: містить ті самі хімічні елементи й приблизно в тих самих пропорціях. Солоність океанічних вод становить 35 ‰ (тобто в 1 л води міститься 35 г солей). Найсолоніша вода в Мертвому морі – 260 ‰; в Чорному морі солоність води становить 18 ‰, в Азовському – 12 ‰.

Підземні води за своїм хімічним складом дуже різноманітні: від прісних, що використовуються для пиття й водопостачання, до мінералізованих і з солоністю 600 ‰; деякі мінералізовані підземні води мають лікувальні властивості.

Основним джерелом водопостачання для людини є *річковий стік*. Перше місце за цим показником посідає Бразилія з її гігантською

річкою Амазонкою.

Головне джерело води для України – річка Дніпро. В Україні налічується малих річок близько 63 тис. Їхня роль величезна, адже 90 % населених пунктів нашої країни розташовані саме в долинах малих річок і користуються їхньою водою. За даними Держводгоспу, протягом другої половини ХХ ст. в Україні зникло близько 5 тис. малих водостоків. Це може призвести до деградації великих річок, тому проблема їхнього збереження та оздоровлення – одна з актуальних для нашої держави.

Через активне регулювання русел річок унаслідок створення водойм, гідротехнічне будівництво та меліоративні заходи на водозборі, обвалування й спрямування русел, сільськогосподарське використання та урбанізацію заплавл, заміну болотних екосистем штучними сільськогосподарськими моноценозами, постійне необоротне використання вод більшість річкових ландшафтів України опинилися в стані екологічної кризи [4].

Підземні води України мають також важливе значення для забезпечення водою населення: близько 70 % жителів сіл і селищ міського типу одержують питну воду за рахунок ґрунтових вод (колодязі) чи глибших водоносних горизонтів (свердловин). Стан підземних вод України дещо кращий, ніж поверхневого стоку, хоча у деяких місцевостях вони забруднюються стоками промислових підприємств, тваринницьких комплексів тощо. В деяких промислових районах розробка шахт і кар'єрів негативно впливає на якість та запаси підземних вод. У результаті багаторічного відкачування води з цих об'єктів її рівень дуже понизився, а з деяких водоносних горизонтів вода зникла зовсім.

Види забруднення. Проблема стічних вод

У результаті діяльності людей гідросфера змінюється *кількісно* (зменшення кількості води, придатної для використання) та *якісно* (забруднення). Серед забруднень розрізняють фізичне, хімічне, біологічне й теплове [4, 34].

Фізичне забруднення води відбувається внаслідок: накопичення в ній нерозчинних домішок – піску, глини, мулу в результаті змивання дощовими водами з розораних ділянок (полів); надходження суспензій з підприємств гірничорудної промисловості; потрапляння пилу, що переноситься вітром за сухої погоди тощо. Тверді частинки знижують прозорість води, пригнічують розвиток водяних організмів, погіршують смакові якості води, а іноді роблять її взагалі непридатною для

споживання.

Хімічне забруднення відбувається через надходження у водойми зі стічними водами різних шкідливих домішок неорганічного (кислоти, луги, мінеральні солі) та органічного (нафта й нафтопродукти, миючі засоби, пестициди тощо) складу. Особливої шкоди водоймам завдають нафта й нафтопродукти, які утворюють на поверхні води плівку, що перешкоджає газообмінові між водою та атмосферою й знижує вміст у воді Оксигену. В результаті розливу 1 т нафти плівкою покриється 12 км² води. Згустки мазуту, осідаючи на дно, вбивають донні мікроорганізми, які беруть участь у процесі самоочищення води. Внаслідок гниття донних осадів, забруднених органічними речовинами, виділяються шкідливі сполуки, зокрема сірководень, що отруюють усю воду в річці чи в озері.

До основних забруднювачів води належать хімічні, нафтопереробні та целюлозно-паперові комбінати, великі тваринницькі комплекси, гірничорудна промисловість.

Теплове забруднення води відбувається внаслідок спускання у водойми підігрітих вод від ТЕС, АЕС та інших енергетичних об'єктів. Тепла вода змінює термічний і біологічний режими водойм і шкідливо впливає на їхніх мешканців. Як показали дослідження гідробіологів, якщо температура води піднімається до 36 °С, то риба гине. Найбільшу кількість теплої води скидають у водойми атомні електростанції.

Біологічне забруднення водойм полягає в надходженні до них зі стічними водами різних мікроорганізмів (бактерій, вірусів), спор грибів, яєць гельмінтів і т. д., багато з яких є хвороботворними для людей, тварин і рослин. Серед біологічних забруднювачів перше місце посідають комунально-побутові стоки, а також стоки цукрових заводів, м'ясокомбінатів, підприємств з обробки шкір, деревообробних комбінатів. Особливо небезпечним є такий вид забруднення водойм у місцях масового відпочинку людей (курортні зони на узбережжях морів).

Через поганий стан каналізаційних систем та очисних споруд останніми роками нерідко закривалися пляжі на узбережжях Чорного й Азовського морів, оскільки в морській воді було виявлено збудників таких небезпечних захворювань, як холера, дизентерія, вірусний гепатит та ін. [1].

Очищення стічних вод – це руйнування або видалення з них забруднювачів і знищення в них хвороботворних мікробів (стерилізація). Забруднені стічні води послідовно піддають

механічному, хімічному і біологічному очищенню.

Механічне очищення полягає у видаленні зі стічних вод нерозчинних речовин (піску, глини, мулу), а також жирів і смол. Для цього використовуються відстійники, сита, фільтри, центрифуги тощо. Сучасні методи із застосуванням новітніх технологій дають змогу видаляти зі стічних вод до 95 % твердих нерозчинних забруднювачів.

Хімічне очищення стічних вод здійснюється після їх механічного очищення. В забруднену різними сполуками воду додають спеціальні речовини-реагенти. Ці речовини, вступаючи в реакцію із забруднювачами, утворюють нешкідливі речовини, які випадають в осад і видаляються.

Біологічне очищення стічних вод є завершальним етапом. Органічна речовина, що міститься у стічній воді, окиснюється аеробними бактеріями до вуглекислого газу і води, а також споживається гетеротрофами-консументами (передусім найпростішими). Чим більше в очищеній воді є гідробіонтів-гетеротрофів з високою біологічною активністю, тим інтенсивніше відбувається процес очищення. Крім того, організми-фільтратори, освітлюють воду завдяки поглинанню й осадженню різних суспензій. Біологічне очищення здійснюють у спеціальних гідротехнічних спорудах і установках – на полях зрошення, полях фільтрації, біофільтрах, в аеротенках. Іноді ці споруди й установки штучно заселяють виведеними штамми бактерій і культурами найпростіших та водоростей. Комплекс організмів, які беруть участь у процесах біологічного очищення, називають *активним мулом* [1].

Деякі особливо токсичні стічні води хімічних підприємств узагалі не піддаються очищенню ніякими сучасними методами та технологіями, їх доводиться закачувати в підземні сховища, наприклад у відпрацьовані нафтові родовища. Таким чином створюються небезпечні об'єкти, адже отруйні води можуть потрапити колись у підземні водоносні горизонти.

Слід відзначити той факт, що усі природні водойми здатні самоочишатися за різні проміжки часу. *Самоочищення води* – це нейтралізація стічних вод, випадіння в осад твердих забруднювачів, хімічні, біологічні та інші природні процеси, що сприяють видаленню з водойми забруднювачів і поверненню води до її первісного стану.

Здатність природних водойм до самоочищення (періодичність природного очищення) є такою [4]:

- Світовий океан – 2500 років;

- підземні води – 1400 років;
- полярні льодовики – 9700 років;
- гірські льодовики – 1600 років;
- підземний лід районів вічної мерзлоти – 10 000 років;
- ґрунтова волога – 1 рік;
- води озер – 17 років;
- води боліт – 5 років;
- води в руслах річок – 16 днів;
- волога в атмосфері – 8-10 днів;
- вода в живих організмах – кілька годин.

Але нині у водойми надходить така величезна кількість стічних вод, настільки забруднених різними токсичними для їхніх мешканців речовинами, що багато водойм почали деградувати. Тому людство, якщо воно хоче мати у майбутньому прісну воду, мусить проводити спеціальні заходи для очищення забруднених вод і повернення джерел водопостачання до такого стану, за якого вони стали б придатними для використання.

Антропогенні катастрофи на акваторіях

До найшкідливіших забруднювачів Світового океану належать нафта й нафтопродукти, щорічне надходження яких складає 5-10 млн. т, здебільшого в результаті втрат під час добування нафти з морських родовищ, аварій танкерів, берегового стоку (табл. 7.3.)

Нафтова плівка на поверхні моря пригнічує життєдіяльність морського фітопланктону – одного з головних постачальників кисню в атмосферу, порушує тепло- й вологообмін між океаном і атмосферою, призводить до загибелі мальків риб та інших морських організмів.

Таблиця 7.3

Головні катастрофи, спричинені танкерами [29]

Рік	Танкер	Місце катастрофи
1967	«Торі Каньйон»	Біля південного узбережжя Ірландії
1975	«Якобс Меркс»	Біля узбережжя Португалії
1976	«Уркіолла»	Ла Корунья (Іспанія)
1978	«Амоко Кадис»	Протока Ла-Манш
1979	«Антілантік Емпрес»	Карибське море
1979	«Ікстон Ван»	Мексиканська затока
1989	«Ексон Вальдес»	Аляска
1992	«Егейське море»	Ла Корунья (Іспанія)
1999	«Ерика»	Біля берегів Бретані (Франція)
2002	«Престиж»	Біля берегів Галіції (Іспанія)

Моря й океани забруднюються також твердими відходами – промисловими й побутовими, яких у Світовому океані нагромадилося вже понад 20 млн. т. Більшість із них містять сполуки важких металів та інші шкідливі речовини, які згубно діють на морську біоту.

У Світовий океан потрапило дуже багато радіоактивних речовин внаслідок випробувань атомної зброї, роботи атомних реакторів військових підводних човнів і криголамів, скидання контейнерів із відходами атомних електростанцій тощо.

Найсильнішого забруднення зазнає мілководна зона Світового океану. Шельф океану – це район, де багато морських організмів проводить значну частину свого життя, до того ж саме тут мільйони людей відпочивають.

Глобальні кліматичні зміни, зокрема потепління морських вод, також спричиняють негативні процеси в морських екосистемах.

5. Літосфера, її будова і склад.

Екологічні проблеми земельних ресурсів та їх рекультивація

Літосфера – це зовнішня тверда оболонка Землі, що охоплює всю земну кору й частину верхньої мантії. Вона складається з осадових, вивержених і метаморфічних порід.

Нижня межа літосфери визначається за різким зменшенням в'язкості порід, збільшенням їхньої щільності та іншими геофізичними характеристиками. Товщина літосфери на континентах і під океанами різна й становить відповідно 25-200 та 5-100 км. Найглибші шахти, пройдені людиною, сягають 3-4 км, а найглибша в світі свердловина (на Кольському півострові) – сягає понад 12 км. [1, 4].

Літосфера, як елемент глобальної екосистеми, виконує важливі функції:

- на її поверхні живе більшість рослинних і тваринних організмів, у тому числі й людина;
- верхня тонка оболонка літосфери на материках – це ґрунти, що забезпечують умови життя для рослин і є основним джерелом отримання продуктів харчування для людей;
- ґрунти беруть активну участь в очищенні природних і стічних вод, які фільтруються крізь них;
- ґрунтово-рослинний покрив планети – це регулятор водного балансу суші, оскільки він поглинає, втримує й перерозподіляє велику

- кількість атмосферної вологи;
- нейтралізує багато видів антропогенних забруднень;
 - надра Землі містять у собі корисні копалини – енергетичну сировину, руди металів, мінеральні води, будівельні матеріали.

Надра Землі використовуються людиною з різною метою: для видобування корисних копалин; зберігання рідких і газоподібних корисних копалин у природних і штучних сховищах; будівництва різних споруд, сховищ і навіть цілих заводів; прокладання транспортних комунікацій (метро, трубопроводи); поховання токсичних промислових і стічних вод.

Верхнім шаром літосфери є ґрунт.

Ґрунт – це орґано-мінеральний продукт багаторічної спільної діяльності живих організмів, води, повітря, сонячного тепла й світла. Це природне утворення, яке характеризується родючістю – здатністю забезпечувати рослини речовинами, необхідними для їхньої життєдіяльності.

Найродючіші й найпотужніші ґрунти (чорноземи) формувалися протягом багатьох тисячоліть у зонах лучних степів, де був сприятливий клімат (тепле літо, кількість опадів – 500-600 мм/рік), оптимальні умови для розвитку багатой трав'янистої рослинності. Найбільші в світі запаси чорноземів зосереджені на території України. Про їхню цінність свідчить хоча б такий факт: у роки Другої світової війни німецькі окупанти вивозили український чорнозем залізничними ешелонами до Німеччини. Нині запаси та якість цього природного ресурсу в нашій державі істотно знизилися, що пояснюється варварською, непродуманою їх експлуатацією, ерозією, засоленням, відчуженням земель під кар'єри та промислові споруди тощо.

У результаті розорювань, нераціонального внесення мінеральних добрив й пестицидів на величезних площах степової і посушливої зон ґрунти втратили здатність вбирати й пропускати воду, їхня структура деградувала, вони перенасичені шкідливими хімічними сполуками.

Будь-яке оцінюване людиною погіршення ґрунтів можна назвати *деградацією*. Ступенем деградації ґрунтів є їхній стан, що визначається погіршенням складу, властивостей ґрунтів та їхніх екологічних режимів. Фіналом деградації стає руйнування ґрунтового покриву, тобто повна втрата функцій ґрунту як незамінного об'єкта сільського господарства, а в багатьох випадках – суттєвого погіршення (через утрату ґрунту) якості земель як просторового базису продуктивних сил, соціальних об'єктів, інфраструктури тощо.

На фоні значного порушення екологічної рівноваги між природними та зміненими господарською діяльністю угіддями, інтенсивного прояву ерозії, найбільшу небезпеку для ґрунтового покриву України становить «агрохімічна деградація», тобто прискорене збіднення ґрунтів на елементи родючості, погіршення реакції ґрунтового середовища, гумусового стану ґрунтів і поживного режиму.

Дегуміфікація, тобто зменшення гумусу в ґрунті, є найбільш досліджуваним показником, що призводить до зниження його родючості. За розрахунками Української академії аграрних наук, щорічні втрати гумусу становлять від 0,6 до 1 т/га. Це наслідок використання недосконалих технологічних схем у сільському господарстві та істотного зменшення внесення органічних добрив, що пов'язане із занепадом тваринництва.

Великих збитків сільському господарству завдає *ерозія ґрунтів*. Це явище відбувається через активне утворення ярів у результаті діяльності людини – вирубування лісів на схилах, знищення трав'яного і чагарникового покривів, неправильного розорювання землі тощо. Ерозія і пилові бурі зносять сантиметри, або навіть десятки сантиметрів верхнього родючого шару, перетворюючи багаті угіддя на безплідну пустелю. Вітрова і водна ерозії цілком знищують ґрунти або істотно зменшують вміст у них Нітрогену, Фосфору, Калію, мікроелементів – усього того, від чого залежить родючість.

До основних заходів задля відновлення ґрунтів на оголених ділянках належать насадження лісозахисних смуг, екологічно обґрунтоване зрошення земель, запровадження сівозмін, періодична консервація угідь (коли земля «відпочиває»).

Проведення неправильного зрошення сільськогосподарських угідь призводить до засолення ґрунтів. Протягом останніх десятиліть на тисячах гектарів посушливих земель у степових районах, пустелях і напівпустелях, де проводилось інтенсивне зрошення спочатку спостерігалось значне підвищення врожайності. Згодом вони стали непридатними для використання через «білу отруту» (так місцеві жителі називають сіль), якою забивалися всі пори ґрунту та його поверхня в результаті випаровування зрошувальних вод. Раніше, до масового зрошення, на великих територіях росли дикі трави, чагарники, а на раціонально зрошуваних землях постійно була високою врожайність полів і садів. А нині через перезволоженість, надлишок води в ґрунтах та їхню засоленість гинуть дерева, поля, сади, виноградники. В сусідніх із полями селищах вода заливає льохи, якості

питної води істотно погіршилася, особливо навколо каналів. Такі наслідки зрошення спостерігаються в Середній Азії вздовж Каракумського каналу, на півдні України поблизу Північно-Кримського, Каховського та Краснознам'янського каналів.

До негативних наслідків антропогенної діяльності людини відносять *забруднення ґрунтів*. Хемогенне забруднення на фоні дегуміфікації чинить дедалі помітніший деградуєчий вплив на сучасний ґрунтогенез. Воно повністю пов'язане з антропотехногенним накопиченням у ґрунтах шкідливих для біоти речовин, які знижують біопродуктивність рослин та інших культивованих в агросфері організмів, різко погіршуючи при цьому також їхню технологічну, поживну та гігієнічно-санітарну якість.

Забруднення ґрунтів обумовлено неправильним використанням у сільському господарстві добрив (нітратних, фосфорних, калійних), пестицидів, а також зрошенням полів водою, що містить високий вміст солей. У районах, де розташовані промислові, енергетичні підприємства й транспортні магістралі, у різних кількостях і сполученнях забруднювачами ґрунтів є важкі метали (Pd, Cd, Cu, Zn, Hg, Bi), халькогени (Se, Te й ін.), галогени (F, Br і ін.). При неповному очищенні димових газів в атмосферу надходить величезна кількість оксидів Сульфору і Нітрогену, які, окислюючись, випадають з атмосферними опадами у вигляді так званих «кислотних дощів» та призводять до підкислення ґрунтів, вод, зниження врожаїв сільськогосподарських культур, всихання лісів.

З екологічної точки зору найнебезпечнішим видом деградації є радіонуклідне забруднення земель. Велика кількість довгоживучих радіонуклідів потрапила у навколишнє середовище в результаті Чорнобильської катастрофи (1986 р.), наслідком якої є забруднення значної частини сільськогосподарських угідь.

Радіоактивного забруднення зазнало понад 140 тис. км² території України, Республіки Білорусь та Російської Федерації, понад 200 тис. км² за межами СРСР забруднено довгоживучими радіонуклідами. З них понад 40 тис. км² території України зараховано до зон екологічного ризику, в тому числі 6,7 млн. га сільськогосподарських угідь. Найбільшого забруднення зазнала північно-західна частина України: Київська, Житомирська, Чернігівська, Рівненська, Вінницька області, частково центральна та південно-західна: Черкаська, Івано-Франківська, Чернівецька, на сході – Донецька область, де виявлено території зі щільністю забруднення 37 кБк/м².

Для відтворення структури й родючості ґрунтів – їхньої нейтралізації, розсолення, збагачення гумусом потрібні термінові заходи. В одній з останніх доповідей ООН наголошується, що подальше існування нашої цивілізації поставлене під загрозу через широкомасштабну загибель родючих земель, що зростає. Нині охорона й раціональне використання земельних ресурсів – одна з найактуальніших проблем.

Рекультивація порушених земель. У результаті господарської діяльності людини утворюються *порушені землі*, що втратили свою господарську цінність і навіть стали джерелом забруднення природного середовища. Найбільше порушують землю відкриті гірничі виробки (кар'єри). Землі порушуються також відвалами пустих порід, шлаків, звалищами сміття й побутових відходів поблизу великих міст.

Кар'єри, терикони, звалища становлять джерело забруднення атмосфери й гідросфери: з них вітрами розноситься пил, деякі терикони димлять, викидаючи в повітря оксиди Сульфуру; забруднені води з відвалів потрапляють у водоносні горизонти й водостоки. Через інтенсивне відкачування з шахт і кар'єрів підземних вод знижується їхній рівень на прилеглих територіях, інколи (поблизу великих кар'єрів) підземні води зовсім зникають [4].

Рекультивація земель (від лат. cultus – оброблення, введення) – здійснення комплексу заходів для забезпечення можливості повторного використання земель, пошкоджених у процесі виробничої діяльності, а також запобігання шкідливій дії промислового виробництва на екологічний стан навколишнього середовища. Будь-яке виробництво, добування корисних копалин, георозвідка не починається, доки не буде розроблено проект рекультивації порушеного ґрунтового покриву.

Згідно з чинним законодавством порушені землі мають бути відновлені **рекультивацією**. Зокрема, рекультивацію кар'єрів мають здійснювати ті гірничодобувні підприємства, що їх створили.

Рекультивація земель – один з ефективних заходів у вирішенні питань раціонального використання земельних ресурсів і проблеми охорони природи в цілому. Рекультивації підлягають усі землі, що зазнають змін у рельєфі, ґрунтовому покриві, материнських та підстилаючих породах, відбуваються або відбулися у процесі гірничих, будівельних, гідротехнічних, геологорозвідувальних та інших робіт.

Рекультиваційні роботи виконуються в два етапи: технічна рекультивація, потім біологічна [21].

При проведенні *технічної рекультивації* порушені землі готують

для подальшого використання: планують їхню поверхню (найглибші частини кар'єрів засипають пустими породами, виположують їхні стінки); знімають, перевозять і складують у бурти родючий ґрунт; будують дороги, гідротехнічні й меліоративні споруди. Якщо відвальні породи містять шкідливі для рослин речовини, то на них після планування накладають шар нейтральної породи (глини, піску тощо). Після планування відвали мають пройти стабілізацію (один-два роки), коли під дією сили ваги й зволоження відвальні породи ущільнюються.

Біологічна рекультивація передбачає комплекс робіт для поліпшення фізичних та агрохімічних властивостей ґрунтів на рекультивованих землях (вапнування, піскування, внесення мінеральних добрив тощо). Знятий раніше родючий ґрунт, що зберігався в буртах, наноситься на поверхню спланованих і стабілізованих відвалів.

Розрізняють декілька видів рекультивації залежно від того, як саме передбачається використовувати порушені землі.

Сільськогосподарська рекультивація здійснюється в районах розвиненого сільського господарства, на великих за площею відвалах чи кар'єрах. Це найдорожчий вид рекультивації, оскільки до земель, де мають вирощуватися сільськогосподарські культури, ставляться найвищі вимоги.

Лісогосподарська рекультивація використовується для відновлення ділянки лісу з цінними сортами дерев. Її вартість і вимоги до агрохімічних характеристик ґрунту нижчі, ніж для сільськогосподарської рекультивації.

Водогосподарська рекультивація проводиться у кар'єрах, які після відпрацювання заповнюються ґрунтовими та дощовими водами. Такі штучні озера впорядковуються, в них запускається риба та озеленюються береги.

Рекреаційна (від лат. *recreatio* – відновлення сил, відпочинок) *рекультивація* виконується неподалік міст і великих населених пунктів з метою створення зон відпочинку. Здебільшого вона поєднується з водогосподарською та лісогосподарською рекультивацією: поблизу озер в кар'єрах насаджують рослинний покрив, на їхніх берегах споруджують пляжі, бази відпочинку.

Санітарно-гігієнічна рекультивація здійснюється для консервації порушених земель, припинення шкідливої дії кар'єрів, відвалів на природне середовище, якщо з якихось причин використання порушених земель вважається недоцільним.

Будівельна рекультивація – це підготовка порушених земель під спорудження житлових будинків, спортивних майданчиків, промислових підприємств, складів і т. д. Кар'єри при цьому засипаються відвальними породами, їхні стінки виположуються, підводяться дороги, теплотраси, виконуються меліоративні роботи (дренаж тощо).

Питання для самостійної роботи студентів:

1. Прогноз змін клімату на ХХІ ст.
2. Глобальні соціальні та екологічні наслідки парникового ефекту.
3. Впливи антропогенного фактора на водні системи.
4. Заходи для покращення стану водних систем.
5. Основні завдання екологічного моніторингу.

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС ТА ЙОГО ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Основні питання

1. Екологічна криза: передумови виникнення та наслідки.
2. Основні види забруднень та забруднювачів.
3. Поводження з відходами, їх класифікація. Основні екологічні проблеми пов'язані з відходами.
4. Техногенні небезпечні явища і процеси. Поняття екологічної безпеки.
5. Нормування антропогенного навантаження як основа екологічної безпеки.

1. Екологічна криза: передумови виникнення та наслідки

Проблема взаємовідносин в системі «Людина-Природа-Цивілізація» належить до вічних проблем. Не заглиблюючись дуже далеко в історію її формування і розвитку, зазначимо, що перші екологічні кризи (локального характеру) були відомі ще в давнині і були тією основою, яка служила наочною ілюстрацією життєвої важливості даної проблеми. Людина, як і все живе на Землі, невіддільна від біосфери, яка є необхідним природним фактором її існування.

З середини ХХ століття людство опанувало ядерну енергію та способи синтезу багатьох речовин. Стрибкоподібно збільшилось використання нафти та виробництво ряду товарів. Також розвивалась деградація біосфери, було втрачено близько 20% родючих ґрунтів, в атмосфері підвищився вміст CO_2 , з'явилися озонові «діри», почали випадати кислотні дощі, скоротилася природно-ресурсна база, катастрофічно забруднилися всі геосфери різного походження відходами та викидами.

Протягом другої половини ХХ ст. є достатньо прикладів негативної дії на біосферу антропогенних факторів. Але для широких верств населення вагомими сигналами неблагополуччя природного середовища та господарської діяльності є екологічні катастрофи, за яких стан довкілля поступово деградує.

Можна, мабуть, сказати, що призначення людини ніби полягає в тому, щоб знищити свій рід, попередньо зробивши земну кулю непридатною для проживання.

Ж.-Б. Ламарк.

Спеціалісти Організації Об'єднаних Націй (ООН), учені-екологи відомих міжнародних і національних природоохоронних організацій на підставі наукового аналізу матеріалів про особливості й тенденції демографічного, соціально-економічного розвитку суспільства й наслідків науково-технічної революції, даних про стан і перспективи використання природних ресурсів, а також про стан і динаміку забруднень геосфер і стан біосфери прийшли до висновку, що погіршення стану більшості екосистем біосфери, істотне зменшення біорізноманіття, катастрофічне виснаження ґрунтів і мінеральних ресурсів, забруднення поверхні Землі, гідросфери й атмосфери пов'язані з інтенсивним зростанням чисельності населення планети та розвитком науково-технічного прогресу протягом останніх 50 років. Моделі виробництва й споживання, що склалися в світі, перестали відповідати умовам нормального співіснування людини й природи. До розвитку глобальної екологічної й соціально-економічної кризи, які нині загрожують існуванню нашої цивілізації, призвели, так звані два «вибухи» — демографічний (різке зростання чисельності населення Землі за останнє століття), й промислово-енергетичний, а також спричинені ними катастрофічні ресурсопоглинання й продукування відходів.

Екологічна криза — це порушення природної екологічної рівноваги та напружений стан взаємин між людиною та природою, що пов'язане з невідповідністю виробничих сил та виробничих відносин в людському суспільстві ресурсним можливостям біосфери.

Основні наслідки екологічної кризи:

1. *Дефіцит води.* Практично всі поверхневі, ґрунтові й частково підземні води забруднені промисловими, побутовими, сільськогосподарськими стоками й за якістю не відповідають навіть чинним заниженим санітарним нормам;

2. *Виснаження земельних ресурсів.* Спостерігається значне зниження вмісту гумусу, виведення з експлуатації значної площі забруднених ґрунтів;

3. *Активізація екзогенних геологічних процесів*: зсуви, селі, змиви, ерозія поверхні, карстоутворення, яроутворення, засолення ґрунтів, суфозія, спровоковані людською діяльністю;

4. *Зниження біорізноманітності й біопродуктивності*. За останні 100 років людська діяльність завдала величезної шкоди тваринному й рослинному світові України. Тільки в передвоєнні роки на Донеччині й у Криму зникло більш як 40 видів рослин, у Карпатах – 20. До Червоної книги України занесено близько 700 видів тварин і рослин, яким загрожує вимирання чи знищення;

5. *Демографічна криза й зростання захворюваності населення*. З 1991 р. смертність стала переважати над народжуваністю, причому смертність дітей — одна з найвищих у світі. Збільшується кількість випадків захворювань шкіри, системи кровообігу, органів травлення. Медико-генетичними дослідженнями встановлено, що через тривале забруднення довкілля в популяції зростає кількість спадкових генетичних аномалій [4].

2. Основні види забруднень та забруднювачів

Нова споживацька концепція виробництва призвела до того, що відходи та побічні продукти, незалежно від їхньої шкідливості, протягом багатьох десятиліть просто викидалися в навколишнє середовище. Тільки з другої половини ХХ ст. стали застосовувати різні засоби для знешкодження промислових, сільськогосподарських та побутових відходів, з метою зменшення забруднення довкілля та подальшої його деградації.

Забруднення природного середовища – це будь-яке привнесення до нього не властивих йому живих або неживих компонентів або структурних змін, які викликають порушення біогеохімічних циклів та потоку енергії в біосфері і в кінцевому результаті чинять несприятливу дію на живі організми та людину.

Забруднення поділяють за масштабами на:

а) *глобальні (планетарні)*: озонові дірки, кислотні дощі, парниковий ефект, підвищення рівня радіації і забруднення Світового океану;

б) *регіональні*: забруднення окремих частин країни, басейну окремої річки, моря;

в) *локальні*: невеликих масштабів від локальних джерел забруднення: вихлопна труба конкретного автомобіля, викид

газоподібних чи твердих відходів окремого підприємства.

Розрізняють природні й антропогенні забруднення. **Природне** виникає в результаті природних причин – виверження вулканів, землетрусів, катастрофічних повеней, пожеж. **Антропогенне забруднення** - результат людської діяльності[23, 34].

Антропогенне забруднення призвело до залучення у планетарні біогеохімічні цикли великої кількості сторонніх для них речовин – це метали, залізо, алюміній, свинець, кадмій.

Види антропогенного забруднення навколишнього середовища [34]:

Хімічне – це надходження до навколишнього середовища різноманітних ксенобіотиків.

Фізичне, до якого відносяться знищення територій, шумові перешкоди та електромагнітне випромінювання.

Термічне – спостерігається при скидах у водойми нагрітої води з промислових підприємств і, в першу чергу, з ТЕЦ.

Радіоактивне, що пов'язане з надходженням у природне середовище штучних ізотопів.

Засмічення, що проявляється в надходженні до навколишнього середовища різного роду твердих відходів.

Біологічне, при якому в природних та антропогенних екосистемах з'являються не властиві їм організми. Особливим випадком такого виду забруднення є мікробіологічне, пов'язане з розвитком у навколишньому середовищі паразитичної мікрофлори.

За тривалістю дії можна виділити забруднювачі *стійкі, нестійкі, напівстійкі, середньої стійкості*. Наприклад, до стійких належать забруднювачі, які довго зберігаються в природі (пластмаси, поліетилени, деякі метали, скло, радіоактивні речовини з великим періодом напіврозпаду тощо). Нестійкі забруднювачі швидко розкладаються, розчиняються, нейтралізуються в природному середовищі під впливом різних факторів і процесів.

За впливом на біоту забруднення поділяють на *прямої та непрямой дії*; а за характером – *навмисні (заплановані), супутні, аварійно-випадкові*.

Навмисні забруднення – це зумисні (заборонені) протизаконні викиди й скиди шкідливих відходів виробництва у водні об'єкти, повітря й на земельні ділянки, цілеспрямоване знищення лісів, пасовиськ, перевилов риби, браконьєрство, утворення кар'єрів, неправильне використання земель, природних вод і т. д.

Супутні забруднення – це поступові зміни стану атмосфери, гідросфери, літосфери й біосфери в окремих районах, регіонах і планети в цілому у результаті діяльності людини (спустелювання, висихання боліт, зникнення малих річок, поява кислотних дощів, парникового ефекту, руйнування озонового шару) [4].

Аварійно-випадкові забруднення виникають внаслідок випадкових аварій на підприємствах.

Промислове та сільськогосподарське виробництво зумовили появу особливого, техногенного, типу міграції речовини на планеті. Техногенна міграція полягає в переміщенні на великі віддалі сировини, продуктів виробництва та відходів. Техногенна міграція призводить до порушень біогеохімічних циклів Карбону, Нітрогену та Фосфору.

Під впливом антропогенного пресу швидкими темпами почали змінюватися екосистеми. З них зникають цілі блоки організмів, спростилися структури, функціонування стало менш ефективним. Як результат прямого знищення живих організмів людиною в процесі полювання, рибальства та заготівлі лікарських рослин значно зменшується кількість живої речовини біосфери планети. До цього додаються антропогенні катастрофи: пожежі, аварійні викиди великої кількості шкідливих речовин, аварії на транспорті та лініях електропередач і т. п., які впливають на все живе.

Обсяги вилучення біопродукції з біосфери досягли 70%, а жива матерія функціонує на оптимальному рівні тоді, коли з продукції біосфери вилучається не більше 1%. Екосистеми і біосфера в цілому все більше втрачають здатність до саморегуляції та самопідтримки. Сама стабільність функціонування біосфери опинилася під загрозою. Забрудненням та деградацією охоплені всі геосфери Землі. Повітря, вода та ґрунт стали втрачати свої основні природні властивості.

3. Поводження з відходами, їх класифікація.

Основні екологічні проблеми пов'язані з відходами

Проблема поведження з відходами поряд з іншими екологічними питаннями посідає одне з перших місць у екологічній безпеці та сталому розвитку країни. Її вирішення вимагає постійних системних зусиль з боку органів управління, науковців та громадськості, а також узгодження комплексу екологічних, економічних та соціальних завдань.

Відходи – це будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворилися у процесі виробництва чи споживання, а також товари

(продукція), що повністю або частково втратили свої споживчі властивості і не мають подальшого використання за місцем їх утворення чи виявлення і від яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення [20].

До небезпечних відходів належать відходи, що мають такі фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я людини та які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними.

Відходи підрозділяються на:

- *побутові (комунальні)* – тверді і рідкі відходи, не утилізовані в побуті, що утворюються в результаті життєдіяльності людей і амортизації предметів побуту;
- *промислові* – залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, що утворилися при виробництві продукції або виконанні робіт і втратили цілком або частково вихідні споживчі властивості;
- *сільськогосподарські* – відходи, що утворюються в ході сільськогосподарського виробництва;
- *будівельні* – відходи, що утворюються в процесі будівництва будинків, споруджень (у тому числі доріг і інших комунікацій) і виробництві будівельних матеріалів;
- *споживання* – вироби і машини, що втратили свої споживчі властивості в результаті фізичного або морального зносу;
- *радіоактивні* – невикористані прямі і непрямі радіоактивні речовини і матеріали, що утворюються при роботі ядерних реакторів, при виробництві і застосуванні радіоактивних ізотопів.

Відходи промислового і сільськогосподарського виробництва називаються також виробничими відходами.

Поводження з відходами включає в себе збирання, зберігання, утилізацію та видалення. *Переробка відходів* являє собою будь-які технологічних операцій, в результаті яких відбувається зміна фізичних, хімічних чи біологічних властивостей відходів, з метою підготовки їх до екологічно безпечного зберігання, перевезення, утилізації чи видалення. *Утилізація відходів* являє собою їх використання як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів. *Знешкодження відходів* – це зменшення чи усунення небезпечності відходів шляхом механічного, фізико-хімічного чи біологічного оброблення. *Захоронення відходів* – остаточне розміщення відходів при їх видаленні у спеціально відведених місцях чи на об'єктах таким чином, щоб

довгостроковий шкідливий вплив відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини не перевищував установлених нормативів.

За ступенем токсичності виділяють чотири класи небезпеки промислових відходів:

- надзвичайно небезпечні – I клас;
- високонебезпечні – II клас;
- помірно небезпечні – III клас;
- малонебезпечні – IV клас [23, 34].

Частка відходів I-III класів небезпеки у загальних обсягах відходів, що утворюються в країні, щорічно не перевищує 0,5 %, проте саме вони створюють небезпеку для здоров'я людей і навколишнього середовища. Серед них переважають відходи хімічного профілю (використані розчинники, відходи кислот, лугів чи солей, хімічних препаратів, відпрацьовані хімічні каталізатори та мастила, відходи, що містять поліхлордифеніли, хімічні осади та залишки, затверділі, стабілізовані, або засклянілі відходи) [22]. Окрему групу небезпечних відходів становлять непридатні та заборонені до використання пестициди та агрохімікати, які не можна використовувати за прямим призначенням внаслідок втрати корисних властивостей, закінчення терміну придатності, втрати маркування чи змішування. Їх знищення залишається складною проблемою, а стан багатьох сховищ, в яких вони зберігаються, та умови їх зберігання є незадовільними.

В Україні немає жодної стаціонарної установки високотемпературного спалювання, яка б відповідала вимогам екологічної безпеки. Спорудження нових високотемпературних печей потребує значних капіталовкладень і наштовхується на опір місцевого населення.

На сьогодні через відсутність досконалих технологій знешкодження непридатних пестицидів, що пропонуються на вітчизняному ринку, є виправданим вивезення непридатних пестицидів за межі України для знешкодження.

Загалом слід зазначити, що впродовж тривалого часу в країні не вирішуються питання утилізації і переробки небезпечних відходів, які зберігаються на звалищах і спеціальних полігонах та на території підприємств. Не вирішується також питання будівництва комплексів з їх утилізації та знешкодження і нових сучасних полігонів для захоронення. У той же час забруднення довкілля токсичними промисловими відходами досягло такого рівня, який негативно впливає

на здоров'я населення країни.

Гострою і актуальною проблемою залишається утилізація та видалення твердих побутових відходів (ТПВ). До складу ТПВ входять харчові відходи – 35-50 %, папір і картон – 10-15 %, вторинні полімери – 9-13 %, скло – 8-10 %, метали – 2 %, текстильні матеріали – 4-6 %, дерево – 1 %, будівельне сміття – 5 %, інші відходи – 10 % [22]. До традиційних для складу побутових відходів додаються нові: відходи електричного й електронного обладнання (ЕЕО), різноманітні хімічні джерела струму, ртутьвмісні освітлювальні прилади тощо.

В Україні ж гострота проблеми таких відходів посилюється не тільки швидким зростанням їх кількості, але й відсутністю законодавчих норм та налагодженої системи збору від населення, сортування і переробки. У зв'язку з відсутністю в Україні законодавчого поля щодо цієї категорії відходів, використане електричне та електронне обладнання, хімічні джерела струму та ртутьвмісні лампи становлять значну частку твердих побутових відходів. Такі відходи складають біля 5 % від усіх ТПВ та представляють одну з найбільш небезпечних груп серед їх складових ТПВ.

На сміттєзвалищах під впливом різноманітних факторів відбуваються процеси руйнування оболонки ЕЕО, батарейок, енергозберігаючих ламп, внаслідок чого хімічні елементи, наявні в їхньому складі, випаровуються та вимиваються, потрапляючи в довкілля. Токсичні речовини переносяться повітряними потоками і випадають на землю, інколи неподалік від первинного джерела, а інколи дуже далеко від нього та проникають глибоко в ґрунт і воду. Через харчовий ланцюг (вода, рослини, тварини) токсичні речовини потрапляють в організм людини, викликаючи тяжкі отруєння і навіть генетичні зміни. Лише грам ртуті, який потрапив у довкілля, здатний призвести до забруднення понад 3,3 млн. м³ повітря, а одній пальчиковій батарейці «під силу» забруднити близько 20 м² ґрунту або 400 л води (дані біологічного музею імені К.А. Тімірязєва).

Отже, в Україні проблема накопичення відходів пов'язана з недостатньою кількістю полігонів зі захоронення токсичних промислових відходів і відсутність заводів для їхнього знешкодження та переробки. Відсутність достатньої кількості централізованих пунктів збирання, утилізації, знешкодження та захоронення різних відходів (у т.ч. токсичних), які утворюються практично на всіх підприємствах, призводить до такого негативного явища, як розміщення і накопичення

відходів на власних територіях підприємств. Місця складування токсичних відходів на підприємствах часто не відповідають екологічним вимогам, що сприяє їх потраплянню на несанкціоновані звалища та інші непристосовані для цього місця.

4. Техногенні небезпечні явища й процеси.

Поняття екологічної безпеки

Техногенні джерела небезпеки – це небезпеки, пов’язані з використанням транспортних засобів, з експлуатацією підіймально-транспортного обладнання, використанням горючих, легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин та матеріалів, з використанням процесів, що відбуваються при підвищених температурах та підвищеному тиску, з використанням електричної енергії, хімічних речовин, різних видів випромінювання (іонізуючого, електромагнітного, акустичного). Джерелами техногенних небезпек є відповідні об’єкти пов’язані з впливом на людину об’єктів матеріально-культурного середовища [17, 20, 22].

Радіаційна небезпека. В Україні атомні електростанції та понад 3 тис. підприємств і організацій, які використовують у виробництві, науково-дослідній роботі та медичній практиці різноманітні радіоактивні речовини. Практично скрізь є радіоактивні відходи. Для України потенційну небезпеку становлять також Курська і Смоленська АЕС у Російській Федерації, Італійська АЕС (Литва), а також певною мірою АЕС, що розташовані у Болгарії, Словаччині, Угорщині.

Хімічна небезпека. В Україні функціонує близько 2000 хімічно небезпечних об’єктів, на яких зберігається або використовується у виробничій діяльності сильнодіючі отруйні речовини, у тому числі майже 10 тис. т хлору та близько 180 тис. т аміаку.

Вибухо- і пожежонебезпечні об’єкти. На території України є понад 1200 таких об’єктів, де зосереджено понад 13,6 млн. т твердих і рідких вибухо- та пожежонебезпечних речовин. Це – хімічні, нафто- і газопереробні, коксохімічні та інші виробництва, а також мережа нафто-, газо-, аміако- і продуктопроводів.

Небезпека енергетична. В Україні на 17 великих теплових електростанціях працює 122 енергоблоки. Понад 80% енергоблоків уже відпрацювали свій розрахунковий, а 48% – граничний ресурс. Отже, потенційні аварії на цих об’єктах не лише становлять локальну загрозу на об’єкті, а й можуть викликати аварійні ситуації на об’єктах

електроспоживання.

Небезпека транспортна. Щороку транспортні аварії займають перше місце серед надзвичайних ситуацій техногенного характеру за кількістю постраждалих і загиблих.

Небезпека від руйнування металевих і залізобетонних конструкцій. Найбільше таких конструкцій на виробництвах енергетичної, хімічної, нафтової, машинобудівної, чорної, вугледобувної галузей промисловості.

Небезпека відходів – це загроза здоров'ю людей і всьому живому; це загроза біосфері. Проблема відходів є найважливішою із проблем сучасності.

В Україні основним джерелом утворення відходів є підприємства гірничопромислового, хіміко-металургійного, машинобудівного, паливно-енергетичного, будівельного, целюлозно-паперового та агропромислового комплексів, а також комунальне господарство.

Особливу тривогу на фоні кризової екологічної ситуації викликає утворення і нагромадження в країні відходів, серед яких багато токсичних, що містять важкі метали, нафтопродукти, непридатні для застосування отрутохімікати, зокрема пестициди.

Харчова небезпека. Вона виникла в наслідок кризового забруднення навколишнього природного середовища, його складових, на фоні зниження самоочисних функцій природних екосистем.

Таким чином, людство створило технічну цивілізацію, розвиток якої супроводжується небезпечним забрудненням довкілля, дедалі більшим споживанням енергії, води та інших природних ресурсів.

Згідно Конституції України громадяни мають право на безпечне для життя і здоров'я навколишнє природне середовище та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди. Відповідно до цього розроблені основні напрямки державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки.

Під *екологічною безпекою* розуміється такий стан навколишнього природного середовища, при якому забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я людей, що гарантується здійсненням широкого комплексу взаємопов'язаних екологічних, політичних, економічних, технічних, організаційних, державно-правових та інших заходів (стаття 50 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища») [11, 20, 22]. Екологічна безпека розглядається як: захист людини і

навколишнього природного середовища від шкідливого впливу; умова збереження здоров'я людей і забезпечення стабільного соціально-економічного розвитку; баланс розвитку екосистем; діяльність по захисту життєво важливих екологічних інтересів; складова частина міжнародної екологічної безпеки і т. п.

Значне місце у формуванні державної політики займають питання радіаційної безпеки, а саме: захисту життя і здоров'я персоналу, який обслуговує ядерні установки, об'єкти поводження з радіоактивними відходами та джерела іонізуючого випромінювання, впливу радіоактивних відходів на навколишнє природне середовище та населення, яке проживає на територіях з підвищеними рівнями радіоактивності.

До основних напрямів підвищення рівня екологічної та радіаційної безпеки у сфері охорони навколишнього природного середовища в Україні належать:

- проведення структурної регіональної політики щодо стимулювання розвитку галузей невиробничої сфери і галузей обробної промисловості та скорочення частки важкої промисловості, в першу чергу тих галузей, що є основними забруднювачами навколишнього природного середовища;
- покращання стану земельних і водних ресурсів, у тому числі шляхом реабілітації радіоактивно забруднених територій і рекультивації територій з відвалами вуглевидобутку і мінеральної сировини, з підвищеними рівнями радіоактивності та запобігання поширенню небезпечних природно-техногенних явищ – ерозії ґрунтів, їх засолення, підтоплення території та ін.;
- проведення комплексу заходів із запобігання виникнення надзвичайних екологічних ситуацій, пов'язаних з повеннями, підтопленням території, пожежами в екосистемах;
- технічне переоснащення промислового виробництва шляхом запровадження ресурсо- та енергозберігаючих технологій виробництва і впровадження нетрадиційних технологій енергетики, зорієнтоване, зокрема, на підвищення рівня екологічної безпеки регіонів;
- підвищення рівня радіаційної безпеки (особливо для Київської, Житомирської, Рівненської та Чернігівської областей);
- запобігання промислового та побутового забруднення водойм, зниження обсягів викидів шкідливих речовин в атмосферу;
- запобігання проявам надзвичайних ситуацій природного характеру (в першу чергу, у Львівській та Херсонській областях) та

нарощення людських, фінансових, матеріально-технічних ресурсів, здатних мінімізувати негативні наслідки їх проявів;

- залучення додаткових джерел фінансування превентивної діяльності з попередження прояву надзвичайних ситуацій природного характеру;
- повне переоснащення житлово-комунального господарства та переведення його на ринкову основу функціонування;
- формування та розвиток екологічної мережі європейського зразка і збільшення заповідних природних територій [22].

Критерії безпечного стану навколишнього природного середовища визначаються системою екологічних стандартів, нормативів, технічних, санітарно-гігієнічних, будівельних та інших норм і правил, що містять вимоги щодо охорони довкілля.

5. Нормування антропогенного навантаження як основа екологічної безпеки

Нормування – це діяльність спрямована на встановлення гранично допустимих впливів людини на природу.

Основним завданням нормування є розробка нормативів. **Нормативи** (нормативні матеріали) – це комплекс довідкової інформації, необхідної для визначення норм збереження і поліпшення якості навколишнього середовища та охорони здоров'я людини, оптимізації негативного впливу антропогенного навантаження на природне середовище.

Нормування антропогенного навантаження на природне середовище та розробка нормативів ведеться у трьох основних напрямках: санітарно-гігієнічне нормування, екологічне нормування та науково-технічне нормування [34].

Санітарно-гігієнічні нормативи встановлюються в інтересах охорони здоров'я людини і збереження генетичного фонду деяких популяцій рослинного і тваринного світу. Воно охоплює також виробничу та житлово-побутову сфери в житті людини. Встановлені і затверджені нормативи є обов'язковими на всій території України.

До основних характеристик санітарно-гігієнічного нормування відносять: токсикант, доза, концентрація, границя шкідливої дії, гранично допустима концентрація, летальна доза (концентрація).

Токсикант – отруйна, шкідлива для здоров'я речовина. Для оцінювання токсичності речовини проводяться досліди на тваринах з

наступною екстраполяцією експериментальних даних на людину.

Доза – кількість (маса) шкідливої речовини, яка надійшла в організм, відносно маси тіла (мг/кг).

Концентрація – кількість речовини відносно одиниці об'єму або маси повітря (мг/м³), води (мг/л), ґрунту (мг/кг).

Границя шкідливої дії – це мінімальна доза речовини, при впливі якої в організмі виникають зміни, що виходять за межі фізіологічних та пристосувальних реакцій, або виникає тимчасово компенсована патологія. Таким чином, гранична доза речовини (або гранична дія загалом) викликає в біологічному організмі зміни, які не можуть бути компенсованими за рахунок гомеостатичних механізмів (тобто механізмів підтримання внутрішньої рівноваги організму).

Гранично допустимі концентрації (ГДК) – це нормативи, які встановлюють концентрації шкідливої речовини в одиниці об'єму (повітря або води), маси (харчових продуктів, ґрунту) або поверхні (ґрунту, шкіра працюючих), які при впливі за визначений проміжок часу практично не впливають на здоров'я людини і не викликають несприятливих наслідків у його нащадків.

Летальна доза (концентрація) (ЛД/К) – смертельна доза (концентрація) токсиканта, що спричиняє загибель живих організмів.

Санітарно-гігієнічне нормування охоплює всі сфери навколишнього середовища та різні шляхи надходження шкідливих речовин в організм людини, хоча дуже рідко відображає комбіновану дію (одночасну або послідовну дію деяких речовин при одному і тому ж шляху надходження) і не враховує ефектів комплексного надходження шкідливих речовин в організм різними шляхами і з різних середовищ – з повітря, води, з їжею, через шкіряні покриви тощо і сукупного впливу всього різноманіття фізичних, хімічних і біологічних факторів навколишнього середовища. Існують лише обмежені переліки речовин, які враховують ефект сумачії в умовах їх одночасного вмісту в атмосферному повітрі.

Екологічне нормування передбачає так зване допустиме навантаження на екосистеми. Допустимим вважають таке навантаження, під впливом якого відхилення від нормального стану системи гарантовано і не перевищує природних змін середовища, а отже не викликає небажаних наслідків у біоті і не призводить до погіршення якості оточуючого природного середовища.

Таким чином, необхідними є розробки ГДК не тільки за санітарно-гігієнічними, але і за екологічними ознаками шкідливості.

Основні характеристики екологічного нормування:

Екологічно-допустимі концентрації (ЕДК) шкідливих речовин – це такі їх концентрації в навколишньому середовищі, які надходять з різних антропогенних джерел і не порушують гомеостатичні механізми саморегуляції екосистем.

Екологічно-допустимі навантаження (ЕДН) – це такі навантаження, які не перевищують екологічної ємності екосистем.

Модуль техногенного навантаження (МТН) - це обсяг стічних вод та твердих відходів промислових та комунальних об'єктів, рознесених по адміністративних одиницях (областях), що вимірюються в тисячах тон на квадратний кілометр за рік.

Науково-технічне нормування передбачає введення обмежень діяльності господарських об'єктів відносно забруднення навколишнього середовища, тобто визначає гранично допустимі інтенсивності потоків шкідливих речовин, які можуть надходити від джерел впливу в повітря, воду і ґрунти.

Таким чином, від підприємств вимагається не безпосереднє забезпечення тих або інших ГДК, а дотримання гранично допустимих викидів і скидів шкідливих речовин, які встановлені для визначеного об'єкту в цілому або для конкретних джерел, які входять до складу цього об'єкту.

Гранично допустимий викид (ГДВ) – це маса шкідливої речовини, яка не повинна перевищуватися під час викиду в атмосферу за одиницю часу. ГДВ встановлюється для кожного джерела забруднення атмосфери (і для кожного інгредієнту, який надходить до атмосфери з цього джерела), таким чином, що викиди шкідливих речовин від даного джерела та від сукупності джерел усього населеного пункту з урахуванням перспектив розвитку інфраструктури промислових підприємств і розсіювання шкідливих речовин в атмосфері не створюють приземну концентрацію, яка перевищувала б їх ГДК.

Гранично допустимий скид (ГДС) – це маса речовин у стічних водах, максимально допустима до відведення з установленим режимом у даному пункті водного об'єкта за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води у контрольованому пункті. ГДС встановлюється з урахуванням ГДК в місцях водоспоживання, асиміляційних властивостей водного об'єкта і оптимального розподілу маси речовин, що скидаються, між водокористувачами, які скидають стічні води [23, 34].

Питання для самостійної роботи студентів:

1. Основні фактори, що визначають захворюваність населення.
2. Фактори, що призводять до спалаху епідемій.
3. Природні та штучні джерела радіації.
4. Масштаби радіоактивного забруднення.
5. Основні шляхи вирішення проблеми радіоактивного забруднення природних ресурсів.
6. Види альтернативних джерел енергії.

ВЗАЄМОВІДНОСИНИ СУСПІЛЬСТВА ТА ПРИРОДИ: ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Основні питання

1. Пошук шляхів оптимізації та гармонізації системи «суспільство – природа».
2. Концепція сталого розвитку суспільства
3. Особливості формування концепції екологічної освіти та її ролі у визначенні засад сталого розвитку

1. Пошук шляхів оптимізації та гармонізації системи «суспільство – природа»

Сучасні тенденції економічного, науково-технічного та соціального розвитку суспільства дозволяють стверджувати, що основною причиною існуючої екологічної кризи є невміння людей гармонізувати свої взаємини з природою та домінування антропоцентричної екологічної свідомості. Тобто екологічна криза – це, передусім криза світоглядна, філософсько-ідеологічна. Тому для виходу із неї потрібні нова філософія життя, висока екологічна культура та свідомість.

Однією з наук, яка дає можливість зрозуміти фундаментальні причини суперечності між суспільством і природою, що породили сучасну екологічну кризу та можливі шляхи її подолання є соціальна екологія.

Соціальна екологія – це інтегративна наука, що вивчає основні закони та закономірності взаємодії суспільства і природи з метою оптимізації та гармонізації їх взаємодії.

Як окрема дисципліна, наука про взаємодію суспільства та природи була визначена у програмній статті американського вченого Р.Е. Парка, опублікованої у 1916 р. У 20-30 рр. виступаючи під назвами *human ecology* (людська екологія) або *social ecology* (соціальна екологія), вона знайшла свій розвиток у роботах американських соціологів Е. У. Берджесса, Р. Макензі та інші.

Становлення соціальної екології як науки, що почалось після

Першої світової війни, особливе прискорення отримало в шістдесяті роки минулого сторіччя, про що засвідчив Всесвітній конгрес соціологів 1966 р. Швидкий розвиток соціальної екології в наступні роки дозволив на черговому конгресі соціологів, що відбувся у Варні 1970 р., створити Дослідницький комітет Всесвітнього об'єднання соціологів з проблем соціальної екології. Таким чином, було визнано існування соціальної екології як самостійної галузі наукового знання і дано поштовх для більш швидкого її розвитку та уточнення визначення предмета [24, 28].

Предметом вивчення соціальної екології є специфічні закони розвитку інтегрованої системи «суспільство – людина – техніка – природне середовище».

Мета соціальної екології – пізнання закономірностей функціонування та розвитку різноманітних соціоекосистем, описання їх у вигляді теоретичних законів і розробка на цій основі стратегії раціонального природокористування для оптимізації та гармонізації взаємодії суспільства і природи.

Соціоекосистеми – надзвичайно складні саморегульовані системи, рівновага яких повинна забезпечуватись людським суспільством. Кожна з них складається з двох основних підсистем – природної та соціально-економічної, які складаються з підсистем нижчого рівня: природна – з абіотичної та біотичної, а соціально-економічна підсистема – з населення та господарства. У свою чергу, названі підсистеми містять компоненти: природна – гірські породи, рельєф земної поверхні, ґрунти, рослинність, тваринний світ, поверхневі та підземні води, атмосферне повітря, а соціально-економічна – людське населення, житлові, промислові, інженерні, комунікаційні, господарські та інші антропогенні об'єкти.

В основу сучасних методологічних підходів до гармонізації взаємовідносин суспільства і природи покладені наступні принципи запропоновані Е.В.Гірусовим (1978):

- оптимальної відповідності суспільства і природного середовища;
- підтримання екологічної рівноваги природних систем;
- компенсації використаних природних ресурсів;
- екологічної чистоти людської діяльності;
- комплексного екологічного обґрунтування прийнятих рішень;
- пріоритету природоохоронної діяльності.

Проблема майбутнього у взаємовідносинах суспільства і природи та пошуки шляхів подолання глобальної екологічної кризи завжди

цікавили науковців. Так, у працях вітчизняних класиків екологічної науки кінця XIX – початку XX століть панує екоцентричний підхід: В.В. Докучаєв (теорія еталонів природи), М.Ф. Федоров (філософія спільної справи), В.І Вернадський (біосферно-ноосферне вчення), О.І. Чижевський та К.Е. Ціолковський (космічна філософія). Ці науковці пов'язують майбутнє взаємодії суспільства і природи з вільною, творчою працею людини, яка завершиться створенням умовного «екологічного раю» на планеті. Водночас як один із засобів вирішення екологічних проблем розглядається моральне вдосконалення людини, що ґрунтується на принципах екоетики, екогуманізму та поглиблення екосвідомості. Подібний екооптимізм не поділяють представники західних екологічних течій, що розглядають розвиток суспільства з антропоцентричних позицій. Весь спектр футурологічних концепцій екологічного напрямку можна розділити на дві течії: **еконесимістична (екоалармізм), технооптимістична (техноапологізм)** [24, 28].

Серед найбільш відомих представників **еконесимізму** слід згадати прізвища американців Е. Тофлера з його працею «Шок від майбутнього»; Г. Кана автора книги «Наступні 200 років. Сценарій для Америки та світу»; французького футуролога Е. Мюреза та його «Заповіт для майбутнього світу». Прогнози екоалармістів отримали обґрунтування в роботах Дж. Форрестера та Д. Медоуза, які були авторами доповідей Римського клубу («Межі росту»).

В роботі «Шок від майбутнього», Е. Тофлер робить висновок про те, що людство створило цивілізацію, яку само не може зрозуміти, і розвиток якої воно нездатне контролювати. Причиною цього він називає панування індустріальних технологій, які не управляються людиною, а керують нею. Розвиваючи цю ідею в наступних роботах («Доповідь про екоспазм», «Третя хвиля», «Передбачення та передумови»), Е. Тофлер констатував той факт, що раніше жодна цивілізація не створювала засобів, здатних, у прямому значенні слова, знищити життя на планеті і саму планету. Ніколи раніше всім океанам Землі не загрожувало забруднення, а з поверхні планети не зникав щоденно один вид рослин чи тварин внаслідок людської жадібності чи невігластва. Війна проти природи досягла поворотної межі, і біосфера більше не в силах протистояти промисловій агресії.

У книзі «Наступні 200 років. Сценарій для Америки та світу» Г.Кан зазначає, що негативні наслідки втручання людини в природу не повинні взагалі розглядатись як серйозна проблема. Голод, масові епідемії, виснаження природних ресурсів, забруднення оточуючого

середовища – це лише побічні, тимчасові проблеми становлення нової «суперіндустріальної» цивілізації, причини яких полягають в неефективному управлінні та невігластві управлінців.

Г. Кан вважає за цілком прийнятне пожертвувати задля прогресу цивілізації екологічними інтересами слабо розвинених в економічному відношенні країн, зберігаючи якість оточуючого середовища країн Заходу. Він пропонує відстоювати інтереси оточуючого середовища, де це тільки можливо та корисно і стимулювати розвиток економіки там, де він виявляється відносно продуктивним, а збитки, що завдаються оточуючому середовищу, є другорядним, роблячи благо для населення бідних країн, яке замість того, щоб померти через короткий час від голоду, помре через десяток років від промислового забруднення їхніх територій проживання.

Цей сценарій офіційно не був підтриманий жодним з урядів промислово розвинутих країн, однак факти останніх десятиріч свідчать, що процес винесення екологічно шкідливих виробництв в країни третього світу набирає обертів.

Крайню позицію *в екопесимізмі* виражає французький футуролог Е. Мюрез, який в своїй роботі «Заповіт для майбутнього світу» найкращим способом вирішення сьогоденних екологічних проблем людства вважає обмін «помірними» ядерними ударами. Після такого «невеликого» ядерного конфлікту різко зменшиться населення планети і, тим самим, автоматично зникнуть проблеми з перенаселенням, нестачею природних ресурсів, продуктів харчування і т.п. Головним завданням «цивілізованих» країн є необхідним чином підготуватись до такого розвитку подій, щоб бути в змозі не лише вижити в цій війні, а й створити необхідні запаси для якнайшвидшого розвитку нової цивілізації.

Прогнози Дж. Форрестера, Д. і Л. Медоузів, М. Месаровича і Е. Пестеля були опубліковані в книзі «Межі росту». На основі розрахунків моделей глобального економічного розвитку з урахуванням біосферних і ресурсних обмежень автори сформулювали такий висновок: якщо впродовж 130 років збережеться існуюча тенденція по лінії «зростання населення – зростання споживання – зростання виробництва – прогрес техніки – зростання забруднення – виснаження ресурсів», настане світовий еколого-економічний колапс.

Використовуючи удосконалені математичні моделі, Т. Лесбак (Німеччина) визначив два можливих строки загибелі людської цивілізації: між 2170 і 2250 рр. за однією моделлю і до 2600 р. – за іншою [24].

Розглянемо деякі з моделей гармонійної взаємодії людського суспільства і біосфери.

Англійський хімік Дж. Лавлок у 1979 р. висунув концепцію планетарної свідомості. Він пропонує *гіпотезу «Геї-Землі»* – «блакитної перлини»: все живе на Землі – це частина гігантської системи, здатної регулювати свої параметри і забезпечувати власну життєдіяльність, підтримувати високій ступінь самоорганізації. Дж. Лавлок говорить, що на шляху до найвищих щаблів цілісності («соціального суперорганізму») остаточний вибір за людством, яке «може передбачати своє майбутнє, приймати свідомі рішення, терпляче змінювати свою долю. Вперше за всю історію еволюції відповідальність за її продовження покладено на сам еволюційний матеріал. Ми – вже не пасивні свідки цього процесу, а його учасники, що активно формують майбутнє. Подобається нам це чи ні, ми тепер – стражі еволюційного процесу на Землі. Еволюційне майбутнє цієї планети знаходиться в наших власних руках, точніше, в наших власних мозках».

Російські вчені В. Г. Горшков, В. І. Данилов-Данільян, К. Я. Кондратьєв обґрунтували *теорію біотичної регуляції і стабілізації навколишнього середовища*. На основі цієї теорії було визначено критерій – екологічна техноємність. Це межа стійкості біосфери відносно антропогенних впливів. За цією теорією головною причиною глобальної екологічної кризи є стрімке зростання народонаселення, яке більше ніж у 10 разів перевищило розумні межі. Виходячи з цього, необхідне термінове зниження антропогенного навантаження на біосферу не менше ніж в 10 разів, а головний механізм його здійснення – десятикратне зниження чисельності населення Землі.

Відомий російський математик і прогнозіст академік М.М. Моїсєєв працював над розробленням подібної концепції *«золотого мільярда»* – тієї чисельності населення планети, дія якого можуть бути забезпечені високі стандарти благополуччя при достатньому збереженні біотичної рівноваги. Основою цієї концепції були розрахунки несучої демографічної ємності Землі. Вона складає 0,5-1,5 млрд. чол.

Академік М.М. Моїсєєв вважав, що прямування до нової цивілізації (раціонального суспільства) повинно реалізовуватися через *коеволюцію* (сумісну, взаємопов'язану еволюцію) людського суспільства і біосфери. Коеволюція, на його думку, це узгодження «стратегії природи» і «стратегії розуму». Необхідна зміна ставлення суспільства до природи, підкорення суспільства екологічному імперативу. Це поняття М.М. Моїсєєв вводить як наполегливу

екологічну вимогу до будь-яких природоперетворюючих дій, до науково-обґрунтованих прогнозів. **Екологічний імператив** – існування деяких граничних станів біосфери, переступати які людство не повинно ні за яких умов.

Французький учений Л. Феррі в ряді своїх праць, у тому числі в книзі «Новий екологічний порядок», висуває **концепцію ціннісного ставлення до природи**, в якому пріоритет надається правам природи.

А. Печчеї (член Римського клубу) створив **концепцію «нового гуманізму і людської революції»**, яка поставила людину в центр розвитку і за якою необхідною умовою виходу народів з кризи повинна стати координація зусиль народів, трансформація системи егоїстичних держав у єдину світову спільноту. А. Печчеї пропонує змінити ситуацію шляхом революції в самій людині. Інший член Римського клубу Е. Ласло закликає до **«революції світової солідарності»**, до усвідомлення глобальних цілей безпеки і гуманного світу і забезпечення міжнародного співробітництва «на благо всіх».

Технооптимістична течія представлена іменами таких визначних вчених, як У. Росту, Дж. Гелбрейт, Р. Арон, З. Бжезинський, Д. Бем, Б. Гаврилишин та іншими. Спільним для поглядів цих мислителів є спроба органічно вписати проблему взаємовідносин суспільства та природи в комплекс проблем майбутнього цивілізації. Визнаючи, що з розвитком та якісними змінами в продуктивних силах людства повинна відбутись і зміна характеру соціоприродних відносин, вони саме у прискореному прогресі науки та техніки і відповідних трансформаціях існуючих соціальних систем вбачають головну передумову подолання загрози глобальної екологічної кризи.

Таким чином в науку прийшли концепції **«нульового росту» та «обмеженого росту»**.

Теорія «нульового росту» дала поштовх до розв'язання певних екологічних проблем в індустріально розвинутих країнах через впровадження енерго- і матеріалозберігаючих технологій, закриття екологічно шкідливих виробництв, часткове обмеження споживання продукції, розвиток інформаційних технологій. Але домінуюча в цій теорії ідея відмови від прогресу прирікала країни, що розвиваються на низький рівень життя, бідність і голод.

Виділяють такі основні принципи функціонування суспільства згідно з теорією нульового зростання:

1) відсутність чистого приросту продукції в промисловості, що дасть можливість скоротити приріст споживання природних ресурсів, а

в майбутньому і перейти до його зменшення;

2) відмова від ідеї прогресу в усіх його проявах і, по можливості, повернення до попередніх, доіндустріальних етапів розвитку суспільства;

3) відмова від природознищуючих індустріальних технологій;

4) заміна крупних організацій невеликими для зменшення ризику від прийняття хибних управлінських рішень;

5) заміна юридичних норм моральними та релігійними, оскільки останні, будучи «внутрішнім приписом», можуть більш ефективно керувати поведінкою людини і не давати робити їй неправильні дії;

6) обмеження деяких громадянських свобод (пересування, вибору професії, кількості дітей і т.д.), які можуть сприяти негативному впливові на оточуюче середовище;

7) зменшення числа університетів і загальної кількості студентів та наукових досліджень, переорієнтація наукових програм з питань нарощення природоперетворюючих здатностей суспільства на проблеми адаптації та виживання;

8) зменшення кількості машин і повернення до ремесла та до ручної праці в сільському господарстві;

9) скорочення дорогого лікування (людей з генетичними відхиленнями, хворобами, що передаються в спадок) для покращання біологічних характеристик людської популяції і т.п.

Саме тому ця теорія гостро критикувалась як хибна і була модернізована Пестелем і Месаровичем в концепцію *«обмеженого росту»*. Ця наукова розробка робить спробу узгодити інтереси всіх країн та верств населення заради збереження природних умов існування людини як біологічної істоти. Вона передбачала також розробку і прийняття програми глобальних дій для оптимізації взаємодії суспільства і природи в масштабах всієї планети на основі добровільної коаліції націй. Суперечки, які спалахнули довкола цих концепцій розвитку суспільства призвели до виникнення і розвитку певного компромісного варіанту, який отримав назву концепція *«сталого розвитку»* [24, 28].

Офіційний статус поняття *«сталого розвитку»* отримало на конференції ООН «Навколишнє середовище і розвиток» (Ріо-де-Жанейро, 1992).

2. Концепція сталого розвитку та особливості її запровадження для України

За матеріалами Конференції ООН *сталий розвиток* – це такий розвиток, що задовольняє потреби теперішнього часу, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби.

Близького змісту термін «*екорозвиток*» сформулював Моріс Стронг у Стокгольмі 1972 року. Під екорозвитком він розумів екологічно зорієнтований соціально-економічний розвиток, при якому зростання добробуту людей не супроводжується погіршенням середовища існування і деградацією природних систем. Варто зауважити, що нині відомо понад 60 визначень сталого розвитку. Це викликано суперечливістю і неоднозначністю цього терміна, оскільки в понятті об'єднані два слова, які мають внутрішньо протилежне значення: «*сталість*» передбачає начебто рівновагу, а «*розвиток*», можливий тільки за умов постійного виходу системи з рівноважного стану [32].

Завдання стратегії сталого розвитку пов'язані з вивченням закономірностей функціонування соціальної, економічної та екологічної систем і забезпечення умов їх сталого розвитку.

Крім вивчення питань закономірностей розвитку соціо-економіко-екологічної системи, стратегія сталого розвитку передбачає вивчення й таких його аспектів, як оцінювання їх стану, прогнозування та розроблення програми дій, призначених реалізувати концепції та стратегії розвитку цієї системи.

В останні роки концепція переходу суспільства до моделі сталого розвитку набула рис важливого пріоритету, який в багатьох країнах світу отримав законодавче закріплення.

Концепція сталого розвитку передбачає, що певні параметри повинні зберігати постійне значення, а саме: фізичні константи, генофонд, ділянки незмінених людиною екосистем, здоров'я населення. Вона враховує необхідні обмеження, в першу чергу в галузі природокористування, з метою забезпечення нинішньому та прийдешнім поколінням здорового середовища існування і достатню забезпеченість природними ресурсами. З цією метою вироблені глобальні та національні індикатори розвитку, як у виробничій та соціальній сферах, так і в сфері природокористування і охорони довкілля [16, 32].

Згідно з прийнятими в Ріо-де-Жанейро документами стійкий розвиток передбачає:

- право людей на здорове і плідне життя в гармонії з природою;
- охорону навколишнього середовища як невід'ємну частину процесу розвитку;

- задоволення потреб у сприятливому навколишньому середовищі як нинішнього, так і майбутніх поколінь;
- зменшення розриву в рівні життя між народами світу, а також між бідними і багатими в кожній країні;
- удосконалювання природоохоронного законодавства;
- відмову від моделей розвитку виробництва і споживання, що не сприяють стійкому розвитку.

Оптимізація взаємовідносин в системі «суспільство-природа» не є самоціллю, вона – необхідна умова досягнення стану гармонії даної системи. Гармонізувати життєдіяльність суспільства можливо на таких принципах:

- зміна філософії життя людини, суспільства, в основу якої мають бути покладені культурні й духовні традиції, настанови на збереження соціально-екологічної цілісності середовища існування;
- визнання людини, родини, етносу, суспільства, нації, держави вищою цивілізаційною цінністю;
- всебічний розвиток освіти, особливо екологічної, як рушійної сили цивілізаційного розвитку;
- визнання стабільності суспільства, соціумів, поселень метою гармонізації життєдіяльності людства;
- екологічне оздоровлення природних об'єктів, ландшафтів як середовища існування й домінанти життя, зменшення техногенного навантаження на них;
- спрямування технологічних та інноваційних змін на підтримання стабільності їх динамічної рівноваги довкілля й розвитку.

Людство має докласти максимальних зусиль для раціонального пізнання законів функціонування живої природи і свою поведінку проектувати відповідно до них. Сьогодення вимагає формування адекватної стратегії поведінки людини в біосфері, яка полягає в гармонійному співіснуванні людини з природою.

Проблеми сталого розвитку є особливо важливими для України, де продовжує зберігатись екстенсивний тип відтворення (наприклад, для збільшення випуску продукції вдвічі у дію вводиться така ж кількість машин, верстатів, устаткування і такої ж кваліфікації й рівня освіти працівники, такі ж форми організації праці, споживається вдвічі більше сировини, вдвоє зростають посівні площі тощо), що веде до нераціонального використання природних ресурсів і деградації середовища існування людей.

Головним недоліком сучасної економічної моделі в Україні є

орієнтація на більш повне залучення у господарське використання природно-ресурсного потенціалу України та її регіонів, особливо мінеральних ресурсів. Така стратегія ендегенного розвитку суперечить суті сталого розвитку, який передбачає зниження ресурсомісткості виробництва, впровадження ринково орієнтованих методів управління природокористуванням, здатних перетворити охорону навколишнього середовища, раціональне використання природних ресурсів та екологічну безпеку країни у невід'ємну складову соціально-економічних перетворень.

Тому, до найважливіших передумов переходу України на модель сталого розвитку на національному та регіональному рівнях належать:

- кардинальна зміна моделі природокористування;
- перехід до інтенсивного типу виробництва на основі широкомасштабної реконструкції та модернізації відсталої матеріально-технічної бази на основі використання новітніх, безвідходних, маловідходних та екологічно-безпечних технологій;
- формування нової демографічної політики, спрямованої на стимулювання відтворення населення, встановлення принципів соціальної справедливості, формування середнього класу, підвищення якості освіти та охорони здоров'я;
- розширення масштабів міжнародного співробітництва у сфері ефективного розв'язання ресурсо-екологічних проблем і завдань сталого розвитку [33].

Основними цілями сталого розвитку для України визначено наступні:

➤ *економічний розвиток* – формування соціально та екологічно орієнтованої інвестиційно-інноваційної ринкової економіки, забезпечення якості життя, раціонального споживання матеріальних ресурсів;

➤ *охорона навколишнього природного середовища* – створення громадянам умов для життя в якісному навколишньому природному середовищі з чистими повітрям, землею, водою, захист і відновлення біорізноманіття, реалізація екологічного імперативу розвитку виробництва;

➤ *добробут* – запровадження єдиних соціальних стандартів на основі науково обґрунтованих нормативів бюджетної забезпеченості одного жителя з урахуванням регіональних особливостей.

➤ *справедливість* – встановлення гарантій рівності громадян перед законом, забезпечення рівних можливостей для досягнення

матеріального, екологічного і соціального благополуччя;

➤ *дефективне (стале) використання природних ресурсів* – створення системи гарантій раціонального використання природних ресурсів на основі дотримання національних інтересів країни та їх збереження для майбутніх поколінь;

➤ *стабілізація чисельності населення* – припинення процесів депопуляції, формування державної політики з метою збільшення тривалості життя і стабілізації чисельності населення, надання всебічної підтримки молодим сім'ям, охорона материнства і дитинства;

➤ *освіта* – забезпечення гарантій доступності освіти для громадян, збереження інтелектуального потенціалу країни;

➤ *міжнародне співробітництво* – активна співпраця з усіма країнами і міжнародними організаціями з метою збереження природних екосистем, раціонального використання ресурсів, гарантування безпечного і сприятливого майбутнього [32, 33].

В Україні 12 січня 2015 р. Президент П. Порошенко підписав Указ «Про Стратегію сталого розвитку «Україна – 2020»» (далі – Стратегія). Метою Стратегії є впровадження в Україні європейських стандартів життя та вихід України на провідні позиції у світі.

Задля цього рух уперед здійснюватиметься за такими векторами:

– вектор розвитку – це забезпечення сталого розвитку держави, проведення структурних реформ та, як наслідок, підвищення стандартів життя. Україна має стати державою з сильною економікою та з передовими інноваціями. Для цього, передусім, необхідно відновити макроекономічну стабільність, забезпечити стійке зростання економіки екологічно невиснажливим способом, створити сприятливі умови для ведення господарської діяльності та прозору податкову систему;

– вектор безпеки – це забезпечення гарантій безпеки держави, бізнесу та громадян, захищеності інвестицій і приватної власності. Україна має стати державою, що здатна захистити свої кордони та забезпечити мир не тільки на своїй території, а й у європейському регіоні. Визначальною основою безпеки має також стати забезпечення чесного і неупередженого правосуддя, невідкладне проведення очищення влади на всіх рівнях та забезпечення впровадження ефективних механізмів протидії корупції. Особливу увагу потрібно приділити безпеці життя та здоров'я людини, що неможливо без ефективної медицини, захищеності соціально вразливих верств населення, безпечного стану довкілля і доступу до якісної питної води, безпечних харчових продуктів та промислових товарів;

– вектор відповідальності – це забезпечення гарантій, що кожен громадянин, незалежно від раси, кольору шкіри, політичних, релігійних та інших переконань, статі, етнічного та соціального походження, майнового стану, місця проживання, мовних або інших ознак, матиме доступ до високоякісної освіти, системи охорони здоров'я та інших послуг в державному та приватному секторах. Територіальні громади самостійно вирішуватимуть питання місцевого значення, свого добробуту і нестимуть відповідальність за розвиток всієї країни;

– вектор гордості – це забезпечення взаємної поваги та толерантності в суспільстві, гордості за власну державу, її історію, культуру, науку, спорт. Україна повинна зайняти гідне місце серед провідних держав світу, створити належні умови життя і праці для виховання власних талантів, а також залучення найкращих світових спеціалістів різних галузей [26].

3. Особливості формування концепції екологічної освіти та її ролі у визначенні засад сталого розвитку

Аналіз найбільших екологічних катастроф світу, проведений групою висококваліфікованих фахівців з різних країн, показав, що однією з основних причин виникнення кризових явищ, як і в цілому відставання у виконанні Програми дій «Порядок денний на XXI століття», є загальний низький рівень екологічної культури і освіченості, а також недостатня увага до розвитку фундаментальної екологічної науки в усьому світі. Цей висновок лише підтверджує очевидний факт, що уряди і громадськість все ще не поставили на рівень найвищих пріоритетів освіту в інтересах екологічно збалансованого розвитку, широке розповсюдження екологічного виховання, культури і науки як основних компонентів екологічно безпечної поведінки людей.

Саме екологічна освіта відіграє вагомий роль у визначенні засад сталого розвитку суспільства, тому сучасна державна політика в галузі освіти повинна базуватися на таких принципах:

- доступність всім верствам населення;
- комплексність екологічної освіти і виховання;
- неперервність екологічного навчання в системі освіти, зокрема, підвищення кваліфікації та перепідготовки керівних кадрів.

Основною метою екологічної освіти є формування екологічної культури окремих осіб і суспільства в цілому, формування навичок на

основі глибокого вивчення й усвідомлення фундаментальних екологічних знань, екологічного мислення і свідомості, що ґрунтуються на ставленні до природи як універсальної, унікальної цінності. Для досягнення цієї мети передбачається комплекс заходів з вдосконалення практичної педагогічної діяльності та поетапного вирішення освітніх і виховних завдань.

Формування екологічної культури населення передбачає:

- розуміння сучасних екологічних проблем держави і світу, усвідомлення їх важливості, актуальності і універсальності;
- відродження кращих традицій народу у взаємовідносинах з довкіллям, виховання любові до рідної природи;
- усвідомлення безперспективності технократичної ідеї розвитку і необхідності заміни її на екологічну, яка базується на розумінні єдності всього живого й неживого в складно організованій глобальній системі гармонійного співіснування й розвитку;
- розуміння універсальності природних зв'язків та необхідності самообмеження суспільства, подолання споживацького ставлення до природи;
- розвиток почуття особистої відповідальності за стан довкілля на місцевому, регіональному, національному і глобальному рівнях;
- оволодіння нормами екологічно грамотної поведінки.

Генеральна Асамблея ООН оголосила з 2005 року початок Декади освіти в інтересах екологічно збалансованого розвитку. Це означає, що екологічній освіті в інтересах сталого розвитку належить зайняти чільне місце серед пріоритетів сталого розвитку в ХХІ столітті. Сьогодні саме освіта і наука стають одним з основних важелів для досягнення збалансованого розвитку між екологічною, соціальною та економічною підсистемами, удосконалення науково-технічної бази і технологій виробництва та природокористування з урахуванням можливостей біосфери та необхідності збереження її параметрів [32].

У формування нової парадигми сучасної свідомості і культури свій внесок мають зробити не лише фахівці-екологи, а представники різних галузей науки, різних рівнів і напрямів освіти - економісти, соціологи, культурологи, психологи, політологи та ін. Хоча зрозуміло, що ключову роль мають відігравати представники тих наукових галузей, які безпосередньо займаються дослідженням біосфери, літосфери, гідросфери, атмосфери тощо.

Найбільш чисельну групу серед працівників науки складають вчені-природознавці. Саме на них лежить найбільший обсяг наукової роботи, пов'язаної зі з'ясуванням стану екосистем та визначенням засобів з їхньої підтримки, напрямками та швидкістю змін, виробленням пропозицій щодо адекватних заходів реагування тощо. Одним з основних завдань науки у сприянні розробці адекватної екологічної політики та політики сталого розвитку у межах процесу прийняття управлінських рішень є надання повної і об'єктивної інформації.

Отже, одним з головних шляхів для переходу до сталого розвитку суспільства є вирішення надзвичайно гострих екологічних і соціально-економічних проблем сучасного світу і України, за рахунок підготовки громадян з високим рівнем екологічних знань, екологічної свідомості і культури.

Зміст екологічної освіти повинен бути спрямований на формування особистості з екологічною світоглядною установкою на дотримання норм екологічно грамотної поведінки і виконання практичних дій щодо захисту власного здоров'я і навколишнього природного середовища.

Згідно Стратегії Європейської економічної комісії ООН з освіти в інтересах сталого розвитку (ОСР) освіта визначається як процес, що триває протягом усього життя, починаючи з раннього дитинства до отримання вищої освіти і освіти для дорослих, і виходить за межі формальної освіти. Оскільки система цінностей, спосіб життя і життєві установки формуються в ранньому віці, особливого значення набуває освіта для дітей.

Уряди країн у співробітництві з різними секторами суспільства здійснюють заходи щодо включення сталого розвитку як центрального питання під час вивчення різних дисциплін. Створюються консультативні національні координаційні органи з питань екологічної освіти та освіти для сталого розвитку, проводяться «круглі столи» за участі представників державних органів та неурядових природоохоронних, освітніх, жіночих, молодіжних та інших організацій.

Органи управління освітою разом з громадськими організаціями могли б суттєво сприяти здійсненню програми попередньої професійної підготовки і підвищення кваліфікації за місцем роботи для викладачів та представників адміністрації у галузі освіти. Слід забезпечити надання допомоги кожній школі щодо підготовки робочих планів навчальної діяльності з обов'язковим включенням елементів екологічної

освіти для сталого розвитку суспільства, а також залучення школярів до участі у нагляді за санітарним станом довкілля. Вищі навчальні заклади потребують підтримки з питань викладання проблем сталого розвитку. На базі університетів за підтримки міжнародних організацій, незалежних урядових асоціацій, варто створювати національні та регіональні центри знань з питань сталого розвитку в межах міждисциплінарних наукових досліджень і освіти в сфері екологічних наук, права і сталого розвитку [32].

Питання для самостійної роботи студентів

1. Середовище існування людини та його компоненти.
2. Енвайронментологія як наука про оточуюче людину середовище.
3. Зміни та перетворення природних процесів і компонентів природи господарською діяльністю.
4. Поняття людського розвитку, методи його вимірювання.
5. Вплив здоров'я і тривалості життя на людський розвиток.

Практична робота № 8

Біосфера, її структура та наслідки трансформації у ноосферу

Мета роботи: вивчити структуру біосфери та ознайомитися з наслідками її трансформації в ноосферу.

Основні поняття: біосфера, жива речовина, кругообіг елементів, відновні та невідновні природні ресурси, стабільність біосфери, деградація біосфери, ноосфера.

Підготувати наступні теоретичні питання:

1. Поняття про біосферу. Структура біосфери.
2. Властивості живої речовини та основні функції біосфери в цілому.
3. Кругообіг важливих хімічних елементів у біосфері.
4. Стабільність біосфери. Трансформація біосфери в ноосферу.

Практичні завдання:

1. Розглянути структуру біосфери та виписати її межі в атмосфері, гідросфері та літосфері.
2. Охарактеризувати властивості живої речовини.
3. Виписати основні функції біосфери.
4. Схематично відобразити у зошиті кругообіги наступних речовин: Карбону, Оксигену, Нітрогену, Фосфору та Сульфуру.
5. Описати кругообіг води.
6. Розкрити зміст поняття «стабільність біосфери».
7. Назвати основні причини деградації біосфери.
8. Описати процес трансформації біосфери в ноосферу.
9. Проаналізувати експеримент зі створення «Біосфери-2».

За результатами практичної роботи зробити висновки.

Практична робота №9

Дослідження транспортного навантаження у населених пунктах

Мета роботи: ознайомитись з факторами, які впливають на завантаження, рівень шуму і концентрацію забруднюючих речовин поблизу автомобільної дороги. Освоїти методики визначення рівня шуму та інтенсивності руху автотранспорту.

Основні поняття: інтенсивність руху транспорту, завантаженість дороги, рівень шуму.

Підготувати наступні теоретичні питання:

1. Склад, будова та захисні функції атмосфери.

2. Джерела, масштаби і наслідки забруднення атмосфери.
3. Основні хімічні компоненти, які надходять в атмосферне повітря від пересувних джерел.

Практичні завдання:

Поблизу транспортних шляхів спостерігається високий рівень шумового навантаження. Як відомо, фізіологічної адаптації до шуму не існує. Шум призводить до зниження продуктивності праці на 5–30 % для різних категорій робітників і службовців. Зниження сприйняття навчальної інформації через негативний вплив транспортного шуму залежно від контингенту учнів складає 70–95 %. Частково зменшити рівень шуму можна за допомогою зелених насаджень [9].

1. Описати досліджувану ділянку (кількість зелених насаджень, їх характеристика). Під час роботи звернути увагу на наявність насаджень, які поглинають пил та інші забруднюючі речовини, зменшують шумове навантаження, регулюють мікроклімат (вміст вологи, кисню, оксидів карбону, фітонцидів), табл.1.

Таблиця 1

Вплив зелених насаджень на рівень шуму [9]

Вид насаджень	Ширина смуги, м	Зниження рівня шуму, дБ
Однорядні шахові	10-15	4-5
	16-20	5-8
Дворядні з відстанню між рядами 3-5 м	21-25	8-10
Трирядні	26-30	10-12

2. Визначити інтенсивність руху автотранспорту методом підрахунку автомобілів різних типів. Тривалість кожного спостереження 20 хв. Дані записати у табл. 2.

Таблиця 2

Інтенсивність руху транспорту

Період дослідження	Кількість автомобілів					
	Легкових		Вантажних		Мікроавтобусів	
	за 20 хв	за 1 год	за 20 хв	за 1 год	за 20 хв	за 1 год
7-7 ²⁰						
11-11 ²⁰						
15-15 ²⁰						
19-19 ²⁰						

3. На основі даних таблиці побудувати графік орієнтовної

інтенсивності руху автотранспорту у перерахунку на 1 годину.

При побудові графіка на осі ординат відкласти число машин, а на осі абсцис – час (в годинах для добової динаміки). Криві інтенсивності руху побудувати окремо для кожного виду транспорту та для їх загальної кількості.

В результаті проведеного моніторингу руху транспорту за таблицею визначити рівень шуму на автодорогах міста, табл. 3.

Перед виконанням завдання ознайомитися з наступною інформацією.

Децибел – одиниця вимірювання інтенсивності звуку, рівна 0,1 бела. Інтенсивність звуку в 10 дБ перевищує поріг чутливості слуху в 10 разів. Больовий поріг в 120 дБ – в 1 трильйон (10^{12}) раз вищий за поріг чутливості слуху. Для аудиторії та квартири гігієнічною нормою рівня шуму вважають 40 дБ, для районів жилої забудови – 55 дБ вдень та 45 дБ – в нічний час, на транспортних магістралях – 80 дБ.

4. Враховуючи дані дослідження, провести аналіз шкали сили звуку і оцінити рівень шуму у жителів даної території, табл. 4.

Таблиця 3

**Рівень шуму (дБ) на автодорогах залежно
від інтенсивності та швидкості руху [9]**

Кількість автомобілів за годину	Швидкість руху км/год			
	30	40	50	60
	Рівень шуму, дБ			
50	63,5	65	66,5	68
100	66,5	68	9,5	71
230	69,5	71	72,5	74
400	71,5	73	74,5	76
880	74,5	76	77,5	79
1650	76,5	78	79,5	81
3000	78,5	80	81,5	83
5000	79,5	81	82,5	84

Таблиця 4

Джерела шумового забруднення навколишнього середовища [9]

Джерело шуму	Рівень шуму, дБ	Реакція організму на тривалу дію шуму
Шум листя, прибою	20	Заспокійлива
Середньої сили звуки в квартирі, аудиторії	40	Гігієнічна норма
Всередині приміщення, розташованого на автомагістралі	60	Прояви роздратованості, втомлюваності, головної болі
Телевізор	70	
Поїзд (в метро, на залізничній дорозі)	80	
Людина, що кричить	80	
Мотоцикл	90	
Дизельна вантажівка	90	Поступове послаблення слуху, ознаки нервово-психічного стресу (пригніченість, збудженість, агресивність)
Реактивний літак, що летить на висоті 700 м	95	
Шум на текстильній фабриці	110	Викликає шумове оп'яніння, порушення сну і психічного здоров'я. Виникає глухота.
Ткацький верстат	120	
Відбійний молоток	120	
Реактивний двигун при злеті (на відстані 25 м)	150	
На дискотеці	175	

За результатами практичної роботи зробити висновки щодо завантаження тієї чи іншої дороги населеного пункту, дати пропозиції для покращання схеми руху автотранспорту.

Практична робота № 10

Аналіз побутових відходів та їх рециклізація

Мета роботи: визначити загальну кількість побутових відходів та частку різних категорій від загальної кількості; з'ясувати можливості зменшення або рециклізації кожної категорії відходів.

Основні поняття: побутові відходи, рециклізація.

Підготувати наступні теоретичні питання:

1. Відходи, їх класифікація.
2. Екологічні проблеми пов'язані з відходами.
3. Класи відходів за ступенем токсичності.

Практичні завдання:

1. Посортувати відходи, що накопилися вдома протягом 3 діб за наступними категоріями: папір, метал, пластмаса, скло, харчові відходи та інші.

2. Скласти перелік основних продуктів та матеріалів кожної категорії.

3. Визначити масу відходів кожної категорії та їхню загальну масу.

4. Користуючись отриманими даними, встановить частку кожної категорії відходів у відсотках:

$$Ч_v = (M_{\text{кат}}/M) \cdot 100$$

$Ч_v$ - частка відходів;

$M_{\text{кат}}$ - маса певної категорії відходів;

M - загальна маса відходів.

5. Встановити середню кількість відходів на одного мешканця квартири.

6. Запропонувати шляхи для:

- зниження кількості відходів через зменшення кількості споживання того чи іншого продукту;
- використання певних категорій відходів (наприклад, компостування харчових відходів);
- рециклізації відходів.

За результатами практичної роботи зробити висновки.

Практична робота № 11

Екологічна та радіаційна безпека України

Мета роботи: ознайомитися з поняттям екологічної та радіаційної

безпеки України.

Основні поняття: забруднення, техногенні небезпечні явища, екологічна та радіаційна безпека, нормування.

Підготувати наступні теоретичні питання:

1. Екологічна криза: передумови виникнення та наслідки.
2. Основні види забруднень та забруднювачів.
3. Техногенні небезпечні явища і процеси. Поняття екологічної безпеки.
4. Нормування антропогенного навантаження як основа екологічної безпеки.

Практичні завдання:

1. Навести класифікацію основних видів забруднень та забруднювачів.
2. Охарактеризувати вплив промислового та сільськогосподарського виробництва на довкілля. Навести приклади ланцюгів живлення, по яких відбувається міграція важких металів та нітратів до людини.
3. Перелічити техногенні небезпечні явища й процеси.
4. Дати визначення понять «екологічна та радіаційна безпеки». Описати основні напрями підвищення рівня екологічної та радіаційної безпеки України. Перелічити радіоактивно забруднені регіони України.
5. Обґрунтувати значення нормування антропогенного навантаження для екологічної безпеки.
6. Розглянути види нормування та заповнити таблицю.

Вид нормування	Визначення	Основні характеристики

За результатами практичної роботи зробити висновки.

Практична робота № 12

**Принципи оптимізації взаємовідносин
у системі «суспільство-природа»**

Мета роботи: проаналізувати основні принципи оптимізації

взаємовідносин у системі «суспільство-природа». Розглянути концепцію сталого розвитку суспільства.

Основні поняття: соціоекологія, соціоекосистема, сталий розвиток, екологічна освіта, екологічна свідомість та культура.

Підготувати наступні теоретичні питання:

1. Пошук шляхів оптимізації та гармонізації системи «суспільство – природа».
2. Концепція сталого розвитку суспільства.
3. Особливості формування концепції екологічної освіти та її роль у визначенні засад сталого розвитку.

Практичні завдання:

1. Порівняти поняття «соціоекосистема» та «екосистема».
2. Навести принципи гармонізації взаємовідносин суспільства і природи.
3. Розглянути моделі гармонійної взаємодії людського суспільства і біосфери.
4. Дати визначення понять «екорозвиток» та «сталий розвиток».
5. Назвати основні передумови переходу України на засади сталого розвитку.
6. Описати основні цілі, досягнення яких є необхідним для сталого розвитку України. Заповнити таблицю.

Ціль	Умови досягнення

7. Схематично зобразити основні вектори руху України згідно Указу Президента Про Стратегію сталого розвитку "Україна - 2020" (2015 р.)

8. Охарактеризувати особливості формування концепції екологічної освіти та її роль у визначенні засад сталого розвитку.

9. Обґрунтувати необхідність включення питань екології та сталого розвитку у шкільну навчальну програму.

За результатами практичної роботи зробити висновки.