

504
3-33

А.К. Запольський, А.І. Салюк

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ



«ВИЩА ШКОЛА»



ЗАПОЛЬСЬКИЙ

Анатолій Кирилович

Доктор технічних наук,
професор кафедри біохімії
та екології харчових
виробництв, директор
Інституту екологічних
проблем у харчовій
промисловості
Національного університету
харчових технологій.

Учасник ліквідації
наслідків аварії на
Чорнобильській АЕС.
Фахівець у галузі розробки
технологій раціонального
використання мінеральної
сировини і водних ресурсів,
комплексної переробки
мінералізованих стічних
та підготовки питних вод,
утилізації відходів виробництв.
Автор близько 300
наукових і навчально-
методичних праць



САЛЮК

Анатолій Іванович

Кандидат технічних наук,
доцент кафедри
біохімії та екології
харчових виробництв
Національного
університету
харчових технологій.

Фахівець у галузі
екології
та сертифікації
харчових виробництв,
комплексної переробки
й утилізації відходів
харчової і переробної
промисловості.
Автор понад 150
наукових і навчально-
методичних
праць

А. К. Запольський, А. І. Салюк

504
3-33

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

За редакцією академіка НАН України *К. М. Ситника*

2-ге видання, доповнене і перероблене

*Затверджено Міністерством освіти
і науки України*

Підручник для студентів
техніко-технологічних спеціальностей
вищих навчальних закладів

Handwritten signature

Національний університет
харчових технологій
**НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
БІБЛІОТЕКА**

КИЇВ
«ВИЩА ШКОЛА»
2004

УДК 574 (075.8)
ББК 28.081я73
3-33

Гриф надано Міністерством освіти і науки України
(лист від 26 червня 2001 р. № 14/18.2-972)

Рецензенти: д-р техн. наук, проф. *І. М. Астрелін* (Національний технічний університет України «КПІ»), д-р техн. наук, проф. *О. Я. Лобойко* (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»)

Редактори: *Л. Є. Канівець, В. С. Зацарний*

Запольський А. К., Салюк А. І.

3-33 **Основи екології: Підручник / За ред. К. М. Ситника. — 2-ге вид., допов. і переробл. — К.: Вища шк., 2004. — 382 с.: іл.**
ISBN 966-642-220-4

Викладено основні теоретичні положення загальної екології. Розглянуто аспекти прикладної екології з охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки. Особливу увагу приділено раціональному використанню сировини, тепло- і енергоресурсів, води, атмосферного повітря, а також безвідходних і маловідходних технологій у виробництві. Висвітлено загальні принципи екологізації виробництва та екологічного менеджменту. Наведено відомості про сучасну організацію та правову систему управління екологічною безпекою довкілля, державну програму охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів та екологічну безпеку. Окремі розділи присвячено екології міських екосистем, радіаційній екології, екологічним проблемам космосу, військово-промислового комплексу. У другому виданні (1-ше вид. — 2001 р.) описано проблеми сталого розвитку України, наведено нові дані щодо споживання енергії і використання земельних ресурсів, а також біорізноманіття країни.

Для студентів техніко-технологічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

УДК 574 (075.8)
ББК 28.081я73

© А. К. Запольський, А. І. Салюк, 2001
© Від наукового редактора,
К. М. Ситника, 2001
© А. К. Запольський, А. І. Салюк, 2004,
із змінами

ISBN 966-642-220-4

Останні два-три десятиріччя екологія, як одна з фундаментальних наук природознавства, привертає меншу увагу дослідників, ніж це було багатороків тому. Це пояснюється, з одного боку, завершеністю вивчення більшості природних закономірностей, які характеризують взаємовідносини між біорізноманітністю рослин, мікроорганізмів і тварин та залежність останніх від неживої природи, а з іншого — виникненням нових проблем, породжених антропогенними змінами в біотичному й абіотичному середовищах. Біологи широкого профілю, ботаніки, зоологи, мікробіологи, екологи, медики, технологи, філософи, економісти, інші фахівці почали приділяти велику увагу вивченню навколишнього середовища, виникли нові науки з вивчення довкілля, які дістали загальну назву «інвайронментологія» («інвайронменталістика»).

На жаль, усі дослідники, які вивчають зміни, що відбуваються в довкіллі під впливом діяльності людини чи створюють безвідходні або маловідходні технології, які сприяють поліпшенню стану довкілля, вважають себе екологами, не маючи навіть уявлення про зміст і предмет науки екології. Я ж вважаю, що краще дотримуватись міжнародних підходів до наукових визначень та наукової термінології. Тому закликаю колег користуватися при розгляді проблем наук про довкілля термінами й поняттями, прийнятими в усьому науковому світі. Водночас я розумію, що певний час в умовах нашої української дійсності можна користуватись і поняттям «прикладна екологія», як це роблять автори підручника А. Запольський і А. Салюк.

Ці вчені бачать основне завдання прикладної екології у вивченні загальних закономірностей впливу антропогенної діяльності на навколишнє природне середовище. Автори розглядають три основні напрями прикладної екології — раціональне природокористування, захист навколишнього природного середовища від забруднень антропогенного походження та забезпечення екологічної безпеки стабільного функціонування природних екосистем.

Нечувані темпи зростання чисельності населення планети та його потреб призвели до використання надзвичайно великих обсягів різних природних ресурсів і утворення величезної кількості різноманітних відходів. Результатом активної людської діяльності є забруднення води, повітря і ґрунту, глобальне потепління на планеті, руйнування озонового шару атмосфери, випадіння кислотних опадів, вичерпання багатьох природних ресурсів, спустелювання планети тощо. Ці зміни в довкіллі набули загрозливого характеру для подальшого існування людської цивілізації та супроводжуються екологічними кризовими явищами.

У цих умовах узгодження взаємодії людського суспільства з природою потребує певних екологічних знань. Вони необхідні для того, щоб суспільство могло цілеспрямовано поліпшувати навколишнє природне середовище, зберігати єдність із природою. Основи екології вивчають в усіх вищих навчальних закладах України. Актуальним завданням є запровадження екологічної освіти в середній школі. Автори підручника з основ екології добре зробили, що значну увагу приділили висвітленню питань загальної (фундаментальної) екології. Це збагатить теоретичну підготовку майбутніх фахівців.

Сподіваюсь, що підручник А. К. Запольського і А. І. Салюка, написаний мовою на сучасному науковому рівні, буде корисним студентам техніко-технологічних спеціальностей вищої школи, а також усім, хто цікавиться проблемами прикладної екології.

К. М. Ситник,
академік Національної
академії наук України

Ці зміни в довкіллі набули загрозливого характеру для подальшого існування людської цивілізації та супроводжуються екологічними кризовими явищами. У цих умовах узгодження взаємодії людського суспільства з природою потребує певних екологічних знань. Вони необхідні для того, щоб суспільство могло цілеспрямовано поліпшувати навколишнє природне середовище, зберігати єдність із природою. Основи екології вивчають в усіх вищих навчальних закладах України. Актуальним завданням є запровадження екологічної освіти в середній школі. Автори підручника з основ екології добре зробили, що значну увагу приділили висвітленню питань загальної (фундаментальної) екології. Це збагатить теоретичну підготовку майбутніх фахівців. Сподіваюсь, що підручник А. К. Запольського і А. І. Салюка, написаний мовою на сучасному науковому рівні, буде корисним студентам техніко-технологічних спеціальностей вищої школи, а також усім, хто цікавиться проблемами прикладної екології.

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ЛІТОСФЕРИ

8.1. ЗАБРУДНЕННЯ ЛІТОСФЕРИ

До складу літосфери входить суходіл, який займає 29,2 % (148 млн км²) поверхні Землі і включає ґрунти різної категорії та корисні копалини на поверхні й у надрах. Близько 10 % суші займають льодовики (Антарктида, Гренландія та ін.). Сільськогосподарськими угіддями зайнято 33,1 % поверхні Землі, 30,1 — лісами і 36,8 % площі припадає на гори, тундру, болота, пустелі, промислові об'єкти та населені пункти. Загальна площа орних земель становить близько 1,5 млрд га (приблизно 11 % площі суші). Нині на кожного мешканця планети припадає близько 0,4 га орної землі. Оскільки чисельність населення Землі постійно збільшується, то ця кількість невпинно зменшується.

Ґрунти перерозподіляють значну кількість атмосферної вологи і таким чином регулюють водний баланс суші. Вони є біологічним фільтром і нейтралізатором багатьох антропогенних забруднень і здатні до самоочищення. Самоочищення рослин від токсикантів здійснюється як за рахунок їх транспірації з поверхні листя й стебел, так і завдяки щорічному листопаду, що може сприяти вторинному забрудненню ґрунту в місцях накопичення листя наприкінці періоду вегетації. Встановлено, що перед осіннім листопадом у листі міститься до 10 г сірки на 1 кг сухої маси. Редуценти, переробляючи змертвіле листя, здатні утворювати сірку та її сполуки, що можуть мігрувати за допомогою ґрунтових вод, і газуватий га-логенсульфід, який може знову повертатися в атмосферу.

Забруднення літосфери відбувається як природним шляхом, так і в результаті антропогенної діяльності. Під впливом природних процесів, які відбуваються в Космосі та земній корі і супроводжуються стихійними лихами (падіння метеоритів, землетруси, буревії, повені та ін.), руйнуються природні ландшафти, господарські будівлі, знищуються сільськогосподарські угіддя тощо. В результаті у величезній кількості гинуть представники флори й фауни, руйнуються господарські об'єкти, що призводить до значних матеріальних втрат.

Відходи, що утворюються внаслідок антропогенної діяльності, умовно поділяють на три категорії: промислові, сільськогосподарські й побутові. Основна маса промислових відходів утворюється на підприємствах таких галузей: гірничої й гірничо-хімічної (відвали порід, шлаки, «хвости» після збагачення та ін.); чорної металургії (шлаки, шлами, колошниковий пил та ін.); металообробної (стружка, браковані вироби, ливарні відходи та ін.); лісової й деревообробної промисловості (лісозаготівельні відходи, відходи лісопилення та переробки деревини); енергетичного комплексу (шлаки, попіл, ядерні відходи та ін.); хімічної та суміжних галузей (фосфогіпс, галіт, цементний пил, пластмаса та ін.); харчової (шерсть, кістки та ін.), легкої й текстильної промисловості.

Останнім часом високими темпами зростає чисельність населення Землі, що призводить і до зростання споживання енергетичних та інших матеріальних природних ресурсів. Швидкість вилучення деяких з них істотно перевищує швидкість їх продукування, а екстенсивний спосіб їх освоєння, що триває, породжує величезні обсяги відходів, які надходять у навколишнє середовище.

Особливо вражають обсяги видобутку мінеральних ресурсів. Наприкінці 80-х років з надр планети видобувалося понад $8 \cdot 10^{10}$ т сировини. В усьому світі внаслідок гірничодобувних і земляних робіт на поверхню Землі щороку виноситься близько 5 км^3 породи. Це приблизно втричі менше від того, що виносять в океан усі ріки нашої планети. За останні 500 років з надр вилучено близько 50 млрд т вуглецю, 2 млрд т заліза та багато інших мінеральних ресурсів. Нині на кожного жителя Землі припадає 20 т видобутої за рік сировини. При цьому використовується лише 2—6% видобутого, а решта надходить у відвали, захаращуючи землі, які могли б бути використані в сільськогосподарському виробництві.

Так, щорічний об'єм відходів гірничих підприємств країн СНД становить близько 2,5 млрд м^3 . Під час видобутку кам'яного вугілля утворюється значна кількість велетенських териконів, у яких накопичено понад 3 млрд м^3 пустої породи.

Значні обсяги відходів утворюються в результаті промислової діяльності — виробництва кислот, мінеральних добрив, пігментів, металів тощо. На кожну тонну калійних добрив утворюється 3—4 т галітових відходів, у яких переважно міститься хлорид натрію. У місцях видобутку калійних руд їх накопичилося близько 250 млн т. Великотоннажним відходом виробництва фосфорних добрив є фосфогіпс. На кожну тонну виробленої екстракційної фосфатної кислоти утворюється 4,3—5,6 т фосфогіпсу. У виробництві титанового пігменту на кожну тонну вироблюваного продукту утворюється понад 12 т сульфатних відходів у вигляді твердого сульфату феруму та відпрацьованих розчинів сульфатної кислоти. Під час збагачення мідних руд у відходи відправляють флотаційний сірчаний колчедан. Його використовують для виробництва сульфатної кислоти. Прожарювання сірчаного колчедану пов'язане з утворенням відходів колчеданного недогарку в кількості 0,75 т на 1 т піриту. Щороку його накопи-

чується до 5 млн т. Колчеданні недогарки використовують не повністю, хоча вони містять до 55 % оксиду феруму, а також кольорові та дорогоцінні метали і за вмістом заліза наближаються до якісних руд. На заводах чорної металургії країн СНД щороку утворюється близько 70 млн т шлаків. Приблизно стільки само шлаків і попелу утворюється на електростанціях. Для розміщення цієї маси відходів щороку виділяють 2000 га орних земель.

Значна кількість твердих відходів утворюється в нафтопереробному виробництві, коксохімії, органічному та нафтохімічному синтезах, у виробництві гумотехнічних виробів, пластмас та інших полімерних матеріалів. У нафтопереробній і нафтохімічній промисловості як відходи утворюються кислі гудрони — смолоподібні маси, що містять сульфатну кислоту, воду та різні органічні речовини в кількості від 10 до 93 %. Щороку в країнах СНД їх утворюється понад 300 тис. т, а переробляється не більш як 28 %.

На нафтопереробних заводах утворюються нафтові шлами (близько 0,007 т на 1 т перероблюваної нафти). Нині таких відходів у країнах СНД накопичилося понад 4 млн т. У цих шламах міститься 10—56 % нафтопродуктів, 30—85 % води та 1,3—46 % твердих домішок.

Найбільшими відходами виробництва гумотехнічних виробів є невулканізовані та вулканізовані й гумотканинні матеріали, які утворюються десятками тисяч тонн. До цієї категорії відходів належать також спрацьовані покришки, конвеєрні стрічки та взуття.

Виробництво пластмасової продукції супроводжується утворенням твердих технологічних відходів та відходів споживання. Особливо загрозованими для навколишнього природного середовища є відходи споживання пластмас, кількість яких щороку невпинно зростає. Так, за деякими даними, в 1976 р. у колишньому СРСР було вироблено 3 млн т полімерних виробів, більша частина яких потрапила до відходів. У 1980 р. в Англії до відходів потрапило близько 1,35 млн т пластмас, у США — близько 2,5 млн т. Пластмаси характеризуються значною стійкістю в природних умовах, що призводить до істотного забруднення довкілля.

На металургійних заводах країн СНД щороку утворюється понад 70 млн т металургійних шлаків і близько 20 млн т шлаків із вмістом заліза до 50 %. Загалом на металургійних виробництвах на 1 т сталі утворюється 0,4 т відходів. У кольоровій металургії кількість відходів шлаків на 1 т металу становить 10—200 т. У відвалах шлаків країн СНД знаходиться понад 27 млн т заліза, 335 тис. т міді й 2 млн т цинку. Шламкові відвали свинцевих заводів містять понад 3 млн т заліза, понад 900 тис. т цинку, 150 тис. т свинцю і 70 тис. т міді. Вміст окремих компонентів у відвальних шлаках вищий, ніж у видобуваних рудах, тому такі шлаки доцільно переробляти.

У промислових твердих і рідких відходах трапляються різні токсичні речовини, що несприятливо впливають на здоров'я людей та розвиток рослин і тварин. Так, у відходах металургійної промисловості наявні солі та оксиди феруму, кольорових і важких металів. Відходами машинобудування є металобрухт, вагранкові шлаки, травильні розчини та гальванічні стоки, в яких містяться ціаніди, хром, нікель, залізо, мідь, цинк, арсен,

берилій тощо. У виробництві пластмас і синтетичного волокна утворюються відходи бензолу, фенолу, метанолу, скипидару, кубові залишки — відходи целюлозно-паперової промисловості.

Спалювання кам'яного вугілля в теплоенергетиці пов'язане з утворенням значної кількості шлаків, попелу та сажі. На теплових електростанціях у країнах СНД щороку утворюється близько 70 млн т відходів, які частково переробляють на будівельні матеріали. Відвали потужної електростанції займають 400—800 га родючих земель. У значних кількостях викидаються в атмосферне повітря оксиди сульфуру, нітрогену та радіонукліди, які врешті з атмосферними опадами потрапляють у ґрунти.

Відпрацьовані гази двигунів внутрішнього згоряння містять значну кількість оксидів карбону, нітрогену, а також свинець та вуглеводні, які осідають на поверхні ґрунту. Вони потрапляють у рослини, далі через ланцюги живлення — в організми тварин і людини, викликаючи небажані наслідки. Радіоактивні речовини потрапляють у ґрунти під час видалення рідких і твердих відходів з промислових агрегатів, а також з опадами після ядерних вибухів та аварій на атомних електростанціях.

Підприємства гірничодобувної промисловості щороку утворюють 1 млн т відходів, 14 металургійних заводів накопичують 20 млн т шлаків, а обсяг відходів вугільної промисловості перевищив 20 млрд т. У деяких промислових регіонах, особливо Донецько-Придніпровському, майже вичерпані всі можливості розміщення відходів. Тут утворюється близько половини всіх промислових відходів України.

Значними забрудниками літосфери є житлово-комунальне господарство та військово-промисловий комплекс. Житлово-комунальне господарство здійснює інтенсивне будівництво житла, доріг та інших господарських об'єктів, що пов'язано з відчуженням родючих земель та утворенням величезної кількості будівельного сміття. Середовище забруднюють побутове сміття, харчові відходи, фекалії, непридатні предмети домашнього вжитку тощо.

Кількість побутових відходів невинно зростає. На кожного міського мешканця щороку утворюється 250—700 кг відходів. За оцінками спеціалістів, у містах світу щороку утворюється 400—500 млн т побутових відходів. До складу побутових відходів входить 40 % паперу й картону, 25 — харчових відходів, 8 — металу, по 5 % — скла, шкіри, пластмас та гуми. На частку всіх інших відходів припадає 12 %. Тільки в США щороку викидається понад 30 млрд консервних бляшанок, 60 млрд різних металевих місткостей.

Характерною ознакою розвинених країн є значні обсяги споживання природних ресурсів та утворення величезної кількості відходів. Наприклад, у США споживається на душу населення у 200 разів більше енергії, ніж у 120 економічно слаборозвинених. Ця країна виробляє 25 % сміття на планеті і використовує значно більше кисню, ніж його утворюється на її території.

Обсяг сміття в Україні становить щороку приблизно 40 млн м³, яке захоронюють на 656 міських звалищах площею 2650 га та спалюють на 4 за-

водах. На початок ХХІ ст. прогнозується накопичення сміття, що дорівнює $1,5-1,9 \text{ м}^3$ на душу населення за рік.

Значний обсяг забруднень потрапляє в ґрунти та водойми з тваринницьких ферм. В районах свино- і птахоферм природне середовище забруднюється продуктами розкладання й гниття екскрементів (до $2,5 \text{ тис. м}^3/\text{добу}$), шкідливими газами (аміак, гідрогенсульфід) та органічними кислотами. Проблему ефективної утилізації гною та стічних вод таких комплексів поки що не вирішено.

Внаслідок концентрації великої кількості тварин, незадовільного догляду й умов їх утримання, відсутності кваліфікованих лікарів і ліків часто відбувається масова загибель тварин. Виникають проблеми їх захоронення, які пов'язані з поширенням токсичних і небезпечних забруднень, виникненням епідемій. До тяжких наслідків призводять техногенні аварії, особливо ті, що пов'язані з виробництвом або транспортуванням токсичних хімічних речовин. Високі концентрації забруднювальних речовин, що потрапляють у довкілля, можуть спричинювати загибель усього живого в місці аварії.

Небезпечним є зменшення площі родючих ґрунтів. Ґрунти, що створювалися природою протягом тисячоліть, у результаті нераціональної господарської діяльності людей виснажуються загрозливими темпами. Внаслідок розорювання, меліорації та широкомасштабного застосування в сільському господарстві хімічних препаратів (гербіцидів, інсектицидів тощо) ґрунти деградують та перенасичуються шкідливими речовинами — фосфором, азотом, фтором, стронцієм, ураном та ін. У ґрунтах світу нині нагромаджено близько 150 млрд т азоту, накопичуються також метали (залізо, ртуть, мідь, цинк, хром, свинець та ін.). Ртуть потрапляє в ґрунт із пестицидами та промисловими відходами. Щороку неконтрольовані викиди ртуті становлять близько 5 тис. т . До 25 кг свинцю з кожної тонни видобутого потрапляє у вигляді відходів у навколишнє природне середовище. В результаті зменшуються площі орних земель та їх урожайність.

Внаслідок гірничодобувних робіт, промислової та житлової забудови, будівництва автомобільних і залізничних шляхів щороку втрачається до 70 тис. км^2 орної землі. За рахунок зрошення в усьому світі заболочується й засолюється від 30 до 80% земель, що призводить до втрат для сільського господарства $2-3 \text{ тис. км}^2$ ріллі. Кожні 10 років людство втрачає близько 7% верхнього шару ґрунту унаслідок вітрової та водної ерозії.

Ерозією (лат. *erosio* — роз'їдання) називають порушення ґрунту й гірських порід потоками води або вітру, а також унаслідок механічного впливу. Ерозію поділяють на водну, вітрову (дефляцію), іригаційну, промислову, берегову та ін. Ерозія призводить до зниження родючості ґрунту, його порушення і в кінцевому підсумку — до повного знищення. Залежно від характеру й швидкості процесу руйнування верхніх шарів ґрунту і материнської породи розрізняють геологічну та прискорену ерозію. Геологічна ерозія пов'язана з еволюцією Землі і відбувається повільно в при-

родних умовах, не завдаючи особливої шкоди родючості ґрунту. Прискорена ерозія зумовлена переважно антропогенною діяльністю. Вона може бути спричинена безконтрольним вирубуванням лісів, непомірним випасанням худоби, розорюванням схилів, ущільненням ґрунту під час обробітку, технологією вирощування польових культур, будівництвом трубопроводів та шляхів, незадовільною технологією меліоративних робіт тощо. Щодня на Землі внаслідок ерозії втрачається 3200 га родючих ґрунтів.

Внаслідок ерозії в ґрунтах зменшується вміст фосфору, азоту, калію та інших мікроелементів. Під час пилових буревіїв з кожного гектара ріллі виноситься 30 кг азоту, 22 кг фосфору і понад 30 кг калію. Ерозія й засолення призводять до посухи та спустелювання земель. Усе це зумовлює зменшення врожайності та втрату родючих ґрунтів. Особливе занепокоєння викликає стан українських чорноземів. Україна має найбільші в світі запаси чорнозему, який є національним багатством. Освоєність земельного фонду в країні досягла 70 %, чого не має жодна з промислово розвинених країн. Розораність сільгоспугідь становить понад 80 %, тоді як у Європі — 31 %, Африці — 9, Франції — 48, Угорщині — 37, Англії — 25, США — 20, Китаї — 8,2, Канаді — 2,4, Австралії — 1,2 %. Внаслідок такої інтенсивної експлуатації земель в Україні з 33,3 млн га орних земель 10 млн га — еродовані, близько 17 млн га мають підвищену кислотність.

Відтворення ґрунтів відбувається в природі впродовж тривалого часу. Так, для утворення чорнозему завтовшки один метр у лісостеповій зоні України потрібно близько 7000 років! Отже, втрата ґрунтів є величезною загрозою для існування прийдешніх поколінь, що ставить під сумнів подальший розвиток нашої цивілізації.

Внаслідок антропогенної діяльності та посух відбувається спустелювання, що призводить до виснаження аридних та напіваридних екосистем. Спустелені території не самовідновлюються. Щороку площі пустель зростають на 60 тис. км², і до цього часу спустелено вже близько 5 млрд га. Останнім часом на території колишнього СРСР спустелення відбулося в районі Аральського моря. В результаті значного зменшення річкового стоку рік Амудар'я й Сирдар'я внаслідок використання води для зрошення бавовникових плантацій на відстані до 250 км від Аралу рівень ґрунтової води знизився на 5 м. Аральська катастрофа завершилася аридизацією клімату на південь від Аралу на 100—400 км. Цей наочний приклад екологічної катастрофи, яка була наслідком непродуманої господарської діяльності, має стати уроком і пересторогою для всього людства.

Якщо взяти до уваги той факт, що всі компоненти біосфери тісно пов'язані і взаємозумовлені, то стає очевидним, що непродумане й безконтрольне забруднення ґрунтів, повітря та природних вод ксенобіотиками, що здатні мігрувати трофічними ланцюгами і накопичуватися в живих організмах, може в кінцевому результаті призвести до незворотних змін, які загрожують існуванню людини як виду.

8.2. ПОВЕДІНКА ЗАБРУДНЕНЬ У ЛІТОСФЕРІ ТА ВПЛИВ ЇХ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

У біосфері Землі постійно відбувається взаємодія між компонентами її косної (космосу, атмосфери, гідросфери та літосфери) і живої (рослини, тварини та мікроорганізми) речовин. Ця взаємодія виражається в обміні речовини та енергії і супроводжується різними фізичними, хімічними та біологічними процесами. У результаті цих взаємодій на Землі формуються певні умови для забезпечення процесів життєдіяльності (клімат, хімічний склад повітря, води й ґрунту, морфологія земної поверхні тощо). Забруднення біосфери, що утворилися природним шляхом або внаслідок антропогенної діяльності, потрапивши в атмосферу, гідросферу чи літосферу, також перебувають у постійній взаємодії: відбуваються певні хімічні перетворення речовин в атмосферній та ґрунтовій водах, окисно-відновні реакції, гідроліз і комплексоутворення, хімічне та бактеріальне вилуження, сорбція, йонний обмін і багато інших. При взаємодії із землею поверхнею газуваті забрудники можуть виводитися з атмосфери. В ґрунт з атмосфери щороку надходить до 3 млн т оксиду сульфуру (IV), 3,1 млн т оксидів нітрогену, 8,2 млн т оксиду карбону (II), 1,75 млн т органічних сполук, 7 тис. т цинку, 6,5 тис. т свинцю, 80 т кадмію та близько 600 інших забруднювальних речовин. Це призводить до істотних змін середовища існування живих організмів.

Рослинний світ літосфери може поглинати атмосферні гази, як і неорганічні речовини, без подальшої переробки або активно включати їх у процеси метаболізму, створюючи сприятливий градієнт концентрацій для подальшого поглинання. За винятком вуглекислого газу, всі основні гази, що забруднюють повітря, значною мірою беруть участь у метаболізмі рослин. Проте для багатьох рослин спостерігаються порушення процесів життєдіяльності за дуже малих концентрацій забрудників. Взагалі рослини зазнають шкідливої дії газуватих забрудників у менших концентраціях, ніж тварини (особливо у разі наявності озону, оксидів нітрогену й сульфуру). Винятком є лише оксид карбону (II), який завдає шкоди рослинам у значно більших концентраціях, ніж при дії на тварин.

У результаті хімічної взаємодії забруднювальних речовин відбувається їх трансформація з утворенням нових хімічних сполук — ксенобіотиків, які нерідко бувають ще токсичнішими, ніж вихідні забрудники. Яскравим прикладом таких штучно створених у природі сполук є нітрозаміни — продукти трансформації в ґрунті азотних добрив. Забруднювальні сполуки (зокрема, діоксини) можуть бути канцерогенними, тобто спричинювати ракові захворювання. Ці речовини потрапляють в атмосферне повітря, поверхневі й ґрунтові води та ґрунти, з яких переходять у рослини, а далі через ланцюги живлення — в організми тварин і людей. Накопичуючись в організмів в надмірній кількості, вони спричинюють різні захворювання і навіть смерть.

Характерною особливістю літосфери є те, що забруднення переміщуються в ній природним шляхом значно повільніше, ніж у гідросфері й ат-

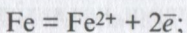
мосфері. Тому відбувається концентрування токсичних речовин і подальша міграція їх у різні середовища в процесі біологічного та геохімічного колообігів речовин. Внаслідок інтенсивного надходження ксенобіотиків порушується динамічна рівновага цих природних циклів, які склалися впродовж багатьох мільйонів років. А це врешті може призвести і вже частково призводить до незворотних катастрофічних змін у біосфері Землі.

Не маючи можливості детально розглянути всі ті процеси, що відбуваються в літосфері із забрудненнями антропогенного походження, зупинимося для прикладу тільки на деяких із них. Людство у своїй повсякденній діяльності використовує значну кількість металів, особливо заліза. На Землі залізо перебуває в окисненій формі у вигляді оксидів. Для добування металічного заліза, яке використовують у різних конструкціях, застосовують різні металургійні процеси, що ґрунтуються на відновленні оксидів феруму до металу за допомогою відновників (переважно вуглецю та сполук карбону). У результаті відновної плавки в доменних печах виплавляють чавун (сплав заліза й вуглецю), а з нього після окисної плавки в мартенівських печах і бесемерівських конверторах отримують сталь.

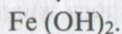
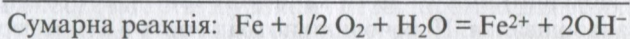
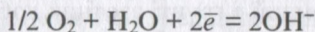
Із чавуну і сталі виробляють різні машини, механізми та будівельні конструкції. Після їх спрацювання та виходу з ужитку вони у вигляді брухту потрапляють у відходи, які накопичуються в літосфері в досить значній кількості. Більша частина цих відходів знову йде на переробку після їх переплавляння, і таким чином створюється техногенний колообіг металів у господарській діяльності людини. Інша частина цих відходів не може бути перероблена відразу, тому знаходиться на земній поверхні, зазнаючи окиснення атмосферним повітрям. Відбувається корозія металів.

Кородують залізо та його сплави, а також цинк, мідь, алюміній та ін. Продуктами корозії заліза є α -FeOOH, γ -FeOOH, Fe₃O₄ та інші оксиди аморфної структури. За сучасними уявленнями, ці сполуки утворюються за механізмом електрохімічної корозії в тонкій плівці води на поверхні металу. Вода може потрапляти з атмосферними опадами, з поверхневих джерел та ґрунту. У спрощеній формі процес можна подати так:

на аноді

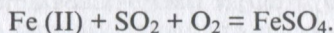


на катоді



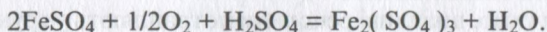
Подальші перетворення залежать від значення рН плівки води:
у сильнолужному середовищі $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 = 4\alpha\text{-FeOOH} + 2\text{H}_2\text{O}$;
у слабколужному середовищі $6\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 = 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$.

Наявність оксиду сульфуру (IV) прискорює корозію металів. Першою стадією цього процесу є абсорбція сірчистого газу на поверхні металу. Кількість абсорбованого оксиду сульфуру (IV) збільшується за наявності іржі й поверхневих часточок, а також при підвищенні відносної вологості. Сірчистий газ абсорбується поверхневим оксидом і окиснюється до сульфату за схемою



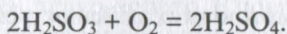
Прискорення корозії заліза за наявності в атмосфері оксиду сульфуру (IV) пов'язане з наявністю FeSO_4 та вологи в нижньому оксидному шарі. При зменшенні вологості розчин висихає і електрохімічний процес припиняється через відсутність гідроксид-йонів.

Сульфат феруму (II) розчиняється в поверхневих, зливових та ґрунтових водах і у вигляді розчину може потрапляти безпосередньо в рослини і через ланцюги живлення — в організми тварин і людей або переноситися в підґрунтові води та з течією рік в океани. Сульфат феруму (II) окиснюється атмосферним розчиненим у воді киснем до сульфату феруму (III) за схемою

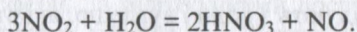


Сульфат феруму (III) та основні сульфати феруму Fe(OH)SO_4 , Fe(OH)_3 та інші важкорозчинні сполуки здатні накопичуватися і таким чином концентрувати вміст заліза в середовищі, забруднюючи ґрунт.

Утворення сульфатів і нітратів металів може відбуватися й за іншою схемою. Оксид сульфуру (IV) розчиняється в краплях атмосферної або ґрунтової вологи, утворюючи сульфітну кислоту, яка взаємодіє з розчиненим киснем у воді з утворенням сульфатної кислоти за схемою



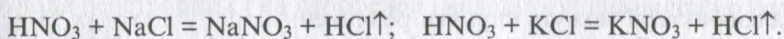
Утворення нітратної кислоти відбувається за такою реакцією:



Сульфатна та нітратна кислоти взаємодіють з брухтом за схемою

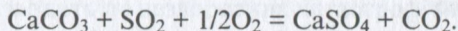


Сульфати й нітрати розчиняються у воді і надходять у рослини або водойми, в яких вони можуть накопичуватися чи гідролізуватися з утворенням важкорозчинних солей. Якщо утворені таким чином кислоти потрапляють до відвалів галургійних виробництв, зокрема галітових, що містять хлориди натрію і калію, вони взаємодіють з цими солями за схемою



Нітрати розчиняються у воді й потрапляють в організми рослин, тварин і людей. Хлоридна кислота в газуватому стані може надходити в атмо-

сферне повітря або взаємодіяти з іншими сполуками, що знаходяться у ґрунті або водному розчині, утворюючи хлориди металів та інші речовини. Оксид сульфуру (IV) та утворені сульфатна й нітратна кислоти руйнують кам'яну та бетонну кладки. Вапняковий розчин і цегла поглинають оксид сульфуру (IV) з утворенням сульфатів за схемою



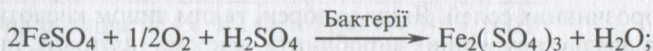
Особливо небезпечні сульфати для матеріалів, що містять карбонат кальцію (руйнування фресок та інших старовинних мармурових пам'яток). Нейлонові, бавовняні та віскозні тканини в повітряному середовищі, яке містить оксид сульфуру (IV) в кількості 0,1—0,2 млн⁻¹, втрачають механічну міцність. Це пов'язано, очевидно, з кислотним гідролізом. Кислота утворюється на поверхні тканин при абсорбції сірчистого газу пливковою водою.

Озон, що знаходиться в атмосфері, є сильним окисником і дуже активним відносно багатьох органічних сполук. Цим пояснюється, вірогідно, його розкладання на поверхні твердого тіла. Озон руйнує деякі полімери та фарби, здатні окиснюватися.

Отже, як бачимо, шкідливі речовини потрапляють у ґрунт. При цьому в ньому насамперед накопичуються важкі метали (свинець, ртуть, кобальт, радіонукліди тощо). Так, івано-франківські дослідники з ділянки ґрунту 100 × 100 м², розташованої вздовж автомобільного шляху, виділили 11,6 кг свинцю. Переважна частина його знаходилася в ґрунті на глибині до 10 м.

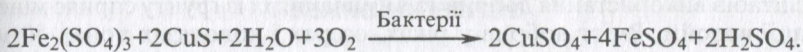
Важливу роль у вилуженні мінералів відіграють мікроорганізми, які за певних умов здатні переводити нерозчинні мінеральні сполуки, що містяться у відвалах гірських порід, у розчинний стан. При цьому відбувається вибіркове розчинення у воді деяких металів. Відомо чимало видів мікроорганізмів, за допомогою яких здійснюється бактеріальне розчинення. Так, тіонові бактерії (залізобактерії) окиснюють ферум (II) до феруму (III), а також сульфідні мінерали. Сіркобактерії окиснюють сірку. Свою клітинну масу вони будують з води і вуглецю, які отримують шляхом засвоєння вуглекислого газу, виділяючи його з атмосферного повітря, ґрунту або руди. Джерелом енергії для цих мікроорганізмів, які є хемоавтотрофами, є реакції окиснення неорганічних сполук заліза (II), сірчистих сполук різних металів та елементного сульфуру.

Залізобактерії здатні окиснювати сульфідні мінерали, трансформуючи їх на сульфати прямим або непрямим шляхом, наприклад, за схемами:



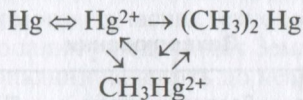
Залізобактерії можуть сприяти розчиненню міді у відходах та відвалах мідних руд. За допомогою сульфатних розчинів феруму (III) і сульфатної кислоти за наявності сульфатів алюмінію і феруму (II) та тіонових бактерій сульфіді міді перетворюються на водні розчини сульфату куп-

руму за такою схемою:



Оптимальними умовами для розвитку тіонових бактерій є температура 25—35 °С і рН = 2—4. За допомогою тіонових бактерій у розчин можуть переходити з відходів інші елементи: цинк, манган, арсен, кобальт та ін. Розчин сульфатів купруму і феруму та інших металів може потрапляти в рослин, а далі через трофічні ланцюги — в організми тварин і людей, переноситися з зливовими та річковими водами до інших водойм і океанів, а також накопичуватися в ґрунті. Метод бактеріального вилуження можна застосовувати для переробки твердих відходів гірничодобувних підприємств з метою добування кольорових та благородних металів.

Деякі мікроорганізми, що населяють донні відклади рік і озер, також здатні здійснювати хімічну трансформацію неорганічних сполук. Так, вони можуть перетворити ртуть на метилмеркурій, а потім на диметилмеркурій:



Ці сполуки надзвичайно токсичні і на відміну від неорганічних сполук меркурію міцно зв'язуються тканинами організмів тварин і людей та дуже повільно виводяться з організму. Диметилмеркурій легкий і після відмирання мікроорганізмів та інших організмів надходить не лише у воду, а й у повітря. При цьому створюються сприятливі умови для його подальшої трансформації та міграції.

Біометилування під дією бактерій зазнають й інші метали — свинець, олово, кадмій, талій, селен, телур, золото. В повітрі під дією ультрафіолетового випромінювання металоорганічні сполуки розщеплюються на неорганічні та органічні похідні, які з атмосферними опадами знову надходять у ґрунти літосфери. За підрахунками дослідників, щороку з дощем випадає 100 тис. т ртуті, тобто в 15—20 разів більше, ніж її видобувають. Мікроорганізми (дріжджі, актиноміцети, бактерії тощо) ефективно очищають ґрунти від нафти та нафтопродуктів, використовуючи ці забруднення для свого живлення. Таким чином, споживаючи забруднювальні речовини, мікроорганізми сприяють очищенню ґрунтів від політантів.

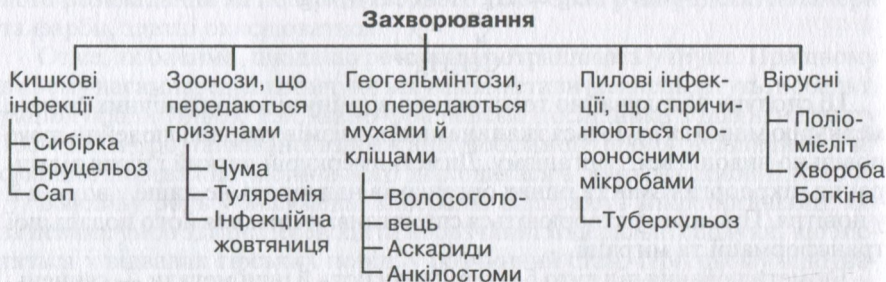
Значна кількість промислових стічних вод виносить токсичні речовини у водойми та ґрунти. Наприклад, стічні води металургійних виробництв містять солі важких металів, феноли, ціаніди та ін. Якщо воду навіть з невеликим вмістом фенолу прохлорувати для отримання питної води, то феноли перетворюються на хлорфенол і нададуть їй надзвичайно неприємного запаху.

Мінеральні добрива та інші хімікати, які застосовують у сільському господарстві для підвищення врожайності угідь, змиваються зливовими

водами в поверхневій водоймі, завдаючи їм значної шкоди. Зростання масштабів використання добрив та вимивання їх із ґрунту сприяє мінералізації водойм. Вміст добрив у ріках, озерах і колодязях понад 50 мг/л небезпечний для здоров'я і загрожує життю людей. Азот і фосфор призводять до інтенсивного розвитку водоростей. Останні, відмираючи, можуть повністю позбавити воду кисню (евтрофікація водойм) і тим самим зменшити її здатність до самоочищення. При цьому починають інтенсифікуватись анаеробні процеси біохімічного розкладання органічних речовин, зокрема мулу. У результаті виділяються гідрогенсульфід, аміак, метан, гідроксиамін та інші сполуки, забруднюючи атмосферне повітря та ґрунти. Навколо озер та річок стоїть сморід.

Забруднені ґрунти можуть брати участь у механізмі передавання багатьох захворювань:

Інфекційні захворювання, що можуть передаватися через ґрунт
(М. П. Захарченко, Е. І. Гончарук, Н. Ф. Кошелєв, Г. І. Сидоренко, 1993)



Пестициди спричинюють захворювання на рак, ураження печінки та ембріонів. ДДТ викликає захворювання на рак, ураження ембріонів. Нафтохімікати й бензин, які застосовують як розчинники, лікарські препарати й детергенти зумовлюють головні болі, втрату координації, лейкемію та ураження кісткового мозку. Вінілхлориди, що їх використовують у виробництві пластмас, спричинюють рак легенів, печінки, захворювання центральної нервової системи, токсикацію ембріонів. Діоксини, які застосовують як гербіциди, здатні зумовити захворювання на рак, народжені дефекти та хвороби шкіри.

Встановлено, що близько 75% злякисних новоутворень людини зумовлені забрудненням середовища антропогенними канцерогенами, кількість яких перевищує 3000 і продовжує зростати. Учені-гігієністи вважають, що повністю уникнути ракових захворювань неможливо внаслідок нереальності повного виключення забруднення повітря, води й ґрунту такими токсикантами, як арсен, нітрозаміни, афлатоксини та радіонукліди.

8.3. БЕРЕЖЛИВЕ СТАВЛЕННЯ ДО НАДР І ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ

Надра — верхня частина земної кори від нижньої межі гумусового шару ґрунту до рівня, де ще можливий видобуток корисних копалин. З надр Землі видобувають вугілля, нафту, газ та корисні копалини. Останні використовують для виплавляння металів, як сировину для хімічної промисловості, виробництва добрив для сільського господарства, будівельних матеріалів тощо. У надрах містяться лікувальні термальні та мінеральні води. В них будують різні господарські споруди і транспортні комунікації. Їх використовують для зберігання нафти, газу та різних матеріалів, захоронення шкідливих речовин і відходів виробництва. В Україні досліджено 90 видів корисних копалин, зосереджених більш як у 8000 родовищ, з яких 4000 експлуатуються. Родовища корисних копалин характеризуються резервами, запасами та індексом використання природних ресурсів. *Резерви* — це обсяги корисних копалин, які можуть бути ефективно вилучені з надр за допомогою сучасних технологій. *Zanacu* — загальний передбачуваний обсяг копалин у родовищах Землі.

Майже всі корисні копалини належать до невідновних ресурсів, тому що їх відтворення в земній корі відбувається дуже повільно. Інтенсивність їх видобування та використання значно перевищує швидкість їх утворення. Використання людством корисних копалин подвоюється через кожні 14—15 років. Щорічне використання вугілля, заліза, мангану й нікелю за останні 100 років збільшилося у 50—60 разів, калію, алюмінію, молібдену й вольфраму — у 200—1000 разів. Щороку з надр Землі видобувають близько 120 млрд т руди та інших корисних копалин, майже по 20—30 т на одну людину. Тільки за 1991 р. у світі було видобуто 3,1 млрд т нафти, 1,9 трлн м³ природного газу та 3,2—3,5 млрд т кам'яного і 1,2—1,5 млрд т бурого вугілля.

Якщо видобуток корисних копалин збережеться в такому обсязі, як нині, то багато родовищ будуть вичерпані через кілька десятиріч. У разі збільшення видобутку й використання мінеральних ресурсів країнами, що розвиваються, до рівня США на початку 90-х років ХХ ст., за даними ООН, резерви бокситів, нафти, газу, міді, цинку, свинцю будуть вичерпані впродовж 5—15 років.

З усього видобутого із земних надр обсягу речовин у вигляді продуктів виробництва використовується тільки 2—6 %, що пояснюється недосконалістю технологій. Решта потрапляє у відходи, які забруднюють навколишнє природне середовище. При зазначених темпах видобутку корисних копалин щороку утворюватиметься близько 400 млрд т твердих відходів.

Значні обсяги видобутку сировини і на території України. Видобуток нафти становить 5,3 млн т, природного газу — 28,1 млрд м³, кам'яного вугілля — майже 137 млн т і бурого — близько 9,3 млн т. Україна задовольняє свої потреби майже всіма мінеральними ресурсами, за винятком паливно-енергетичних та деяких інших.

Освоєння родовищ мінеральних ресурсів охоплює геологорозвідувальні роботи, розробку родовищ та переробку мінеральної сировини. Кожен з цих етапів має певний вплив на навколишнє природне середовище. Будівництво свердловин, шахт та кар'єрів пов'язане з відчуженням родючих земель, зміною природних ландшафтів та погіршенням екологічної ситуації. В Україні щороку відводиться близько 5—7 тис. га земель для складування відходів та створення шламонакопичувачів.

Найоточніші порушення пов'язані з відкритими розробками, які потребують відведення місць для покривних порід. При цьому відбувається зниження рельєфу. Створення глибоких (до 800 м) і значних за площею кар'єрів супроводжується зсувами, обвалами й селями. Навколо родовищ облаштовують відвали пустої породи, терикони і шламосховища. Так, гірничозбагачувальними комбінатами Криворізького залізрудного району створені велетенські кар'єри завдовжки кілька кілометрів. Усі яри та балки засипані десятками мільйонів тонн відходів після збагачення залізної руди. У шламосховищах накопичується забруднена вода, яка підтоплює прилеглі території та забруднює підземні води. З їх поверхні вітрами розноситься пил на великі відстані.

Розробка родовищ за допомогою вибухів спричинює забруднення атмосферного повітря пилом і шкідливими газами. Порушується міцність ґрунтів, збільшується тріщинуватість порід, зникають підземні води. Пил і газуваті викиди гірничозбагачувальних фабрик розносяться вітрами на далекі відстані й осідають на поверхні ґрунту, знижуючи врожайність угідь на 15—20 %.

Під час підземних розробок утворюються пустоти, виникають тріщини в гірських породах, обвали та просідання породи, дренаж водоносних горизонтів та їх осушення. Відбувається набухання порід, виділення шкідливих газів (гідрогенсульфіду, метану) та прориви підземних вод. Тільки при підземному видобутку вугілля на шахтах світу щороку виділяється 25—28 млрд м³ метану. У країнах, де на шахтах виділяється багато метану, його використовують для опалення приміщень. З метою економії природного газу замість повітряного дуття у котли використовують метаново-газові суміші, навіть якщо вміст метану становить менш як 2,5 %.

Внаслідок порушення водоносних горизонтів відбувається приплив підземних вод у шахти та кар'єри. Щороку з шахт України відкачують понад 600 млн м³ шахтних вод з підвищеною мінералізацією (7,7—103,5 г/л), яка інколи досягає 150 г/л. Такі води, які відкачують у ставки-накопичувачі, спричинюють засолення навколишніх ґрунтів і водоносних шарів.

У Центральному Донбасі внаслідок заглиблення дев'яти кар'єрів на 50—70 м від поверхні й відкачування з них підземних вод відбулося різке зниження їх рівня на всій площі регіону, а також у два-три рази підвищилася мінералізація, яка досягла 2,5 г/л.

У Донбасі за роки існування вугільної промисловості навколо шахт утворилося близько тисячі териконів з відвальної породи. Тільки на 12 з них здійснено рекультиваційні роботи: їх засипано ґрунтом і засаджено

деревами. На решті териконів вигоряють залишки вугілля з виділенням в атмосферу отруйних газів. Щороку на підприємствах регіону утворюється близько 70 млн м³ забруднених промислових і побутових стічних вод. Близько 3 тис. га орних земель засмічено різними промисловими відходами (брухт, залишки будівельних матеріалів тощо). Через значні порушення земної кори шахтами у багатьох селах із колодязів зникає вода і її доводиться завозити.

Одним із найважливіших завдань раціонального використання мінеральних ресурсів є зменшення втрат корисних копалин під час їх розробки, які бувають дуже значними. Так, при шахтному видобутку сировини вони становлять 20—60 %, вугілля — 20—40, руд чорних і кольорових металів — 15—25 %. При відкритому видобутку втрати менші і становлять не більш як 10—12 %. Тому з метою зниження втрат під час видобутку корисних копалин перевагу слід надавати відкритому способу.

У разі підземного видобутку втрати значно зменшуються, якщо застосовувати закладання пустими породами відпрацьованих підземних порожнин (штреків, штолень). У цьому випадку можна додатково вилучити до 98,6 % руди при одночасному істотному зниженні енергетичних і матеріальних витрат, які пов'язані з підійманням нагору пустих порід.

Для зменшення втрат корисних копалин і охорони надр потрібно проводити повне розвідування родовищ з тим, щоб території, в надрах яких знаходяться родовища корисних копалин, не були забудовані або в їх зоні не були створені водосховища. Після завершення експлуатації родовищ слід обов'язково виконувати рекультиваційні роботи.

Заощадити мінеральні ресурси можна за рахунок істотного вдосконалення технології видобутку корисних копалин: свердловинне гідродобування й вилуження, підземні виплавляння сірки та газифікація вугілля тощо. Потрібно застосовувати технології комплексної переробки сировини, вилучаючи всі корисні інгредієнти, а пусту породу використовувати як будівельний або закладний матеріал. Пусті породи з вугільних та інших шахт використовують для будівництва шляхів, гідротехнічних дамб, виробництва будівельних блоків, заповнення відпрацьованих штолень, штреків і кар'єрів. З порід, які раніше складувалися, почали виготовляти щебінь, цемент, скло, силікатну цеглу, вогнетриви й формувальні матеріали. На підприємствах кольорової металургії з руд поряд з основними металами почали додатково вилучати сполуки ще 60 елементів (селен, індій, телур, бісмут, кобальт та ін.).

Істотно зменшити споживання руд можна за рахунок вилучення корисних речовин із викидних газів, пилу та стічних вод. З цих відходів добувають сірку, ванадій, цинк, свинець, молібден та рідкісні метали.

Верховна Рада України прийняла нові закони про охорону природного середовища та ресурси країни. Ними передбачено конкретні заходи охорони надр та земної поверхні, а також жорсткі покарання за шкоду, заподіяну природі.

8.4. КОНТРОЛЬ І УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ҐРУНТІВ

Ґрунти як об'єкт охорони, контролю та управління якістю мають низку специфічних особливостей порівняно з іншими об'єктами природного середовища. Ґрунти значно менш рухомі, ніж атмосферне повітря чи поверхневі води, а тому не мають такого могутнього природного самоочищення, властивого іншим середовищам, як розбавляння. Антропогенні забруднення, що потрапили до ґрунту, накопичуються, а ефекти підсумовуються з одночасним можливим утворенням більш токсичних речовин, ніж вихідні компоненти.

Міграція ксенобіотиків відбувається дуже повільно, що спричинює значне забруднення. При цьому можливий перебіг анаеробних процесів розкладання забрудників, пов'язаний з утворенням токсичних розчинів та речовин з неприємним запахом. З метою запобігання такому забрудненню розроблена методологія гігієнічного нормування екзогенних хімічних речовин (або ксенобіотиків) у ґрунті. Це дало змогу науково обґрунтувати ГДК понад 130 забруднювальних речовин та здійснювати контроль і управління якістю ґрунтів. До переліку цих поліутантів входять переважно пестициди, які застосовують для захисту рослин від шкідників і хвороб (табл. 8.1), та деякі сполуки мінеральних добрив.

Ґрунти безпосередньо не впливають на здоров'я людини, як атмосферне повітря чи вода. Несприятливий вплив ґрунтів виявляється в тому, що шкідливі речовини, які потрапили в ґрунт, надходять у сільськогосподарські рослини і накопичуються в них. Тому на практиці використовують інший норматив — допустиму залишкову кількість (ДЗК) поліутантів у ґрунтах, харчових і кормових продуктах.

Гігієнічна діагностика ґрунтів охоплює санітарно-топографічне обстеження місцевості, фізико-хімічний аналіз, санітарно-бактеріологічне, вірусологічне, гельмінтологічне, ентомологічне, а за потреби — санітарно-токсикологічне й радіометричне дослідження.

Різні рослини мають неоднакову здатність до накопичення нітратів, а тому ГДК для різних овочів різняться. Так, ГДК нітратів за нітрат-йонім становить, мг/кг: у картоплі — 80, капусті білоголовій та моркві — 300, буряках — 140, огірках — 150, помідорах і цибулі — 60.

Санітарний контроль забруднення ґрунтів здійснюють органи санепідслужби. Для забезпечення санітарної охорони ґрунтів, своєчасного збирання та видалення промислових і побутових відходів, вторинної сировини проводять попереджувальний та поточний санітарний нагляд. Під наглядом санітарних служб, крім збирання, перебувають транспортування відходів, місця їх захоронення та переробки. Санітарний стан ґрунтів контролюють за певною схемою і регламентом. Комплексну гігієнічну діагностику ґрунтів здійснюють на основі експериментально встановлених показників, наведених у табл. 8.2.

Фізико-хімічні дослідження полягають у визначенні відношення вмісту загального азоту до органічного, кислотності, біохімічного споживання кисню, окиснюваності, сухого залишку, сульфатів і хлоридів та ін. Ці

Таблиця 8.1. Гранично допустимі концентрації деяких полютантів у ґрунті та рослинних продуктах

Речовина	ГДК у ґрунті, мг/кг	ДЗК у рослинних продуктах, мг/кг
Прометрин (арборицид)	0,5	0,1—0,25
Хлорамп (арборицид)	0,05	—
Хлорофос (інсектицид)	0,5	1,0
Карбофос (інсектицид)	2,0	1,0—3,0
Бензпірен	0,02	—
Свинець	20,0	—
Хром (VI)	0,05	—
Ртуть	2,1	—
Бензол, толуол	0,3	—
Нітрати	130	—
Сірка	160	—
Гексахлорциклогексан (інсектицид)	1,0	1,0
Гамма-ізомер гексахлорану (інсектицид)	1,0	2,0
Поліхлорпінен (інсектицид)	0,5	Не допускається
Поліхлоркамфен (інсектицид)	0,5	0,1
Мідь	3,0	—
Нікель	4,0	—
Цинк	23,0	—
Манган	1500,0	—
Ванадій	150,0	—
Кобальт	5,0	—
Кадмій	1,0	—
Гідрогенсульфід	0,4	—

Таблиця 8.2. Комплексна гігієнічна діагностика ґрунту

№ пор.	Характеристика ґрунтів	Число личинок і лялечок на 25 м ²	Число яєць гельмінтів в 1 кг ґрунту	Титр E. Coli	Титр Cl. Perfringens	Санітарне число Хлебникова
1	Чисті	0	0	1,0 і більше	0,1 і більше	0,98—1,0
2	Слабко-забруднені	1—10	До 10	1,0—0,01	0,1—0,001	0,85—0,98
3	Забруднені	10—100	11—100	0,01—0,001	0,001 і менше	0,70—0,85
4	Сильно-забруднені	100 і більше	Понад 100	0,001 і менше	0,0001 і менше	0,70 і менше

дослідження стосуються переважно ґрунтових витяжок. До санітарно-ентомологічних досліджень входять підрахунок чисельності синантропних мух у всіх фазах їхнього розвитку (лялечки, личинки, дорослі) в приміщеннях, на відкритому повітрі, в ґрунтах і відходах. Санітарно-гельмінтологічні дослідження мають на меті виявлення яєць гельмінтів, що паразитують в органах людини, у місцях масових скупчень людей. Санітарно-бактеріологічні дослідження передбачають повний, короткий і спеціальний аналізи. При цьому визначають наявність бактерій кишкової групи (колі-титр). Спеціальні аналізи проводять з метою виявлення представників дизентерійної й тифозної груп та збудників деяких інших хвороб.

Проблема санітарної охорони ґрунтів від забруднення відходами господарювання набула надзвичайної гостроти, проте ефективних засобів для її радикального вирішення поки що не знайдено, оскільки до останнього часу утилізації та знищенню відходів приділялося недостатньо уваги. З метою запобігання забрудненню літосфери доцільно здійснювати раціональну переробку природних ресурсів із використанням безвідходних та маловідходних технологій, які повністю виключали б утворення відходів господарської діяльності. Проте сучасний стан розвитку техніки поки що не дає змоги здійснювати це повною мірою.

8.5. ОХОРОНА ЛАНДШАФТІВ

Ландшафти належать до ключових геосистем локального і регіонального рівнів. Для них характерні єдине походження, однорідний геологічний фундамент, єдиний тип рельєфу, однаковий клімат, специфічне поєднання ґрунтів і біоценозів, спільна історія розвитку. В Україні виділяють різноманітні рівнинні (94,3 % загальної площі) та гірські (5,7 %) ландшафти. Серед рівнинних ландшафтів домінуючими є степові та лісостепові (понад 70 %). Ландшафти поділяють на природні та антропогенні. Природні ландшафти формуються під впливом природних факторів, і для них характерні певні динамічні зміни (добові, сезонні, річні). Таких ландшафтів на Землі майже не залишилось. Переважна їх більшість перебуває під впливом антропогенних процесів (утворення зсувів на берегах морів, замулення водосховищ, підвищення або зниження рівня підземних вод тощо). Деякі антропогенні процеси, як вирубування лісів, створення великих водосховищ та кар'єрів, здатні істотно змінювати природне середовище. Подібні процеси породжують негативні, часто непередбачувані людиною наслідки. Антропогенні процеси порушують динамічну рівновагу та взаємозв'язки між компонентами екосистем значно швидше, ніж це відбувається під впливом тільки природних процесів.

За ступенем змінюваності й характером антропогенного впливу розрізняють змінні, порушені та перетворені ландшафти. У змінених ландшафтах, до яких належать пасовища, сіножаті, згарища, антропогенний вплив позначається лише на окремих природних компонентах. До порушених ландшафтів, що зазнають інтенсивного антропогенного впливу, належать

місця знищення лісів, суцільної забудови та розорювання крутих схилів. Перетворені ландшафти — це території, на яких свідомо змінене природне середовище.

Залежно від соціально-економічних функцій розрізняють також міські (урбаністські), сільськогосподарські (агрокультурні), промислові (технологічні), рекреаційні (зони відпочинку) та інші ландшафти.

З метою раціонального використання ландшафтів потрібно визначити мінімальний та максимальний ступені екологічного навантаження, за межами яких лежить неможливість інтенсивного природного розвитку екосистем або загроза виникнення екологічної катастрофи. Встановлення таких двох граничних меж дає змогу зорієнтуватись на застосування раціонального природокористування в тому чи іншому регіоні, оптимізувати взаємовідносини людського суспільства і природного середовища. Створення різноманітних карт (водних ресурсів регіону, агрокліматичних ресурсів, факторів природної сталості, оцінки природних умов, ареалів антропогенного впливу на довкілля тощо) дають змогу визначити екологічне навантаження на цей регіон.

Ефективні способи обмеження антропогенного тиску на ландшафти мають ґрунтуватися на перебудові народного господарства в напрямі запровадження малоенерго- та маломатеріалоемних виробництв із використанням маловідходних і безвідходних технологій, ефективних методів очищення стічних вод та газодимових викидів від забруднювальних речовин, утилізації та переробки відходів господарської діяльності.

Інтенсивний антропогенний тиск на природу зумовлює необхідність збереження еталонних екосистем, включаючи ландшафти. Це здійснюють створенням заповідних територій. Якщо своєчасно не зберегти необхідну кількість природних еталонів геосистем, людство може назавжди втратити можливість збереження існуючого генофонду флори й фауни, типових і рідкісних ландшафтів, вивчення процесів і закономірностей прояву життєвих процесів у біосфері Землі.



Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:

- 1) зробити аналіз екологічного стану літосфери;
- 2) назвати джерела забруднення ґрунтів;
- 3) пояснити причини зменшення врожайності сільськогосподарських угідь;
- 4) описати процеси самоочищення літосфери;
- 5) класифікувати забруднення літосфери;
- 6) обґрунтувати поведінку забруднень у літосфері й пояснити їх вплив на здоров'я людини;
- 7) дати визначення надр, резервів та запасів мінеральних ресурсів;
- 8) схарактеризувати сучасний стан мінеральних ресурсів;
- 9) накреслити шляхи раціонального використання мінеральних ресурсів та бережливого ставлення до надр;
- 10) розкрити суть контролю і управління якістю ґрунтами;
- 11) дати визначення ландшафтів та сформулювати шляхи їх охорони.



Запитання і завдання для самостійної роботи

1. Проаналізуйте екологічну ситуацію довкілля регіону, в якому ви мешкаєте.
2. Схарактеризуйте основні забрудники літосфери.
3. Назвіть основні джерела забруднення ґрунтів.
4. Поясніть причини зменшення врожайності ґрунтів.
5. Людина впродовж свого життя споживає близько 14 т вуглеводів. Скільки картоплі потрібно вирощувати на Землі за умови, що всі люди харчуватимуться картоплею? Скільки для цього знадобиться орних земель? Середня врожайність картоплі становить 3 т/га за рік.
6. Як здійснюється самоочищення літосфери в природних умовах?
7. Поясніть сутність ерозії ґрунтів. У чому виявляються її негативні наслідки?
8. Назвіть причини деградації ґрунтів.
9. Як класифікують забруднення літосфери?
10. Що відбувається із забрудненнями в літосфері? Як вони впливають на здоров'я людини та життєдіяльність інших організмів?
11. Дайте визначення, що таке надра, резерви та запаси мінеральних ресурсів. Поясніть це на прикладах.
12. Які забруднення надходять у літосферу з тваринницьких ферм?
13. Як ви розумієте процес відтворення ґрунтів?
14. Чому на Землі постійно зменшується площа орних земель?
15. Обґрунтуйте необхідність бережливого ставлення до надр.
16. Схарактеризуйте сучасний стан мінеральних ресурсів.
17. На скільки років вистачить запасів вугілля, нафти, заліза та алюмінію, якщо темпи споживання їх залишаться на рівні 1995—2000 років?
18. Як розвиватиметься господарська діяльність людей у майбутньому?
19. Накресліть шляхи раціонального використання природних ресурсів та бережливого ставлення до надр.
20. Як здійснюють контроль і управління якістю ґрунтами?
21. Що таке ландшафти і як здійснюють їх охорону?
22. З якою метою слід обережати природні ландшафти від антропогенного тиску?
23. Скільки орних земель буде виведено з експлуатації в Україні через 20 років, якщо темпи їх виведення збережуться на досягнутому рівні?
24. У чому полягає сутність екологічної безпеки літосфери та як її забезпечити?