

О.П. ГАВРИЛЕНКО, Є.Ю. ЦИГАНОК

ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

Навчальний посібник

**Київ
2020**

УДК 557.4(075.8)

Рецензенти:

М. Д. Гродзинський, доктор географічних наук, професор Київського національного університету імені Тараса Шевченка, член-кореспондент НАН України;

С. А. Лісовський, доктор географічних наук, заступник директора Інституту географії НАН України;

К. Й. Кілінська, доктор географічних наук, професор Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Гавриленко О.П., Циганок Є.Ю.

Екологія людини: навчальний посібник. Київ : ПВТП «LAT&K», 2020. 286 с.

ISBN 978-617-7824-23-6

У посібнику розглянуто теоретико-методологічні основи екології людини як науки, історію її становлення, а також зв'язок екології людини з іншими науками. Розкрито еволюцію біосфери Землі, антропогенез та історію взаємодії людини і довкілля. Проаналізовано вплив на людину екологічних факторів – абіотичних, біотичних і антропогенних. Висвітлено головні екологозалежні захворювання людини, а також вплив неякісних товарів народного споживання і продуктів харчування на здоров'я людини. Окремий розділ присвячено впливу соціально-демографічних процесів на життя людини. Значну увагу приділено висвітленню ролі води у житті людини, зокрема дефіциту водних ресурсів, світовим водним конфліктам та шляхам розв'язання проблеми водного голоду. Детально розглянуто вплив глобальної зміни клімату на життєдіяльність і здоров'я людини та міжнародна співпраця у протидії зміні клімату. Завершується посібник критичним аналізом сучасних трендів і майбутнього розвитку людства в умовах глобалізації.

Для студентів, аспірантів і викладачів вищих навчальних закладів у сфері екології та природоохоронної діяльності.

*Рекомендовано до друку Вченою радою
географічного факультету
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка.
Протокол № 11 від 25.06.2020 року.*

ISBN 978-617-7824-23-6

© Гавриленко О.П., Циганок Є.Ю. 2020
© ПВТП «LAT&K», 2020

ЗМІСТ

| | |
|--|-----|
| ПЕРЕДМОВА | 5 |
| 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ ЛЮДИНИ ЯК НАУКИ | 8 |
| 1.1 Еволюція екологічних досліджень | 9 |
| 1.2 Становлення екології людини | 16 |
| 1.3 Методологія досліджень в екології людини | 22 |
| 1.4 Зв'язок екології людини з іншими науками | 25 |
| 2 ЕВОЛЮЦІЯ ЛЮДИНИ ТА БІОСФЕРИ | 29 |
| 2.1 Еволюція біосфери Землі | 30 |
| 2.2 Антропогенез | 36 |
| 2.3 Історія взаємодії людини і довкілля..... | 45 |
| 3 ВПЛИВ НА ЛЮДИНУ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ | 54 |
| 3.1 Основні характеристики впливу екологічних факторів | 54 |
| 3.2 Вплив основних абіотичних факторів на людину | 59 |
| 3.3 Вплив на людину біотичних екологічних факторів | 72 |
| 3.4 Епідемії як біотичні фактори та їх вплив на здоров'я людини | 79 |
| 3.5 Антропогенні фактори та їх вплив на здоров'я людини..... | 86 |
| 3.5.1 Вплив пестицидів на здоров'я людини | 93 |
| 3.5.2 Інші забруднення та їх вплив на організм людини | 96 |
| 4 СУСПІЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я | 107 |
| 4.1 Екологозалежні захворювання людини | 109 |
| 4.2 Вплив неякісних товарів народного споживання та продуктів харчування на здоров'я людини..... | 118 |
| 4.2.1 Оцінка якості харчових продуктів..... | 122 |
| 4.2.2 Біотехнології та органічне виробництво | 125 |
| 5 ДЕМОГРАФІЧНІ ПРОЦЕСИ І ЯКІСТЬ ЖИТТЯ ЛЮДИНИ | 134 |
| 5.1 Передумови виникнення глобальної екологічної кризи | 135 |
| 5.2 Вплив соціально-демографічних факторів на людину | 138 |
| 5.3 Демографічний вибух і демографічний перехід | 150 |
| 5.3.1 Зростання населення і глобальна екологічна криза | 154 |

| | |
|---|------------|
| 5.3.2 Демографічна політика як інструмент підвищення якості життя | 157 |
| 5.3.3 Еволюція демографічних концепцій | 160 |
| 6 РОЛЬ ВОДИ У ЖИТТІ ЛЮДИНИ | 171 |
| 6.1 Дефіцит водних ресурсів та його вплив на людину | 172 |
| 6.1.1 Водні конфлікти у світі | 175 |
| 6.1.2 Шляхи розв'язання проблеми водного голоду | 180 |
| 6.2 Шляхи забезпечення населення якісною питною водою | 186 |
| 6.2.1 Наслідки забруднення водного середовища для здоров'я людини | 187 |
| 6.2.2 Заходи з очищення і відновлення водних ресурсів | 191 |
| 6.2.3 Міжнародна діяльність з охорони водних ресурсів | 201 |
| 7 ЗМІНА КЛІМАТУ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ | 205 |
| 7.1 Наслідки зміни клімату для людини | 206 |
| 7.2 Вплив зміни клімату на суспільне здоров'я | 214 |
| 7.2.1 Що вже відбулося внаслідок зміни клімату | 216 |
| 7.2.2 Адаптація до зміни клімату | 223 |
| 7.3 Міжнародна співпраця у протидії зміні клімату | 229 |
| 8 ГЛОБАЛІЗАЦІЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ ЖИТТЯ ЛЮДИНИ | 237 |
| 8.1 Нехтування законами біосферно-суспільного розвитку | 238 |
| 8.2 Межі зростання в умовах глобалізації | 246 |
| 8.3 Екологічний слід людства | 259 |
| 8.4 Неоглобалізм як наслідок перевищення меж зростання | 263 |
| ПІСЛЯМОВА | 273 |
| РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА | 276 |
| ГЛОСАРІЙ | 278 |

ПЕРЕДМОВА

*Оскільки планета у нас одна,
доведеться переглянути світогляд,
шаблони поведінки та політику.
Навчитись зазирати далеко наперед,
краще адаптуватись та розумніше планувати –
іншого виходу немає...*

Денніс Л. Медоуз, 2004

Розвиток цивілізації, одночасно з вибухоподібним зростанням населення Землі, збільшенням обсягу відходів виробництва і споживання, обумовлює подальше загострення взаємовідносин природи і суспільства. Повсякденною реальністю стали отруєні річки і моря, задушливе шкідливе повітря, загублені ліси, сотні зниклих видів тварин і рослин, кліматичні аномалії, майже повсюдне повне виснаження ґрунтів. Різноманітний і неповторний світ людство успадкувало від попередніх поколінь. Сучасний світ природи є наслідком тривалої еволюції живих організмів біосфери впродовж багатьох сотень мільйонів і мільярдів років. На одному з етапів нескінченного ланцюга боротьби за життя виникла його нова ланка – людина. Її спосіб життя, потреби, суспільна праця різко вплинули на природу світу.

Екологія людини – комплексна наука, яка вивчає взаємовідносини людини і навколишнього середовища та спрямована на збереження і зміцнення здоров'я, розвиток фізичних і духовних можливостей людини. Організм людини тісно пов'язаний з навколишнім природним середовищем і є частиною глобальної екосистеми. Життєдіяльність людства залежить від безперервного успішного функціонування Біосфери та підпорядкованих їй екосистем. Природне середовище щодо людини виконує три основні функції: економічну – забезпечує суспільне виробництво ресурсами; біологічну – забезпечує фізичне здоров'я; соціальну – забезпечує духовний розвиток суспільства в цілому. Екологія людини створює сучасну теорію розуміння феномену людини з екологічних, біологічних, соціальних і філософських позицій.

У своїх взаємних стосунках з природними екосистемами людський організм, зберігаючи певні властивості біологічного індивіда, несе на собі глибокий відбиток дії соціальних законів, оскільки формується як продукт суспільного розвитку. Відповідно, екологія людини не може розглядатися як суто біологічна, медична чи географічна наука. Людина може існувати тільки у взаємозв'язку трьох систем: природи, суспільства і породженої нею техніки. При

цьому вплив природних факторів на людину завжди специфічний, що є наслідком закономірностей і особливостей соціального життя.

Кожна людина прагне жити у безпеці, вберегтися від тиску чинників зовнішнього середовища на її організм, психіку, духовну сферу. Для цього потрібні екологічні знання, екологічна культура, вміння раціонально організувати свій життєвий простір, не зашкоджуючи собі та природному оточенню. Тому інтерес людини до тих чи інших подій у навколишньому світі та впливу цих подій на здоров'я і безпеку виник дуже давно – ще тоді, коли людина сформувалася як мисляча істота.

Згодом накопичені знання про взаємозв'язки у природі, вплив зовнішніх чинників на самопочуття, здоров'я і життєдіяльність людства було систематизовано, осмислено та збагачено результатами експериментальних досліджень. Та синтезовано у науковий напрям, який поєднав здобутки природничих, соціальних, філософських і економічних галузей наукової діяльності. Так виникла екологія людини – наука про взаємозв'язки природи і суспільства, динаміку впливу на людську спільноту планетарних, регіональних і локальних природних процесів, а також наслідки антропогенного втручання у навколишнє середовище. Сутність екології людини як науки розкривається через взаємовплив оболонки планети і людини, біохімію людського організму, можливості адаптації до стресогенних чинників і загальний еколого-демографічний стан людства з метою вироблення рекомендацій щодо гармонійного розвитку цивілізації і одночасного збереження природи.

Людству насамперед необхідно знати основи екології людини як унікального біологічного виду, який поєднує у своїй природі біологічне і соціальне, а також вивчити особливості, закони і механізми взаємовідносин у системі «Природа – Людина». Оскільки організм людини тісно пов'язаний з навколишнім природним середовищем і є частиною глобальної екосистеми. Життя всього людства залежить від безперервного функціонування природних екосистем.

Досліджуючи різноманітні впливи навколишнього природного і соціального середовища на організм людини, екологія людини ставить завдання розробити теорію створення і збереження оптимальних природних, соціальних і психологічних умов навколишнього середовища. Відповідно предметом цієї науки є умови існування як окремої людини, так і соціальних груп на різних структурних рівнях суспільства, аналіз екстремальних, соціальних і психологічних факторів.

Обґрунтування моральних норм і цінностей на засадах соціальної етики та охорони природи також є однією з найважливіших проблем, які вивчає екологія людини. Неможливо дбати про свою власну домівку і водночас недбало ставитися до навколишньої природи, бо вона є таким же помешканням людства, як і весь світ. Тому глобальна екологічна криза, яку нині переживає планета, є свідченням кризи моральної. Адже природне довкілля визначає, яким буде життя людини загалом як універсальної істоти.

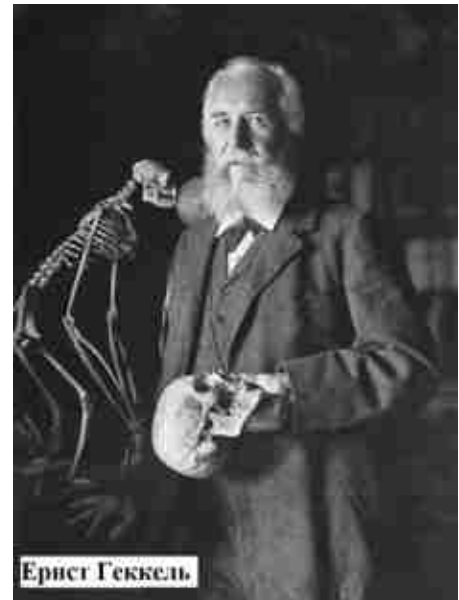
Отже, екологія людини має твердий науковий фундамент, заснований на багатofакторному аналізі проблем, що вивчають взаємовідносини людини і навколишнього середовища. Людина залежить від навколишнього середовища, але й навколишнє середовище залежить від людини. За час свого існування людська цивілізація не створила жодної технології, яка б так чи інакше не руйнувала навколишнє середовище. На щастя, паралельно йшов і творчий процес нарощування знань. За останнє століття стараннями багатьох дослідників людина прийшла до розуміння основних законів природи.

У посібнику викладено теоретико-методологічні основи, історію становлення екології людини як науки, її зв'язок з іншими науками. Розкрито еволюцію людини та історію її взаємин з довкіллям. Проаналізовано вплив на людину екологічних факторів – абіотичних, біотичних і антропогенних. Висвітлено головні екологозалежні захворювання, а також вплив неякісних товарів народного споживання і продуктів харчування на здоров'я людини. Розглянуто глобальні соціально-демографічні процеси та їх вплив на всі прояви людської життєдіяльності. Висвітлено роль води в житті людини, небезпеку водного голоду в окремих регіонах світу та можливі шляхи розв'язання проблем. Детально розглянуто наслідки глобальної зміни клімату для природи, людини і господарства, а також шляхи протидії і адаптації до цих змін.

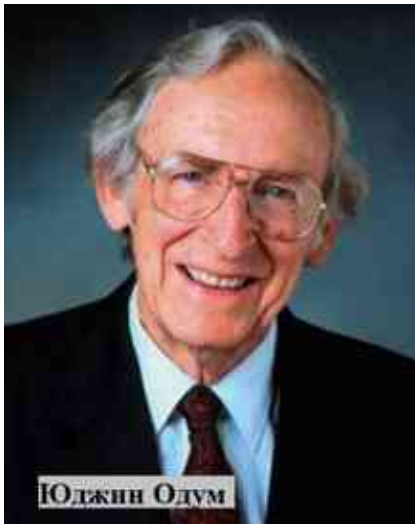
В умовах сучасної глобалізації перед людством постала проблема виживання, що потребує критичного аналізу поточних трендів і майбутнього розвитку. До сфери компетенції екології людини належить організація морального і духовного виховання, спрямованого на усвідомлення ролі людини у навколишньому світі. Філософське бачення людини як мірила усіх речей має домінувати при розв'язанні найважливіших проблем життя на Землі. Водночас, долаючи корінні проблеми свого буття, людина має дбати про збереження природної рівноваги і цілісності екосистем.

1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ ЛЮДИНИ ЯК НАУКИ

Основи науки екології заклали в своїх природознавчих дослідженнях давньогрецькі філософи Гіппократ і Аристотель. Термін «екологія» (від грец. *oikos* – помешкання, дім, притулок та *logos* – вчення, наука) з'явився набагато пізніше. Вперше його запропонував німецький зоолог, натураліст **Ернст Генріх Філіп Август Геккель** (1834-1919). У праці «Всезагальна морфологія організмів» (1866) Геккель визначав екологію як фізіологію



взаємин організмів із середовищем існування та між собою.



Подальше розширення об'єктів дослідження екології призвело до появи багатьох інших її тлумачень. Найзагальнішим є визначення екології як системи знань про взаємодію природи і суспільства. Найбільш повно сучасному розумінню екології відповідає тлумачення американського еколога **Юджина Одума** (Eugene Pleasants Odum (1913-2002)), засновника першої в світі школи екології. Одум стверджував, що екологія є інтегральною дисципліною, яка об'єднує всі науки про Землю. А

Землю він уявляв сукупністю взаємопов'язаних екологічних систем, кожна з яких має «унікальну стратегію розвитку». На думку Одума, *екологія – це між-дисциплінарна наука про структуру і функціонування природних та суспільних систем у їх взаємозв'язку.*

В сучасному розумінні екологія – комплексна наука, загальнонауковий підхід до розв'язання глобальних проблем, а також світогляд. Таке широке трактування визначається величезним обсягом предметів дослідження екології, які стосуються зв'язків між суспільством, природою і кожною людиною у її прагненні зберегти своє природне оточення. Оскільки соціальне життя людини неминуче переплітається з усіма компонентами екосистем, еволюція взаємовідносин природи і суспільства пройшла складний взаємозалежний шлях.

1.1 Еволюція екологічних досліджень

В своєму тривалому історичному розвитку екологічні дослідження пройшли чотири послідовні рівні, яким притаманні свої характерні риси, інновації та видатні вчені, що їх втілювали в життя. Кожен з цих рівнів відповідає певному етапу розвитку науки з різними об'єктом і предметом досліджень, провідними методами дослідження та досягненнями, що з'явилися завдяки цим дослідженням.

Перший рівень – дослідження окремих організмів. Цей етап був найбільш тривалим: розпочався від стародавніх часів і продовжувався до другої половини XIX ст. *Об'єктом дослідження* була окрема особина (рослина чи тварина) – так само, як і в біології. Але *предмет дослідження* набув іншого змісту – ним стало вивчення впливу різних чинників довкілля на особливості життєдіяльності цієї особини. Зважаючи на відсутність розвинутої методології, предметом розгляду переважно були наслідки впливу на організми фізичних і хімічних абіотичних факторів – температури повітря, вологості, освітлення, складу води чи ґрунтів тощо. Саме це відрізняло нову галузь знань від класичної біології, складовою частиною якої вона тривалий час була. Отже, лідером першого рівня екологічних досліджень стала наука, яка вивчає екологію особини і нині має назву *аутекологія*.

Найбільш поширеним методом досліджень були прості натурні спостереження за об'єктом. З часом, у міру розвитку і прогресу наукової методології, до спостережень почали додавати експерименти, наприклад, щодо впливу різних мінеральних елементів у складі добрив на зростання культурних рослин. Коли такі дослідження досягли певної точності, а їх результати стали вартими довіри, екологічні дослідження набули певної прикладної спрямованості, зокрема у розрахунках майбутніх врожаїв життєво важливих культур.

Серед численних новацій цього рівня екологічних досліджень найважливішими є усвідомлення необхідності захисту природи шляхом створення спеціальних природоохоронних територій для порятунку тих рослин і тварин, яким загрожувало знищення. В міру розвитку економічних відносин дедалі більшої ваги набувала ідеологія збереження природних ресурсів, зокрема з'явилися перші закони і правила щодо заборони чи обмеження рибальства та мисливства. В Англії у XI ст. було запроваджено смертну кару за полювання на деяких тварин. У Франції в XV ст. було створено державну службу охорони вод і лісів, а в Данії – прийнято закон про охорону рослинності на піщаних дюнах. Наприкінці

XVIII ст. у Франції та Німеччині почали створювати зони санітарної охорони водних джерел.

Зважаючи на найбільшу тривалість першого етапу розвитку екологічних досліджень порівняно з іншими, він був насичений визначними науковими подіями. Вивчення зв'язків біологічних об'єктів між собою та з неживою природою сягає стародавніх часів. Передісторія становлення екології як науки починається з праць натурфілософів Стародавнього Китаю, Єгипту, Індії, Риму і Греції. Перші спроби узагальнення відомостей про спосіб життя, залежність від зовнішніх умов, особливості розподілу рослинних і тваринних організмів зустрічаються у працях Геракліта, Гіппократа, Аристотеля, Плінія Старшого та інших.

Давньогрецький лікар *Гіппократ* (460-377 рр. до н.е.) у своєму трактаті «Про повітря, воду і мистецтво» (біля 390 р. до н.е.) першим висунув ідею про вплив навколишнього середовища на здоров'я людей. Давньогрецький учений-енциклопедист, філософ і логік *Аристотель* (384-322 рр. до н.е.) у праці «Про виникнення тварин» (біля 340 р. до н.е.) класифікував тварин за способом життя і живлення, а також описав більше 500 видів тварин та їхню поведінку (міграції й зимові сплячки риб, перельоти птахів, паразитизм зозулі, способи самозахисту каракатиці тощо) залежно від кліматичних особливостей середовища мешкання. Дуже пізнавальним стало дослідження *Плінія Молодшого* про вплив горіха волоського на рослини, які ростуть під його гілками.

Джерелом зародження екологічної думки у античні часи можна вважати медицину та географію. У працях *Геродота*, *Страбона*, *Птоломея* містяться досить вдалі описи природи, зокрема флори і фауни різних частин світу, а також спроби простежити залежність заселеності певних регіонів від наявних там природних умов. Особливо переконливо подібні закономірності відображені у працях батька медицини Гіппократа. Учень Аристотеля *Геофраст Ерезинський* дослідив залежність різноманіття рослин від зовнішніх умов. У своєму трактаті «Дослідження про рослини» він обґрунтував методологічні вимоги до вивчення будови і процесів життєдіяльності рослин. Цим він заклав основи зародження методів аналогії та ідеалізації, а також аналітичного підходу, які у сучасній інтерпретації зараз широко використовуються у багатьох науках. Вважається, що саме Геофраст є основоположником застосування методів аналізу в екологічних дослідженнях.

Великі географічні відкриття в епоху Відродження сприяли подальшому розвитку наук про природу. З'явилися праці таких вчених, як *Роджер Бекон*

(1214-1294) і Альберт Великий (1206-1280). Р. Бекон обґрунтував, що живі та неживі тіла побудовані з одних і тих самих матеріальних часток, і живі істоти тісно залежать від навколишнього середовища. Глибокі думки екологічного спрямування висловлював відомий енциклопедист середньовіччя *Альберт Великий*. У розділах енциклопедії «Про рослини» і «Про тварини», крім детального опису відомих видів, висунуто ідеї щодо зміни рослин під впливом абіотичних факторів. А. Великий дослідив механізм переходу рослин з дикого стану в культурний, тобто зміни способу життя, які залежать від різних чинників навколишньої природи. З цього він зробив припущення про можливість управління способом життя і формоутворенням живих істот.

На початку XVII ст. було винайдено мікроскоп, за допомогою якого голландський натураліст *Антоні ван Левенгук* (1632-1723) вивчав будову бактерій і клітин крові. Це сприяло розвитку досліджень харчових ланцюгів, механізмів регулювання чисельності популяцій, що у подальшому втілювалося у найважливіші розділи сучасної екології. Відомий французький натураліст *Жорж-Луї Леклерк де Бюффон* (1707-1788) у своїй праці «Природнича історія» висловлював думки про єдність рослинного і тваринного світу та їхній зв'язок із середовищем мешкання. Природу Бюффон називав величезною цілісною спорудою, пронизаною функціональними і генетичними зв'язками. Саме Бюффону належать ідеї щодо історичної мінливості рослин і тварин, антропогенних причин змін клімату тощо.



Видатний шведський природознавець *Карл Лінней* (1707-1778) у праці «Система природи» виклав основи наукової систематики рослин і тварин та визнав вплив умов життя на різноманіття тваринного і рослинного світу. Основною працею К. Ліннея є «Філософія ботаніки» (1751), у якій він принципово реформував систематику (таксономію) рослин і таким чином заклав основи систематичного підходу в екології.

Французький натураліст *Жан-Батист П'єр Антуан де Моне Ламарк* (1744-1829) досліджував пристосованість тварин до середовища мешкання і результати цих досліджень виклав у книзі «Філософія зоології» (1809), де пояснив цей феномен впливом природного середовища на живі організми. Ламарк був першим, хто спробував створити теорію еволюції живого світу і обґрунтував еволюційну концепцію – так званий «ламаркізм».



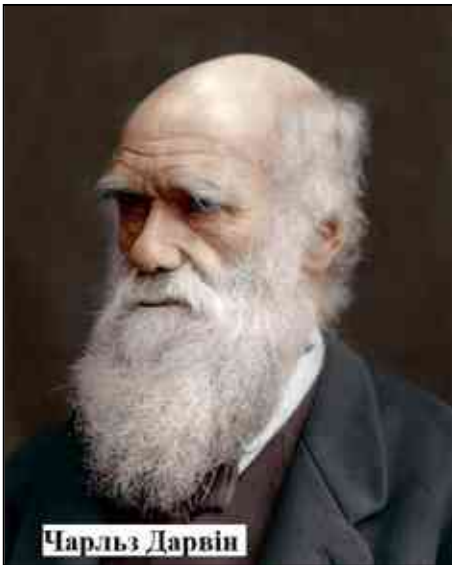
У той самий час німецький природознавець-енциклопедист, мандрівник і географ *Олександр фон Гумбольдт* (1769-1859) узагальнив накопичені відомості про флору земної кулі й заклав основи екологічного напрямку в географії рослин. 1845 р. вийшла у світ його багатотомна праця «Космос», де він вперше висунув ідею горизонтальної зональності та вертикальної поясності у розповсюдженні рослин. У цій та інших працях О. Гумбольдта вперше обґрунтовано ідеї взаємозв'язку та єдності усіх процесів, що відбуваються у живій природі.

Своїм основним завданням Гумбольдт вважав «осягнення природи як цілого і збір свідчень про взаємодію природних сил». Він заснував такі наукові дисципліни, як фізична географія, ландшафтознавство, географія рослин. Докладно описав континентальний і приморський клімат, встановив природу їх відмінностей. Саме Гумбольдт першим звернув увагу на небезпеку великомасштабної вирубки лісів.

Німецький агрохімік *Юстус фон Лібих* (1803-1873) розробив теорію мінерального живлення рослин залежно від різних зовнішніх факторів. 1840 року було опубліковано його працю «Хімія у додатку до землеробства та фізіології», де вперше сформульовано «закон мінімуму» щодо необхідності повернення поживних речовин, які відчужуються з врожаєм, назад у ґрунт після збору врожаю для підтримки його родючості. Саме тоді уперше простежується тенденція застосування *комплексного підходу* до вивчення природи.



Професор зоології Московського університету *Карл Рульє* (1814-1858) обґрунтував концепцію екології тварин, що прискорило розвиток екологічного напрямку в усій біологічній науці. Він вперше проаналізував закономірності впливу оточуючого середовища на розвиток органічного світу, розробивши систему вивчення рослин і тварин з екологічної точки зору. Крім цього, Рульє вважав людську діяльність важливим екологічним чинником, який спричинює зміни у природі. Своїми працями вчений поклав початок безпосереднього практичного застосування екологічних знань у сільському господарстві.



Концептуальні засади еволюційної парадигми в екології закладено у працях відомих англійських натуралістів. На противагу традиційному поясненню природних явищ дією надприродних сил, геолог *Чарльз Лаєлл* (1797-1875) у праці «Основи геології» обґрунтував це пов'язаністю сучасних природних процесів з подіями, що відбувалися протягом всієї геологічної історії Землі. Він запропонував принцип «уніформізму» (актуалізму): вивчення сучасного є ключем для пізнання майбутнього. На думку Лаєлла, види змінюються, пристосовуючись до навколишньої природи, ці зміни відбуваються повільно і поступово, але неминуче; при цьому здобуті властивості організмів успадковуються. Пізніше принцип уніформізму став методологічною основою будь-якого дослідження, пов'язаного з реконструкцією минулих подій.

Величезний внесок у розвиток екологічних досліджень зробив *Чарльз Роберт Дарвін* (1809-1882), англійський науковець, що створив теорію еволюції. Розроблення теорії тривало понад 20 років, після чого у 1859 р. було опубліковано працю «Походження видів шляхом природного добору», що без перебільшень стало подією світового значення. Пізніше інший видатний вчений, творець вчення про біосферу В.І. Вернадський писав, що у цій праці Дарвіна відображено історію живої речовини, тобто повільну зміну форм життя, генетично між собою пов'язаних від одного покоління до другого без перерви.

За теорією Дарвіна, сенс розвитку полягає у постійному, невпинному пристосуванні видів до умов навколишнього середовища, чим досягається стан стійкої рівноваги. Головним мірилом прогресу стає здатність видів виживати у конкретних умовах існування, що й становить екологічний зміст всієї еволюційної теорії. Нині дарвінізм є обов'язковою складовою частиною екології. І хоча у цій праці Дарвіна термін «екологія» не застосовується, вона справедливо вважається початком заснування нової науки – екології.

Завершенням тривалого періоду становлення екології як самостійної науки, протягом якого дослідження проводилися переважно на рівні окремих організмів, можна вважати **1866** рік, коли Ернст Геккель у передмові до своєї праці «Загальна морфологія організмів» вперше ужив термін «екологія». Геккель писав: «Екологія – це пізнання економіки природи, одночасне дослідження взаємо-

відносин всього живого з органічними і неорганічними компонентами середовища, включаючи неантагоністичні та антагоністичні взаємовідносини тварин і рослин, які контактують один з одним... Екологія – це наука, що вивчає всі складності взаємозв'язку і взаємовідношення у природі, які Чарльз Дарвін розглядав як умови боротьби за існування».

Другий рівень досліджень – популяційний. Цей період розвитку екологічних досліджень був порівняно короткочасним і тривав з другої половини ХІХ-го до середини 30-х років ХХ століття. Об'єктом дослідження стали великі групи організмів, що проживають на певній території протягом багатьох поколінь – популяції. Предметом дослідження була взаємодія популяцій різних видів (наприклад, взаємовплив хижаків та їх потенційних жертв). Ускладнення об'єкта досліджень сприяло подальшому розвитку науки екології. Результатом такого розвитку стало розгалуження екології рослин на два напрями: *аутекологію* (екологію особин) і *синекологію* (екологію угруповань організмів різних видів), що офіційно засвідчено 1910 року під час проведення ІІІ Ботанічного Конгресу в Брюсселі.

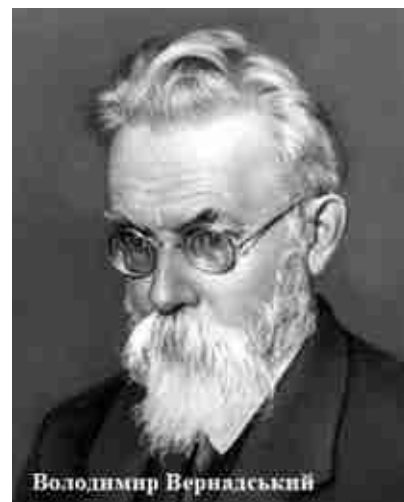
В 1927 році англійський зоолог *Чарльз Сазерленд Елтон* (1900-1991) опублікував класичну працю «Екологія тварин». В ній викладено принципи екологічних досліджень поведінки тварин та їх участі у харчових ланцюгах. Обґрунтовано поняття екологічної ніші та впорядковано трофічні зв'язки у вигляді піраміди чисел, що згодом стало основою концепції екосистеми. Елтон став першим, хто обговорив екологічну значимість популяційних циклів, чим було започатковано розвиток популяційної екології – *демекології*. Вона й стала беззаперечним лідером другого етапу розвитку екологічних досліджень.

В той самий час методи досліджень ставали різноманітнішими і складнішими. Значним досягненням було залучення до проведення досліджень, збору і обробки даних методів вищої математики. Це дало змогу розпочати моделювання і прогнозування різноманітних взаємодій у навколишньому середовищі, поступово підвищуючи достовірність результатів. У другій половині ХІХ ст. різко зросла цікавість науковців до проблем взаємодії організмів та впливу на них середовища мешкання. Продовжується накопичення відомостей про спосіб життя окремих видів рослин і тварин і одночасно виникають теоретичні узагальнення. Наприклад, американський зоолог *Стефен Альфред Форбс* (1844-1930) у своїй праці щодо сільськогосподарських шкідників (1895) дав розгорнуте визначення екології як дуже складного і важливого предмету, до якого на-

лежить усе вчення Ч. Дарвіна, з одного боку, а усе сільське господарство залежить від нього – з іншого.

Найбільш важливим з усіх новацій, здобутих у цей період, безперечно було створення В.І. Вернадським фундаментального вчення про біосферу. В 1926 р. вийшла в світ його капітальна праця «Біосфера», в якій обґрунтовані планетарна геохімічна роль та глобальні функції живої речовини біосфери. Створенню Вернадським вчення про біосферу передували дослідження австрійського геолога *Едварда Зюсса*, який запровадив термін «біосфера» у науковий вжиток. У праці «Про походження Альп» (1875) Зюсс позначив цим терміном утворені живими організмами викопні породи. Вітчизняний вчений, геолог, географ і педагог *Павло Тутковський* визначав біосферу як просторове розміщення біоти на планеті. І нарешті, Володимир Вернадський обґрунтував принципово нове розуміння біосфери як області існування життя, відмінної від усіх інших сфер Землі.

Наприкінці XIX – на початку XX ст. в науковому пізнанні починає укорінюватися *системний підхід* до проведення наукових досліджень у різних галузях знань. Австрійський біолог Людвіг фон Берталанфі заснував загальну теорію систем, а французький натураліст і фізіолог Клод Бернар розробив учення про гомеостаз організму як сталість його внутрішнього середовища. В екології поступовий перехід до системного мислення реалізувався шляхом становлення концепції екосистем, що відбулося дещо пізніше.



Третій рівень досліджень – екосистемний (біосферний). Його початком вважається публікація у 1935 р. статті англійського ботаніка *Артура Джорджа Тенслі* «Правильне та неправильне використання концепцій і термінів в екології рослин», де вперше було запропоновано термін «екосистема». Тенслі визначав екосистеми як єдиний комплекс живих істот і абіотичних умов на певній території. Цим було започатковано формування нового розділу екології – *вчення про екосистеми, або екосистемології*. Укорінення принципів комплексності й системності ознаменувало перехід на новий ступінь розвитку екологічних досліджень.

Об'єктом досліджень стають екосистеми різних рівнів розмірності – від консорцій до біомів. *Предметом екологічних досліджень* стають численні взає-

мозв'язки і взаємодії – які всередині, так і між сусідніми екосистемами. У цей період лідером стає екосистемологія – розділ знань про структурно-функціональні особливості екосистем, їх генезис, історію формування, еволюцію та антропогенну динаміку, а також способи їх використання для потреб людини.

Оскільки екосистемою найвищого (глобального) рангу є біосфера, на цьому ж етапі об'єкти дослідження екології значно розширюються – ними стає практично все, що існує в навколишньому середовищі. Предметом досліджень – відповідно зв'язки між цим усім і середовищем існування. Домінує парадигма «все пов'язано з усім». Тобто лідером сучасного періоду екологічних досліджень стає *глобальна екологія* – інтегральна наукова галузь, що вивчає біосферу – вчення про всіх і про все. До екологічних досліджень залучаються методи усіх наук: природничих, точних, соціальних, гуманітарних. Виникають і стрімко розвиваються десятки галузей, розділів і підрозділів сучасної екології.

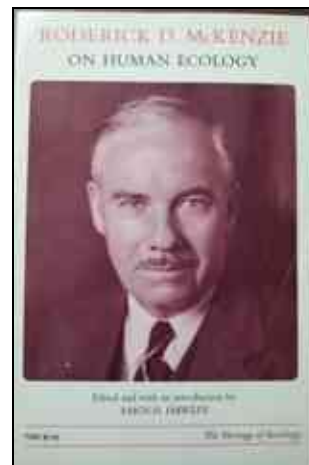
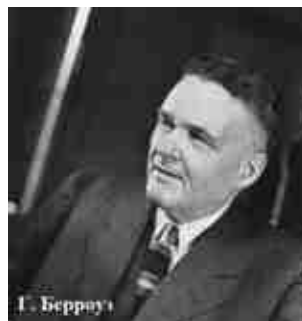
Отже, екологія як наука пройшла тривалий шлях становлення. Екологічні дослідження спочатку проводилися на рівні окремих організмів, потім – на популяційному рівні й в решті решт – на екосистемному. Нині увагу екологів зосереджено на вивченні *біосферних процесів*, передусім обумовлених складними взаєминами людини і природи.

1.2 Становлення екології людини

Термін «*екологія людини*» запропонували видатні американські соціологи, представники Чиказької школи соціології – **Роберт Парк** (Robert Ezra Park (1864-1944)) і **Ернест Бюрджес** (Ernest Watson Burgess (1886-1966)). У 1921 році вони видали підручник «Вступ в науку соціологію». Парк представив свою концепцію соціальної еволюції (культурного процесу) як продукту взаємодії природи індивіда з його навколишнім соціальним і природним середовищем.

У 1922 р. американський географ Гарлан Берроуз (Harlan H. Barrows (1877-1960)) на засіданні географічної Асоціації назвав свою доповідь «Географія як екологія людини». За визначенням Берроуза, екологія людини охоплює взаємовідносини між людьми і територією. Відтоді термін «екологія людини» щораз частіше використовують соціологи, які негативно реагують на згадки про те, що він уперше був застосований у американській географії людини (*human geography*). Насправді екологія людини дає змогу розширити межі вивчення і охопити набагато більше зв'язків: людей з територією, людей з людьми і не за-

бувати про екологічний аспект, сформульований дуже давно і відтоді значно поширений.



У 1927 р. відомий американський дослідник *Родерик Маккензі* (Roderick Duncan McKenzie (1885-1940)) довів необхідність дослідження зв'язків між станом здоров'я людини і навколишнього середовища. Він одним з перших дав визначення *соціальної екології*. В подальшому вчення Вернадського про біосферу та ноосферу стало теоретичною базою науки соціоекології. А тоді в працях американських соціологів вона називалася «людська екологія» (*human ecology*) або «соціальна екологія» (*social ecology*), на відміну від *ecology of man* – екології людини як біологічної істоти.

У середині ХХ ст. соціальну екологію вже розуміли значно ширше – як науку, що розглядає питання управління, прогнозування, планування всього процесу введення природного середовища у взаємний зв'язок з людським суспільством. Якщо розглядати місце екології людини серед інших розділів сучасної екології, насамперед соціоекології, то й дотепер єдиного погляду на це серед екологів не існує. Першопричина такого стану речей криється у тому, що людина – істота *біосоціальна*. Тобто, з одного боку, як істота біологічна людина залежить від абіотичних факторів середовища і пов'язана із середовищем існування через харчування, дихання, обмін речовин. З іншого боку, людина не може жити поза сім'ї, колективу, суспільства. Людина є складовою суспільства, яке в результаті технічного і соціального розвитку впливає на природу.

Так само немає єдності серед науковців щодо трактування сутності екології людини (Табл. 1). Американський еколог Ю. Одум визначав її як екологію біологічного виду *Homo sapiens* і стверджував, що вона вивчає взаємодію з природою людини як біологічної істоти на рівні організму та популяції. Таким чином Одум протиставляв екологію людини соціоекології, яка зосереджує ува-

гу на взаємодії природи і всього людського суспільства. Одум також вважав, що екологія людини може прирівнюватися до екології рослин чи екології тварин як *розділ біологічної екології*.

Табл. 1. Тракткування екології людини різними авторами

| Тракткування екології людини | Автори |
|---|---|
| Дисципліна, яка досліджує взаємовідносини між людьми і територією | Г. Берроуз (1922) |
| Екологія біологічного виду <i>Homo sapiens</i> , що вивчає взаємодію людини з природою як біологічної істоти на рівні організму і популяції | Ю. Одум (1986) |
| Біоекологія людини, яка вивчає екологію людського індивіда та людських популяцій | М. Реймерс (1992) |
| Комплексний науковий напрям, що досліджує закономірності взаємодії популяцій людей з навколишнім середовищем, питання розвитку народонаселення, збереження здоров'я людей | В. Казначесв (1983) |
| Наука, яка вивчає вплив факторів оточуючого середовища на людський організм, взаємини біосфери з антропоєкосистемами та закономірності біосоціальної організації людських популяцій | І. Дедю (1990) |
| Синтетична галузь медичних наук, яка вивчає медико-біологічні та медико-демографічні аспекти взаємодії суспільства і природи | Г. Бачинський (1995) |
| Біоекологія, тісно пов'язана з екологією культури, екологією духу, етнологією | В. Кучерявий (2001) |
| Розділ екології, що досліджує динамічну систему «людина–довкілля» | О. Топчієв (1996) |
| Напрямок, тотожний антропоєкології; досліджує функціональні закономірності взаємодії природного середовища та організму людини як біологічної істоти | О. Шаблій (2001) |
| Коллективна взаємодія людини з навколишнім середовищем; вивчає способи адаптації соціальної структури до якості природних ресурсів та існування інших груп людей | Encyclopaedia Britannica (2008) |
| Область досліджень, заснована на чотирьох концепціях: населення, технологія, організація і навколишнє середовище | International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (2015) |

Відомий еколог і природозахисник *Микола Реймерс* (1931-1993) чітко відокремлював соціальну екологію від екології людського індивіда та людських популяцій. Соціальна екологія не охоплює біологічної сутності людини, наприклад, впливу природних чинників на здоров'я людини та її популяцій. І якщо за об'єктом дослідження екологія людини і соціоекологія практично синоніми, то за предметом дослідження – вони дуже різні. Близькі погляди на місце екології людини висловлював *Георгій Бачинський* (1936-1996), український вчений, член Міжнародного інституту соціальної екології. Він вважав, що екологія людини (антропоєкологія) сформувалася на стику соціоекології і медицини. Пре-

дметом дослідження екології людини називав медико-біологічні й медико-демографічні аспекти взаємодії суспільства і природи.

Отже, *екологія людини* – комплексна наука, яка вивчає взаємовідносини людини і навколишнього середовища з точки зору сприяння збереженню здоров'я, розвитку фізичних і психічних можливостей людини. Екологія людини аналізує здоров'я, спосіб життя і довкілля разом з чинниками, що зумовлюють виникнення захворювань в результаті порушення динамічної рівноваги в організмі людини. *Метою екології людини* є забезпечення суспільства знаннями, які сприятимуть оптимізації життєвого середовища людини і процесів у людському суспільстві, гармонізації взаємодії людей і навколишнього середовища.

Головним завданням екології людини є створення здорового, екологічно чистого, безпечного і соціально комфортного середовища існування людини. Важливим завданням також є аналіз впливу факторів довкілля, зміненого людською діяльністю, на організм, прогнозування можливих змін стану здоров'я людини та розроблення обґрунтованих нормативів життєзабезпечення з урахуванням прогнозів антропоєкологічного напруження. Серед численних прикладних завдань екології людини основним, мабуть, є виявлення та виключення зі сфери виробництва токсичних для людини речовин, а також контроль за впровадженням екологічно чистих і безвідходних технологій. Для реалізації цих завдань екологія людини виконує низку функцій, а саме:

- *теоретико-пізнавальна*, тобто накопичення, систематизація, узагальнення знань про закономірності взаємодії людини і довкілля; вироблення науково обґрунтованих висновків та прогнозів щодо змін у природі внаслідок певної діяльності або бездіяльності людини, доцільності чи недоцільності конкретних заходів;
- *інформаційна* – інформування суспільства про процеси і явища у природі, форми і способи раціональної поведінки людини;
- *просвітницька* – реалізація різних просвітницьких програм, акцій;
- *практично-перетворювальна*, тобто реалізація на основі науково обґрунтованих прогнозів і рекомендацій конкретних заходів щодо збереження, оздоровлення довкілля, оптимізації поведінки людини в ньому;
- *соціально-економічного контролю* – цілеспрямований аналіз ситуацій, обґрунтування суспільних норм, забезпечення функціонування механізмів контролю за їх реалізацією;
- *організаційно-управлінська* – організація, аналіз, корегування процесів тощо.

Зазвичай життєдіяльність людини обмежується однорідно заселеним простором зі схожими формами взаємодії людей і довкілля, який називають антропоєкосистемою. Середовище існування людини охоплює не лише природні, але й технологічні й соціокультурні елементи. Це означає, що антропоєкосистему формують такі компоненти, процеси і явища: природа, її забрудненість, населення, культура, рівень освіти, здоров'я, екологічна свідомість, соціально-побутові умови життя, господарська діяльність тощо (Рис. 1). Кожна така система характеризується певною внутрішньою однорідністю (гомогенністю) і водночас помітно відрізняється від сусідніх антропоєкосистем.



Рис. 1. Модель антропоєкосистеми

Виходячи з цього, об'єктом дослідження екології людини є *антропоєкосистема* (від грец. *antropos* – людина, *oikos* – оселя, *system* – ціле, складене з частин) – територіальна система, у межах якої однотипна (міська, сільська, інша) людська популяція взаємодіє з відносно однорідним навколишнім середовищем, а критерієм ефективності її функціонування є високий рівень здоров'я населення. Антропоєкосистеми є складовими частинами соціоєкосистем відповідного ієрархічного рівня.

Предметом дослідження екології людини є взаємодія людського організму та людської популяції із середовищем їх існування як цілісної системи. Людина при цьому фігурує на рівні окремого організму і на рівні популяції, а середовище існування охоплює природні, культурні, техногенні й інші компоненти. З огляду на це, антропоєкологія та екологія людини мають однаковий

об'єкт дослідження, яким є система «людина – довкілля» на рівні організму і популяції.

При цьому антропоєкологію та екологію людини не можна ототожнювати із соціальною екологією. Адже антропоєкологія – це екологія біологічного виду *Homo sapiens*, яка вивчає взаємодію людини і природи на рівні організму та популяції. На відміну від неї, соціоекологія зосереджує увагу на дослідженні взаємин з природою всього людського суспільства, яке впливає на довкілля своєю господарською діяльністю. Антропоєкологія сформувалася на базі медичної географії та гігієни, а екологія людини – в результаті поєднання соціоекології з медициною. Серед завдань екології людини можна виділити такі головні:

- дослідження впливу факторів навколишнього середовища на стан здоров'я, життєдіяльність і соціально-трудова потенціал населення;
- прогнозування можливих змін стану здоров'я нинішніх і майбутніх людських генерацій внаслідок погіршення екологічної обстановки;
- створення антропогенетичного моніторингу – системи спостережень за змінами процесів життєдіяльності людей внаслідок впливу на них різних факторів довкілля;
- дослідження умов, що впливають на здоров'я населення і зумовлюють поширення екологозалежних захворювань;
- встановлення науково обґрунтованих значень гранично допустимих техногенних навантажень на природне середовище і людський організм;
- вивчення впливу окремих факторів довкілля на здоров'я та життєдіяльність популяцій людини;
- дослідження процесів збереження і відновлення здоров'я людських популяцій;
- аналіз глобальних і регіональних екологічних проблем, які зумовлюють стан здоров'я людини;
- вироблення нових методів дослідження впливу екологічних факторів на здоров'я людини;
- розроблення і обґрунтування шляхів поліпшення рівня здоров'я і трудового потенціалу населення.
- складання медико-географічних карт з відображенням територіальної диференціації захворювань населення, пов'язаних з погіршенням якості навколишнього середовища.

Отже, дослідження в рамках екології людини мають бути спрямовано на розв'язання медико-гігієнічних проблем, тобто зміцнення здоров'я людей, по-

передження екологозалежних захворювань, підвищення працездатності та продовження терміну активної життєдіяльності людини.

1.3 Методологія досліджень в екології людини

Теоретичними основами екології людини є *аксіоми* як результат наукових досліджень і відкриттів. Найважливішими аксіомами екології людини є такі:

1. Головним біологічним фактором фізичного виживання людини є адаптація.
2. Розвиток людства обумовлений двома основними процесами: біологічною еволюцією і культурним прогресом, адже людина є біологічним видом і одночасно носієм створеної нею цивілізації.
3. Соціальний розвиток кожної людини – єдина можливість забезпечення життєздатності будь-якої людської спільноти.
4. Найважливішою умовою, за якої людські спільноти можуть існувати і розвиватися, є поєднання діяльності.
5. Накопичення і поширення господарсько-культурних знань та навичок є беззаперечною умовою розвитку людства.
6. З появою людини на Землі безперервно відбувається антропоєкологічний процес, що виражається у взаємодії людського суспільства з довкіллям і подальшими послідовними взаємними змінами результатів цієї взаємодії.
7. Прискорення темпів соціально-технологічного розвитку і екологічної напруженості є невід'ємною властивістю еволюції людства (зміни в умовах ведення господарства, у соціальній, демографічній, професійній структурі населення, профілактиці захворювань і збереженні здоров'я, в економічному і технологічному розвитку суспільства тощо).
8. Науково-технічний прогрес є причиною зростання кількості факторів ризику; захист людей від них призводить до появи нових негативних чинників.
9. Фактори навколишнього середовища мають як позитивний, так і негативний вплив на людське суспільство і окремих людей, на їх фізичний, моральний і психічний стан, добробут і демографічну ситуацію.
10. Вплив факторів навколишнього середовища на людські популяції спричинює зміни у розвитку демографічної ситуації і стану здоров'я – як безпосередньо в процесі впливу, так і після нього.
11. Збільшення кількості населення Землі й зростання його потреб не можуть тривати безмежно через обмеженість ресурсів біосфери.

12. Важливим запобіжником подальшого наближення глобальної екологічної катастрофи є соціально-політичне і культурне співробітництво між країнами.

Екологія людини є фундаментальною наукою, що вивчає внутрішню структуру антропоєкосистем, їх територіальні поєднання і просторово-часові зв'язки. Тому методологічною основою екології людини, як і всієї екології, є *системний підхід*. Системний підхід передбачає пізнання об'єктів як систем. Кожна система – це безліч взаємопов'язаних функціональних елементів, що утворюють певну цілісність і взаємодіють для досягнення мети. Системи бувають виробничі, технологічні, інформаційні, наукові, екологічні та інші. Склад, структуру і властивості систем вивчають за допомогою *системного аналізу*, що є сукупністю методологічних прийомів, використовуваних для вирішення складних наукових проблем – від простих описових методів до найскладніших математичних. Технічною основою системного аналізу є сучасні інформаційні системи з широким спектром методів математичного програмування.

Але щоб система ефективно працювала, нею слід професійно управляти. Будь-яка система орієнтована на пріоритетність цілей, комплексність і кінцевий результат. Завдання системного підходу полягає у визначенні найефективнішого варіанту дій під час розв'язання поточних проблем на шляху досягнення мети і одержання остаточної результату. Практичне застосування системного підходу дає змогу запобігти або зменшити вірогідність появи аварійних ситуацій чи криз будь-якого масштабу.

Арсенал *методів дослідження екології людини*, серед яких традиційні та інноваційні, доволі широкий. До загальнонаукових методів належать такі:

- ☞ *емпіричні* – спостереження, вимірювання, порівняння;
- ☞ *емпірико-теоретичні* – абстрагування (метод «відволікання», що дає змогу переходити від конкретних предметів чи елементів до загальних понять і законів розвитку), аналіз і синтез, індукція і дедукція;
- ☞ *теоретичні* – прогнозування, моделювання, формалізація.

Статистичні методи дозволяють здійснювати отримання, обробку і аналіз первинних статистичних даних. Широко використовуються методи математичної статистики. Балансовий метод дає змогу обліковувати наявні запаси різних природних ресурсів та регламентувати їх використання. Порівняльний метод передбачає дослідження тих чи інших об'єктів через порівняння з іншими об'єктами, наприклад, порівнянням легше виявити забруднені та умовно чисті території. Для характеристики середовища існування людини і одержання не-

обхідної статистичної інформації, коли відсутні необхідні кількісні показники або коли їх недостатньо, найчастіше використовують метод оцінювання. Оцінювання спрямоване на прогнозування процесу чи явища та управління ним; полягає у порівнюванні невідомого з відомим. Проводиться за допомогою низки методів (напр., бальна оцінка дозволяє оцінити умови життя населення).

Для пізнання біосферних процесів та їх впливу на життєдіяльність людських популяцій широкого розповсюдження набули *аерокосмічні методи* дослідження. У багатьох країнах світу функціонують глобальні експериментальні системи вивчення природних ресурсів, до складу яких входять водний, наземний і ракетно-космічний комплекс збору інформації, а також наземний комплекс її приймання, обробки, збереження, поширення і використання. Специфіка застосування космічних зйомок і отримання з них інформації обумовлена їх оглядовістю та можливістю вивчення поверхні Землі на різних рівнях генералізації.

Аерокосмічні методи дозволяють оцінити у динаміці процеси, що відбуваються у різних масштабах – локальному, регіональному чи глобальному. Зокрема, саме космічна зйомка, проведена японським супутником, зафіксувала поширення теренами Європи чорнобильських радіонуклідів, починаючи від другого дня після аварії. За результатами цих досліджень створюються геоінформаційні системи (ГІС) і банки екологічної інформації; проводяться інженерно-екологічні дослідження для цілей проектування, будівництва і реконструкції цивільних і господарських об'єктів; досліджується вплив техногенних забруднень на природне середовище і здоров'я людей; здійснюється контроль господарської діяльності шляхом запровадження екологічної паспортизації промислових об'єктів, оцінки їх впливу на довкілля тощо.

Серед специфічних методів дослідження екології людини слід виділити антропоєкологічний моніторинг, математичне моделювання, антропоєкологічне районування і прогнозування. *Антропоєкологічний моніторинг* – це система спостережень за змінами процесів життєдіяльності людей через вплив на них факторів довкілля, а також спостереження і оцінювання умов середовища, які негативно впливають на здоров'я населення і зумовлюють поширення захворювань. Моніторинг здійснюють за допомогою автоматичних і дистанційних пристроїв, що дозволяє збирати інформацію з ділянок, на яких проводити безпосередні спостереження складно або зовсім неможливо.

За допомогою *методів математичного моделювання* можна встановити взаємозв'язки елементів у антропоєкосистемах, зміни чисельності людських

популяції залежно від впливу екологічних факторів тощо. Математичні моделі дозволяють прогнозувати можливі варіанти перебігу подій, виділяти окремі зв'язки, комбінувати їх. Наприклад, змоделювати можливі спалахи чисельності шкідників; ймовірні наслідки антропогенного впливу на окремі екосистеми та біосферу в цілому. Методи математичного моделювання особливо важливі для цілей екологічного управління і прогнозування. Вже створені достатньо близькі до реальних процесів математичні моделі техногенних забруднень, їхнього розповсюдження в атмосфері, самоочищення водою тощо. Завдяки інноваційним засобам програмування з'явилися можливості розв'язання найскладніших системних екологічних завдань. Удосконалюються прийоми глобального моделювання з використанням моделей, які базуються на проблемно-прогнозному підході й дозволяють розглядати варіанти сценаріїв глобального розвитку.

Антропоєкологічне районування – метод упорядкування отриманої інформації під час оцінки впливу чинників ризику на населення, антропоєкологічного аналізу території і проблемних ситуацій. Це поділ території на дрібніші типологічні чи регіональні просторові системи (таксони). *Антропоєкологічне прогнозування* – система аргументованих наукових уявлень про майбутній стан досліджуваного об'єкта, які мають вірогідний, але достовірний характер щодо подальшого розвитку різних явищ і процесів, розрахований на різні терміни.

Цей перелік методів дослідження далеко не повний. Екологія людини є міждисциплінарною наукою, але водночас концентрується на чітко окресленій, конкретній проблематиці. Тому в своїх дослідженнях послуговується різноманітними загальнонауковими і специфічними методами пізнання. Сучасне суспільство постійно стикається з появою нових викликів і загроз, що зумовлює динамічний розвиток екології людини та її теоретико-методологічної бази.

1.4 Зв'язок екології людини з іншими науками

Екологія людини, досліджуючи взаємини людини з навколишнім світом та залежність людського здоров'я від стану довкілля, користується інформацією з інших галузей знань, одночасно збагачуючи їх результатами своїх досліджень (Рис. 2). Екологія людини, яка виникла на стику біологічних і соціальних наук, найтісніше пов'язана з біологією, анатомією, фізіологією, медициною і психологією. Біологія є джерелом інформації про живу природу та її охорону відповідно до потреб людини. Знання анатомії та фізіології людини дає змогу розуміти сутність функціонування органів і систем людського організму, а також фізіологічних процесів, на які по-різному впливають зовнішні фактори.

Психологія допомагає розібратися з численними розладами психіки, зумовленими впливом кліматичних, техногенних та будь-яких інших факторів на людину. Медицина надає базові знання про напрями теоретичної і практичної діяльності щодо збереження і зміцнення здоров'я, збільшення тривалості життя людини.

Оскільки людина є істотою біосоціальною, для екології людини вкрай важливі знання соціології – науки про суспільство, його структурні утворення та їх взаємодію, соціальні відносини і процеси. Екологія людини дуже тісно взаємодіє з багатьма розділами загальної екології, що дають розуміння сутності явищ, процесів і закономірностей природного середовища. Глобальна екологія, яка вивчає всю біосферу, забезпечує екологію людини результатами досліджень про наслідки антропогенної діяльності для довкілля і людини.



Рис. 2. Взаємозв'язок екології людини та інших наук

На дослідницькій базі ландшафтної екології будуються висновки щодо пристосування організму людини до різних умов географічного середовища. Інженерна екологія забезпечує фактами про доцільність чи недоцільність здійснення господарської діяльності, а радіоекологія – про вплив радіоактивних речовин на організми екосистем, в т. ч. людину. Найтісніші зв'язки екологія людини має із соціоекологією, що є джерелом інформації про закономірності взаємодії суспільства і природного середовища та шляхи її оптимізації. Також еко-

логія людини користується результатами багатьох інших наук, серед яких варто назвати такі:

- *Імунологія* – наука про імунну систему організму, яка відіграє важливу роль у захисті людини від несприятливих факторів навколишнього середовища.
- *Гігієна навколишнього середовища* – розділ гігієни, який вивчає вплив антропогенних і природних чинників на організм людини. Розробляє принципи і методи оздоровлення умов праці й відпочинку людей.
- *Екологічна токсикологія* – наука, яка ґрунтується на використанні сучасних медико-біологічних знань для профілактики та протидії шкідливому впливу токсичних речовин на здоров'я людини та екосистеми. Вивчає джерела надходження шкідливих речовин у навколишнє середовище, їх розповсюдження і вплив на живі організми, функціонування біологічних систем в умовах токсичного забруднення.
- *Медична географія і медична екологія* – наукові дисципліни, які вивчають територіальну диференціацію захворювань та їх залежність від конкретної екологічної ситуації. Досліджують зв'язки між патогенами і географічними чинниками локалізації осередків певних захворювань. Розробляють комплексну медико-екологічну оцінку навколишнього середовища шляхом складання цифрових карт медико-екологічного змісту: кореляції захворюваності з екологічними факторами, прогнозування поширення захворювань тощо.
- *Гігієнічне нормування* – наукове обґрунтування гігієнічних нормативів для повітря населених пунктів і виробничих приміщень, для води і продуктів харчування, для будівельних матеріалів і предметів побуту. Гігієнічним нормативом називають суворо визначений діапазон параметрів будь-якого фактору, що є оптимальним або принаймні не є небезпечним з погляду збереження здоров'я людини, людської популяції і майбутніх поколінь. Під час розроблення гігієнічних нормативів оперують поняттями гранично допустимих концентрацій (ГДК), гранично допустимих рівнів (ГДР), гранично допустимих доз (ГДД).

Результати досліджень будь-якої наукової галузі мають свою особливу цінність для екології людини, оскільки дають змогу пізнати явища і процеси, що відбуваються у природі, простежити вплив на них антропогенних факторів передбачити ризики для життя і здоров'я людини, змоделювати адекватні запобіжні заходи. Загальна екологія як система знань про взаємодію природи і суспільства пройшла тривалий шлях становлення, починаючи від вивчення поведі-

нки окремих організмів, потім – популяцій і екосистем та в решті решт охопила біосферний рівень дослідження природно-суспільних взаємодій.

Екологія людини стала комплексною наукою, яка використовує методи і досягнення багатьох інших, не лише природничих, наук, поєднуючи таким чином результати їх досліджень. Об'єктом дослідження цієї науки є антропоєкосистема, яка ефективно функціонує за умови досягнення високого рівня здоров'я людської популяції, що її населяє. Екологія людини вивчає внутрішню структуру антропоєкосистем, їх територіальні поєднання і просторово-часові зв'язки. Тому її методологічною основою є системний підхід. Вирішення головних завдань екології людини має стати науковою основою для розроблення стратегії поведінки людства у його ставленні до природи.

Запитання і завдання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте екологію людини як науку та її різні тлумачення.
2. Проаналізуйте основні визначні події етапу розвитку екології на рівні організмів та їх вплив на подальший прогрес науки.
3. Які видатні вчені стояли у витоків становлення екології людини? Назвіть їх.
4. Чим сучасний етап розвитку екології докорінно відрізняється від усіх попередніх? Обґрунтуйте.
5. Домінування якої парадигми стало причиною значного структурного розгалуження сучасної екології як науки?
6. Назвіть і охарактеризуйте основні функції та завдання екології людини.
7. Розкрийте основний зміст об'єкта і предмета дослідження екології людини.
8. Що є методологічною основою сучасної екології? Обґрунтуйте.
9. Чому, на вашу думку, сучасна екологія людини використовує арсенал методів інших наук – природничих, технічних і соціальних?
10. Які методи досліджень екології людини вам відомі? Наведіть приклади.
11. З якими науками екологія людини має найтісніші зв'язки? Обґрунтуйте.
12. Назвіть і охарактеризуйте найважливіші аксіоми екології людини. Яка їх методологічна функція?

2 ЕВОЛЮЦІЯ ЛЮДИНИ ТА БІОСФЕРИ

*Виживає не найсильніший і не найрозумніший,
а той, хто краще за всіх пристосовується до змін.*

Чарльз Дарвін

Еволюція людини якісно відрізняється від еволюції організмів інших видів, оскільки в ній задіяні не лише біологічні, але й соціальні чинники. *Антропогенез* (від грец. *antropos* – людина і *genesis* – походження, народження) – еволюційний процес виникнення і розвитку людини як біосоціальної істоти. В зоологічній систематиці вид людина розумна (*Homo sapiens*) належить до класу ссавців (*Mammalia*), ряду приматів (*Primates*), родини гомініди (*Hominidae*) – людиноподібні. Безпосередні предки людини відділилися від предків сучасних мавп до підродина гомініни (*Homininae*), перші представники яких з'явилися приблизно 7 млн років тому. Всі вони жили в різних екологічних нішах на території Африки.

Згідно з теорією Чарльза Дарвіна, еволюція живих організмів є результатом природного добору. Спочатку Дарвін у своїй теорії не згадував про людину, бо в ті часи через позицію офіційної церкви це було смертельно небезпечно. Його теорія викликала жорстокі суперечки, оскільки суперечила Книзі Буття Біблії. Дарвіну все ж вдалося донести до суспільства думку про те, що світ живого виник на Землі природним шляхом через тривалий розвиток організмів. Цей розвиток було спрямовано таким чином, що внаслідок еволюції, тобто природним шляхом, виникла й людина, як завершальна ланка процесу.

Після публікації «Походження видів шляхом природного добору» (1859) Дарвін продовжував працювати над обґрунтуванням проблем еволюції. В 1868 році він опублікував працю «Видозміни свійських тварин і культурних рослин», де всебічно проаналізував закономірності мінливості, спадковості, штучного добору. Ідею історичного розвитку рослин і тварин Дарвін поширив і на походження людини. 1871 року вийшла його праця «Походження людини і статевий добір», в якій наведено численні докази тваринного походження людини та підкреслено кількісні відмінності між розумовою діяльністю людини і вищих тварин. Прабатьківщиною людини Чарльз Дарвін вважав Африку, бо саме там живуть мавпи, за морфологією і розвитком найбільш подібні до сучасної людини.

2.1 Еволюція біосфери Землі

Перші живі істоти з'явилися на Землі приблизно 3,5 млрд років тому (в архейську еру). Еволюція *Homo sapiens* як окремого виду триває близько 200 тисяч років. В.І. Вернадський перший звернув увагу на те, що життя мусить виникати одразу у вигляді екосистем і навіть – у вигляді біосфери загалом. Тобто земне життя влаштоване таким чином, що виживати здатна лише спільнота різноманітних видів, а не якийсь окремий вид. У іншому випадку можуть порушуватися кругообіги речовини та енергії, зв'язки між організмами і середовищем, що веде до неминучого вимирання цих істот. Процес еволюції біосфери Землі узагальнено можна представити у певній часовій послідовності (Табл. 2).

Табл. 2. Основні епохи еволюції планети та її біосфери

| <i>Еволюційні процеси</i> | <i>млрд років тому</i> |
|---|------------------------|
| Згущення міжзіркової речовини і утворення планети Земля | 4,5-5 |
| Стадія безжиттєвого геологічного розвитку | 3-4,5 |
| Поява автотрофних бактерій, синє-зелених водоростей у водах суші та океану; початок примітивного скельного і підводного ґрунтоутворення | 2,5-3 |
| Початок фотосинтезу, розвиток водоростей, лишайників, мохів, формування первісної біосфери та ускладнення примітивного ґрунтоутворення | 1,0-1,5 |
| Розвиток і панування лісової рослинності на суші, формування кисневої атмосфери, потужної кори вивітрювання, болотно-аккумулятивного і кислого ґрунтового покриву | 0,3-0,5 |
| | <i>млн років тому</i> |
| Поява трав'яної рослинності, оформлення сучасного вигляду материків, природних зон, розвинутого ґрунтоутворення, поступове похолодання | 30-100 |
| Льодовикові та міжльодовикові епохи, поява людини | 2-3 |
| | <i>тис років тому</i> |
| Післяльодовикова епоха | 10-20 |
| Агрокультура і техногенно-індустріальна епоха | 10 – наш час |

Найбільш аргументованою вважається гіпотеза походження життя на Землі, яку розробили академік Олександр Опарін і його британський колега Джон Холдейн. Гіпотеза Опаріна-Холдейна ґрунтується на теоретичних міркуваннях про хімічний склад первинної атмосфери та її високу температуру. Коли температура поверхні Землі впала нижче за 100°C, пішли зливи. Вода заповнювала западини, утворювалися моря і океани, де розчинялися різні речовини з атмосфери. Досить висока температура води первісного океану і значна концентрація хімічних сполук сприяли синтезу складних високомолекулярних органічних речовин. У синтезі цих речовин важливу роль відігравали енергія електричних розрядів, ультрафіолетове випромінювання та розпечені вулканічні викиди.

Первісний океан поступово наповнювався складнішими органічними полімерами – вуглеводами, амінокислотами, азотистими основами. Із них абіогенним шляхом формувалися первинні білки і нуклеїнові кислоти. Потім органічні речовини концентрувалися у «поживному бульйоні», що супроводжувалося утворенням коацерватних краплин і багатомолекулярних систем найпростішої організації – так званих пробіонтів. Коацерватні краплі вибірково адсорбували речовини з навколишнього середовища і за рахунок цього росли, подрібнювалися і утворювали «дочірні» краплини. Тривала еволюція хімічних процесів спричинила перетворення окремих коацерватних краплин на перші примітивні живі істоти, які вступили у біологічний природний добір і започаткували органічний світ Землі.

Фаза еволюції нашої планети, названа «давньою біосферою», розпочалася приблизно 3,8-4 млрд років тому. Рештки перших живих організмів дійшли до нас у вигляді строматолітів – вапнякових решток синьо-зелених водоростей і актиноміцетів, а також осадових порід, в яких шари двовалентного заліза чергуються з шарами окисленого тривалентного. Перші примітивні живі організми існували у безкисневому середовищі, тобто були анаеробами. У глибині морів вони ховалися на від згубного ультрафіолетового випромінювання Сонця, оскільки на планеті ще не існувало захисного озонового шару. Необхідні для життя енергію й речовини перші мешканці Землі отримували з органічних сполук первинного «бульйону», а отже, були гетеротрофами.

Револуційною подією для «юної» біосфери стала поява фотосинтезуючих ціанобактерій (синьо-зелених водоростей), які використовували сонячне світло як джерело енергії. З появою автотрофів на планеті замкнувся біотичний кругообіг речовин, і на мільярди років відступила загроза енергетичного і харчового голоду. Водночас виникла група організмів, які використовували готові органічні речовини, не розкладаючи їх, а трансформуючи. Першими трансформаторами готової органіки – консументами – були бактерії, що жились органікою загиблих продуцентів або вели паразитичний спосіб життя усередині клітин продуцентів.

Відтоді «естафету життя» прийняли автотрофи-продуценти, які з вуглекислого газу і води за допомогою сонячного світла або енергії окисно-відновних реакцій створювали молекули простих вуглеводів. Прості вуглеводи трансформувалися у амінокислоти, жирні кислоти, гліцерин тощо, з яких утворювалися білки, нуклеїнові кислоти, жири та інші необхідні для клітини компоненти. Ці високоенергетичні сполуки споживали консументи, а відмерлі ре-

шткки продуцентів і консументів розкладали редуценти. Таким чином жива речовина (продуценти, консументи і редуценти) утворила ланцюг живлення (трофічний ланцюг), який через неживу речовину – мінеральні сполуки – замкнувся у коло. Відтоді продуценти синтезували органічні речовини з неорганічних, консументи їх трансформували, а редуценти розкладали до мінеральних сполук, які знову споживалися продуцентами для наступних циклів синтезу. Так утворився біотичний кругообіг речовин.

Найважливішим наслідком появи фотосинтезуючих продуцентів стало формування кисневої атмосфери Землі, що великою мірою визначило подальшу еволюцію планети та її біосфери. Поступово кисень замінив у атмосфері метан і аміак, а частина кисню під впливом сонячного світла і електричних розрядів перетворювалася на озон – трьохатомний кисень. Молекули озону, концентруючись у верхніх шарах атмосфери, захистили поверхню планети від впливу згубного ультрафіолетового випромінювання. У той же час у Світовому океані серед бактерій виникли види, здатні спочатку тільки захищатися від розчиненого у воді кисню, а згодом – використовувати його для окислення глюкози та одержання додаткової енергії. На зміну низькоефективним процесам бродіння і гліколізу прийшов енергетично набагато вигідніший процес кисневого розщеплення простих вуглеводів. Організми при цьому не лише не отруювалися киснем, а навпаки, мали від нього користь, тобто стали аеробами. Оскільки шар озону захищав клітини від ультрафіолетових променів, аероби розпочали колонізацію багатих на кисень поверхневих шарів Світового океану та його шельфу. Жива речовина повністю заселила гідросферу.

Протягом наступних фаз еволюції планети Земля виникли еукаріоти, живі істоти освоїли сушу, сформувалося біорізноманіття органічного світу. Перші еукаріоти були гетеротрофними одноклітинними організмами, які виникли приблизно 1,2 млрд років тому і стали родоначальниками багатоклітинних безхребетних тварин. Завдяки здатності до статевого процесу, еукаріоти еволюціонували набагато швидше за прокаріотів. Крім того, вони набагато краще адаптувалися до зміни умов існування. За порівняно короткий час – кілька десятків мільйонів років – еукаріоти вийшли на сушу, завершивши колонізацію всієї земної поверхні. Відтоді прискорилися процеси вивітрювання гірських порід, бо їх руйнували не лише коливання температури, дощі й вітри, але й величезна армія рослин, бактерій, грибів і лишайників. Частина вивільнених редуцентами мінеральних і частково перероблених органічних речовин перетворювалася на гумус, утворюючи родючі біокосні системи – ґрунти. Щоб глибше розуміти

процеси в сучасній біосфері, необхідно знати її еволюцію, яку легко представити у вигляді декількох якісно відмінних етапів (Рис. 3).

Перший – етап гетеротрофної біосфери з домінуванням прокариотів.

Розпочався у межах 4,25-3,5 млрд років тому і завершився близько 2,9-2,5 млрд років тому. Етап приурочений здебільшого до архейської ери. Оскільки перші живі організми ще не мали жодних скелетних утворів, від них майже нічого не залишилося у викопних рештках. Проте наявність серед архейських відкладів порід органічного походження (вапняків, мармуру, графіту) підтверджує існування примітивних живих організмів. Це були *прокариоти* – без'ядерні одноклітинні організми, переважно бактерії і синьо-зелені водорості, які розмножувалися простим діленням і панували в умовах безкисневого середовища. Вони були гетеротрофними і живилися за рахунок органічних речовин абіогенного походження, розчинених у первісному океані. Це був етап формування *найпростішої плівки життя*, дуже бідної за запасами живої речовини.



Рис. 3. Етапи еволюції біосфери

Наприкінці етапу виникли перші автотрофні організми – синьо-зелені водорості, які взяли на себе функцію першого революційного перевороту в біосфері – *накопичення в атмосфері кисню*. Завдяки їхній діяльності вміст кисню у атмосфері зріс до 1% від його сучасного вмісту, що тоді дало змогу анаеробним організмам перейти до факультативного дихання.

Другий – етап автотрофної біосфери, зосередженої у водному середовищі. Розпочався близько 2,7-1,8 млрд років тому (нижній протерозой), а завершився біля 400-360 млн років тому (перша половина девону). Це етап формування автотрофної біосфери та важливих біотичних трансформацій. В атмосфері повільно накопичується кисень, і приблизно 1,8 млрд років тому з'являються *еукаріоти* – ядерні клітинні організми, які розмножуються статевим шляхом. Пізніше виникли багатоклітинні організми, сформувався фотосинтез і наприкінці докембрію виникли тварини. Протягом кембрію і ордовіку з'явилися майже усі відомі типи скелетних тварин. Поступово йшло формування *потужних плівок життя* (планктонної і донної), а також біотичного кругообігу водних екосистем. Протягом цього етапу еволюції біосфери внаслідок потужної геохімічної діяльності живої речовини було змінено хімічний склад атмосфери, а накопиченого в ній вільного кисню стало достатньо для забезпечення умов існування рослин і тварин на суші.

Третій – етап загальнопланетної біосфери. Розпочався 400-360 млн років тому, а закінчився з появою виробничої діяльності людини, яка істотно вплинула на плівку життя та біогеохімічні процеси біосфери. Саме на цьому етапі виникли організми, спроможні жити у повітряному середовищі. Вони заповнили порожні екологічні ніші та утворили нові трофічні зв'язки. Відбулася ґрунтова перебудова біоти та середовища її існування. Опанування живою речовиною суші призвело до формування ґрунтового покриву. Розвиток потужного рослинного покриву з плаунових, папоротевих, а згодом голонасінних і покритонасінних спричинив докорінні зміни біогеохімічного і енергетичного обміну. Біосфера також поступово насичувалася величезною кількістю безхребетних, риб, плазунів, птахів, ссавців, деревних рослин, а у кайнозойській ері – трав.

Справжні птахи і вищі ссавці з'явилися у крейдовий період. Вони швидко посіли панівне становище серед хордових. Цьому сприяли також розвиток нервової системи, виникнення умовних рефлексів, виховання потомства, а у ссавців – живородіння і вигодовування малят молоком. Прогресивною була і диференціація зубів у ссавців, що стало передумовою вживання різноманітної їжі. Наприкінці мезозою з'явилися перші плацентарні ссавці. Еволюція хребетних відбувалася шляхом поступового вдосконалення видільної, кровоносної і нервової систем, які досягли найвищого розвитку у птахів і ссавців. Вони легко пристосовувалися до різних умов існування.

Завдяки зростанню біопродуктивності у сприятливих кліматичних умовах, з біотичного кругообігу «випадала» частка органіки. Тому протягом карбону утворилися поклади вугілля та інших горючих копалин, а в крейдовий період – потужні відклади карбонатних порід. Земна поверхня вкрилася *суцільною плівкою життя* – водною і ґрунтовою. Наприкінці неогену домінують людиноподібні мавпи, а в антропогені з’являється людина, виробнича діяльність якої згодом стає визначальним екологічним фактором (Рис. 4). Протягом одного-півтора мільйонів років людський розум і керована ним діяльність, згідно з В.І. Вернадським, стають потужною геологічною силою, що зумовлює новий революційний злам в еволюції біосфери.

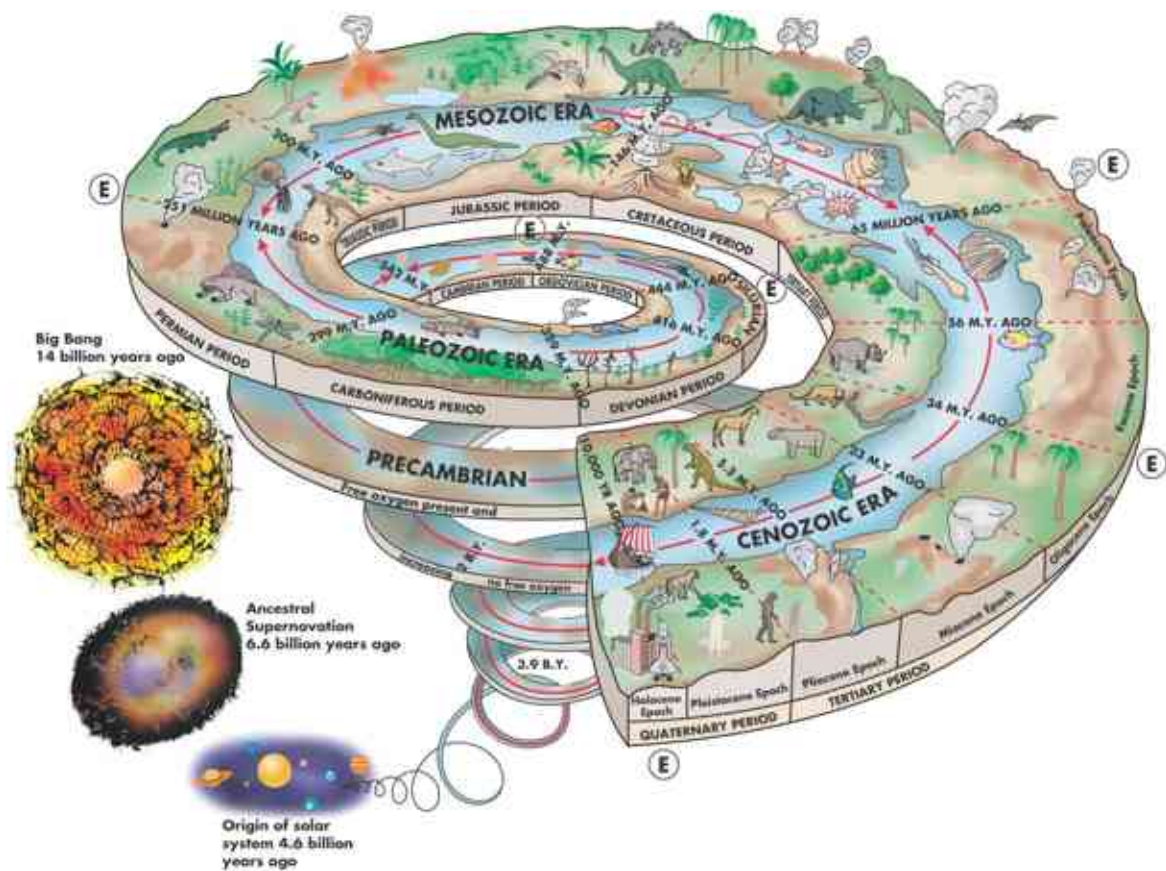


Рис. 4. Унаочнення спіралеподібної еволюції біосфери

Ноосферний етап еволюції біосфери розпочався в першому тисячолітті до нашої ери, коли внаслідок розгортання промислового мисливства, скотарства і ремісництва стає помітним знищення лісів, розорювання степів і лісових згаріщ. Кінець етапу припадає на другу половину XX ст., коли людина опанувала навколосемний космічний простір, синтезувала величезну кількість чужорідних для природи речовин, сформувавши поряд з біотичним кругообігом потужний соціальний обмін речовин. Відбувається просторова і функціональна

перебудова структури плівки життя. Після цього біосфера має перейти якісно новий етап розвитку і стати підсистемою соціосфери.

Таким чином, еволюція органічного світу – єдиний і безперервний процес поступового розвитку популяцій, видів, біоценозів і екосистем, тобто мікроеволюції, макроеволюції і екосистемної еволюції одночасно. Загальною спільною особливістю еволюційних перетворень екосистем (від консорцій до біомів) є те, що вони значно менше, ніж біосфера, зазнають безпосереднього впливу зовнішніх абіотичних факторів, оскільки захищені гомеостатичними механізмами самої біосфери. Еволюція ж усієї біосфери відбувається під впливом таких потужних чинників, як тектоніка Землі, інверсії магнітного поля, зміни глобального клімату, хімічного складу атмосфери тощо. Усі біосферні процеси породжуються і підтримуються, з одного боку, космічними, а з іншого – земними факторами.

2.2 Антропогенез

Безпосередніми прашурами людини були представники найбільш високоорганізованої родини людиноподібних мавп – **австралопітеки** (*Australopithecus*). Вважається, що саме від одного з видів австралопітеків виникли перші представники роду *Номо* (Рис. 5). За різними оцінками, австралопітеки з'явилися на Землі 6,2-4,2 млн років тому. Рештки австралопітека вперше було виявлено у пустелі Калахарі (Південна Африка) 1924 року. Подальші численні знахідки стосувалися Східної Африки протягом 1959-1961 рр.; вони остаточно переконали визнати рід *Australopithecus* безпосередньою еволюційною стадією, що передує роду *Номо*. З 1970 по 2000 роки в Ефіопії знайдено досить повні скелетні залишки кількох десятків особин, що забезпечило сучасний рівень знань з таксономії і анатомії австралопітеків.

Ознаками роду *Australopithecus* є пристосований до прямоходіння скелет і досить виразне протиставлення першого пальця кисті. Пропорції верхніх кінцівок дозволяли постійне використання різних предметів – наприклад, кісток чи каміння. Тіло австралопітека невеликих розмірів: зріст 1,2-1,5 м, вага 29-55 кг. Об'єм черепної коробки становив приблизно 350-600 см³. При цьому об'єм мозку більшості видів австралопітеків сягав близько 35% мозку сучасного людини, що не набагато перевищує мозок у шимпанзе. Будова щелепи свідчить про споживання австралопітеками переважно твердої рослинної їжі, а також з великою ймовірністю – м'яса тварин, убитих хижаками. Є опосередковані свідчення виготовлення деякими видами австралопітеків найпростіших кам'яних (можли-

во, й дерев'яних) знарядь праці. Жодних ознак використання примітивної мови чи вогню не виявлено. Отже, австралопітеки були прямоходячими і використовували примітивні знаряддя праці.



Рис. 5. Реконструкція вигляду і способу життя австралопітеків

Перший представник роду *Номо* (такий собі високорозвинений австралопітек) з'явився у Східній Африці близько 2-2,5 млн років тому. 1960 року в печері ущелини Олдувай (Olduvai) у Танзанії археологами було знайдено стопу, п'яткову кістку, ключицю, рештки черепу та фрагментовану щелепою з 13 зубами нового гомініда. Можливо, його було вбито хижаком. Виходячи з будови ступні, гомінід був прямоходячим. Нового гомініда назвали *Номо habilis* (*Людина уміла*). Пізніше аналогічні знахідки виявлено в інших місцях Східної і Південної Африки. Саме Людина уміла чи один з її різновидів вважаються наразі найімовірнішими предками всіх пізніших представників роду *Номо*.

Людина уміла, першою з предків сучасної людини, почала виготовляти кам'яні знаряддя праці й перейшла на всеїдність. З неї також починається бурхливий розвиток головного мозку – за його об'ємом у 650-1100 см³ вони вповнину поступалися людям, але перевершували шимпанзе, горилю і типових австралопітеків. *Номо habilis* були набагато легшими від горили, а їхня стопа була подібною до людської – мала п'ять фаланг пальців, п'ять кісток ступні, п'яткову кістку та лодижку. Тобто нога була повністю пристосована тільки до двоногого переміщення. Прогресивні риси мала будова кисті з розширеними нігтьовими фалангами, що свідчить про формування пальцевих подушечок як дотичного кінетичного апарату. Формувався силовий хват, за допомогою якого можна було виготовляти знаряддя праці (Рис. 6).

Зріст Людини умілої становив 1,0-1,5 м, вага – приблизно 30-50 кг. Голова стала більш кулястою, ніж у австралопітеків, обличчя мало архаїчну форму з надочними валиками, пласким носом та виступаючою вперед щелепою (Рис. 7). У особин *Homo habilis* помітний статевий диморфізм, тобто ширші стегна у самиць порівняно із самцями. Раціон харчування переважно вегетаріанський, але в нього входило також м'ясо. Людина уміла, мабуть, перша істота, що свідомо виготовляла знаряддя праці й мисливства і таким чином відокремила рід *Homo* від усіх інших біологічних істот – зробила перший крок на шляху підкорення собі навколишньої природи. Однак, на відміну від пізніших видів, представники *Homo habilis* не дбали про виготовлені знаряддя, і після використання викидали їх. Ймовірно, інструменти використовувалися для відділення м'яса від кісток, залишених хижаками, а не для нападу або захисту.



Рис. 6. Виготовлення знарядь праці *Homo habilis*

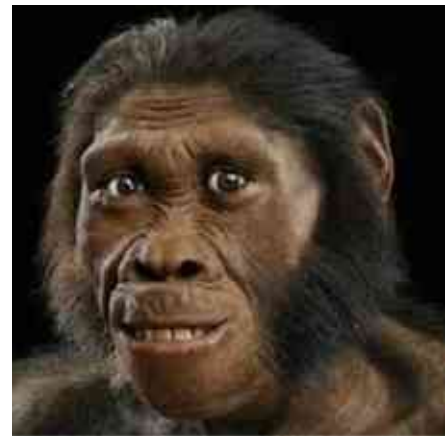


Рис. 7. Реконструкція обличчя *Homo habilis*

Наступним прямоходячим представником роду *Homo* була **Людина прямоходяча (*Homo erectus*)** – вид гомінідів, який виник у Східній Африці 1,8-2 млн років тому і проіснував на планеті найдовше. Пізніше *Homo erectus* мігрували в Азію і, зрештою, зупинилися на острові Ява в Індонезії. Цей людиноподібний вид відрізнявся пропорціями тіла, подібними до сучасних людей – порівняно з іншими видами, у *Homo erectus* були коротші руки й довші ноги.

Обсяг черепної коробки поступово зростав і дістав об'єму 850-1100 см³. На обличчі вирізнялися надбрівні дуги, низький лоб та масивна щелепа без підборіддя, з відносно малими зубами (Рис. 8). Статевий диморфізм виражений яскравіше, ніж у сучасної людини. Представники цього виду мали сильну статуру і зріст від 160-180 см. Будова стегнової кістки, ідентична сучасній, свідчить про прямохідність.

Homo erectus вміли обробляти каміння, відкрили для себе вогонь, навчилися розпалювати і підтримувати його. Оброблену вогнем їжу легше жувати, що призвело до зменшення розміру щелеп. Оволодіння вогнем вплинуло розвинуло його розум еректусів і допомогло підвищити рівень життя у первісному суспільстві. Докорінно змінилися і житла первісної людини. Представники цього виду жили у печерах і спорудах з кам'яними обкладками (Рис. 9). Пізніше, приблизно 500 тис років тому, в межі житла було включене і вогнище.



Рис. 8. Реконструкція *Homo erectus*



Рис. 9. Спосіб життя *Homo erectus*

Знаряддя праці, загострені з одного кінця, виконували одночасно колочі та ріжучі функції. Виготовлялися також знаряддя, оброблені з обох боків, що вимагало не тільки значних розумових здібностей і навичок, але й чіткого уявлення про кінцевий вигляд виробу. Жили переважно групами приблизно з 30 індивідів, що було неможливо без спілкування. Найімовірніше, *Homo erectus* володіли примітивною мовою. Про створення анатомічних передумов для появи зрозумілої мови свідчать зміни на нижніх щелепах. Дослідження черепа показали, що представники цього виду мали достатньо розвинені ділянки мозку, які відповідали за мову. Про зрозумілість мови поки ще не йдеться, але *Homo erectus* умів мислити та повідомляти певну інформацію, а отже, з усякого погляду був уже людиною.

У верхньому плейстоцені, 230-27 тис років до н. е., Європу і західну Азію населяли **неандертальці** (*Homo neanderthalensis*). Вперше рештки черепа виявив у 1829 р. бельгійський археолог Філіп-Шарль Шмерлінг в печерах на території сучасної Бельгії. У 1848 р. череп неандертальця був знайдений на Гіб-

ралтарі. Однак типовий зразок (голотип) знайдено тільки в 1856 р. у вапняковому кар'єрі в долині Неандерталь неподалік Дюссельдорфа (Північний Рейн-Вестфалія, Німеччина). Типовий зразок складався із склепіння черепа, двох стенових кісток, трьох кісток з правої руки і двох з лівої, частини таза, фрагментів лопатки і ребер. Згодом останки неандертальців було виявлено і в інших місцях на території Хорватії, Італії, Іспанії, Португалії, Ірану, Ізраїлю та інших країн. До теперішнього часу знайдені рештки більш ніж 400 неандертальців.

Homo neanderthalensis чоловічого роду мали зріст 164-168 см, вагу близько 78 кг, жінки – 152-156 см і 66 кг відповідно. Об'єм мозку 1500-1900 см³, що приблизно на 10% перевищує середній об'єм мозку сучасної людини. Статура їх була більш масивною, ніж у сучасної людини. Грудна клітина бочкоподібна, торс довгий, а ноги відносно короткі. Імовірно, міцна статура неандертальців була наслідком пристосування до холодного клімату. Кістки дуже міцні та розвинена мускулатура – середній неандерталець був значно сильнішим за сучасну людину. Звід черепа низький, але довгий, обличчя плоске з масивними надбрівними дугами, середня частина обличчя видавалася вперед (Рис. 10).

Дані археологічних досліджень свідчать, що неандертальці жили невеликими кровноспорідненими спільнотами з 2-4 сімей, де існував чіткий статевий і віковий розподіл праці: чоловіки полювали, жінки вели домашнє господарство, доглядали дітей. Неандертальці вміли виготовляти інструменти та зброю з каміння, використовуючи різні види зброї, в тому числі списи. Займалися переважно збиральництвом і мисливством (Рис. 11). Вважається, що неандертальці значною мірою володіли мовою. Побічно про це свідчать виробництво складних інструментів і полювання на великих тварин, що потребує спілкування для навчання і взаємодії, а також будова під'язикової і потиличної кісток, що є анатомічним доказом.

Раніше вважалося, що *Homo neanderthalensis* харчувалися виключно м'ясом великих наземних ссавців, однак пізніші знахідки показали, що їжею служили також дрібні тварини і деякі рослини. На півдні Іспанії виявлено сліди споживання неандертальцями морських ссавців, риби та молюсків. Згідно деяких гіпотез, зникнення неандертальців спричинено зміною клімату через виверження великого вулкана близько 40 тис років тому. Ця зміна призвела до знищення рослинності й багатьох великих рослиноїдних тварин, що були їжею неандертальців. Нестача їжі й призвела до вимирання їх самих.

На території України, зокрема, в Криму, в межах сучасних Чернівецької і Львівської областей, неандертальці розселилися приблизно 120-40 тис років до

н. е., а протягом 40-10 тис років до н. е., у пізньому палеоліті, їх змінили **кроманьйонці** (*Homo sapiens fossilis*). Це узагальнена назва людей, що мали сучасний вигляд і вважаються предками європейців. Інша їх назва – **неоантропи** (від грец. *neos* – нова, *anthropos* – людина). Кроманьйонці є першими відомими представниками *Homo sapiens* у Європі. Вперше рештки кроманьйонця було знайдено 1868 року в печері Кро-Маньйон (Cro-Magnon) у Франції. Вважається, що вони прийшли на зміну неандертальцям на Середньому Сході, в Африці, Європі й Азії близько 40 тис років тому і проіснували приблизно 30 тис років.



Рис. 10. Реконструкція неандертальця



Рис. 11. Полювання на мамонта

Кроманьйонці мали сучасні форму кістяка і будову черепа: прямий високий лоб, прямий ніс, надбрівні дуги досить добре виражені (Рис. 12). Жили кроманьйонці групами від 20 до 100 чоловік. Спочатку, подібно до неандертальців, проживали у печерах, а пізніше почали будувати шатра. Основою шатра слугували кістки великих тварин, переважно мамонтів, які зверху накривали шкірами (Рис. 13). Відрізнялися кроманьйонці від нащадків тільки дещо більшим об'ємом мозку (приблизно на 4%) і міцнішою статурою (Табл. 3).

Неоантропи займалися полюванням на великих звірів – бізонів, мамонтів, оленів, печерного ведмедя і диких коней. У якості зброї використовували списи з кам'яними і кістяними наконечниками, лук і стріли; для риболовлі застосовували кістяний гарпун чи гачки, виготовленні з кісток. Для побутових потреб використовували ножі, шкребки і різці, виготовлені з кременю або кісток. Ар-

хеологами було знайдено ножі з дерев'яними і кістяними рукоятками, прикрашені різьбою, що свідчить про високий рівень майстерності кроманьйонців.

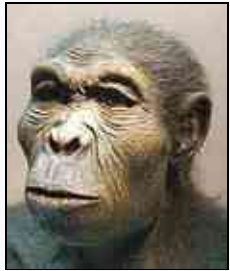






Рис. 12. Зовнішній вигляд кроманьйонця



Рис. 13. Реконструкція житла кроманьйонців

Табл. 3. Хронологія видів роду Номо

| Вид | Епоха (млн років тому) | Ареал розповсюдження | Середній зріст (м) | Вага (кг) | Об'єм мозку (см ³) | Зовнішній вигляд |
|---|------------------------|----------------------|--------------------|-----------|--------------------------------|---|
| Людина уміла <i>Homo habilis</i> | 2,6-2,5 | Африка | 1-1,5 | 30-50 | 650 |  |
| Людина прямоходяча <i>Homo erectus</i> | 2-0,03 | Африка, Євразія | 1,5-1,8 | 60 | 850-1100 |  |
| Неандерталець <i>Homo neanderthalensis</i> | 0,35-0,040 | Європа, Передня Азія | 1,65 | 55-70 | 1200-1900 |  |

| Вид | Епоха (млн років тому) | Ареал розпо- всюдження | Серед- ній зріст (м) | Вага (кг) | Об'єм мозку (см ³) | Зовнішній ви- гляд |
|---|------------------------------|---|----------------------------|--------------|--------------------------------------|---|
| Кроманьйонець <i>Homo sapiens fossilis</i> | 0,4-0,1 | Середній Схід, Африка, Європа, Азія | 1,66-1,71 | 65- 80 | 1400- 1900 |  |
| Людина розумна <i>Homo sapiens sapiens</i> | 0,2 – наш час | повсюдно | 1,4-1,9 | 50- 100 | 1000- 1850 |  |

Також вони вміли обробляти шкури, з яких за допомогою кістяних голок шили одяг. Про високий рівень культури кроманьйонців свідчать знайдені наскальні малюнки, гравюри, скульптури з каменю, кістки та дерева, браслети і намиста з кісток, музичні інструменти – роги, барабани та пищики тощо. Крім цього, кроманьйонці проводили поховальні обряди, які супроводжувалися ритуальними співами. Тіло померлого обкладали зверху камінням та споряджали всім необхідним, тобто клали поруч з ним зброю, прикраси, їжу і одяг.

Пізні *Homo sapiens*, які жили в Африці й на Близькому Сході, ймовірно, були безпосередніми предками сучасного підвиду *Homo sapiens sapiens* (**Людина сучасна**). Для людини сучасної характерні абсолютно і відносно дуже великий головний мозок; прогресивна диференціація ділянок мозку, пов'язаних з розвитком членороздільної мови; відносне збільшення мозкового відділу черепа і ослаблення лицьового.

Хронологія антропогенезу визначає основні події в еволюційній лінії сучасної людини протягом всієї історії життя, починаючи з близько 4 млрд років тому аж до останнього Льодовикового періоду. Судячи з даних, знайдених археологами і проаналізованих антропологами, можна впевнено говорити про зародження людства в Африці. Поширення перших людей в Євразію і заселення ними величезних територій Азії і Європи відбувалося в режимі поступового освоєння протягом 2-1 млн років тому найбільш сприятливих для проживання екологічних ніш і потім – просування в суміжні райони. Ранній *Homo*

з'являється в Східній Африці, зокрема, від предків австралопітеків. Складні кам'яні знаряддя знаменують початок нижнього палеоліту.

Homo erectus походить від раннього *Homo* або пізнього австралопітека (Рис. 14). *Homo habilis*, хоча і значно відрізняється анатомією і фізіологією, вважається предком людини розумної, але також відомо, що він співіснував з *Homo erectus* майже півмільйона років (до 1,5 млн років тому). Пізніше *Homo erectus* мігрує по всій Євразії, досягаючи Південно-Східної Азії на 0,7 млн років. Неандертальці з'являються з лінії *Homo heidelbergensis* приблизно 300 тис років тому. 50-25 тис років тому вимирають неандертальці (*Homo floresiensis*) та інші архаїчні варіанти людини. При цьому гібридні популяції в Азії і Африці, можливо, вижили. На початку голоцену, приблизно 12 тис років тому, вони теж вимирають.

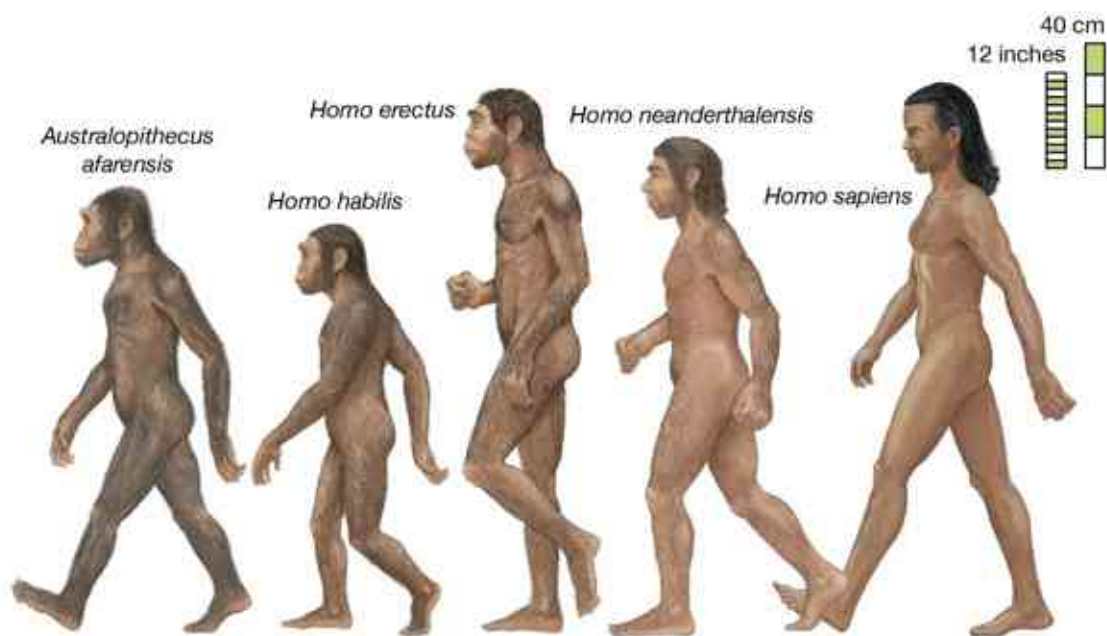


Рис. 14. Антропогенез

Технологічний і культурний прогрес *Homo sapiens* в останні тисячоліття був набагато швидший, ніж в його ранні періоди. Темпи розвитку прискорилися через величезну кількість населення, широку комунікацію і накопичення інструментів мислення. Підвид *Homo sapiens sapiens* часто використовується замість «сучасна людина» або «анатомічно сучасна людина». На початку 2000-х років він став загальним для позначення родового населення всіх сучасних людей.

У вивчення еволюції людини залучено багато наукових дисциплін, зокрема фізична антропологія, приматологія, археологія, палеонтологія, нейробіо-

логія, етологія, лінгвістика, еволюційна психологія, ембріологія і генетика. Всі вони різною мірою пов'язані з екологією людини. Людина є частиною природи і водночас однією з ланок ланцюга еволюції біосфери Землі. Еволюційними змінами обумовлено також різне ставлення людини до навколишньої природи, що багаторазово змінювалося протягом всієї історії людства.

2.3 Історія взаємодії людини і довкілля

Еволюція людини відрзнялася від еволюції інших організмів тим, що людина не пристосовувалася до природи, а прагнула певним чином відокремитися від неї. Про це свідчить використання одягу, житла, вогню, знарядь праці, за допомогою чого людина створювала свій власний навколишній світ. В процесі еволюції вона змінювала довкілля, намагаючись зробити його комфортним для себе. Нині ж наслідки цих змін стали загрозливими для існування самої людини. Тривалу історію взаємовідносин людини і довкілля, протягом якої неодноразово змінювалося ставлення людини до природи, можна поділити на три періоди, а саме:

- *Пристосувальний* – людина намагається змінювати природу, але сильно залежить від неї.
- *Споживацький* – людина створює природу «під себе» і повністю впевнена, що вона може безроздільно панувати над нею.
- *Відповідальний* (сучасний) – людина нарешті усвідомлює помилковість концепції про невичерпність природних благ.

Ранній етап взаємодії людини і довкілля тривав близько 2-2,5 млн років, коли йшло формування сучасної людини. За останні 200-250 тис років людина розселилася на більшій частині планети. Складні кліматичні умови сприяли розвитку адаптивних можливостей людини та розвитку її розумової діяльності, що було обумовлено необхідністю боротьби з небезпечними тваринами і конкуренцією зі спорідненими приматами. Понад 2 млн років тому людина навчилася виготовляти примітивні кам'яні знаряддя. Культура кам'яного віку розвивалася від найпримітивнішої до високо розвинутої культури пізнього палеоліту.

За деякими припущеннями, первісні люди використовували вогонь для приготування їжі ще 1,9 млн років тому. Контрольоване ж використання вогню розпочалося, ймовірно, не раніше ніж 400 тис років тому, а постійне – 50-100 тис років тому. Спочатку люди використовували вогонь, що утворювався від грозових блискавок і самозаймання торфу, а приблизно 50 тис років тому навчилися добувати вогонь самостійно. Загалом у цей період стосунки людини з

природою обмежуються біологічним обміном речовин, не порушуючи динаміки основних природних процесів.

Початок перетворення природи пов'язаний з масовим полюванням на великих тварин завдяки удосконаленню техніки обробітку кам'яних і кістяних мисливських знарядь близько 30-40 тис років тому. Це був етап первісного впливу на чисельність особин окремих видів рослин і тварин, які людина використовувала для задоволення своїх життєвих потреб.

Під час пізнього палеоліту (40-11 тис років тому), найсуворішої фази останнього (вюрмського) зледеніння, сучасні люди розселилися по всій Землі, а чисельність населення істотно збільшилася. Поряд із кам'яними виробами, у пізньому палеоліті люди почали широко використовувати кістяні й рогові знаряддя – гарпуни, наконечники списів, шевські голки, прикраси тощо. Кроманьйонці займалися переважно загінним полюванням на диких коней, бізонів, північних оленів, мамонтів. Тоді було винищено багато видів тварин.

В період неоліту (новокам'яний вік, 10-3 тис до н. е.) розпочалося вирубування лісів і засівання звільнених територій злаковими рослинами. Судячи з археологічних даних, європейці епохи неоліту жили в невеликих селищах. Основаю їх раціону слугували одомашнені тварини і рослини. На південному сході європейці вели осілий спосіб життя, а жителі північного заходу – напівкочовий, зумовлений випасом худоби. Серед населення була висока смертність, особливо дитяча, через захворювання, сутички між племенами і тваринами на полюванні. Основними захворюваннями людини кам'яного віку були розлади харчування, хвороби шкіри, заразні хвороби, травми. Але адаптаційні можливості організму людини дали змогу не лише вижити, але й заселити всі природні зони планети.

Мисливці-збирачі займалися полюванням, збиранням їстівних рослин і комах. Племена, які займались рибальством, мали надійніші джерела харчування, вели більш осілий спосіб життя і створювали тимчасове або сезонне житло. Жили тодішні люди у печерах чи примітивному житлі, розрахованому на одну або кілька родин. Люди не завдавали відчутної шкоди природі, бо відходи їхньої життєдіяльності швидко утилізувалися природою.

Близько 6 тис років тому розпочався другий етап еволюції ставлення людського суспільства до природи, який називають *агрокультурний*. Розвиток осілого землеробства спричинив перші істотні збурення біосфери. Відбулося винищення представників фауни, яких вважали небезпечними конкурентами свійських тварин на пасовищах. Лісові масиви перетворилися на сільськогоспо-

дарські угіддя. Стрімке поширення землеробства сприяло веденню осілого способу життя, значному збільшенню щільності населення і утворенню городищ – прообразів сучасних міст.

Перехід від полювання і збирання до землеробства ознаменував так звану «неолітичну революцію», що принципово змінила умови існування людини на Землі (Табл. 4). Землеробство мало екстенсивний характер і поєднувалося з полюванням. Перехід від економіки присвоєння до економіки виробництва зумовив інтенсивний розвиток різних ремесел. Розпочалося активне перетворення природи: люди оволоділи гончарним ремеслом і почали використовувати плуг. Потреба у створенні запасів продуктів та їх термічному обробленні сприяла появі кераміки. Для виготовлення одягу використовували прототип ткацького верстата.

Табл. 4. Зміна ставлення людини до природи в доісторичний період

| Епоха | Хронологія | Суспільний лад | Ставлення до природи |
|----------------------|------------------------|----------------------|---|
| Ранній палеоліт | 3 млн – 100 тис р. т. | Первісна громада | Економіка присвоєння (полювання, рибальство і збирання) |
| Середній палеоліт | 100 – 40 тис р. т. | | |
| Пізній палеоліт | 40 – 10 тис р. т. | | |
| Мезоліт | 10 – 8-7 тис до н. е. | Рання родова громада | Економіка присвоєння (зрівняльний розподіл, спільна власність) |
| Неоліт | 8-7 – 5-4 тис до н. е. | Пізня родова громада | Економіка виробництва (трудова розподіл, колективна і особиста власність) |
| Енеоліт (мідна доба) | 5-4 – 4-3 тис до н. е. | | |
| Бронзова доба | 4-3 – 2 тис до н. е. | Поземельна громада | Аграрне суспільство, розпад первісного і зародження класової держави |
| Залізна доба | 3 2-1 тис до н. е. | | |

У неоліті вогонь використовували не лише для освоєння нових територій, але й для здобування необхідних мінеральних добрив. Внаслідок частих пожеж вигорали великі ділянки лісу, гинуло багато тварин, змінювалися ландшафти. Під час оранки земель руйнувалися оселища тварин. Сільськогосподарські тварини витісняли з пасовищ диких копитних, а стада рогатої худоби знищували трав'яний покрив. Виснаження ґрунтів, знищення природного рослинного покриву під час випасання худоби і заготівлі деревини, видобування глини для гончарного виробництва, іригаційні роботи зумовили масштабну ерозію ґрунтів. Обводнювання посушливих територій супроводжувалося засоленням земель, підйомом ґрунтових вод і зниженням родючості ґрунтів.

Концентрація великих скупчень людей на обмежених територіях сприяла розповсюдженню інфекційних захворювань. Внаслідок накопичення відходів і нечистот забруднювалися ґрунти і водойми, поширювалися збудники інфекцій.

Вирубування лісів значною мірою сприяло спалахам чисельності комах – переносників небезпечних хвороб: малярії, жовтої лихоманки тощо.

Зміну взаємин людини і природи з кінця IV тисячоліття до н. е. значною мірою було обумовлено відкриттям бронзи (сплаву олова і міді): видобуток і оброблення металу вимагали спеціальних навичок. Ливарна і гончарна справи, а пізніше й ткацька, стали самостійними галузями виробництва, сформувалися гірничо-металургійні регіони. Тоді ж вдосконалювалася техніка обробки землі, з'явилася можливість вести господарство однією родиною і залишати в ній надлишки виробленого. Так зародилася приватна власність, що призвела до майнової диференціації суспільства.

З винаходом бронзи значно розширилися контакти між окремими регіонами планети, бронзові знаряддя праці стали застосовувати і в тих місцях, де не було сировини для виплавки металів. Розпочалися військові конфлікти за оволодіння майном – худобою, ріллею, металом. Тоді ж ввійшли у звичай великі поховальні споруди – кургани, розміри яких і поховані в них речі свідчили про майнове положення померлого в суспільстві. Протягом бронзової доби сформувалися кілька видів громад: протоміські центри у Передній та Середній Азії зі зрошувальним землеробством і розвиненим ремеслом, осілих землеробів і скотарів.

Залізна доба є останньою в доісторичній періодизації. За даними більшості вчених, перехід від бронзи до заліза обумовлений не перевагами виготовлених із заліза знарядь. Головною причиною стало те, що масове виготовлення бронзових виробів наприкінці епохи бронзи призвело до швидкого виснаження родовищ олова, необхідного для виготовлення бронзи, до того ж поширеного у природі помітно менше, ніж мідь. Залізо тривалий час було в дуже обмеженому вжитку, бо самородне залізо в природі зустрічається рідко. Його виплавка з руди є доволі важкою, оскільки залізо має вищу температуру плавлення, ніж бронза. Крім того, за ливарними властивостями, твердістю і корозійною стійкістю залізо поступається бронзі. Бронзові знаряддя праці довговічніші, ніж залізні, а для їх виробництва не потрібна така висока температура, як для плавки заліза.

Але залізні руди зустрічаються в природі набагато частіше мідних і олов'яних. Внаслідок чого видобування залізної руди в давнину стало вигідним, а залізо виявилось доступнішим за мідь за вартістю виробництва. Передумови для розвитку залізної металургії створили навички і технології лиття бронзи. Відкриття способів загартовування заліза шляхом додавання до нього вуглецю і перетворення на сталь значно підвищило механічні характеристики залі-

зних виробів. Зрештою, це призвело до майже повного витіснення з ужитку кам'яних і бронзових знарядь. Водночас значно розширився асортимент знарядь, що своєю чергою відкрило можливості для розвитку економіки і зростання продуктивності праці.

Після опанування виплавки заліза з місцевих руд розпочалося соціально-економічне зростання лісових регіонів: було вдосконалено землеробську техніку, з'явився залізний леміш, придатний для оранки лісових ґрунтів, і мешканці лісової зони перейшли до землеробства. Внаслідок цього в епоху заліза зникло багато лісів Західної Європи. У регіонах, де землеробство виникло раніше, впровадження заліза сприяло удосконаленню іригаційних систем та підвищенню продуктивності сільського господарства. Водночас активізувалися ерозійні процеси, підтоплення і засолення земель.

Протягом залізної доби прискореними темпами розвивалися різні ремесла, передусім ковальство і зброярство, будівництво кораблів і колісниць, руднична справа, оброблення каміння і дерева. Це обумовило інтенсивний розвиток мореплавання, будівництво доріг, модернізацію військової техніки. Загалом епоху доіндустріального суспільства і його ставлення до навколишньої природи можна охарактеризувати як етап *поступового посилення антропогенного впливу* на весь органічний світ внаслідок розвитку мисливства, рибальства, скотарства, землеробства і різних ремесел. Оскільки залізо і металургія не втратили свого значення і дотепер, можна вважати, що людство продовжує жити в часи розвинутої залізної доби.

З подальшою еволюцією людства негативний антропогенний вплив на природне середовище багаторазово посилюється і призвів до значної трансформації «плівки життя» внаслідок розвитку машинної індустрії, шляхів сполучення, транспорту, гірничодобувної промисловості, урбанізації в епоху індустріального суспільства. Так звана «промислова революція» розпочалася в Англії у другій половині XVIII ст., а впродовж XIX ст. поширилася на всю Європу, США, Японію.

Добування вугілля у шахтах Великобританії дало поштовх для винаходу парових машин, насамперед парових насосів для відкачування води із забоїв. На початку XVIII ст. глибина вугільних горизонтів, з яких добувалося вугілля, становила в середньому 120 м. З другої половини XVIII ст. кількість парових машин, прядильних станків, фабрик і вугільних шахт суттєво збільшилася у багатьох країнах. Широке використання парових двигунів у промисловості призвело до зростання споживання енергії. Крім того, під час промислової револю-

ції розпочалося виробництво деяких синтезованих хімікатів, що започаткувало масштабне хімічне забруднення біосфери.

Більшість середньовічних міст потерпали від нестачі чистої питної води та відсутності каналізації, що спричинило масові епідемії – холери, черевного тифу, дизентерії, чуми. ХІХ століття стало періодом стрімкого зростання великих міст, які також наражалися на небезпеку виникнення епідемій, але нові економічні й технічні можливості допомогли частково нейтралізувати цю небезпеку. Цьому сприяло прийняття законів щодо обмеження праці дітей, підлітків і жінок та дотримання санітарних норм на фабриках. Завдяки соціальним і медико-санітарним новаціям у розвинутих країнах покращилися стан здоров'я людей і вікова структура населення; суттєво збільшилася тривалість життя. Наприклад, у Швеції за період 1796-1896 рр. тривалість життя чоловіків зросла з 35,5 до 55,7 років, жінок – з 39,4 до 59,3 років.

Початок ХХ ст. відзначився повсюдним використанням двигунів внутрішнього згорання, у побут і на виробництво увійшла електрика. Бурхливо розвивалася урбанізація: якщо у 1800 р. міське населення становило всього 3%, у 1850 – 6,4%, то у 1900 – вже 19,6%. В кожній країні світу сформувалися дві субкультури – міська індустріальна і сільська аграрна, які відрізнялися нормами поведінки, способами життя і ставленням до природи.

Загалом, промислова революція негативно вплинула на довколишнє середовище. Навколо промислових центрів масово вирубалися лісові масиви. Зникали або деградували сільськогосподарські угіддя внаслідок видобування корисних копалин (вугілля, залізної руди, нафти) та інтенсифікації ерозійних процесів. Міста задихалися від забруднення повітря. Внаслідок знищення природних оселищ тваринного світу, незворотно зникали рідкісні види тварин. Усього, починаючи з І століття н.е., було знищено 345 видів тварин, з яких 212 – за останні 200 років. З 1851 по 1901 рр., лише за 50 років, на планеті зникли 50 видів птахів.

Подальша еволюція ставлення людини до природи обумовлена, передусім, інтенсивним зростанням кількості населення і науково-технічним прогресом. У 1976 р. на Землі нараховувалося вже 4 млрд осіб, а ближче до 2000 року щорічний приріст населення становив 90-100 млн осіб. Етап еволюції, який розпочався після науково-технічної революції середини ХХ ст., можна назвати *глобальним*. Науково-технічна революція (НТР), четверта в історії людства, призвела до появи машин і механізмів нового покоління та зумовила індустріалізацію науки. Це дало змогу виготовити величезні запаси термоядерної зброї,

освоїти Космос і глибокі шари літосфери, приборкати різноманітні людські хвороби. У той самий час, біосфера Землі відчула наймасштабніше за всю історію забруднення синтетичними отруйними речовинами, важкими металами, радіонуклідами, канцерогенами тощо. На противагу цьому розгорнуто широке міжнародне співробітництво з охорони довкілля, генофонду і біологічного розмаїття планети, створено численні міждержавні органи і організації для управління глобальними демографічними, соціально-економічними, екологічними та іншими процесами.

Характерною ознакою ХХ ст. став так званий «*екологічний колоніалізм*», (environmental colonialism) – ситуація, за якої країни з високо розвинутою індустрією розміщують екологічно шкідливі виробництва і застарілі технології в країнах третього світу. До форм екологічного колоніалізму належать також вивезення сировинних ресурсів з інших країн, захоронення на території цих країн токсичних і радіоактивних відходів, експортування в бідніші країни екологічно небезпечної продукції тощо. При цьому корінне населення бідних країн втрачає доступ до власних природних ресурсів, структура економіки змінюється, що призводить до руйнуванням традиційних форм і місцевих практик природокористування. Це, своєю чергою, обумовлює знищення місцевих видів рослин і тварин, занесення інвазійних видів, поширення екологозалежних захворювань, зміни способу життя місцевого населення і структури споживання.

З іншого боку, в другій половині ХХ ст. було повністю або частково ліквідовано численні небезпечні інфекційні хвороби, з'явилися способи успішного лікування онкологічних і серцево-судинних захворювань, знизилася дитяча смертність, зросла середня тривалість життя. Змінилася політика і міжнародні відносини. Важливим досягненням НТР стало переорієнтування базових матеріалоємні галузей промисловості з місцевої сировини до ринків збуту. Основними центрами розміщення виробництва стали території з високим науковим потенціалом. Розвиток світового господарства призвів до високої територіальної концентрації виробничої діяльності та населення. Високий ступінь урбанізації обумовив концентрацію питомого енергоспоживання та потужне забруднення довкілля. Порівняно з пізнім палеолітом, коли людина почала використовувати вогонь, енергоспоживання в сучасну епоху зросло у 45 тисяч разів, а чисельність населення Землі збільшилася у шестеро. Водночас у багатьох країнах передбачено жорсткі санкції за забруднення навколишнього середовища.

Зробимо деякі висновки. З появою на планеті біологічного виду найвищої організації *Homo sapiens*, у біосфері почали відбуватися процеси особливого,

антропогенного характеру. Із самого початку поведінка людини у довкіллі відрізнялася від поведінки інших вищих істот своєю агресивністю. В часи, коли кількість людей на Землі була порівняно невеликою, а їх інтелектуальний і технічний потенціал – дуже слабким, природа практично не відчувала на собі тиску людини, тому вона легко самовідновлювалася. Сотні тисяч років тому для людської спільноти характерним було пристосування до природи, велика повага до неї, схиляння перед її силами та явищами. Люди збирали дари природи, виготовляли примітивні знаряддя праці, полювали, рибалили. Вплив людини на довкілля був мінімальним і практично не позначався на функціонуванні екосистем суші, а на екосистемі Світового океану людина не впливала взагалі.

Першого «удару» природному оточенню було завдано з початком інтенсивного розвитку землеробства, особливо під час випалювання тисяч гектарів лісу під сільськогосподарські угіддя у пізньому неоліті. Коли людина винайшла лук, спис та інші ефективні знаряддя вбивства, дуже швидко (можливо, за кілька тисячоліть) майже на всій планеті було винищено мамонтів та інших великих тварин. Саме тоді й почалася перша екологічна криза. З часом людська діяльність перетворилася на могутню силу, здатну впливати на природу не лише у межах окремих районів і континентів, але й на всій планеті. Що й призвело до виникнення глобальних кризових екологічних ситуацій.

Сучасний етап еволюції людини можна назвати етапом структурно-функціональних перетворень біосфери та виходу виробничої діяльності людини далеко за межі біосфери. Людство не лише продовжує інтенсивну експлуатацію біотичних ресурсів і корисних функцій екосистем, але й здійснює безпосередній вплив на компоненти біосфери через забруднення Космосу, руйнування озонового екрану, посилення парникового ефекту. Відбувається своєрідне перетворення «плівки життя» на об'єкт виробничого використання без огляду на майбутні наслідки. Найважливішою проблемою глобального масштабу стало забезпечення сталого розвитку і ефективного управління біосферними процесами.

Нині людина володіє різноманітними засобами впливу на організацію біосфери та підпорядкованих їй екосистем у межах їх гомеостазу. Це проявляється у вирубуванні або зрідженні лісів, відстрілюванні мисливських тварин, заготівлі лікарської сировини тощо. Людина здатна модифікувати або навіть перебудувувати регуляторні механізми екосистем, наприклад, схрещувати корисні види і формувати штучні популяції, змінювати домінуючі види в екосистемах. Крім цього, людина навчилася створювати штучні живі системи – рисові поля у

степовій зоні, космічні лабораторії для існування живих істот у космічному просторі. Від стану навколишнього середовища залежить і стан здоров'я суспільства. Чим швидше люди це усвідомлять, тим більше шансів має суспільство на безпечне і здорове життя в гармонії з природним оточенням.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте часову послідовність процесу еволюції біосфери Землі.
2. На чому ґрунтується гіпотеза походження життя на Землі Опаріна-Холдейна?
3. Яким чином утворився біотичний кругообіг речовин в початкових фазах еволюції планети Земля? Обґрунтуйте.
4. Проаналізуйте основні етапи еволюції біосфери. На якому етапі виникли організми, спроможні жити у повітряному середовищі?
5. Які людиноподібні мавпи вважаються безпосередніми пращурами людини? Чому?
6. Охарактеризуйте першого представника роду *Homo*. Яким чином Людина уміла відокремити рід *Homo* від усіх інших біологічних істот?
7. Чим людиноподібний вид *Homo erectus* був схожий на сучасних людей? Який вів спосіб життя?
8. Чому вимерли неандертальці? Поясніть.
9. Охарактеризуйте перших відомих представників *Homo sapiens* у Європі. Що свідчить про високий рівень їхньої культури?
10. Проаналізуйте хронологію антропогенезу. Як вона визначає основні події в еволюційній лінії сучасної людини протягом всієї історії життя?
11. На які три періоди можна поділити тривалу історію взаємовідносин людини і довкілля? Розкрийте їх.
12. Охарактеризуйте ранній етап взаємодії людини і довкілля. Коли людина навчилася виготовляти примітивні кам'яні знаряддя і до чого це призвело?
13. Проаналізуйте агрокультурний етап еволюції ставлення людського суспільства до природи. Що спричинило перші істотні збурення біосфери?
14. Як можна охарактеризувати епоху доіндустріального суспільства і його ставлення до навколишньої природи?
15. Охарактеризуйте промислову революцію та її вплив на довколишнє середовище.
16. Чому сучасний етап еволюції людини називають етапом виходу виробничої діяльності людини далеко за межі біосфери? Обґрунтуйте.

3 ВПЛИВ НА ЛЮДИНУ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

*Організми не можуть вижити в середовищі,
що складається з власних кінцевих продуктів.*

Герман Е. Дейлі, американський еколого-економіст

Для кожного живого організму, включаючи людину, найважливіше значення мають умови його існування, тобто сукупність життєво необхідних чинників середовища, за відсутності яких настає смерть. Загальне поняття «фактор» (від лат. *factor* – той, що робить, чинить; *facere* – діяти, виробляти, примножувати) трактується як рушійна сила тих чи інших процесів або умова, яка на ці процеси впливає. Екологічними факторами називають певні зовнішні й внутрішні сили, які визначають спрямованість і швидкість перебігу процесів у екосистемах. Іншими словами, **екологічні фактори** – це всі складові природного середовища, що впливають на існування та розвиток організмів, і на які живі істоти реагують реакціями пристосування. За межами здатності до пристосування організми можуть загинути.

Природним середовищем називають сукупність абіотичних і біотичних факторів, природних та змінених діяльністю людини, які впливають на живий світ планети в усіх його проявах. Прояв тих чи інших факторів у будь-якому середовищі формує у організмів пристосувальні (адаптивні) властивості. Екологічні фактори у своєму впливі на живі організми можуть бути: по-перше, подразниками, що призводять до різних фізичних, біохімічних і поведінкових реакцій на них; по-друге, обмежувачами, які обумовлюють неможливість існування організмів у даних умовах; по-третє, модифікаторами, що спричинюють певні анатомічні й морфологічні зміни організмів.

3.1 Основні характеристики впливу екологічних факторів

Умови природного середовища, необхідні для життя, впливають на організми насамперед через вплив на їх обмін речовин. Будь-який з екологічних факторів може діяти прямо чи опосередковано. Наприклад, температура повітря найчастіше належить до факторів, що впливають на рослини безпосередньо. Але водночас опосередковано нагрівається і ґрунт, активізується діяльність ґрунтових мікроорганізмів, які швидше переробляють мертву органіку і збагачують ґрунт мінеральними речовинами, що своєю чергою створює сприятливі умови для ґрунтового живлення рослин.

Одні й ті ж самі фактори неоднаково впливають на різні види організмів: для одних вони є сприятливими, для інших – не дуже. При цьому організми по-різному реагують на силу впливу екологічного фактору. Негативна реакція виникає у разі надлишку або нестачі дози цього фактору. Сприятливу для організму дозу екологічного фактору називають *оптимум* (від лат. *optimus* – найкращий), несприятливу дозу, за якої організми почуваються пригнічено – *песимум* (від лат. *pessimus* – дуже поганий). На піку оптимальних значень фактору відбувається максимальне зростання і розвиток організму. До *зони оптимуму* зазвичай належить певний діапазон кількісних значень екологічного фактору (наприклад, діапазон температур у декілька градусів, умісту кисню в повітрі, відносної вологості повітря, кількості опадів тощо).

Весь інтервал значень фактору від мінімального до максимального, за яких можливі зростання і розвиток організму, називається *діапазон стійкості*. Коли доза будь-якого фактору виходить за межі зони оптимуму, наближаючись до мінімальної чи максимальної межі стійкості, організм поступово починає відчувати стрес. Діапазон значень фактору між зоною оптимуму і межами стійкості називається *стресова зона* (зона песимуму, зона пригнічення) в межах діапазону стійкості (Рис. 15). Отже, всі організми, включаючи людину, мають свій оптимум, стресові зони та межі стійкості відносно кожного фактору середовища.

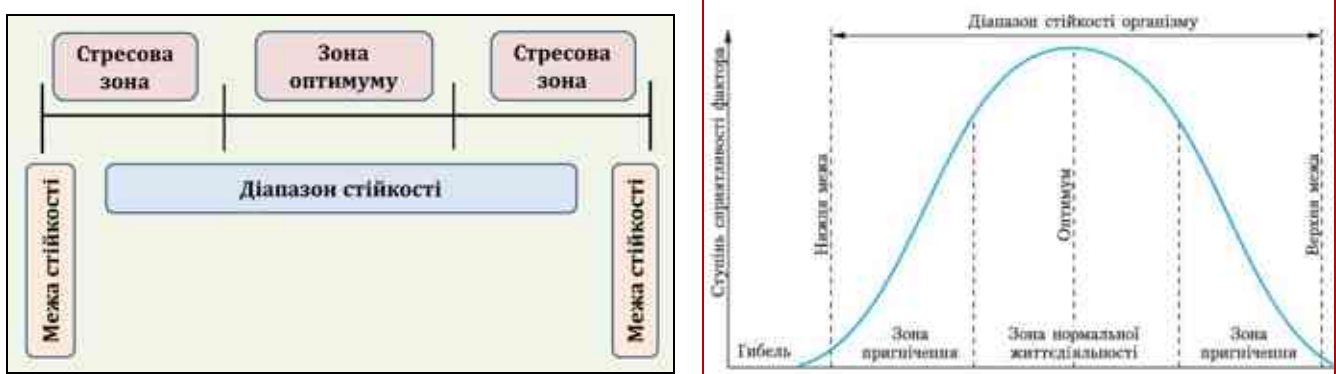


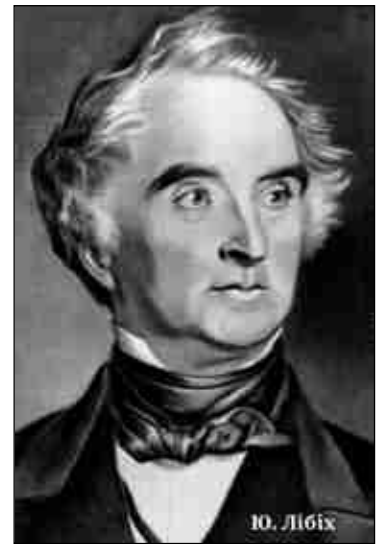
Рис. 15. Показники впливу екологічних факторів на живі організми

В природі різні екологічні фактори впливають на організми комплексно та водночас. Ступінь присутності або відсутності кожного з них істотно позначається на життєздатності організмів, але по-різному для різних видів. Тобто певні фактори виступають у ролі провідних, інші – у ролі фонових (супутніх, другорядних). Провідними вважаються фактори, які особливо необхідні організмам; вони можуть змінюватися протягом різних етапів життя організму, в т. ч.

людини. Наприклад, у період проростання злакових рослин провідним фактором є температура повітря, в період цвітіння – ґрунтова волога, в період дозрівання – кількість поживних речовин і вологість повітря. Роль провідного фактору може змінюватися і протягом року: в деяких птахів у період пробудження наприкінці зими провідним фактором є довжина світлового дня (фотоперіод), а влітку провідним стає фактор температури.

Навіть єдиний екологічний фактор за межами свого оптимуму може призводити до стресового стану організму, обмежуючи його нормальний розвиток. Цей фактор – *лімітуючий*. Обмежувальний вплив лімітуючих факторів буде проявлятися і у тих випадках, коли інші екологічні фактори є сприятливими і навіть оптимальними. У ролі лімітуючих факторів можуть виступати як провідні, так і фонові екологічні фактори.

Ідею про те, що витривалість організму визначається найслабкішою ланкою у ланцюзі його екологічних потреб, обґрунтував німецький дослідник (агрохімік за фахом) *Юстус фон Лібих* (1803-1873). Він першим виявив, що врожайність (тобто оптимальне зростання) сільськогосподарських культур часто лімітується не тими елементами живлення, що потребуються у великих кількостях, а тими, яких потрібно мало і у ґрунті їх міститься теж дуже мало. Наприклад, лімітуючим фактором є такий елемент живлення рослин, як цинк. У навколишньому середовищі майже завжди присутні надмірні кількості двоокису вуглецю і води, тому вони не є факторами, які обмежують розвиток організмів. А от цинку у ґрунті дуже мало, та й потреби рослин у ньому невеликі, але зростання рослин триватиме доти, доки не вичерпається увесь запас цинку. Тому наявність цинку і є лімітуючим фактором.



Відповідно до *закону мінімуму Лібиха*, розвиток рослин залежить від того елемента живлення, який присутній у мінімальній кількості; успішність росту залежить від тієї речовини, що є в мінімумі порівняно з іншими необхідними речовинами. Закон мінімуму унаочнює «діжка Лібиха»: в процесі наповнення діжки вода починає переливатися через найкоротшу дощечку, і тому довжина інших дошок не має значення (Рис. 16).

Межі витривалості будь-якого організму відносно впливу тих чи інших екологічних факторів називають терміном *толерантність* (від лат. *tolerantia* – терпіння). Лімітуючим фактором може бути не тільки нестача, але й надмірність дози якихось факторів, наприклад, тепла, світла чи вологи. Нестача (екологічний мінімум) пояснюється законом Лібіха. Існування ж лімітуючого впливу надмірних значень (екологічного максимуму) обґрунтував американський зоолог *Віктор Ернст Шелфорд* (1877-1968). За *законом толерантності Шелфорда*, фактором, обмежуючим процвітання організму, може бути як мінімум, так і максимум впливу, діапазон між якими визначає ступінь витривалості (толерантності) організму до даного фактору. В межах толерантності організм нормально функціонує і реагує на зовнішні й інші впливи. Ступінь благополуччя виду, залежно від значень екологічного фактору, унаочнюється за допомогою кривої толерантності (Рис. 17).



Рис. 16. Діжка Лібіха

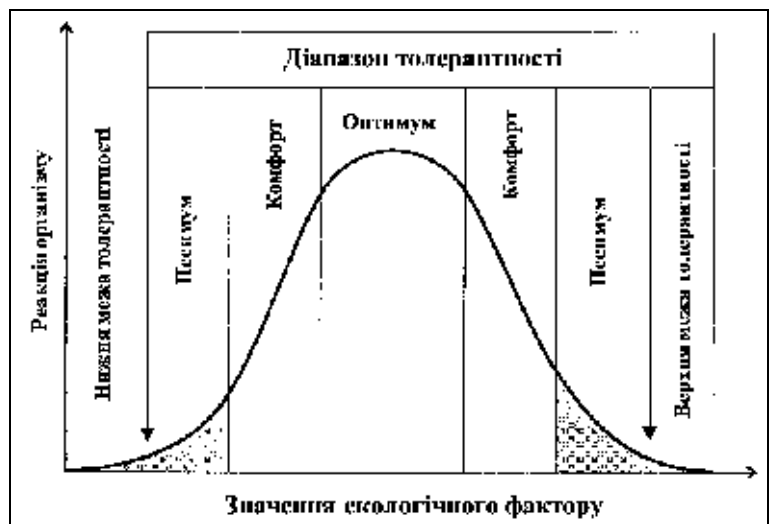


Рис. 17. Крива толерантності Шелфорда

Концепція лімітуючих факторів у багатьох випадках стає відправною точкою досліджень практичних життєвих ситуацій. Бо дозволяє виділяти ймовірні слабкі ланки складних взаємодій, які можуть бути критичними або лімітуючими. Наприклад, в агроecosистемах на сильно кислих ґрунтах врожайність пшениці можна збільшити шляхом застосування різних агротехнічних заходів, але найкращий ефект досягається лише за допомогою вапнування, що знімає лімітуючий вплив кислотності.

Критерієм визначення здатності організмів адаптуватися до змін умов середовища є діапазон оптимуму і песимуму відносно кожного екологічного фактору. Залежно від величини діапазону, розрізняють високо витривалі види, зда-

тні виживати в умовах широкого діапазону стійкості, та види, здатні виживати лише в умовах практично незмінної дії факторів. Здатність організмів пристосовуватися до змін умов навколишнього середовища називається *екологічною валентністю*, яка значно відрізняється у різних організмів. Наприклад, північний олень витримує коливання температури повітря від -55°C до $+25-30^{\circ}\text{C}$, а тропічні корали гинуть при зміні температури навіть на $5-6^{\circ}$. Залежно від екологічної валентності, організми поділяють на дві великі групи – еврибіонти і стенобіонти. *Еврибіонти* (від лат. *euris* – широкий) добре адаптуються до різних змін, тобто до широкого варіювання значень екологічних факторів. До цієї групи належать, наприклад, колорадські жуки, миші, пацюки, таргани, очерет. *Стенобіонти* (від лат. *stenos* – вузький), навпаки, мешкають у вузькому діапазоні значень того чи іншого екологічного фактору, і тому важко пристосовуються до змін умов середовища свого існування. Види з вузьким діапазоном стійкості зазвичай мешкають у таких умовах, де провідні фактори варіюють дуже слабо. Наприклад, глибоководні риби почуваються оптимально лише за постійної температури води, деякі степові рослини – за постійного яркого освітлення, форель – за умови виключно чистої води.

Так само, як на всі живі організми, екологічні фактори впливають і на людей. Однак здатність людини мислити та виготовляти знаряддя праці дозволяє *подолати вплив звичайних лімітуючих факторів*, таких як нестача їжі або води, надмірно висока чи низька температура, висока ймовірність нападу хижаків тощо. Це відбувається завдяки тому, що люди:

- самі виготовляють продукти харчування;
- створюють водосховища та підводять воду в населені пункти і на поля;
- створюють засоби боротьби з хижаками і хвороботворними організмами;
- будують житло та обігрівають чи охолоджують його за власним бажанням.

Жива природа постійно відчуває на собі сумісний вплив цілого комплексу різноманітних екологічних факторів. Тобто на організми одночасно впливають світло, вологість, температура, інші організми тощо – цих факторів безліч. Вони можуть впливати на організми періодично, постійно або виникати спонтанно у різних середовищах – у атмосфері, воді, ґрунтах. Фактори можуть впливати індивідуально на конкретні особини, на групи особин чи соціальні групи людей. За ступенем свого впливу екологічні фактори можуть бути летальними, екстремальними, обмежувальними і мутагенними; за спектром впливу – вибіркової або загальної дії. Всі екологічні фактори поділяються на три ве-

ликі групи – абіотичні, біотичні й антропогенні (Табл. 5). *Абіотичними* факторами називають все, що впливає на організми з боку неживої природи. *Біотичні*, навпаки, – це все, що впливає на організми з боку живої природи. *Антропогенними* факторами є усі види діяльності людини, які впливають на організми.

Табл. 5. Основні групи екологічних факторів

| <i>Абіотичні</i> | <i>Біотичні</i> | <i>Антропогенні</i> |
|---|--|--|
| <i>Фізичні</i> : іонізуюче випромінювання, фізичні поля (тяжіння, електричне, магнітне), рух середовищ (акустичні коливання, хвилі, вітер, течії, припливи) тощо. | <i>Фітогенні</i> : прямі – механічні контакти, симбіоз, паразитизм тощо; опосередковані – зміни освітленості, вологості, ґрунтового живлення тощо. | <i>Планові</i> (усвідомлені) впливи людини, суспільства. |
| <i>Хімічні</i> : газовий склад повітря, сольовий склад води тощо. | <i>Зоогенні</i> – вплив тварин: з'їдання, витоштування, запилення, розповсюдження насіння тощо. | <i>Непередбачувані</i> (випадкові) впливи людини. |
| <i>Кліматичні</i> : світло, температура, повітря, вітер, погода тощо. | <i>Мікробогенні</i> – вплив різних мікроорганізмів. | Впливи, обумовлені життєдіяльністю людини. |
| <i>Орографічні</i> : рельєф, експозиція схилів, розчленування та ін. | <i>Мікогенні</i> – вплив грибів. | Впливи результатів соціокультурної діяльності людини. |
| <i>Едафічні (ґрунтові)</i> : механічний і хімічний склад, вологоємність, вологопроникність тощо. | | |

3.2 Вплив основних абіотичних факторів на людину

В природі важко відділити вплив одного абіотичного фактору від іншого, оскільки організми завжди відчують їх комплексно. У наземних екосистемах найважливішими лімітуючими екологічними факторами є світло, температура і вода. У водному середовищі до цих факторів додаються солоність (в морях і океанах), а у прісних водоймах – вміст кисню. Здоров'я людини залежить від багатьох абіотичних екологічних факторів. Вихід значень тих або інших факторів за межі зони оптимуму погіршує стан людини, знижує опірність організму до різних захворювань. Абіотичні фактори, що впливали на людину в минулому, продовжують діяти й нині. Абіотичні екологічні фактори діють у різних масштабах – від локального до глобального. Вузько локальний характер мають фактори, вплив яких обмежений невеликою територією. Екологічні фактори планетарно-космічного масштабу регулюють важливі біосферні процеси. Їхню циклічність у часі організми використовують як сигнали для початку тих чи інших фізіологічних процесів.

Одним з таких факторів є довжина світлового дня, або *фотоперіод* (від грец. *photos* – світло, *periods* – чергування). Наприклад, багато рослин зацвітають, коли довжина дня зростає до певної величини, а перелітні птахи, навпаки, розпочинають свої осінні міграції при зменшенні фотоперіоду. Фотоперіодизм – це регуляція річного циклу залежно від довжини світлового дня. Періодична зміна дня і ночі забезпечує формування біологічних ритмів практично в усіх представників тваринного і рослинного світу, а також людини. Крім фотоперіоду, важливими регуляторами біоритмів усіх живих організмів є освітленість, спектральний склад світла і кут розташування Сонця над горизонтом у нічний період доби. Біологічний годинник контролює різноманітні поведінкові й фізіологічні процеси, що сприяють генетично запрограмованій адаптації організму до змін навколишнього середовища.

Видиме випромінювання сприймається фоторецепторами сітківки ока, що впливає на функціональний стан центральної нервової системи, визначає добовий біоритм і виконує інформаційну функцію. Для людини фотоперіодизм передусім проявляється потребою у певній тривалості дня і ночі, тобто в періодичній зміні дня і ночі. Саме тому серйозною проблемою є адаптація людини до місцевих умов високих широт, де наявні полярні день і ніч. Наприклад, в Арктиці під час полярної ночі люди часто хворіють на «темрявну депресію», яка лікується гормонами або тривалим перебуванням в добре освітленому приміщенні. Найбільш небезпечною для здоров'я людини є робота в нічні години, тобто в період, передбачений для відпочинку. Зміна тривалості світлового дня істотно модифікує функції організму, особливо репродуктивну.

Стан фізичного здоров'я людини істотно залежить від впливу сонячної активності та процесів, з нею пов'язаних. Це – *космічні, геліо- і геофізичні екологічні фактори*, вплив яких на здоров'я людини обумовлений 11-річним циклом сонячної активності, а її підвищення спричинює збурення магнітосфери та іоносфери. Такі збурення, своєю чергою, зумовлюють збільшення напруженості електромагнітного поля Землі. Під час магнітних бур частішають випадки порушення діяльності серцево-судинної та нервової систем, психіки і поведінки людини. Сплески сонячної активності призводять до ослаблення імунітету, підвищення агресивності патогенів і природних носіїв інфекцій. Отже, зростає ймовірність інфекційних захворювань.

Важливим екологічним фактором є рівень *ультрафіолетового випромінювання* (УФВ), що протягом майже всієї історії розвитку біосфери визначав частоту мутацій. У невеликих дозах ультрафіолет необхідний для еволюції біо-

сфери: мутації створюють генетичну різноманітність популяцій і тим самим постачають матеріал для природного добору. Для людини ультрафіолет у невеликих дозах корисний: він має антисептичну і бактеріостатичну дію, запобігає запалювальним процесам у волосяних сумках, пригнічує розвиток хвороботворних грибів, які викликають захворювання шкіри – дерматомікози.

Видимі сонячні промені підвищують активність кори головного мозку, позитивно впливають на емоційний стан людини, також впливають на фотохімічні процеси, обмін речовин, гормональний фон, серцево-судинну систему. Крім того, на сонці активно виробляється «гормон радості» – серотонін, нестача якого є причиною виникнення зимової депресії. Під впливом ультрафіолетових променів діапазону А в шкірі синтезується вітамін D, необхідний для підтримки постійного рівня кальцію в крові. За нестачі кальцію в крові, він вимивається з кісткової тканини, приводячи до її потоншення (остеопорозу). У дітей може виникнути рахіт, що призводить до важких деформацій кістяка й інших несприятливих наслідків.

Тож УФВ необхідне для нормальної життєдіяльності людини – за його тривалої відсутності в організмі розвивається «світлове голодування». Однак, у великих дозах ультрафіолетове опромінення небезпечне: воно спричинює здебільшого шкідливі мутації. Надмірне опромінення підвищує ймовірність розвитку злоякісних утворень – раку, саркоми, лейкозу і загострення хвороб ендокринної системи. Тривалий вплив великих доз УФВ часто призводить до розвитку раку шкіри (меланоми), запалення рогівки ока (кератиту), помутніння кришталика очей (фотокератиту). Ультрафіолетові промені здатні проникати в глибокі шари шкіри, пошкоджувати ДНК і порушувати її синтез, руйнувати сполучну тканину, колагенові волокна, посилювати фотоалергічні шкірні реакції. Як наслідок, шкіра поступово втрачає еластичність і набуває зморшок, виникає передчасне старіння, зростає ймовірність канцерогенного впливу на шкіру.

В періоди підвищеної сонячної активності виникають *геомагнітні бурі* – швидкі й сильні зміни магнітного поля Землі. Магнітні коливання Землі впливають на фізичне і психологічне здоров'я людини. Збільшення геомагнітної активності призводить до більш тривалої і швидкої реакції людини на стрес і подразники. До того ж, чутливість до геомагнітних коливань збільшується з віком. Більшість літніх людей під час різкої зміни магнітного поля Землі відчувають погіршення самопочуття, а саме:

☛ З'являються дратівливість і втома, тахікардія, емоційна нестабільність, навіть агресія.

- ☛ Підвищується ризик утворення тромбів.
- ☛ Порушується транспортування кисню до тканин і органів, густішає кров.
- ☛ З'являються мігрені, головний біль, болі в суглобах, запаморочення.
- ☛ Частішають проблеми зі сном і перепади артеріального тиску.
- ☛ Прогресують хронічні хвороби, особливо нервової системи.
- ☛ Зростає число інфарктів міокарда та інсультів.

З усіх *клімато-метеорологічних факторів* на людину найбільшою мірою впливають температура, відносна вологість повітря і атмосферний тиск. За надмірно високої температури повітря пригнічується фізична активність, зростає ймовірність захворювань серцево-судинної системи та нирок. Низька температура сприяє розвитку запалень органів дихання та ревматизму. Особливо небезпечними є раптові коливання температури, адже вони спричинюють порушення діяльності серцево-судинної системи, психічні розлади. Вплив температури на самопочуття значно посилюється в умовах підвищеної вологості та сильного вітру. Поривчастий вітер найбільш істотно впливає на нервову систему і психічний стан людини.

Зміни атмосферного тиску найчастіше погіршують стан здоров'я людей, хворих на артрити і артрози. Проявом впливу атмосферного тиску є гірська хвороба, яка розвивається в процесі перебування людини на великих висотах через дефіцит кисню. Гірську хворобу також посилюють такі фактори, як фізичне стомлення, охолодження, зневоднення організму, ультрафіолетове опромінення, важкі погодні умови (наприклад, ураганний вітер), різкі перепади температур протягом дня. Але основним патологічним фактором гірської хвороби є кисневе голодування – гіпоксія, що розвивається поступово, у міру збільшення висоти над рівнем моря, зокрема:

- Υ На висотах 1500-2500 м стають помітними фізіологічні зміни; ймовірність гірської хвороби незначна.
- Υ На висотах 2500-3500 м за швидкого підйому розвивається гірська хвороба.
- Υ На висотах 3500-5800 м знижується концентрація кисню в крові; через зниження парціального тиску газів гемоглобін недостатньо насичується киснем, і розвивається гіпоксія.
- Υ На висотах більше 5800 м ймовірний набряк легенів, а внаслідок гіпоксії мозку – навіть кома. Постійне перебування на таких висотах неможливо.

Коли організм людини не встигає пристосуватися до зниженого атмосферного тиску і низького рівня кисню в повітрі на великих висотах, він реагує збільшенням частоти дихання. Це підвищує рівень кисню в крові, але якщо люди-

на не дає організму час адаптуватися, у неї з'являються симптоми гірської хвороби. Типовими симптомами є головний біль, нудота, блювота і запаморочення. Симптоми зазвичай починаються протягом 12-24 годин після прибуття на велику висоту та поступово зникають за один-два дні в міру того, як людина акліматизується. За тяжкого перебігу гірської хвороби людина задихається, втрачає здатність ходити, в легенях накопичується рідина (набряк легенів), ймовірний набряк мозку. Важка гірська хвороба є надзвичайною ситуацією, і потерпілого необхідно негайно перевести на меншу висоту.

На здоров'я і якість життя людських популяцій значною мірою впливають нестача або надлишок у довкіллі тих чи інших хімічних елементів, тобто **хімічні екологічні фактори**. Найчастіше погіршення стану здоров'я обумовлено дефіцитом в організмі людини кальцію, заліза, йоду або надлишком цинку, свинцю, ртуті, бору. Головною причиною авітамінозів переважно стає нестача мікроелементів – марганцю, кобальту, міді, фтору, броду та інших. Наявність мікроелементів у довколишньому середовищі відрізняється в різних регіонах світу. Захворювання, пов'язані з регіональними епідеміологічними особливостями, дістали назву ендемічні, тобто хвороби, властиві певним регіонам.

Найважливішим компонентом гемоглобіну крові, що доставляє кисень до всіх клітин організму, є *залізо* (Fe). Навіть незначна нестача заліза призводить до послаблення імунітету, зниження температури тіла і фізичної витривалості організму. Заліза в організмі людини небагато (близько 4 г), але воно виконує важливі функції: бере участь в імунобіологічних процесах, сприяє працездатності м'язів за активних фізичних навантажень, захищає організм від хвороботворних мікроорганізмів та входить до складу багатьох білкових і ферментних систем організму. Залізо бере участь у роботі м'язів, імунної системи, синтезі ДНК, а також зменшує поглинання токсичних елементів (свинцю, кадмію, алюмінію, ртуті) та сприяє їх виведенню з організму людини.

Джерелом заліза є м'ясо, особливо печінка, риба, яйця, морепродукти, горіхи, гречка, шовковиця, чорнослив, курага, листові капусти. Добова потреба в залізі залежить від віку, ваги та фізіологічного стану: дітям до року потрібно близько 11 мг на добу; старшим дітям – 7-10 мг; підліткам і дорослим – 14-18 мг; людям старшим за 50 років – 8 мг; під час вагітності – 27 мг. Людина запасє залізо у печінці й використовує ці запаси, коли заліза стає недостатньо. Основними причинами втрати заліза є крововтрати або активний ріст.

Якщо людина отримує з їжею менше 1 мг заліза на добу, виникає залізодефіцитна анемія – недокрів'я. Цей процес може супроводжуватися сухістю

шкіри, деформацією нігтів, ламкістю волосся. Надмірне ж накопичення заліза в тканинах і органах може призводити до патологічних наслідків для здоров'я людини. У таких випадках пригнічується антиоксидантна система організму, виникають новоутворення, збільшується пігментація шкіри, розвиваються діабет, атеросклероз, артрити.

Антагоністом заліза є *кальцій* (Ca) – макроелемент, що виконує основну будівельну функцію в організмі, формуючи кісткову тканину і зуби. Надлишок кальцію в організмі зазвичай супроводжується нестачею заліза, оскільки залізо просто не засвоюється. Кальцій – один з найпоширеніших в організмі людини макроелементів, який становить близько 2% загальної маси тіла. Майже 99% кальцію міститься у кістковій тканині, емалі й дентині зубів. Решта концентрується у нервах і м'яких тканинах. Кальцій входить до складу крові, тканинних і клітинних рідин; бере участь у згортанні крові, знижує проникність стінок судин, перешкоджає проникненню у клітини шкідливих вірусів і алергенів.

Дефіцит кальцію є причиною приблизно 150 різних захворювань, в тому числі остеопорозу – захворювання скелету, яке призводить до підвищення крихкості кісток та високого ризику переломів (Рис. 18). Брак кальцію в організмі викликає різні захворювання ясен і зубів, підвищення кров'яного тиску, почастішання серцебиття, розвиток дерматозів. Вимивання кальцію з кісток часто спричинюється стресовими ситуаціями.



Рис. 18. Розвиток остеопорозу внаслідок дефіциту кальцію в організмі

Добова потреба у кальції залежить від віку людини і коливається від 800 мг для дітей молодшого віку до 1200 мг – для людей похилого віку. Потреба в кальції зростає під час вагітності й грудного вигодовування, а також в період активних фізичних навантажень. До надважливих функцій кальцію в організмі людини належать такі:

У стимулювання діяльності гормонів і ферментів;

- Υ сприяння виробленню інуліну – полісахариду, який стимулює процеси росту корисних мікроорганізмів і забезпечує нормальну життєдіяльність системи травлення;
- Υ надання антиалергенної і протизапальної дії;
- Υ зміцнення захисних сил організму;
- Υ вплив на синтез білка і нуклеїнових кислот у м'язах;
- Υ відновлення водного балансу організму.

Кальцій необхідний для передачі нервових імпульсів, підтримання стабільного стану серцево-судинної і нервової систем та безпосередньо впливає на м'язові скорочення. Кальцій має здатність запасатися у довгих трубчастих кістках і, у випадку недостатнього надходження в організм, він разом з фосфором запозичується з кісткової тканини.

Незважаючи на вміст кальцію в багатьох продуктах харчування, він важко засвоюється людським організмом. Наприклад, засвоєння кальцію ускладнюють злаки, щавель, шпинат, сода, солодощі, концентровані вуглеводи, що стимулюють виділення травних соків лужного складу. Навпаки, добре всмоктується кальцій з молокопродуктів, перетворюючись в кишечнику на молочну кислоту завдяки наявним там бактеріям. Засвоєнню кальцію сприяє лимонна кислота, а також достатня кількість жирів. Здатність засвоювати кальцій посилюється у жінок під час вагітності. Основними джерелами кальцію є молоко і продукти молочного походження (тверді сири, сир кисломолочний), яйця, горіхи, риба, зелені овочі, а також питна вода залежно від її жорсткості.

Найважливішим учасником обмінних процесів організму людини є *цинк* (Zn). Він необхідний для нормального функціонування залози внутрішньої секреції у головному мозку (гіпофізу) і підшлункової залози. Також цинк входить до складу карбоангідази – ферменту, який бере участь у підтримці кислотно-лужної рівноваги і допомагає транспортуванню двоокису вуглецю. Карбоангідаза виробляє кислоти у слизовій шлунку, впливає на вміст води в очах, запобігаючи накопиченню в них рідини. Інші функції цинку в організмі не менш важливі, зокрема:

- ☞ контролює діяльність сальних залоз, посилює кількість вироблюваних гормонів і збільшує швидкість відновлення клітин, тим самим сприяючи поліпшенню стану шкіри;
- ☞ зупиняє процеси запалення, сприяє загоюванню ран;
- ☞ зміцнює зуби і кістки;
- ☞ допомагає краще засвоювати вітамін А;

- ☞ активізує генерування залишкової кількості гормонів передміхурової залози;
- ☞ допомагає розщепленню вуглеводів, жирів і білків;
- ☞ зміцнює імунітет людини, виробляючи корисні антитіла, важливі гормони і лейкоцити;
- ☞ допомагає правильному функціонуванню головного мозку;
- ☞ сприяє зміцненню нервової системи, запобігаючи її перевантаженню;
- ☞ покращує зір, зміцнює сітківку ока;
- ☞ знижує рівень цукру в крові.

Необхідна добова доза цинку залежить від віку, статі, особливостей організму – найменша норма визначена для дітей, дорослим цього мінералу необхідно більше. Отримувати цинк у достатній кількості, не побоюючись надлишку, можна з продуктів рослинного походження: горіхів, злаків, бобових, грибів, часнику, моркви, яблук. Дефіцит цинку в організмі може мати не менш негативні наслідки, ніж його надлишок. Тому для людини дуже важливо отримувати лише необхідну кількість, не створюючи ризику його надмірної концентрації в крові. З'єднання цинку з іншими речовинами небезпечні для здоров'я, тому не варто використовувати оцинковані столові прилади.

Для активації численних ферментованих процесів, синтезу хрящової тканини і утворення гемоглобіну організму людини необхідний *марганець* (Mn). Він забезпечує нормальне дихання тканин і відповідає за кровотворення, позитивно впливає на здоров'я репродуктивних органів і роботу мозку. В організмі людини марганець міститься в тканинах серця, печінки, нирок і підшлункової залози, а також у кістках. Завдяки марганцю пошкоджені тканини швидко відновлюються. Значно поліпшується мозкова активність, пам'ять, концентрація уваги. Регулюючи метаболізм глюкози і холестерину, марганець запобігає розвитку багатьох захворювань серця і судин. Також допомагає імунній системі протистояти вірусам та інфекціям.

Основними джерелами марганцю є бобові й зернові культури, а також свіжі зелень, фрукти і овочі ягоди – чорна смородина, лимон, чорниця, слива, ананас, виноград, малина, суниця; томати, буряк, шпинат, морква, огірки, білокачанна і цвітна капуста, редька. Джерелами марганцю для організму людини є також горіхи, оливкова олія і насіння гарбуза, льону і соняшнику. Для кращого засвоєння марганцю необхідний цинк, а продукти з великим вмістом кальцію, фосфору і заліза, навпаки, ускладнюють цей процес. Надлишок марганцю в організмі призводить до негативних змін кісток, у дітей – до рахіту.

На обмін речовин активно впливає мікроелемент *йод* (I), необхідний організму для створення гормонів щитовидної залози, яка регулює метаболізм. Дефіцит йоду викликає розлад функції цієї залози. Йод потрібний людині протягом усього життя, а його нестача в організмі призводить до затримки росту дітей, порушення розумової активності й обміну речовин у дорослих. Також серед наслідків нестачі йоду в організмі – відчуття постійної втоми, слабкість, депресія; збільшення щитовидної залози (зоб) (Рис. 19); затримка інтелектуального розвитку дітей; зниження розумової активності у дорослих; загроза переривання вагітності; рак щитовидної залози; погіршення пам'яті, слуху; підвищення рівня холестерину; сухість шкіри і втрата її еластичності (Рис. 20); порушення роботи кишківника; різке зниження чи підвищення маси тіла; випадіння волосся тощо.

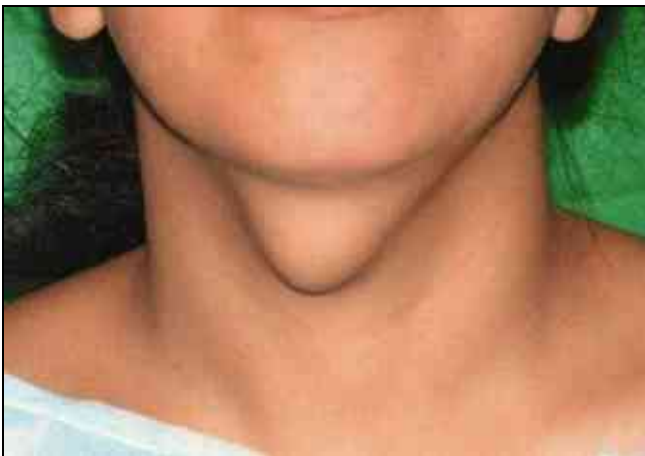


Рис. 19. Патологія щитовидної залози



Рис. 20. Зневоднена суха шкіра

Залежно від віку, добова потреба у йоді становить від 90 до 300 мкг (1 мкг дорівнює 10^{-6} г). Створити надлишок йоду в організмі досить складно, оскільки 95-98% йоду, що надходить в організм, виводиться із сечею, а 2-5% – через кишківник. Експерти ВООЗ вважають безпечною дозу йоду в 1 мг на добу. В деяких країнах, наприклад, у Японії, добове споживання йоду може досягати 20 мг на добу через уживання морських водоростей і морепродуктів. За все життя людина споживає близько 3-5 г йоду – приблизно одну чайну ложку.

Найпростішою профілактикою дефіциту йоду в організмі є споживання йодованої солі. Запобігти йододефіциту можна також шляхом щоденного вживання морепродуктів (мідій, кальмарів, креветок, ікри), білої риби, морської капусти, овочів (картоплі, редиски, часника, буряка, томатів, баклажанів, спаржі, зеленої цибулі, шпинату), фруктів (бананів, апельсинів, лимонів, динь, ананасів, хурми, яєць, молока, яловичини, волоських горіхів).

Активну участь у кровотворенні та обміні речовин бере *кобальт* (Co). До того ж, він широко використовується у медицині для променевої терапії. У людському організмі кобальту міститься менше 1 мг, з яких, 0,36 мг – у жировій тканині, 0,3 мг – у волоссі, 0,28 мг – в кістках, 0,2 мг – у м'язах, 0,11 – в печінці. Добова норма кобальту для дорослої людини становить 20-50 мкг. Значення кобальту для нормальної життєдіяльності організму людини важко переоцінити, а саме:

- У З його допомогою відбувається вироблення гормонів щитовидної залози.
- У Сприяє зниженню холестерину в крові.
- У Запобігає формуванню атеросклерозу.
- У Бере участь у ферментативних процесах.
- У Сприяє росту кісткової тканини.
- У Стимулює синтез гемоглобіну і продукування еритроцитів.
- У Підвищує активність лейкоцитів.
- У Сприятливо впливає на імунну систему.
- У Знищує ракові клітини.

Джерелами кобальту для організму є практично всі овочі й зелень: редиска, картопля, буряк, капуста, цибуля зелена і ріпчаста, морква, петрушка, салатне листя, кукурудза, шпинат, часник, огірок. Крім цього, на кобальт багаті бобові й зернові – пшенична, ячна і манна крупи, геркулес, горох, сочевиця. Серед фруктів – виноград, абрикос, чорна смородина, груші, журавлина, суниця. Також джерелами кобальту є м'ясо кролика, курячі яйця, печінка, серце, нирки, яловичина, молочні продукти. З морепродуктів – омари, кальмари, печінка тріски, ставрида тощо.

Дефіцит кобальту в організмі може виникати за багатьох причин, зокрема істотних втрат крові, захворювання шлунково-кишкового тракту, наявності гельмінтів тощо. Нестача кобальту в організмі людини найчастіше супроводжується сильною стомлюваністю і слабкістю, аритмією, порушенням пам'яті, алергічним дерматитом, недокрів'ям, затримкою дитячого розвитку. Наслідками надлишку кобальту в організмі можуть бути кардіоміопатія (захворювання міокарду), склероз легенів, контактний дерматит та інші ураження шкірних покривів, неврит слухового нерву, гіперплазія щитовидної залози, збільшення ліпідів і кількості еритроцитів в крові, підвищення артеріального тиску.

До абсолютно необхідних організму мікроелементів належить *фтор* (F), який міститься у всіх тканинах людського організму в невеликих кількостях.

Він є одним з ключових факторів стійкості зубної емалі. Фтор стимулює репаративні процеси при переломах кісток, попереджає розвиток синильного остеопорозу. Добова потреба у фторі залежить від віку, маси тіла і діяльності людини. Доросла людина потребує 1,5 мг фтору на добу, діти – 1 мг, вагітні жінки – 1,5-2 мг. Фтор особливо необхідний дітям, оскільки до 17 років у них формується і мінералізується кісткова тканина і зуби.

Основним джерелом фтору є питна вода, де оптимальний вміст фтору становить 0,8-1 мг/л. Оскільки джерела питної води в різних регіонах містять різну кількість фтору, в багатьох країнах застосовують її фторування, цілком безпечно для здоров'я. Крім цього, фтором збагачують деякі продукти харчування – кухонну сіль (в Німеччині, Франції, Австрії та Швейцарії) і молоко (Чилі, Таїланд, Великобританія). Незначну частину фтору людина споживає з їжею. Більшість харчових продуктів мають концентрацію фтору нижче 0,05 мг на 100 г. Підвищену концентрацію фтору містять морепродукти, чай і продукти, виготовлені за допомогою фторованої води.

Недостатнє надходження фтору до організму людини спричинює розвиток таких захворювань, як карієс зубів (Рис. 21), остеомієліт щелепних кісток, різні захворювання травної системи через погіршення розжовування їжі та сповільнення її евакуації зі шлунку. Карієс зубів – ендемічне захворювання, яке вражає населення територій з низьким природним вмістом фтору в поверхневих водоймах (не більше 0,7 мг/л). За таких умов міцність зубної емалі знижується, в неї проникає молочна кислота, що утворюється у ротовій порожнині з вуглеводів їжі. Це активізує вимивання кальцію з емалі, яка стає проникною ще й для протеолітичних ферментів і мікроорганізмів ротової порожнини. Починається руйнування органічної частини емалі, а згодом і дентину, розвивається карієс.

Надлишок фтору в організмі людини викликає інше захворювання зубів – флюороз (Рис. 22). Це також ендемічне захворювання, на яке страждає населення тих територій, де вода і ґрунт містять підвищену кількість фтору. Фтор здатний спричинити остеохондроз, огрубіння суглобів і зниження їх рухливості, кісткові нарости. Підвищені дози фтору витягують магній з лімфи і крові, мобілізують кальцій з кісток, що часто призводить до його відкладення у нирках, легенях, м'язах. Фториста інтоксикація зазвичай супроводжується ураженням шлунково-кишкового тракту, печінки, нирок, нервової та ендокринної систем, порушенням статевої функції.

Постійною складовою тканин організму людини є *бром* (Br), роль якого важко переоцінити. Перш за все, цей мікроелемент регулює статевий цикл і

впливає на функціонування центральної нервової системи. Також бром бере участь у процесі перетравлювання вуглеводів і жирів, активує вироблення пепсину при гастритах і деяких ферментів.



Рис. 21. Карієс зубів



Рис. 22. Флюороз зубів

Зазвичай організм містить не менше 250 мг брому, який можна виявити у гіпофізі, крові, кістковій і м'язовій тканинах, щитовидній залозі й нирках. Рекомендована доза брому для дорослої людини на добу становить 2-8 мг. Джерелами брому для організму є зернові культури, горіхи, мінеральні води, що містять сполуки брому. Дефіцит брому в організмі людини призводить до порушення співвідношення між процесами збудження і гальмування. Виникає безсоння, знижується гемоглобін в крові, зменшується тривалість життя. Надлишок брому може викликати сухий кашель, нежить, висипання на шкірі, кон'юнктивіт, діарею, нудоту, хронічну інтоксикацію організму. Солі брому широко використовуються в медицині для лікування неврозів, безсоння та інших розладів центральної нервової системи.

Одним з головних мікроелементів для організму людини є *мідь* (Cu), яка входить до складу деяких окислених ферментів. Кожен людський організм містить щонайменше 50 г цього металу, а концентрується він переважно в головному мозку, кістках, м'язах, нирках, крові, печінці. Мідь відіграє важливу роль у процесах кровотворення, синтезу гемоглобіну, де її функції тісно пов'язані з функцією заліза. Серед продуктів, що містять мідь, – горіхи, ячний жовток, злакові, бобові, кисломолочні продукти, житній хліб, картопля, листя чайного куща, м'ясо тварин, риба і морепродукти. Зазвичай тієї міді, яка надходить в організм людини з продуктами харчування, цілком достатньо для нормального функціонування всіх систем і органів. Значення міді для організму людини можна представити таким чином:

- Участь у побудові практично всіх білків і ферментів.

- Регулювання росту і розвитку клітин і тканин.
- Нормалізація процесу кровотворення та імунної системи.
- Допомога у синтезі лейкоцитів і еритроцитів.
- Запобігання розвитку остеопорозу.
- Сприяння міцності й еластичності судин.
- Попередження передчасного старіння шкіри.
- Нормалізація функціонування залоз внутрішньої секреції та центральної нервової системи.

Дефіцит міді в організмі може призводити до випадіння волосся, діареї, нудоти, висипання на шкірі, депресивних станів і постійної втоми, анемії, підвищення рівня холестерину і частих інфекційних захворювань. За сильного дефіциту міді можуть виникати внутрішні кровотечі. Так само, як і нестача, надлишок міді в організмі людини обумовлює погіршення стану її здоров'я, зокрема прискорює старіння, активізує випадання волосся, спричинює безсоння, іноді – епілепсію і розумову відсталість, в т. ч. у дітей.

Отже, здоров'я людини залежить від багатьох абіотичних екологічних факторів, вплив яких організм відчуває комплексно. Вихід значень цих факторів за межі зони оптимуму погіршує стан людини та знижує опірність організму до різних захворювань. Абіотичні екологічні фактори дуже різноманітні та діють на різних масштабних рівнях. На глобальному рівні впливають космічні, геліо- і геофізичні екологічні фактори, зокрема фотоперіод, сонячна активність, ультрафіолетове опромінення, геомагнітні бурі. Клімато-метеорологічні фактори впливають на самопочуття людини переважно на локальному і регіональному рівнях, спричинюючи порушення діяльності серцево-судинної системи та психічні розлади.

На здоров'я і якість життя людських популяцій значною мірою впливають хімічні екологічні фактори, негативні наслідки впливу яких обумовлено нестачею або надлишком необхідних організму хімічних елементів. Найчастіше погіршення стану здоров'я обумовлено дефіцитом в організмі людини кальцію, заліза, йоду або надлишком цинку, свинцю, ртуті, бору. Головною причиною авітамінозів переважно стає нестача мікроелементів – марганцю, кобальту, міді, фтору, бромю та інших. Вплив хімічних факторів на здоров'я людини проявляється передусім на регіональному рівні, залежно від наявності важливих мікроелементів у довкіллі. Через регіональні епідеміологічні відмінності виникають ендемічні захворювання, властиві певним регіонам.

3.3 Вплив на людину біотичних екологічних факторів

Життєдіяльність організмів залежить не тільки від абіотичних факторів, але й від того, як впливають на них інші живі організми – вищі рослини, бактерії, гриби і тварини, які мешкають по сусідству. *Біотичні фактори* – це сукупність взаємних впливів одних живих істот на інші, включаючи людину. Ці впливи можуть бути прямими і опосередкованими. Наприклад, прямим впливом є виділення деякими рослинами фізіологічно активних речовин – фітонцидів. Речовини, які виділяються мікроорганізмами, називаються антибіотики. Завдяки фітонцидам рослини отримують імунітет і стають стійкими до деяких захворювань. Так рослини захищають себе і людей від шкідливих бактерій, грибкових та інших форм мікроорганізмів. Саме тому повітря у лісі дуже чисте – у ньому мало мікробів. Найбільше фітонцидів у хвойних лісах: 1 га соснового бору за добу виділяє близько 4 кг фітонцидів, ялівцевого лісу – близько 30 кг.

Опосередковані впливи обумовлені зазвичай змінами таких екологічних факторів, як світло, вологість, ґрунтове живлення тощо. Рослини, які створюють специфічне біологічне середовище в екосистемі та відіграють найважливішу роль у формуванні її структури, називають едифікаторами (від грец. *aedificator* – будівельник). Наприклад, береза, якщо оселяється на вирубках хвойних дерев на підзолистих ґрунтах, доволі швидко перетворює ці ґрунти на дерново-підзолисті, а за тривалого існування березняків – на дернові. Зоогенним біотичним фактором ґрунтоутворення є, наприклад, дощові черв'яки. Деякі комахи не лише відсмоктують з рослин поживні речовини, але й переносять збудників захворювань. Кроти, риючи ходи у ґрунті, обривають коріння рослин, поїдають черв'яків, що призводить до висушування ґрунту. Але у той же час, кроти можуть і позитивно впливати на рослин, якщо знищують кореневих шкідників або їх личинок.

Жоден з екологічних факторів не діє поодиноці; кінцевий вплив завжди є результатом багатьох взаємодій різних абіотичних і біотичних факторів. Наприклад, посуха може призвести до загибелі птахів, а це зумовить зростання чисельності комах-фітофагів, якими вони харчувалися, що призведе, своєю чергою, до масового ураження рослин, які є їжею інших консументів. Екологічні фактори, які впливають на один вид, за рахунок різноманітних природних взаємозв'язків опосередковано впливатимуть на інші види, в т. ч. людину. Зважаючи на всезагальний зв'язок явищ і процесів, можливі комбінації біотичних взаємодій представлені шістьма різновидами – взаємокорисними, нейтральними, взаємно-шкідливими, корисно-нейтральними, шкідливо-нейтральними і корис-

но-шкідливими (Табл. 6). Оскільки людина є частиною природи, на неї впливають ті ж самі біотичні фактори, що й на інші живі організми.

Нейтралізм (00) лише на перший погляд виглядає як повна відсутність взаємозалежності. Іноді тільки одна проміжна ланка викриває інший тип взаємодії. Наприклад, лев не харчується травою, але йому не байдужий стан пасовища, від якого залежить щільність популяції антилоп. У людському суспільстві, в міру його розвитку, безпосередня залежність людини від природи зменшується, а опосередкована (прихована, непрямая) – посилюється. Насамперед, людина приховано залежить від природи через економіку, яка є «посередником» між природою і суспільством у процесі суспільного виробництва. Саме економіка трансформує природні ресурси на прийнятні для споживання матеріальні блага. Наприклад, зв'язок між здоров'ям людини і заводом з виробництва азотних добрив проявляється опосередковано: неочищені викиди у атмосферу спричиняють випадіння кислотних опадів, навіть якщо цей завод розташований далеко від місця їх випадіння.

Табл. 6. Різновиди біотичних взаємодій

| Позначення* | Тип взаємодії | Сутність |
|-------------|---------------------|---|
| 0 0 | Нейтралізм | Взаємний нейтральний вплив за відсутності видимих форм прямих взаємодій |
| - 0 | Аменсалізм | Шкідливо-нейтральний вплив, однобічне пригнічення без отримання вигоди |
| + 0 | Коменсалізм | Корисно-нейтральний вплив, однобічне сприяння без отримання вигоди |
| -- | Конкуренція | Взаємний шкідливий вплив, безкомпромісна боротьба за ресурси |
| + - | Ресурс-експлуататор | Корисно-шкідливий вплив, сполучення сприяння і пригнічення (паразитизм, хижацтво) |
| ++ | Мутуалізм | Взаємокорисний вплив з отриманням вигоди |

Примітка*: 0 – відсутність прямого впливу; – –шкідливий вплив, пригнічення; + – корисний вплив, сприяння.

Аменсалізм (-0) передбачає однобічне пригнічення, коли один з партнерів «безкорисливо» шкодить іншому, не маючи з цього безпосередньої вигоди. Вплив антибіотиків грибів-актиноміцетів та виділення рослинами фітонцидів, які виключають сусідство з іншими рослинами, є типовими прикладами аменсалізму. На людські популяції впливає, наприклад, цвітіння води (Рис. 23), до якого призводять спалахи чисельності динофітових водоростей (*Dinophyta*). Відбувається інтенсивне виділення у воду токсинів, які накопичуються в організмах риб і безхребетних, спричиняють загибель гідробіонтів, а також призводять до тяжких отруєнь людей при вживанні риби і морепродуктів (Рис. 24).

Коменсалізм (+0), навпаки, передбачає однобічне сприяння. Термін «коменсалізм» походить від латинського виразу *cum mensa*, що означає «за одним столом», і спочатку застосовувався лише для позначення поведінки тварин, які слідує за хижаками і живляться рештками вбитої ними здобичі, отримуючи при цьому пряму користь і не зашкоджуючи хижаку. Такий вид взаємодії ще називають «нахлібництвом». В людських популяціях він також широко розповсюджений. Зокрема, безліч синантропних птахів, гризунів, безпритульних тварин та інших коменсалів харчуються відходами на міських звалищах (Рис. 25).



Рис. 23. Цвітіння води у Дніпрі



Рис. 24. Риба, якою можна отруїтися

Іншим видом коменсальних взаємодій є «квартирування» одних організмів на інших, наприклад, птахів у дуплах. Таке користування іншим організмом як домівкою називається *інквілінізм*. Схожим різновидом коменсалізму є *метабіоз* – непряма залежність, коли коменсал користується чимось, виробленим іншим організмом, але після його смерті. У такий спосіб, наприклад, раки-самітники користуються порожніми раковинами молюсків для захисту свого м'якого тіла. Квартирування присутнє і в суспільстві – люди часто залишають свої домівки чи інші споруди, якими користуються безпритульні або дикі тварини (Рис. 26).

Ще одним різновидом коменсалізму є пересування одного організму на іншому, що називають *форезія*. Наприклад, риби-прилипали пересуваються, причепившись до акули чи іншої великої риби. Людина також часто стає учасником такої взаємодії, транспортуючи насіння рослин і спори грибів на колесах автомобіля чи іншого виду транспорту.

Конкуренція (– –) є безкомпромісною боротьбою за ресурси, коли сили видів близькі й тому обидва конкуренти несуть втрати. Предметом конкуренції у природі найчастіше стають вільний простір, їжа та інші необхідні для життя

ресурси, нестача яких є головною причиною зниження життєздатності популяцій. Конкуренція може бути пасивною, коли споживаються ресурси, необхідні обом видам, і активною, коли один вид подавляється іншим. Конкуренти можуть співіснувати й разом, але при цьому серед них виникають антагоністичні відносини, внаслідок чого рано чи пізно один витіснить іншого.



Рис. 25. Коменсали на звалищі



Рис. 26. Лисиця в кинутому домі

Конкуренція в суспільстві – це боротьба за щось або за когось, а також суперництво між людьми, народами, державами. Це може бути суперництво між суб'єктами господарювання за кращі умови виробництва і ринків збуту. Конкуренція мотивує людину працювати і розвиватися далі. У моральному сенсі конкуренція може бути здоровою і недобросовісною. Наприклад, недобросовісна конкуренція в бізнесі часто виливається у такі дії:

- неправомірне використання знаків і найменувань для товарів і послуг;
- створення перешкод суб'єктам господарювання та досягнення неправомірних переваг у конкуренції;
- неправомірне використання ділової репутації суб'єкта господарювання;
- неправомірне збирання, розголошення і використання комерційної таємниці.

Недобросовісною може бути конкуренція і у інформаційному просторі – коли правда небезпечна для влади, інформаційний ринок перетворюється на фабрику тотальних маніпуляцій суспільною думкою.

У взаємодії «ресурс-експлуататор» (+ –) сполучаються сприятливий і шкідливий впливи. Типовими «експлуаторами» є, наприклад, рослиноїдної тварини, хижаки і паразити. Їхні взаємодії з «ресурсами» – рослинами, жертвами і хазяями – обумовлюють послідовності трофічних рівнів ланцюгів живлення в природних екосистемах. Хижацтво зустрічається практично серед усіх тва-

рин, а також серед грибів і комахоїдних рослин. Людина в процесі еволюції навчилася захищатися від хижаків, які відрізняються характерними формами поведінки мисливців. В природних екосистемах деякі види, беззахисні перед хижаками, виробили здатність імітувати зовнішність інших видів, яких хижаки уникають через неїстівність чи наявність особливих засобів захисту. Ця здатність називається *мімікрія* (від лат. *mimicry* – наслідування, маскування).

Мімікрійність притаманна і людській природі як наслідок існування у соціальному середовищі, де людина вимушено приховує власні погляди задля реалізації своїх істинних намірів та досягнення життєвих цілей. Тобто людина часто користується своєю «маскою» для приховування справжніх сутності чи намірів, прагнення бути непомітною або ж, навпаки, привернути увагу. Негативні наслідки соціальної мімікрії особливо очевидні у політичній сфері.

Мімікрія в політиці як спосіб адаптивної поведінки політиків, з одного боку – політична гра, маскування, з іншого – механізм наслідування, самозахисту. Така поведінка, що сприяє пристосуванню політичних суб'єктів і маніпуляції свідомістю громадян, має деструктивний характер. Під впливом постійної психологічної і соціальної мімікрії, непослідовне у своїх поглядах суспільство легко перетворюється на об'єкт маніпуляції.

Феноменом мімікрії в сучасній суспільній системі охоплено всі сфери людського життя, не лише політичну. Мімікрія стала реальністю, настільки переплетеною з віртуальними та умовними монадами людського буття, що втрачається реальне відчуття здорового глузду, адекватної реакції на навколишній світ. Вона вийшла далеко за межі рефлекторно-інстинктивної діяльності, проникла своїми метастазами в усі сегменти світу людини і стала невід'ємним елементом культури. Людина має безліч соціальних масок і здатна перетворюватися на різні образи. Вона легко контактує з навколишнім світом і також легко порушує обіцянки, змінює плани, продукує різноманітні форми аморальності й безвідповідальності. Для такої людини розбіжність між словами і справами є нормою існування.

Ще одним різновидом соціальної мімікрії є імітація людиною психічних хвороб – так званий псевдопсихоз. Довільне продукування психологічних симптомів відображає уявлення самої людини про хворобу і рідко відповідає справжній діагностичній категорії. Зазвичай ці симптоми проявляються сильніше, коли пацієнт знає, що за ним стежать. Часто спостерігається у злочинців і серед призовників, які прагнуть домогтися особливого становища. Зміна зовнішності

людини за допомогою пластичних операцій – також різновид соціальної мімікрії, незалежно від намірів чи мети.

Людина впродовж еволюції розвинула і вдосконалила мімікрію як одну з важливих складових буття, в результаті чого отримала можливість виконати певну соціальну програму чи перенести її у площину імітацій, творення ілюзій, віртуальної дійсності. Людина у своїй мімікрійній діяльності зазнала неабиякої майстерності та, мабуть, є рекордсменом у світі живої природи. Тому будь-яка мімікрія, відтворення, уподібнення у світі живої природи не може конкурувати з феноменальною здатністю людини створювати ілюзію свого «я», яке є більш досконалим і репрезентативним, ніж реально існуючий суб'єкт.

В людському суспільстві класична взаємодія «хижак – жертва» присутня у багатьох сферах життєдіяльності. В ролях «хижака» і «жертви» виступають, наприклад, роботодавець та працівник, виробник і споживач, кредитор і боржник; злочинець і потерпілий, чиновник і пересічний громадянин тощо. У взаємодії з іншими видами *Homo sapiens* може бути як хижаком (Рис. 27), так і жертвою (Рис. 28). В першому випадку йдеться про такі види людської діяльності, як мисливство і рибальство, де людина виступає в ролі хижака. У більшості розвинених країн мисливству і рибальству приділяється належна увага, мисливські організації несуть повну відповідальність за стан мисливських угідь і культуру полювання.



Рис. 27. *Homo sapiens* – хижак



Рис. 28. *Homo sapiens* – жертва

Пройшовши тривалий шлях еволюції, нині людина набагато рідше, ніж коли-небудь раніше, стає жертвою диких звірів. Актуальними, наприклад, залишаються напади деяких видів акул на людей. Через нестачу їжі у дикій природі, хижаки часто мігрують, розширюючи свій ареал у тих екосистемах, які люди відібрали у них в минулому. В тому числі відвідують населені пункти. Наприклад, вовки заходять до сіл та околиць великих міст, роздирають свійсь-

ких тварин і собак, іноді нападають на людей. Ведмідь з власної ініціативи на людину нападає рідко; агресію може спричинити сильний голод перед зимовою сплячкою або після виходу з неї. Також напад ведмедя може спровокувати його поранення у випадку невдалого полювання та необхідність захисту ведмежат. За результатами досліджень нападів хижаків на людей у Північній Америці, виявлено, що майже половину всіх нападів спровоковано ризикованою поведінкою з боку людини.

Іншим різновидом корисно-шкідливої взаємодії є *паразитизм*, коли паразит використовує організм людини (хазяїна) як середовище проживання і джерело їжі протягом тривалого часу. Паразитарні інвазії людини часто переходять у хронічну форму, вражають серцево-судинну систему і призводять до алергічних реакцій, зниження імунітету, кишкової непрохідності, гепатиту, холецистити тощо. Специфічним проявом паразитизму в суспільстві є *соціальний паразитизм* – намагання одних людей або соціальних груп існувати за рахунок інших.

Паразитична група зазвичай складається з обмеженої кількості індивідів, має внутрішню організацію і управління. Паразитична група певним чином контролює свого «хазяїна». Їй завжди вдається жити за рахунок інших. Присутність паразитичної групи часто призводить до загибелі «хазяїна», оскільки паразит фундаментально змінює його життя, відволікаючи зусилля на власне забезпечення. Паразитична група має здатність модифікуватися і пристосовуватися, щоб зберегти своє місце. Феномен паразита полягає у тому, що слабший виживає за рахунок сильнішого, найменш пристосований стає переможцем, а сильніший капітулює.

У кожному суспільстві серед населення завжди існує більшість, що здобуває матеріальні блага, і меншість, яка «паразитуює» на інших громадянах. Соціальних паразитів можна поділити на дві протилежні частини. До першої належать т. зв. «порядні» паразити, переважно державні службовці, які забезпечують саме існування держави. До другої належать т. зв. «паразити в квадраті», які паразитують на «добропорядних» паразитах. Отже, принаймні декілька відсотків соціальних паразитів не приносять ніякої користі людському суспільству. Прикладом такого паразитизму є існування в державі владної верхівки, яка непомірно збагачується, а суспільство при цьому зубожіє. Правове суспільство, де панує соціальна справедливість, зазвичай прагне перетворити паразитизм на взаємовигідний союз – мутуалізм.

Мутуалізм (+ +) передбачає взаємний позитивний вплив, широко розповсюджений у природі. Це можуть бути взаємовигідні стосунки між квітковими

рослинами і комахами, що їх запилюють; між жуйними тваринами і мікроорганізмами у їхньому рубці тощо. В усіх випадках обидві сторони отримують вигоду, але зовсім не через «співчуття» один до одного.

В людському суспільстві взаємовигідні стосунки між окремими людьми і групами людей найчастіше виникають так само через вигоду, отримувану від співпраці. Іноді суспільний мутуалізм обумовлюється взаємною симпатією сторін, а не лише користю. Взаємний позитивний вплив також існує у взаємодіях *Homo sapiens* з іншими видами. Наприклад, корисні бактерії живуть у кишковому тракті людини, а їхня відсутність призводить до дуже серйозного захворювання – дисбактеріозу. Людина не може обійтися без свійських тварин чи рослин, так само, як і корова, курка, пшениця або рис не можуть вижити без людини.

Отже, практично всі природні біотичні взаємодії у тій чи іншій формі проявляються в людському суспільстві, лише мають певну специфіку. За своїм ставленням до природи людина виступає типовим експлуататором; коло її безпосередніх жертв набагато ширше, ніж у будь-якого хижака. А руйнуючи і забруднюючи навколишнє середовище, людина перетворює переважну більшість видів на аменсалів.

3.4 Епідемії як біотичні фактори та їх вплив на здоров'я людини

До впливових біотичних факторів належать ті, які визначають санітарно-епідеміологічну ситуацію. Збудники багатьох хвороб зберігаються у довкіллі через їх розвиток у тваринах-господарях. Наприклад, збудник гострого інфекційного захворювання туляремія може нескінченно довго передаватися від покоління до покоління у популяціях норки і за сприятливих умов заражати людину. Природні осередки інфекцій пов'язані з певними біогеоценозами, в яких збудники, переносники і тварини-хазяї еволюціонують разом, пристосовуючись одне до одного. При цьому збудник зазвичай не знищує хазяїна. Саме такий характер мають природні осередки чуми, туляремії, жовтої гарячки, малярії, вірусного гепатиту, кліщового енцефаліту. Переносниками багатьох таких хвороб є комахи-кровососи – москіти, комарі, блохи, кліщі. Збудники деяких інфекційних захворювань (наприклад, сказу, холери, лептоспірозу, бруцельозу) не мають переносників.

У природі хвороботворні організми відіграють дуже важливу роль обмежувачів надмірного розвитку популяцій. Людина не була винятком: у давніх і середньовічних містах епідемії відбувалися дуже часто. Наприклад, у VI ст. н.е.

Північну Африку, Сирію, Європу і Малу Азію охопила епідемія чуми. Перша пандемія чуми розпочалася в 541 році у Східній Римській імперії за часів правління імператора Юстиніана, тому названа його ім'ям. Окремими спалахами чума тривала у Середземномор'ї до 750 року, регулярно появляючись у кожному поколінні. Точна кількість загиблих від чуми Юстиніана невідома. За приблизними підрахунками, протягом двох століть загинуло від 25-50 до 100 млн людей. У ті часи це становило більш як третину населення світу.

Друга пандемія чуми, занесена зі Східного Китаю, пронеслася Європою, Азією і частиною Африки у середині XIV ст. (1347-1353) та отримала назву «чорна смерть». Збудником «Чорної смерті» став новий варіант чумної палички – *medievalis*. Вона знищила близько 25 млн людей, тобто майже половину населення Європи, а на острові Кіпр не лишилося жодної живої людини. Дослідники оцінюють смертність в Європі й на Близькому Сході на рівні між 30 і 50% населення. Найсильніше від пандемії постраждала Центральна Італія, Південна Франція, Східна Англія і Скандинавія. У ті часи чума мала майже 100% смертельний кінець. Коли щільність людської популяції зменшувалася, епідемія вщухала, і відновлювалася відносна рівновага.

1894 року розпочалася третя пандемія чуми, яка спалахнула у портових містах і тому отримала назву «портова чума». За перші 10 років пандемії (1894-1904 рр.) чуму було зафіксовано у 87 портових містах світу. Хвороба тривала від 1894 до 1921 року і призвела до смерті близько 20 млн людей у всьому світі.

Нині, завдяки розвитку гігієни і медицини, ймовірність виникнення епідемій знизилася. Але й досі час від часу трапляються спалахи туляремії, холери, гепатиту; повністю не ліквідовані осередки малярії, енцефаліту, поширюються венеричні захворювання, з'являються нові захворювання, наприклад, COVID-19. Люди часто мігрують у нові для них регіони, де контактують з новими вірусами. Через це зростають ризики швидкого розповсюдження небезпечних інфекцій на зразок гарячки Ебола, свинячого грипу, вірусу атипової пневмонії SARS, хвороби Зіка тощо.

До епідемій, які не вдалося повністю побороти, належить *ВІЛ-інфекція* – соціально небезпечне інфекційне захворювання, що розвивається внаслідок інфікування вірусом імунодефіциту людини (ВІЛ). Хвороба характеризується прогресуючою дисфункцією імунної, нервової, лімфатичної та інших систем організму. ВІЛ-інфекція належить до невиліковних хвороб, має тривалий хронічний перебіг та у разі відсутності ефективної терапії, закінчується смертю хворого. Науковці вважають, що ВІЛ виник у мавп Західної Африки і був пере-

даний людям наприкінці XIX або на початку XX ст. Основною причиною відсутності ефективних ліків є виняткова мінливість цього вірусу.

Ураження, що відбуваються на III-IV клінічних стадіях інфекції, яку спричинює ВІЛ, мають сукупну назву синдром набутого імунodefіциту (СНІД). Перший клінічний звіт про 5 випадків зараження ВІЛ з'явився 1981 року в США. До кінця 1982 року в країні вже було зафіксовано 771 випадок. 618 жертв вірусу померли того ж року. У ПАР і Ботсвані в 2017 р. майже кожен четверту смерть було спричинено ВІЛ/СНІД. Однак науковцям вдалося зменшити негативний вплив вірусу на людину та серйозно сповільнити його поширення. Наразі люди з ВІЛ можуть повноцінно жити, мати стосунки з людиною без вірусу, народжувати дітей, не передаючи їм вірусу, та не боятися заразити інших. А основною причиною, чому вірус досі поширюється, є несерйозне ставлення до нього людей. За даними ВООЗ, станом на 2018 рік у світі налічувалося близько 38 млн осіб із ВІЛ. Нині ВІЛ-інфекція поширена на усіх континентах і офіційно має назву пандемії.

За останні триста років відбулося щонайменше 10 глобальних епідемій грипу. Найстрашнішим виявився «іспанський грип» 1918-1920 років. Його пандемія, за різними оцінками, забрала життя 50 млн людей, а деякі дослідження називають цифру 100 млн. Жодна наступна епідемія грипу не досягала таких масштабів, а вчені й досі сперечаються про місце, де вперше спалахнув той вірус. Відносно нещодавньою була епідемія «свинячого» грипу (А/Н1N1), спалах якої припав на 2009 рік. За даними ВООЗ, у світі від нього померло понад 18 тис людей (Рис. 29).

| Пандемія | Рік | Збудник (вірус) | Кількість інфікованих, приблизно | Кількість померлих, світ загалом (оціночні дані) | Коефіцієнт смертності, % інфікованих |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|--|---|
| Іспанка (іспанський грип) | 1918-1919 | A/H1N1 | 500 млн | 50-100 млн | 2-3 |
| Азійський грип | 1956-1958 | A/H2N2 | Оцінки відсутні | 1-4 млн | Дані відсутні |
| Гонконгський грип | 1968-1969 | A/H3N2 | Оцінки відсутні | 1-4 млн | Дані відсутні |
| SARS | 2002-2003 | SARS-CoV | 8098 | 774 | 9,6 |
| Свинячий грип | 2009-2010 | H1N1/09 | 10-200 млн | Від 18500 (підтверджених лабораторно випадків за даними ВООЗ) до 203000 (за оцінками журналу The Lancet) | 0,03 |
| MERS | з 2012 р. і по сьогодні | MERS-CoV | 1917 лабораторно виявлених випадків у 17 країнах (дані ВООЗ) | 677 | 36 |
| Ебола | 2013-2016 | Ебола, геморагічна лихоманка | 28616 | 11310 | 39,50 |
| Сезонний грип | щорічно | в основному А/Н3N2, А/Н1N1 і В | 340 млн — 1 млрд | 250000-500000 щорічно | Кожний різновид грипу має свій коефіцієнт |

Джерела: WHO; European Centre for Disease Prevention and Control; The Economist Intelligence Unit

Рис. 29. Глобальні пандемії, починаючи з XX ст.

Причиною того, що грип досі не вдалося побороти, є унікальна біологія вірусу – він надзвичайно швидко поширюються і розмножуються, накопичуючи в генах велику кількість мутацій. У природі існують три різні типи вірусів грипу: А, В і С. Вони інфікують як людей, так і тварин, переважно птахів і свиней. Різні типи й підтипи не формують одне проти одного пересічного імунітету, тому впродовж одного року можливі повторні захворювання грипом. Головним інструментом протидії епідемії грипу наразі є вакцинація.

Хвороба, яку спричинює *вірус Ебола* (геморагічна гарячка Ебола) – гостра вірусна високо контагіозна природно-осередкова хвороба з тяжким перебігом, високою летальністю, вираженою інтоксикацією, зневодненням, ураженням кровоносних судин багатьох органів з розвитком тяжкого геморагічного синдрому. Вона входить до переліку хвороб, які здатні серйозно впливати на здоров'я населення і можуть швидко поширюватися у міжнародних масштабах. Крім того, гарячка Ебола увійшла до переліку подій, які регулюються сучасними Міжнародними медико-санітарними правилами.

Уперше спалахи гарячки Ебола було зареєстровано 1976 року в районі річки Ебола на території Республіки Конго. Потужний спалах стався 2007 р. в Уганді. Але найтяжча епідемія цієї хвороби зафіксована 2014 року в Західній Африці (Гвінея, Сьєрра-Леоне, Ліберія, Нігерія). Природний осередок вірусу Ебола, найвірогідніше, розташований у вологих лісах африканського континенту і західних районах Тихого океану. Джерелами інфекції є фруктоїдні кажани і, можливо, дрібні наземні гризуни. Вірус Ебола передається за прямого контакту з кров'ю або іншими рідинами організму інфікованої людини. Надалі має місце передача вірусу від людини до людини. Епідемія лихоманки Ебола протягом 2014-2016 рр. забрала життя понад 11 тис людей. Епідемію вдалося зупинити, проте наразі ліцензованої вакцини не існує.

Лихоманка Ласса – гостре інфекційне вірусне захворювання, споріднене захворюванню, що викликається вірусом Ебола. Перші випадки було помічено ще у 1950 році, однак їх вважали атиповим перебігом відомої тоді жовтої гарячки. Хворобу чітко відокремили у 1969 р., коли в місті Ласса (Нігерія) виник спалах. Джерелом лихоманки Ласса вважають гризунів, які масово переселилися ближче до людських помешкань через вирубування лісів. Епідемія 2019 року в Нігерії призвела до смерті 170 осіб.

Тяжкий гострий респіраторний синдром SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome) – вірусне інфекційне захворювання, що поширюється повітряно-крапельним шляхом, має тяжкий перебіг і високу летальність. У 2002 році спа-

лах захворювань, викликаних цим вірусом, призвів до смерті 916 хворих у 36 країнах світу, а всього захворіли майже 8 тис осіб.

Virus Zika (Zika) – вид вірусів роду *Flavivirus* (родина *Flaviviridae*), який переносять комарі роду *Aedes*. Вірус Зіка вперше було виявлено у 1947 р. в Уганді у лісі Зіка (на мові аборигенів *zika* означає «зарості»). У людей виникає хвороба, яку спричинює вірус Зіка (*Zika virus disease* – таку назву використовує ВООЗ). Гарячку Зіка з 1952 року зареєстровано в районах екваторіального поясу Африки і Азії. З 2016 року ВООЗ визнала цю хворобу такою, що може швидко поширюватися в міжнародних масштабах та увійшла до переліку подій, які спричинюють надзвичайну ситуацію в галузі охорони здоров'я на світовому рівні. Під час пандемії 2014-2016 років загалом задокументовано наявність гарячки Зіка у 44 країнах світу. А у 2017 році вже 76 країн повідомили ВООЗ про наявність в них циркуляції вірусу Зіка.

Віспа – інфекційне вірусне антропонозне захворювання, яке з VI по XX ст. призвело до смерті щонайменше 1 млрд людей. Тільки у XX ст. віспа вбила близько 300 млн осіб, що значно перевищує втрати в усіх війнах людства. Віспа стала навіть першою біологічною зброєю: армія Великої Британії використовувала її проти французів, а також проти американських індіанців у битвах за домінування над Америкою у 1750-х рр. У 1978 році з трибуни ВООЗ мали намір оголосити ліквідацію хвороби у світі, бо останній її випадок відбувся в Сомалі 1977 року. Однак в 1978 році у Великій Британії несподівано захворіла медичний фотограф Дженет Паркер, яка заразила ще й свою матір. Щоб припинити можливий спалах, негайно було вакциновано 500 контактів Паркер, яка стала останньою жертвою хвороби на планеті. 1980 року ВООЗ офіційно повідомила, що натуральна віспа ліквідована у природі. На вакцинацію було витрачено 2,4 млрд доз вакцини. Це єдина інфекція, яку вдалося повністю викоринити завдяки програмі вакцинації.

Кір – антропонозна інфекційна хвороба, яку спричинює вірус *Morbillivirus*. Це гостре вірусне захворювання, що супроводжується запальним ураженням верхніх дихальних шляхів, висипом і поширенням токсинів, що продукуються вірусом, по всьому організму. Переважно на кір хворіють діти, які не мають щеплень, але захворіти також можуть дорослі, яких не вакцинували у дитинстві. Це захворювання, яке й у XXI ст. залишається однією з основних причин смертності серед дітей раннього віку в усьому світі.

На кір хворіють тільки люди, і зараження відбувається тільки від людини до людини. Вірус кору передається повітряно-крапельним шляхом. Також він

здатний потрапляти на різні поверхи крізь вікна, вентиляцію і навіть сусідні будівлі через потоки повітря. Людина може заразитися, коли перебуває у будинку з вірусом або ж контактує з хворим. За даними ВООЗ, у 2018 році від кору померли 140 тис людей, захворіли – 9,7 млн. За перші півроку 2019-го хворих на кір у світі побільшало утричі порівняно з цим періодом минулого року.

Коронавіруси – це рід вірусів, пронизаних шипами з кулястими головками, що нагадує корону. Не слід плутати з COVID-19 – хворобою, спричиненою одним із коронавірусів (SARS-CoV-2). Ще у 2002-2004 рр. стався спалах захворювання, викликаний коронавірусом SARS-CoV. Цей вірус викликає розвиток атипової пневмонії, або тяжкого гострого респіраторного синдрому. Тоді на SARS захворіли більш ніж 8 тис людей, померли близько 770 осіб у всьому світі. Інший коронавірус MERS-CoV спричинює близькосхідний респіраторний синдром, для якого характерний розвиток гострої пневмонії та ниркової недостатності. MERS-CoV вперше виявили в Саудівській Аравії у 2012 році. У 2015 р. спалах цього захворювання стався у Південній Кореї. З 2012 р. близькосхідним коронавірусом заразилося 1813 осіб. Науковці досі шукають джерело хвороби, але за основним припущенням, вона передалася людям від верблюдів.

Причинами коронавірусу є мутації, в результаті яких з'являється новий тип вірусу. Джерелом коронавірусної інфекції є хвора людина. При цьому період контагіозності невизначено довгий. Джерелом коронавірусу можуть бути деякі звірі (мавпи, птахи, змії). Джерелом нового типу збудника 2019 nCov стали, ймовірно, кажани. Вірус передається повітряно-крапельним, повітряно-пиловим, фекально-оральним шляхом. У людей сприйнятливість до коронавірусу дуже висока, захворювання загрожує всім віковим групам. Антигенна різномірність вірусів зумовлює значну частоту повторного інфікування збудниками інших серологічних типів. Вірус 2019-nCoV вперше зафіксували в китайському місті Ухань у грудні 2019 року. А вже **11 березня 2020 року** ВООЗ оголосила пандемію, зазначивши, що світ ще ніколи не стикався з пандемією, яку викликав коронавірус (Рис. 30). Кількість померлих від COVID-19 перевищила **1 млн осіб** 27 вересня 2020 року, підтверджених випадків хвороби на цю дату – 33 млн 303 290.

Нині патогенетичні механізми розвитку коронавірусної інфекції вивчені недостатньо. Вхідними воротами для інфекції є слизова оболонка верхніх дихальних шляхів. При ураженні збудником 2019 nCov інфікування стрімко поширюється на бронхи та легені. Захворювання супроводжується синтезом антитіл, які не гарантують захисту від повторного зараження. Оскільки спеціального лі-

кування від коронавірусів немає, всі заходи на початку пандемії були спрямовані на стримування інфекції шляхом введення тотального карантину, закриття кордонів та мінімізації соціальних контактів. І тільки влітку ВОЗ розробила практичні рекомендації надання медичної допомоги хворим на COVID-19, протокол якої затверджується у кожній країні та є адаптованим до потреб їх систем охорони здоров'я.

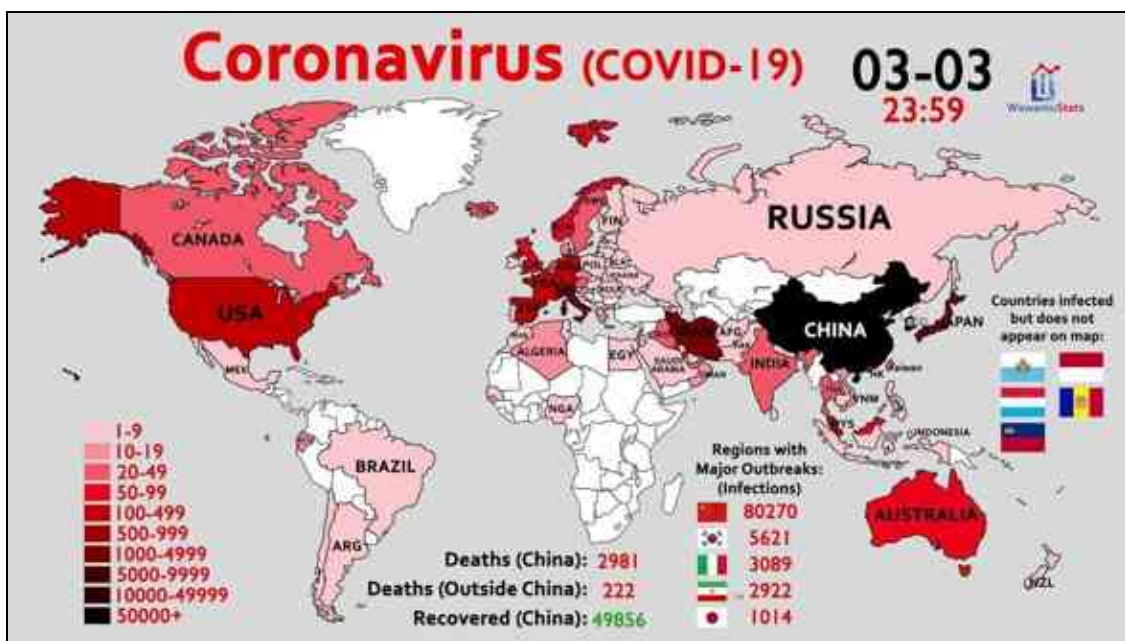


Рис. 30. Захворюваність на COVID-19 у світі станом на 03.03.2020 року

Отже, факторами передачі збудників інфекційних хвороб (інфекції) є забруднені збудниками об'єкти навколишнього середовища та життєдіяльності людини (повітря, ґрунт, вода, харчові продукти, медичні інструменти, предмети побуту тощо), а також заражені збудниками інфекційних хвороб живі організми, за участю яких відбувається перенесення збудників від джерела інфекції до інших осіб. Важливим фактором розповсюдження інфекцій є зміна клімату. Зокрема, збільшення кількості повеней та хвиль спеки додатково сприяє розповсюдженню збудників інфекцій, які передаються через воду, як-от холера. За прогнозами ВОЗ, до 2050 року зміна клімату спричинить 250 тис смертей через тепловий стрес, недоїдання і розповсюдження інфекцій типу малярії.

Ризик розповзання інфекцій зростає із збільшенням кількості туристів, причому збудник може потрапити дуже далеко за той час, поки хвороба перебуває в інкубаційному періоді, коли її симптоми не помітні. Здатність різних країн протидіяти спалахам пандемій знижується внаслідок військових конфліктів. Гарячі фази конфлікту тільки збільшують інфекційні ризики. Ймовірність

розповсюдження епідемій зростає в країнах з погано розвинутою системою охорони здоров'я, особливо в тих, де не вистачає медичного персоналу.

Дієвим засобом запобігання виникненню інфекційних хвороб є *профілактика* – суспільна й індивідуальна. Профілактичні заходи поділяють на загальні й спеціальні. Загальними є державні заходи, спрямовані на поліпшення медичного забезпечення, умов праці та відпочинку населення, санітарно-технічні й інші заходи, що сприяють ліквідації інфекційних хвороб. Спеціальні профілактичні заходи проводяться фахівцями лікувально-профілактичних і санітарно-епідеміологічних установ. Профілактика небезпечних інфекційних захворювань також регулюється Міжнародними медико-санітарними правилами, затвердженими 58-ю асамблеєю ВООЗ 23 травня 2005 року.

3.5 Антропогенні фактори та їх вплив на здоров'я людини

*Швидкість виникнення забруднювачів
не може перевищувати швидкість,
з якою забруднювач може бути розкладений,
поглинений або перероблений без шкоди для довкілля.*

Герман Е. Дейлі, американський еколого-економіст

Антропогенний означає народжений людиною. Отже, антропогенними називають ті фактори, які своїм походженням зобов'язані будь-якій діяльності людини. Цим вони принципово відрізняються від факторів природних, які виникли ще до появи людини, але існують і діють досі. Антропогенні фактори (АФ) виникли у стародавні часи, але спочатку вони були вкрай обмеженими за своїми масштабами. Вплив АФ істотно посилювався, коли людина навчилася добувати вогонь, а набір факторів значно поширився з розвитком тваринництва, рослинництва, появою крупних поселень. Особливе значення для біосфери мала поява таких АФ, які ніколи не мали аналогів у природі, оскільки в ході еволюції живі організми не змогли виробити жодних пристосувань до них.

Нині вплив людини на біосферу досяг глобальних масштабів: відбувається тотальне забруднення природного середовища, географічна оболонка насичується технічними спорудами (містами, заводами, трубопроводами, шахтами, водосховищами); техногенними елементами (залишками космічних апаратів, контейнерами з токсичними речовинами, звалищами); новими речовинами, які не асимілюються біотою; новими процесами – хімічними, фізичними, біологічними і змішаними (термоядерний синтез, біоінженерія тощо).

Комплекс антропогенних факторів, що впливають на стан біосфери і здоров'я людини, дуже різноманітний. Дія кожного з факторів або групи факторів може стати причиною виникнення негативних наслідків. Будь-які процеси у біосфері, викликані антропогенними факторами, розвиваються за принципом ланцюгової реакції. Вплив людини на природу може бути *свідомим* (спеціальним) та *випадковим* (необдуманим). Наприклад, людина свідомо створює нові біогеоценози, виводить високопродуктивні й стійкі до захворювань форми організмів, розселює одні види та знищує інші.

Однак свідомі дії нерідко набувають рис необдуманих, зокрема тоді, коли не були заздалегідь передбачені. Наприклад, так відбувається випадкове завезення шкідників чи паразитів разом з вантажем або харчовими продуктами. Небажані явища можуть викликатися й цілком свідомими діями – осушенням боліт, розорюванням цілини, надмірним випасом худоби, зрошенням, вирубуванням лісів тощо.

Наприклад, «ланцюгова реакція» на надмірний випас худоби виглядає так: з біоценозу випадає низка рослинних видів, які поїдаються свійськими тваринами. Після цього на території пасовища швидко утворюються рослинні угруповання з невеликою видовою різноманітністю, які худоба не споживає. Їх чисельність швидко зростає. Як наслідок, цей по суті новий біоценоз буде малостійким, з нестабільною чисельністю популяцій. Якщо вплив АФ (випасу худоби) посилюватиметься, це може призвести до глибоких незворотних змін і навіть повної деградації пасовищної екосистеми. Вплив на людину проявляється у позбавленні доступу до забезпечення худоби кормовими ресурсами.

Всю різноманітність АФ поділяють на такі основні підгрупи:

- *Фактори-тіла* – все, що характеризується чіткою просторовою визначеністю і тривалістю впливу. Наприклад, штучний рельєф (кургани, терикони), водойми (водосховища, канали, ставки), споруди і будівлі. Вироблені людиною колись, ці АФ часто існують віки і навіть тисячоліття. Можуть поширюватися на значні площі.
- *Фактори-речовини* – це токсичні й радіоактивні хімічні речовини, штучні хімічні сполуки, аерозолі, стічні води тощо. Вони, на відміну від факторів-тіл, не мають просторової визначеності, постійно змінюють концентрацію і мігрують, відповідно змінюючи ступінь впливу на елементи природи та людину. Деякі з них з часом руйнуються, інші можуть бути присутні у довіччій кількості, сотні й навіть тисячі років (наприклад, деякі радіоактивні речовини), що зумовлює можливість їхньої акумуляції у природі.

- *Фактори-процеси* – все, що має динамічний характер та прямо чи опосередковано впливає на природу, господарство і населення. Фактори-процеси часто займають обмежені ділянки території, але можуть охоплювати й великі простори. Це, зокрема, вплив на природу домашніх тварин і рослин, знищення шкідливих і розведення корисних організмів, випадкове чи навмисне переміщення організмів у просторі, добування корисних копалин, спричинена людиною ерозія ґрунтів тощо.
- *Фактори-явища* – це, наприклад, тепло, світло, радіохвилі, електричні й магнітні поля, вібрація, тиск, звукові ефекти. На відміну від інших АФ, фактори-явища здебільшого мають точні параметри, а в міру віддалення від джерела вироблення їхній вплив на природу зменшується.

На відміну від абіотичних і біотичних факторів, до впливу яких живі організми в процесі еволюції зуміли адаптуватися, щодо впливу більшості АФ подібних пристосувань у організмів (і людини) не існує. Наприклад, складування порожньої породи у процесі видобутку вугілля призводить до утворення таких *факторів-тіл*, як відвали і терикони. Наслідками їх впливу є забруднення прилеглої території пилом і газом. Палаючі терикони забруднюють повітря отруйними речовинами: сірчанам ангідридом, окисом вуглецю, діоксидом азоту, сірководнем тощо (Рис. 31).

АФ-тілами також є водосховища, спорудження яких зазвичай спричинює виникнення негативних наслідків для природи і населення, зокрема:

- затоплення і підтоплення прибережних земель;
- заболочення і заростання берегів;
- деградація рослинного і тваринного світу;
- заболочування і евтрофікація акваторій (Рис. 32);
- загрози прибережним населеним пунктам і господарським об'єктам;
- обмеження рекреаційного і рибогосподарського використання водосховищ.

Видобування корисних копалин є *АФ-процесом*. Той самий видобуток і збагачення вугілля має своїм наслідком утворення величезної кількості пилу і газів, які містять токсичні компоненти – окисли азоту, сірки, вуглецю, сірководнів, метан тощо. Шахтні води забруднюють водойми сірчаноокислими і залізо-вмісними сполуками та продуктами розмиву ґрунтів, що спричинює інтенсивну ерозію на шляху їхнього скидання.



Рис. 31. Палаючі терикони



Рис. 32. Евтрофікація водосховища

АФ-процес безконтрольного вирубування лісів призводить до знеліснення і спустелення. Нині площа лісів світу становить близько 4 млрд га, а сконцентровані вони в межах двох лісових поясів – північному, з переважанням хвойних порід (пролягає через Канаду, США, Скандинавію і Росію) та південному, переважно з листяними деревами (Центральна і Південна Америка, Екваторіальна Африка, Південна і Південно-Східна Азія). Ліси є «легенями» планети: вони відновлюють кисень у атмосфері, зберігають ґрунтові води, запобігають руйнуванню ґрунту. Суцільна вирубка тропічних лісів Амазонії (Амазонської низовини) призводить до руйнування цих «легенів» (Рис. 33). Збереження лісів необхідно у тому числі й для здоров'я людства.



Рис. 33. Вирубка тропічних лісів Амазонії

Світові лісові ресурси безжалісно зводяться під ріллю і плантації, під будівництво, до того ж деревина широко використовується на дрова і деревообробну продукцію. Як наслідок, знеліснення набуло глобальних масштабів. За останні 200 років площа лісів скоротилася щонайменше удвічі; щороку знищується у середньому 125 тис км² лісів, що дорівнює територіям Австрії і Швейцарії, разом узятим. Серед екологічних наслідків знеліснення головними є такі:

- різкі зміни кругообігів енергії, води, глобальних біогеохімічних циклів;
- зміна клімату на локальному, регіональному і глобальному рівнях;

– зменшення біорізноманіття рослинного і тваринного світу.

АФ-процесом є також сінокосіння – одноразове чи багаторазове зрізання вегетативних частин рослин протягом вегетаційного періоду. Скошування лугових і степових травостоїв спричинює екологічні зміни, тотожні тим, які відбуваються за вирубування дерев:

- знищення надземної частини рослин;
- підсилення прогрівання приземного шару повітря і ґрунту, який швидко пересихає;
- зменшення потужності підстилки;
- поступове збідніння ґрунту елементами живлення.

Те ж саме стосується надмірного випасу худоби. Найбільший тиск на фітоценози спричиняють кози і вівці. Кози поїдають не лише трав'янисті рослини, але й чагарники і невеликі деревця, а вівці настільки низько підрізають дернину, що знищують траву з корінням.

Провідними *АФ-явищами* є електромагнітне випромінювання, антропогенне тепло чи світло, радіохвилі, електричні поля, вібрація, тиск, звукові ефекти. Їх надмірний вплив на людину також призводить до появи негативних наслідків. Наприклад, за тривалого впливу шуму навіть невеликих рівнів порушується режим роботи мозкових клітин, внаслідок чого відбуваються зміни у центральній нервовій системі. Це спричинює порушення сну, підвищує втомлюваність, змінює психіку. Внаслідок постійного впливу шуму може виникати стійка втрата слуху (глухота).

Про шкідливий вплив шуму на здоров'я людини було відомо давно. Ще у XVI ст. німецький лікар Теофраст Парацельс вважав, що саме шум спричинює глухоту і головний біль у шахтарів, мірошників (мельників) і карбувальників (чеканників). Гучні звуки збуджують людину, сприяють надходженню в кров великої кількості гормонів, зокрема адреналіну, внаслідок чого виникає відчуття небезпеки, страху. Рівень шуму у великих містах нині зріс проти XIX ст. у десятки, сотні й навіть тисячі разів. До джерел шуму належать усі види транспорту, промислові об'єкти, гучномовні пристрої, ліфти, телевізори і радіоприймачі, музичні інструменти тощо.

Крім шуму, на здоров'я людини істотно впливає вібрація – механічні коливання, що виникають у пружних тілах та передаються на тіло людини. Вібрація спричиняє патологічні зміни у нервовій і кровоносній системах, деформацію суглобів. Найшкідливішим є одночасний вплив вібрації, шуму і низької температури, що призводить до професійного захворювання – віброшумової хво-

роби і може стати причиною інвалідності. Електромагнітне випромінювання (ЕМВ) негативно впливає на нервову і серцево-судинної системи, структуру кори головного і спинного мозку людини. Тривалий інтенсивний вплив ЕМВ на людей призводить до хронічних захворювань. За систематичного впливу ЕМВ високої частоти на організм людини спостерігаються підвищення кров'яного тиску, трофічні явища (випадіння волосся, ламкість нігтів).

Провідними *АФ-речовинами* є забруднення. В процесі природокористування відбувається т. зв. соціальний обмін речовин, який привносить у навколишнє середовище речовину та енергію, що мають назву «забруднення». Загалом, АФ забруднення можна вважати все те, що з'являється у довкіллі не в тому місці, не у той час і не в тих кількостях, які зазвичай притаманні природі. Основними видами забруднення є фізичне, хімічне, біологічне тощо (Табл. 7).

Табл. 7. Основні види забруднення навколишнього середовища

| Вид забруднення | Характеристика |
|--------------------------|---|
| 1. Механічне | Засмічення середовища агентами, що мають лише механічний вплив без фізико-хімічних наслідків (запилення атмосфери). |
| 2. Хімічне | Зміна хімічних властивостей середовища, що негативно впливає на екосистеми, людей і технологічні пристрої. |
| 3. Фізичне | Зміна фізичних параметрів середовища: енергетичних (термальне забруднення), хвильових (світлове, шумове, електромагнітне), радіаційних (радіаційне чи радіоактивне забруднення) тощо. |
| 3.1. Теплове (термальне) | Підвищення температури середовища, переважно внаслідок промислових викидів нагрітого повітря, газів і води; може виникнути і як вторинний наслідок зміни хімічного складу середовища. |
| 3.2. Світлове | Порушення природної освітленості місцевості внаслідок впливу штучних джерел світла; може призводити до аномалій у життєдіяльності рослин, тварин і людей. |
| 3.3. Шумове | Збільшення інтенсивності шуму понад природний рівень; у людини підвищує стомлюваність, знижує розумову активність, спричинює поступову втрату слуху. |
| 3.4. Електромагнітне | Зміна електромагнітних властивостей середовища (спричиняють лінії електропередачі, радіо і телебачення, робота деяких промислових і побутових установок); призводить до глобальних і місцевих географічних аномалій і змін у тонких біологічних структурах. |
| 4. Радіаційне | Перевищення природного рівня вмісту в природному середовищі радіоактивних речовин. |
| 5. Біологічне | Проникнення у екосистеми і технологічні пристрої різних видів тварин і рослин, які порушують екологічну рівновагу чи спричиняють соціально-економічні збитки. |
| 5.1. Біотичне | Поширення небажаних біогенних речовин (виділень, мертвих тіл), які порушують екологічну рівновагу. |

| Вид забруднення | Характеристика |
|----------------------|--|
| 5.2. Мікробіологічне | <ul style="list-style-type: none"> – поява великої кількості мікроорганізмів унаслідок їхнього масового розмноження на антропогенних субстратах або у середовищах, змінених людиною в ході господарської діяльності; – набуття раніше нешкідливою формою мікроорганізмів патогенних властивостей чи здатності пригнічувати інші організми. |
| 6. Інформаційне | Зміна властивостей природного середовища, що погіршує функції носія інформації. |

Для виявлення ареалу впливу АФ забруднення важливе значення має розпізнання шляхів міграції забруднювальних речовин у різних компонентах навколишнього середовища (Рис. 34). Правильне уявлення про потужність впливу АФ на природу і людину, т. зв. напруженість антропогенного впливу, сприяє вирішенню численних природоохоронних завдань. Якщо інтенсивність антропогенного впливу зростає, відповідно мають збільшуватися масштаби природоохоронних заходів.

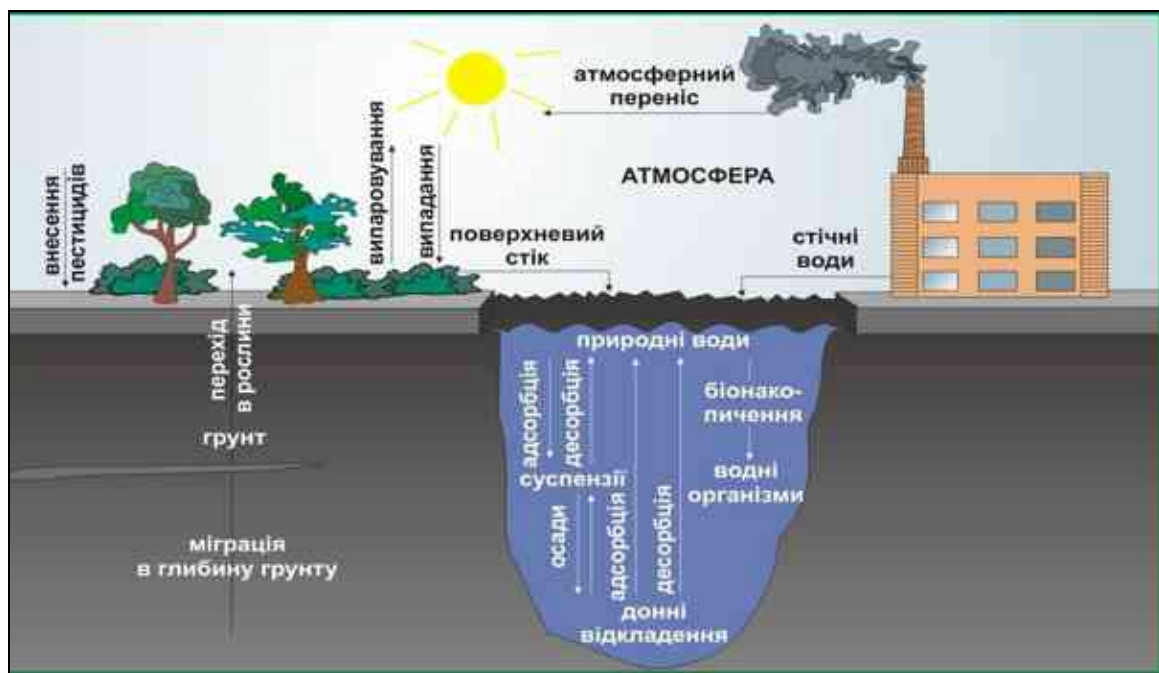


Рис. 34. Шляхи міграції забруднювальних речовин

До АФ-речовин також належать *хімічні фактори* – пестициди, мінеральні добрива, важкі метали, сильнодіючі отруйні промислові речовини, дими (у тому числі тютюновий), будівельні матеріали і побутова хімія. Деякі хімічні речовини тривалий час не виводяться з організму, акумулюючись у тканинах і органах. Виникає т. зв. кумулятивний ефект, внаслідок чого їх негативний вплив на організм людини постійно зростає. Основним методом контролю ступеня

чистоти середовища є оцінка вмісту в ньому певних шкідливих речовин відносно гранично допустимих концентрацій (ГДК) і доз (ГДД) цих речовин. Зазвичай ГДК відображають критичний діапазон якогось фактору, за межами якого людина із зони оптимуму потрапляє у зону песимуму. Перевищення ГДК і ГДД завжди супроводжуються погіршенням популяційного здоров'я населення.

3.5.1 Вплив пестицидів на здоров'я людини

Пестициди (від лат. *pestis* – зараза, *caedo* – вбиваю) – це речовини хімічного чи біологічного походження, призначені для знищення, регуляції та припинення розвитку шкідливих організмів, гризунів, бур'янів, деревної і чагарникової рослинності, а також переносників небезпечних захворювань. У середині ХХ ст. нові синтетичні речовини – пестициди – стали вважати панацеєю від сільськогосподарських шкідників. З року в рік обсяги їх використання нарощувалися шаленими темпами, хіміки-науковці створювали нові речовини, аграрії впроваджували нові пестициди у виробництво. При цьому повноцінні дослідження на їх безпечність для людини і довкілля залишали на потім. Спрощений доступ та вільна реалізація пестицидів сприяли збільшенню використання цих речовин у домашньому садівництві й городництві.

Нині у світі відомо понад 10 тисяч найменувань пестицидів. За походженням пестициди можна поділити на три групи:

- ☞ препарати рослинного, грибкового і бактеріального походження;
- ☞ неорганічні препарати міді, заліза та інші;
- ☞ препарати промислового органічного синтезу (органічні сполуки хлору, фосфору, ртуті та інших металів).

Найбільшою загрозою не лише для здоров'я, але й для самого життя людини, становлять пестициди третьої групи. Це переважно сім груп отрутохімікатів: хлорорганічні, фосфорорганічні, ртутьорганічні сполуки, карбамати, нітрофеноли, специфічні гербіциди та мідєвмісні фунгіциди. Розглянемо їхню дію.

Хлорорганічні сполуки (ХОС). Найвідомішим пестицидом цієї групи є інсектицид ДДТ (ДихлороДифенілТрихлорометилметан). Інсектицидами називаються речовини, які використовуються у сільському господарстві чи садівництві для боротьби з шкідливими комахами. Інсектицидні властивості ДДТ відкрив швейцарський хімік Пауль Герман Мюллер, за що йому було присуджено Нобелівську премію. У 1943 р. розпочалося масове виробництво ДДТ, одна мільйонна частка грама якого миттєво паралізувала комаху. До середини 1960-х років у світі вже було вироблено і розпилено на полях близько 1,5 млн т цього

препарату. Застосування ДДТ різко підвищило показники сільськогосподарського виробництва і дало змогу здійснити «зелену революцію» в країнах Латинської Америки та Південно-Східної Азії.

Однак згодом підвищені концентрації ДДТ почали виявляти в тканинах промислових риб, споживання яких призводило до тяжких отруєнь людей. Підвищений вміст препарату виявляли у печінці пінгвінів і навіть у жіночому молоці. З'ясувалося, що ДДТ є хімічно стійкою сполукою з періодом природного напіврозпаду 49 років; накопичується у ґрунті й воді, звідки надходить до ланцюгів живлення. На кожному наступному трофічному рівні концентрація ДДТ зростала у десятки, сотні й навіть тисячі разів. Потрапляючи до організму людини, ДДТ акумулювався у тканинах і спричиняв захворювання нервової системи, серця, печінки. Американські вчені дійшли висновку, що ДДТ може підвищувати шанси захворіти на хворобу Альцгеймера.

Через небезпечність для здоров'я людини у 1972 році цей пестицид заборонили у США, а потім – практично в усіх країнах світу. Але й нині його вміст у тканинах людини приблизно удвічі перевищує ГДК. Всесвітня організація охорони здоров'я все ще рекомендує ДДТ для стримування малярії, тому в деяких країнах він використовується для боротьби з малярією. Близькими до ДДТ за впливом на організм людини є гексахлорциклогексан, гептахлор, хлорбензол, внаслідок чого ці ХОС майже повсюдно заборонено.

Фосфорорганічні сполуки (ФОС), на відміну від ХОС, досить інтенсивно виробляються і використовуються у сільському господарстві. Серед них є отруйні речовини (метафос, меркаптофос) і високотоксичні (фосфамід), застосування яких цілком заборонено; є сполуки середньої токсичності (хлорофос, карбофос), які поки що використовуються обмежено; є низько токсичні препарати (метилацетофос, авенін), які застосовуються доволі широко. Більшість ФОС, навіть низько токсичні, характеризуються кумулятивним ефектом і тому можуть становити небезпеку для здоров'я людини. Отруєння супроводжується головним болем, запамороченням, кволістю. У тяжких випадках настає непритомність, уражаються нирки, печінка, серце, можливий летальний кінець. Порівняно з ХОС, фосфорорганічні сполуки діють набагато сильніше, але їхній період напіврозпаду зазвичай менший – від кількох тижнів до кількох місяців.

Ртутьорганічні сполуки (РОС) є потужними фунгіцидами і бактерицидами. Фунгіциди застосовуються для боротьби з грибками рослин, а бактерициди – для знищення бактерій та інших мікроорганізмів на зерні. РОС високотоксичні, легко проникають у мозок, характеризуються кумулятивним ефектом. Для

передпосівного протруювання насіння найчастіше використовуються гранозан і меркуран. Головною діючою речовиною є ртуть. Потрапляючи у кров, вона накопичується в різних органах людини, зв'язується з ферментами і порушує їхню роботу. Високі дози ртуті призводять до тяжких порушень свідомості або навіть до смерті від гострої серцево-судинної недостатності.

Отруєння можуть спричиняти будь-які ртутювмісні сполуки. Ртуть нагромаджується у ґрунтах чи водоймах і далі мігрує трофічними ланцюгами, поступово концентруючись, як ДДТ. З біотичного кругообігу ртуть вилучається лише в результаті її виносу в Світовий океан та поховання у донних осадових відкладах. Наприклад, у балтійській трісці вміст ртуті іноді сягає 800 мг на 1 кг маси. Тобто, з'ївши п'ять-шість таких рибин, людина отримує стільки ртуті, скільки міститься у медичному термометрі.

Карбамати (похідні карбамінової кислоти) – це складні ефіри карбамінової кислоти, які широко застосовуються у сільському господарстві в якості діючих речовин пестицидів. Біологічну активність карбаматів було виявлено у 1923 р., а синтезовано у 1929 р. Перші похідні карбамінової кислоти, які мають властивості інсектициду, було синтезовано у 1947 році. Нині відомо більше тисячі похідних карбамінової кислоти. Близько 50 з них широко використовуються як інсектициди, фунгіциди, гербіциди і нематоциди. Гербіциди – хімічні препарати або їх композиції, що використовуються для боротьби з небажаною рослинністю. Нематоциди допомагають рослинам позбавитися фітогельмінтів – шкідливих нематод.

До 1980-х років виробництво карбаматів постійно нарощувалося, але вже через 15-20 років пішло на спад. Похідні карбамінової кислоти, хоча і характеризуються широким спектром інсектицидної активності, мають обмежене застосування через високу токсичність для теплокровних тварин і людини. Багато з них нині заборонено.

Нітрофеноли – органічні сполуки, похідні фенолу із загальною формулою $\text{HOC}_6\text{H}_{5-n}(\text{NO}_2)_n$. Ці фенольні сполуки добуваються з кам'яного вугілля і застосовуються як інсектициди, фунгіциди та гербіциди. Нітрофеноли токсичні для людини та мають канцерогенні властивості. Вони згубно впливають на будь-які клітини організму, уражують центральну нервову систему, печінку, нирки. Деякі з них вибухонебезпечні, отруйні, сильно подразнюють шкіру і слизові оболонки, викликають дерматити. Тому в багатьох країнах їх виробництво і використання заборонено.

В групі *мідевмісних фунгіцидів* найвідомішими пестицидами є бордоська рідина та мідний купорос з діючою речовиною сульфатом міді. Мідевмісні препарати, як і ртуть, з часом не втрачають своєї токсичності, вони накопичуються у ґрунті, частково – у винограді, та можуть потрапити в організм людини. Мідь спричинює загальне отруєння, а за великих концентрацій ймовірним стає летальний кінець.

Загалом отруєння пестицидами і продуктами їх трансформації в екосистемах належать до основних проявів зворотного впливу антропогенних факторів на людину. Спільними симптомами для всіх отруєнь пестицидами є сонливість, головний біль, запаморочення, надмірне потіння, порушення зору, блювота, біль у м'язах і животі, судоми. У сукупності пестициди є сильними «наркотиками» для екосистем, адже вони модифікують функції життєво важливих ланок ланцюгів живлення – консументів і продуцентів. Зокрема, у червні 2020 року хорватські бджолярі виявили мільйони мертвих бджіл біля кордону з Угорщиною. Причиною цієї екологічної катастрофи стало отруєння пестицидами.

3.5.2 Інші забруднення та їх вплив на організм людини

Протягом всієї історії людства в біосфері з'явилося безліч потенційно небезпечних речовин, переважно у великих кількостях. Вплив цих чужорідних сполук (ксенобіотиків) на живі організми часто призводив до трагічних наслідків. Одним з найбільш негативних прикладів є поява діоксину в навколишньому середовищі низки країн Заходу в 1950-60-ті роки та у Південному В'єтнамі під час хімічної війни в період з 1961 по 1972 роки.

Діоксином в органічній хімії називають шестичленний гетероцикл, в якому два атоми кисню пов'язані двома подвійними вуглець-вуглецевими зв'язками. *Діоксини* – велика група хлорованих вуглеводнів, дуже стійкі токсичні сполуки з періодом напіврозпаду 7-11 років, які мають здатність накопичуватися у ланцюгах живлення. Утворюються у процесах нафтопереробки, спалювання автомобільного бензину і сміття. Найвищі рівні діоксину виявлено в ґрунтах, харчових продуктах, особливо у молоці, м'ясі, рибі й молюсках. Короткочасний вплив діоксину на людину може призвести до патологічних змін шкіри, функції печінки. Тривала дія спричинює ушкодження імунної, нервової, ендокринної систем і репродуктивних функцій.

Діоксин – одна з найпідступніших отрут, відомих людству. На відміну від звичайних отрут, токсичність яких пов'язана з придушенням ними певних функцій організму, діоксин підвищує активність низки окислювальних залізовміс-

них ферментів, що призводить до порушення обміну речовин і придушенню функцій організму. Навіть невеликі кількості діоксину створюють небезпеку для живих організмів, у т. ч. людини.

Історія діоксину розпочалася у 1930-х роках, коли у США було розроблено спосіб отримання поліхлорфенолів з поліхлорбензолів лужним гідролізом за високої температури під тиском та доведено, що ці препарати є ефективними засобами для консервації деревини. Вже 1936 року з'явилися повідомлення про масові захворювання серед робітників штату Міссісіпі, зайнятих консервацією деревини за допомогою цих агентів. Більшість з них страждали на важке шкірне захворювання, що спостерігалось раніше серед робітників хлорних виробництв. Високу токсичність діоксину для тварин і людей було встановлено в 1957 році. Не зважаючи на це, препарат пройшов до багатьох сфер виробництва. Його натрієва і цинкова солі, а також продукт переробки – гексахлорофен – широко застосовувалися у сільському господарстві, текстильній і паперовій промисловості, в медицині тощо. До 1960 р. виробництво трихлорфенолу досягло десятків тисяч тон щороку.

Джерелами надходження діоксинів у навколишнє середовище є виробництво пестицидів; технологічні процеси відбілювання целюлози, що передбачають хлорування; електролізні процеси отримання нікелю і магнію з їх хлоридів, лиття сталі й міді, переплавки лому заліза; виробництво алюмінію; нафтопереробка; спалювання автомобільного масла і бензину; порушення правил захоронення промислових відходів; промислові аварії; використання хімічних речовин у військових конфліктах. Джерелами діоксинів і діоксиноподібних сполук (ДПС) можуть бути хлорована водопровідна вода і продукти харчування (Рис. 35).

Мінеральні добрива. Промисловість нині виробляє кілька сотень найменувань азотних, фосфатних, калійних і комбінованих добрив. Щороку в ґрунти вносяться десятки мільйонів тон добрив. Рослини засвоюють лише близько 40% цієї маси, решта потрапляє у водойми. Питна вода, забруднена мінеральними добривами (насамперед азотними), стала звичайним явищем у багатьох регіонах світу. Крім того, через надмірні концентрації добрив у ґрунті вони нагромаджуються в рослинах і через продукти харчування потрапляють до організму людини. Діючими речовинами багатьох азотних добрив є нітратні та нітритні сполуки, які становлять реальну загрозу здоров'ю і життю людини. Нітрати взаємодіють з гемоглобіном, переводячи його у форму, не здатну зв'язувати кисень. Летальна доза нітратів для людини становить близько 2,5 г.



Рис. 35. Джерела надходження діоксинів і ДПС у організм людини

Надмірне або неконтрольоване застосування мінеральних добрив супроводжується забрудненням ґрунту баластними речовинами (хлоридами, сульфатами), накопиченням отрутохімікатів у ґрунті, продовольчих товарах, кормах, поверхневих і підґрунтових водах. Серед негативних наслідків надмірного внесення у ґрунт мінеральних добрив головними є такі:

- забруднення ґрунтів, поверхневих і підземних вод;
- накопичення нітратів у ґрунтах і рослинах, забруднення ними поверхневих і підземних вод, погіршення здоров'я людей;
- посилення евтрофікації водойм;
- ущільнення ґрунтів та посилення їхньої кислотності;
- порушення кругообігу і балансу поживних речовин у ґрунті;
- погіршення агрохімічних властивостей і родючості ґрунту;
- захворювання свійських тварин, погіршення якості м'ясо-молочної продукції;
- погіршення санітарного стану посівів і поширення хвороб рослин;
- зниження продуктивності сільськогосподарських культур і якості отриманої продукції.

Систематичне використання кислих добрив, переважно азотних, призводить до підвищення кислотності ґрунтів, а довготривале використання добрив

одного класу – до накопичення аніонних залишків, зокрема сульфатів і хлоридів, що є причиною засолення ґрунтів. Нинішні способи використання мінеральних добрив забезпечують засвоєння рослинами до 50% діючих речовин, а решта виноситься за межі орних земель і забруднює довкілля, передусім поверхневі водойми. Значно зменшити надлишок нітратів у ґрунті й рослинах можна за рахунок одночасного внесення органічних і мінеральних добрив, сидерації.

Третє місце після отруєнь пестицидами і нітратами посідають *важкі метали* – ртуть, свинець, цинк, манган, хром, нікель, які використовуються людиною з давніх часів. Отруєння людини важкими металами найчастіше пов'язують зі свинцем, ртуттю, миш'яком і кадмієм. Інші важкі метали, включаючи мідь, цинк і хром, корисні для організму в невеликих кількостях, також стають токсичними у великих дозах.

Свинець викидається у атмосферу під час згоряння бензину в автомобільних двигунах. У стометровій смузі навколо шосе вміст свинцю становить 100-150 мкг на 1 кг ґрунту, у той час як нормальним вважається його середній вміст до 10 мкг/кг. Уміст свинцю у кістках первісної людини становив лише 2 мг, тоді як у сучасної людини – 100-200 мг. Отруєнням свинцем спричинює сатурнізм – у хворих порушується пам'ять, відбувається прогресуюча фізична і розумова деградація.

Інші важкі метали вражають нервову систему. Вони здатні накопичуватися в організмі людини і характеризуються пролонгованою дією. Вилучаються з природного кругообігу тільки після вимивання у Світовий океан і поховання у донних відкладах. Ртуть, кадмій і свинець містяться в будівельних матеріалах, батареях і акумуляторах, звідки потрапляють в ґрунт, а підземні води розносять їх на великі відстані (Рис. 36). Потрапляючи в організми людей і тварин, важкі метали накопичуються у кістках та інших органах, спричиняючи їх дисфункцію. Також вони можуть вимивати з організму корисні елементи – магній, кальцій та інші.

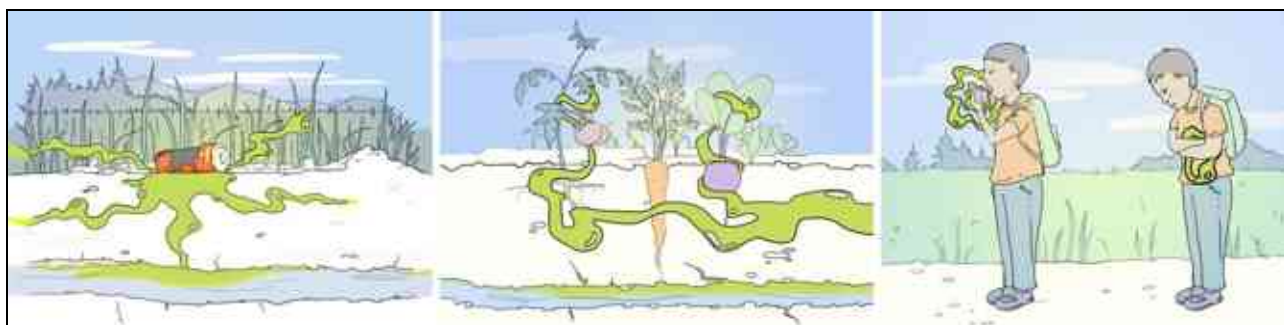


Рис. 36. Ланцюг міграції важких металів з батарейки в організм людини

Потенційну генетичну небезпеку становлять солі кадмію, які мають мутагенні й канцерогенні властивості. Кадмій блокує роботу низки важливих для життєдіяльності організму ферментів. Крім того, він вражає печінку, нирки, підшлункову залозу, здатен викликати емфізему, рак легенів. Шкідливість кадмію підсилюється його кумулятивністю. З огляду на це, навіть за потрапляння в організм незначної кількості цього елемента його вміст у нирках або печінці може через деякий час досягнути небезпечної концентрації.

Хронічне отруєння хромом супроводжується головним болем, схудненням, враженням нирок. Організм набуває схильності до запальних процесів (катаральне запалення легенів). Нікель в організмі накопичується переважно у печінці, підшлунковій і щитовидній залозах. Інтотоксикація нікелем спричинює алергії, дерматити, бронхіальну астму, риніти. Тривалий контакт з нікелем підвищує ризик розвитку новоутворень. Ртутна інтоксикація блокує синтез білка. Ртуть накопичується у нирках, достатньо велика її кількість проникає до головного мозку та інших тканин, збагачених ліпідами.

Важкі метали та їх сполуки можуть надходити в організм людини через легені, слизові оболонки, шкіру і шлунково-кишковий тракт (Рис. 37). Механізми та швидкість їх проникнення скрізь різні біологічні бар'єри залежать від фізико-хімічних властивостей речовин, хімічного складу і умов внутрішнього середовища організму. В результаті взаємоперетворень між металами та хімічними речовинами тканин і органів можуть утворюватися нові сполуки металів. Надмірна концентрація важких металів у організмі може призводити до таких захворювань, як рак, гостра чи хронічна ниркова недостатність, аутизм, внутрішньоутробна загибель плода, хвороби серцево-судинної та нервової систем, порушення обміну речовин тощо.

До *сильнодіючих отруйних речовин (СДОР)* належать мінеральні та органічні кислоти (сірчана, азотна, фосфорна, оцтова та інші); луги (аміак, натронне вапно, їдкий калій); сполуки сірки (діметилсульфат, розчинні сульфіді, сірко-вуглець, хлорид і фторид сірки); сполуки хлору і бромю (хлористий і бромистий метил); деякі спирти і альдегіди кислот; органічні й неорганічні нітро- і аміносполуки (гідроксиламін, анілін, толуїдин, нітробензол, динітрофенол); феноли, крезолі та їх похідні; гетероциклічні сполуки.

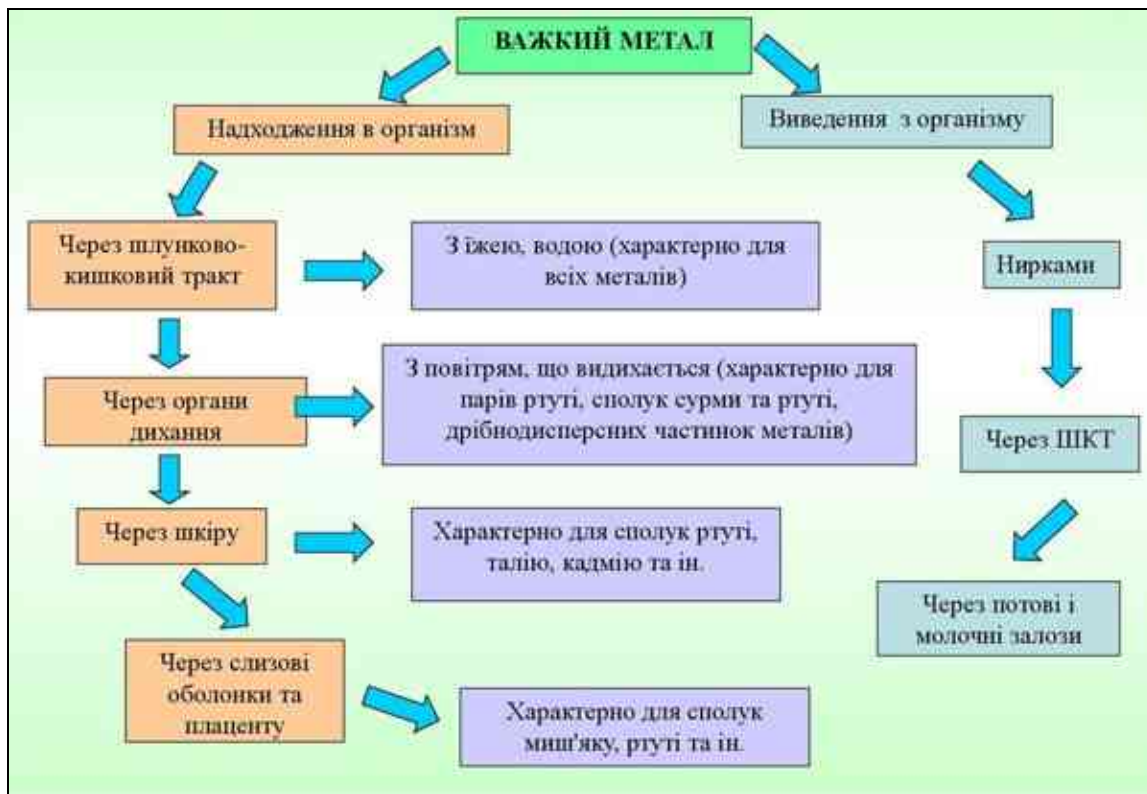


Рис. 37. Шляхи надходження важких металів у організм людини

Люди найчастіше отруюються хлором, аміаком, випарами різних кислот, сірководнем. Унаслідок отруєння хлором розвиваються астматичний бронхіт, токсичний набряк легенів, а за великих його концентрацій відбуваються хімічний опік легень, спазм голосових зв'язок, може наступити смерть. Отруєння аміаком спричинює ларингіт, трахеїт, трахеобронхіт. Легкі отруєння парами кислот (сірчаної, хлорної, азотної, оцтової) призводять до ураження дихальних шляхів, викликають опіки шкіри; за високих концентрацій імовірний летальний кінець. Потужним джерелом СДОР є вихлопи автомобільних двигунів. Набір отруйних речовин у них дуже різноманітний: чадний газ, тетраетилсвинець, оксиди азоту і сірки, альдегіди, бензопірен тощо – загалом майже 200 найменувань. Систематичний вплив вихлопних газів на людину підвищує частоту захворювань на бронхіт, гострі респіраторні інфекції, пневмонію, рак.

Будівельні матеріали і побутова хімія. Апартаменти здатні нашкодити здоров'ю їх мешканців через шкідливі речовини, присутні у будівельних матеріалах, шпалерах чи пластикових вікнах. Жоден полімерний будівельний матеріал не можна назвати абсолютно екологічно безпечним. Неякісні будівельні матеріали можуть провокувати безліч захворювань, навіть онкологічні. Рак провокують такі речовини, як фенол та формальдегід. Небезпечні випари формальдегіду викликають отруєння, алергію, кашель, подразнення очей, носа, го-

рла і шкіри. А за постійного контакту з ними стають причиною порушення сну, хронічної втоми або психічного збудження, тремтіння, головного болю, розладу зору та координації. Формальдегід із побутових предметів може виділятися протягом десяти років.

Якщо у помешканні надмірна вологість чи погана вентиляція, високою є ймовірність виникнення грибка. Також грибок можна принести прямо з будівельного магазину. Грибок виділяє у повітря токсичні речовини, які можуть осідати на шкірі, провокуючи висипання та свербіж. Через дихальні шляхи грибок проникає всередину організму, викликаючи нежить, бронхіт і навіть астму. Наслідками появи грибка можуть бути алергії та захворювання внутрішніх органів – мікози, які часто залишаються для людини невиліковними.

Ставати токсичними можуть металопластикові вікна і двері: щільно зачинені, вони починають виділяти хімічні речовини, які поступово накопичуються у повітрі помешкання. За тривалої відсутності провітрювання, особливо у холодні пори року, створюється гігантське токсичне насичення сполуками, які мігрують з усіх полімерів у замкненому просторі. Нагріваючись на сонці, металопластик виділяє отруйні речовини – ароматичні вуглеводні фенолу і формальдегіду. Останній, а також азбест, є найбільшою загрозою для організму людини. ГДК формальдегіду в повітрі становить 0,1-0,12 мг/м³. Проте концентрація його у повітрі сучасних квартир в середньому становить 0,5 мг/м³, а іноді досягає 3 мг/м³. Формальдегід викликає кон'юнктивіти, запалення шкіри, захворювання органів дихання, має певні канцерогенні властивості. Потрапляння азбесту в легені спричинює онкологічні захворювання.

Побутова хімія – беззаперечне досягнення цивілізації, небезпека від використання якого часто недооцінюється. Постійно зростає кількість миючих засобів, виробляються нові пральні порошки, засоби для чищення одягу, домашнього текстилю, посуду, миття різних поверхонь тощо. Компоненти, які в них містяться, є досить біологічно агресивними. Побутова хімія небезпечна ще й тому, що її регулярне застосування послаблює, а іноді й зовсім знищує корисну мікрофлору. Органічні розчинники, лаки і фарби мають канцерогенні властивості, викликають алергічні реакції, подразнення слизових оболонок, захворювання дихальних шляхів, печінки і нирок, нервові розлади. До найбільш небезпечних для людини речовин побутовій хімії належать такі:

☛ Амоній – основний інгредієнт засобів для миття дзеркал, вікон, керамічної плитки, сантехніки. Його взаємодія з хлором призводить до виділення токсичного хлорного газу.

- ☞ Гідрохлорид натрію – речовина, що використовується у якості відбілювача, і часто викликає алергічні реакції.
- ☞ Поверхнево-активні речовини (ПАР) – застосовуються у виробництві миючих засобів і пральних порошків. Спричинюють алергічні реакції, порушення імунітету, ураження мозку, печінки, нирок і легень.
- ☞ Нафтові дистилати – речовини, які входять до складу поліролей для металевих поверхонь, можуть негативно впливати на зір і нервову систему.
- ☞ Нітробензол – часто входить до складу поліролей для підлоги і меблів. Під час потрапляння у організм викликає отруєння, при цьому накопичується у печінці та жировій тканині, внаслідок чого можливі рецидиви інтоксикації.
- ☞ Феноли і крезоли – їдкі бактерицидні речовини, що викликають діарею, запаморочення, втрату свідомості, порушення функцій нирок і печінки.
- ☞ Фосфати – речовини, які активізують розвиток ракових клітин в організмі людини. Потрапляючи у водойми, сприяють швидкому утворенню синьо-зелених водоростей. Вживання забрудненої фосфатами питної води призводить до виникнення пухлини шлунково-кишкового тракту, зниження імунітету і тривалості життя. Нині заборонені у багатьох країнах.
- ☞ Хлор – небезпечна речовина, яка спричинює виникнення алергічних реакцій, серцево-судинних захворювань, атеросклерозу, анемії, гіпертонії. Хлор негативно впливає на шкіру і волосся, підвищує ризик онкологічних захворювань.

Радіонукліди. Після аварії на Чорнобильській АЕС 1986 року головними носіями радіаційного забруднення стали стронцій-90 (^{90}Sr), цезій-137 (^{137}Cs), йод-131 (^{131}I). Ці елементи здатні накопичуватися у трофічних ланцюгах та потрапляють в організм людини при вдиханні зараженого повітря, з їжею чи водою, крізь шкіру і відкриті рани. Радіоактивний йод концентрується у щитоподібній залозі, цезій – у печінці, стронцій – у кістках. Йод-131 спричинює сильне, але короткочасне опромінення (він має короткий період напіврозпаду і відносно швидко виводиться з організму). Стронцій і цезій, період напіврозпаду яких становить тисячі років, викликають опромінення протягом усього життя людини.

Нешкідливих доз радіації не буває – радіація за своєю природою шкідлива для життя. Ймовірність захворювань зростає прямо пропорційно поглинутій дозі опромінення. Малі дози опромінення можуть спровокувати зміни у клітинах живого організму, які, своєю чергою, призводять до раку або генетичних ушкоджень. За великих доз радіація може руйнувати клітини, пошкоджувати

тканини органів та спричиняти швидку загибель організму (Рис. 38). Найбільш уразливими до опромінення є червоний кістковий мозок та інші елементи кровотворної системи, що втрачають здатність нормально функціонувати, коли доза опромінення сягає 0,5-1 Гр¹. Репродуктивні органи та очі також мають підвищену чутливість до опромінення.

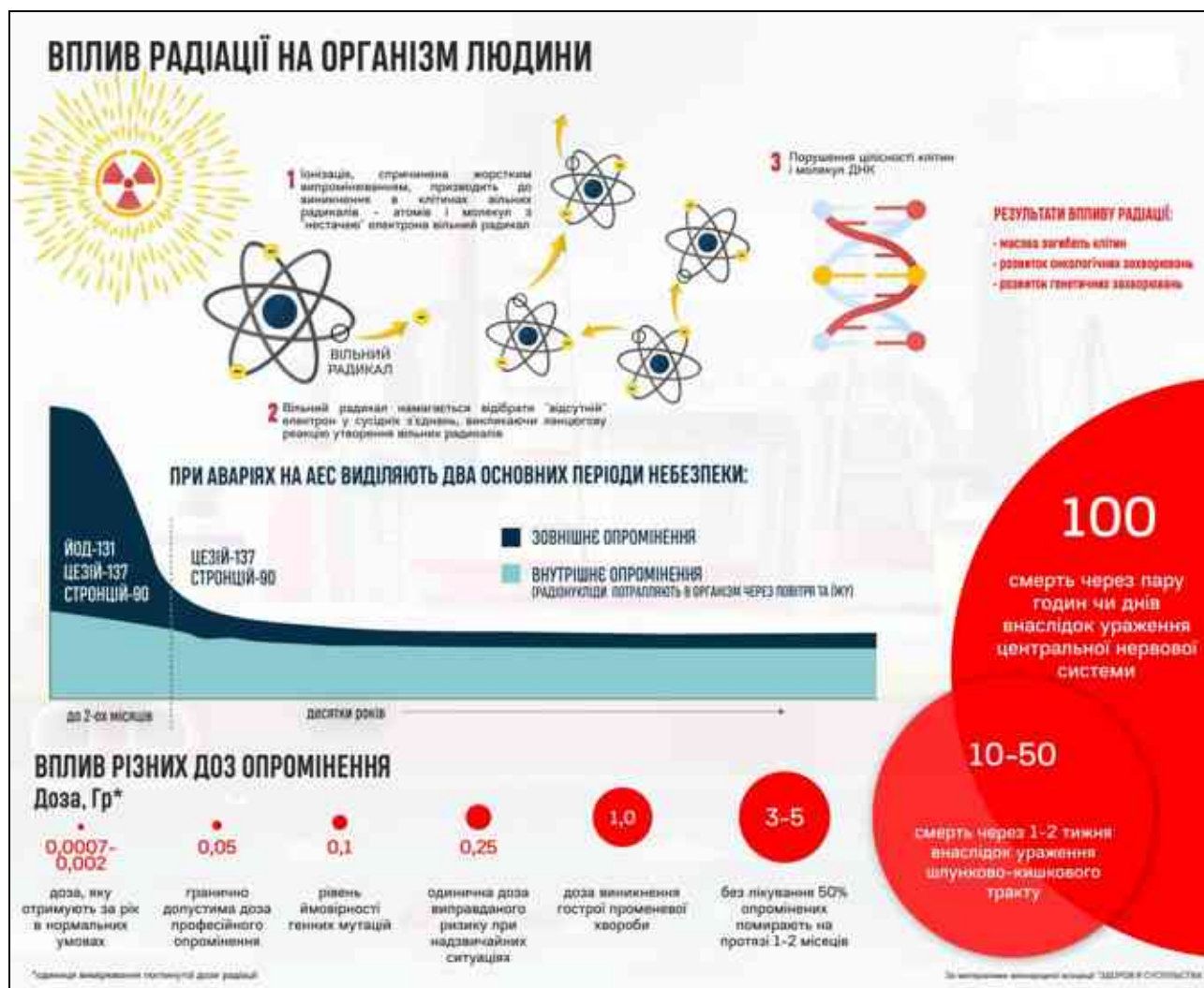


Рис. 38. Вплив радіаційного опромінення і його різних доз на людину

Основним джерелом опромінювання людини є радіоактивні речовини, які потрапляють з їжею. Ступінь небезпеки залежить від частоти вживання забруднених радіоактивними речовинами продуктів та швидкості їх виведення з організму. Небезпечними джерелами надходження радіонуклідів у організм людини можуть бути вода, молоко, овочі, фрукти, м'ясо, риба. Окремі радіоактивні речовини концентруються у внутрішніх органах. Джерела альфа α -випромінювання (радій, уран, плутоній), бета β -випромінювання (стронцій, іт-

¹ Грей – одиниця вимірювання поглиненої дози іонізуючого випромінювання в системі СІ.

рій) і гамма γ -випромінювання (цирконій) відкладаються у кістках і тому важко виводяться з організму.

Людина не може побачити, відчутти, почути, спробувати на смак або запах іонізуюче випромінювання, але воно може завдати шкоди її здоров'ю. Цей тип радіації походить з природних джерел, таких як космічне випромінювання, гірські породи або ґрунт. Джерелом радіації також можуть бути штучні джерела, наприклад, використання певних промислових і медичних технологій. Вплив природної радіації на людину є причиною низки хвороботворних мутацій та онкологічних захворювань. Оскільки безпечної дози не існує, будь-який додатковий вплив, що перевищує природну фонову радіацію, збільшуватиме ризик хвороб, яких можна уникнути за його відсутності. До групи ризику входять жінки, діти і вагітні.

Отже, стан фізичного здоров'я людини залежить від впливу багатьох екологічних факторів – абіотичних, біотичних і антропогенних, які діють комплексно і водночас. Серед абіотичних факторів найбільш істотним є вплив космічних, геліо- і геофізичних екологічних факторів, обумовлених циклами сонячної активності. З клімато-метеорологічних факторів на людину найбільшою мірою впливають температура, відносна вологість повітря і атмосферний тиск. Крім цього, на здоров'я і якість життя людських популяцій суттєво впливають нестача або надлишок у довкіллі тих чи інших хімічних абіотичних екологічних факторів.

Біотичні екологічні фактори, зважаючи на численні природні взаємодії, прямо і опосередковано впливають на людей, так само, як і на інші живі організми. Комбінації біотичних взаємодій можуть бути взаємокорисними, нейтральними, взаємно-шкідливими, корисно-нейтральними, шкідливо-нейтральними і корисно-шкідливими. Наприклад, класична взаємодія «хижак – жертва» присутня у багатьох сферах життєдіяльності людського суспільства. «Хижак» і «жертвою» можуть бути роботодавець і найманий працівник, кредитор і боржник, злочинець і потерпілий тощо. Крім цього, людина може бути і хижаком, і жертвою у взаємодії з іншими видами організмів. Всі сфери людського життя також охоплено феноменом мімікрії, особливу політичну сферу. Процвітає соціальний паразитизм – намагання одних людей або соціальних груп існувати за рахунок інших. Так само, як і в природі, взаємовигідні стосунки між окремими людьми та їх групами найчастіше виникають через вигоду, отримувану від співпраці. Не зважаючи на величезний прогрес у розвитку гігієни і медицини,

людство й дотепер час від часу потерпає від спалахів епідемій, які також є біотичними екологічними факторами.

На відміну від абіотичних і біотичних факторів, до впливу переважної більшості антропогенних факторів живі організми (і людина) в процесі еволюції не зуміли адаптуватися. Провідними антропогенними факторами є забруднення, що привносяться у навколишнє середовище в процесі соціального обміну речовин. Найнебезпечнішими з них є хімічні фактори – пестициди, мінеральні добрива, важкі метали, сильнодіючі отруйні промислові речовини, будівельні матеріали і побутова хімія. Багато з них тривалий час не виводяться з організму, акумулюючись у тканинах і органах, внаслідок чого їх негативний вплив на суспільне здоров'я постійно зростає.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте поняття «екологічні фактори», їх загальний поділ та основні показники впливу на живі організми.
2. Обґрунтуйте сутність законів мінімуму Лібіха і толерантності Шелфорда. Що необхідно для успішного використання цих законів на практиці?
3. Поясніть, яким чином людині вдалося подолати вплив звичайних лімітуючих факторів. Наведіть приклади.
4. Розкрийте вплив на здоров'я людини космічних, геліо- і геофізичних екологічних факторів.
5. Які клімато-метеорологічні фактори найбільше впливають на людину?
6. Охарактеризуйте вплив на здоров'я і якість життя людських популяцій хімічних екологічних факторів. Які наслідки цього впливу вам відомі?
7. Розкрийте стисло різновиди біотичних екологічних факторів, представлених комбінаціями біотичних взаємодій в природі та суспільстві.
8. Що, на вашу думку, відрізняє природні біотичні взаємодії від впливу біотичних факторів на людину? Наведіть приклади.
9. Поясніть, чому епідемії є біотичними факторами та як вони впливають на здоров'я людини.
10. Охарактеризуйте глобальні пандемії людства. Як вони вплинули на суспільне здоров'я та чи вдалося їх подолати?
11. Розкрийте негативний вплив пестицидів на здоров'я людини. Які пестициди є найбільш небезпечними?
12. Охарактеризуйте вплив на живі організми і людей антропогенних факторів-речовин хімічного походження. Наведіть приклади.

4 СУСПІЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я

*Здоров'я – це стан повного фізичного,
духовного і соціального добробуту,
а не лише відсутність захворювання
чи фізичних дефектів.*

Всесвітня організація охорони здоров'я

Уявлення про здоров'я людини завжди розвивалося паралельно з розвитком цивілізації. Змінювалися погляди на співвідношення таких понять, як здоров'я і хвороба. Кожна дефініція здоров'я по суті відображає не лише зміст, але й сучасні наукові та суспільні тенденції. Життєдіяльність людини як складної живої системи забезпечується на різних, але взаємозалежних рівнях функціонування. Здоров'я проявляється специфічно на кожному рівні життєдіяльності людини – біологічному, психологічному і соціальному.

Здоров'я на біологічному рівні передбачає адекватне реагування усіх внутрішніх органів на вплив навколишнього середовища. Здоров'я на психологічному рівні так чи інакше пов'язане з особистісним контекстом, у рамках якого людина з'являється як психічне ціле. Благополуччя в психічному здоров'ї особистості може бути порушене домінуванням певних негативних рис характеру, неправильним вибором ціннісних орієнтацій тощо. Здоров'я на соціальному рівні обумовлено існуванням людини в системі суспільних відносин. Науковці стверджують про наявність більше 450 визначень здоров'я людини, сформульованих фахівцями з різних сфер. В цьому різноманітті налічується шість основних типів сутнісних елементів дефініції здоров'я:

- ☞ здоров'я як норма функціонування організму на всіх рівнях його організації;
- ☞ здоров'я як динамічна рівновага (гармонія) життєвих функцій організму;
- ☞ здоров'я як повноцінне виконання основних соціальних функцій, участь у житті суспільства і активна трудова діяльність;
- ☞ здатність організму адаптуватися до умов навколишнього середовища;
- ☞ відсутність патологічних змін і нормальне самопочуття;
- ☞ повне фізичне, духовне, розумове і соціальне благополуччя.

В останні десятиліття уявлення про здоров'я істотно змінилося. Його стали розуміти як процес формування та підтримання динамічної рівноваги організму на соматичному і психічному рівнях на основі біохімічних та інформаційно-психологічних адаптаційних механізмів. Найбільш вдалим з позицій ці-

льових функцій будь-якого суспільства можна вважати визначення академіка Влаїля Казначеева: здоров'я – це «цілісний багатовимірний динамічний стан, що розвивається в процесі реалізації генетичного потенціалу в умовах конкретного соціально-екологічного середовища і дозволяє людині різною мірою здійснювати її біологічні та соціальні функції; процес збереження і розвитку фізіологічних властивостей, потенцій психічних і соціальних; процес максимальної тривалості життя за оптимальної працездатності й соціальної активності»².

З позицій єдності здоров'я, виділяють такі його компоненти: фізичне, психоемоційне, інтелектуальне, соціальне і особистісне. Під *фізичним* компонентом здоров'я розуміється функціонування організму, всіх його органів і систем, рівень їх резервних можливостей. Цей компонент також передбачає наявність чи відсутність фізичних дефектів, захворювань, в тому числі генетичних. *Психоемоційний* компонент здоров'я характеризує стан психічної сфери, наявність чи відсутність нервово-психічних відхилень, уміння виражати свої емоції, ставлення до самого себе і оточуючих. *Інтелектуальний* компонент здоров'я передбачає розуміння того, як людина засвоює, накопичує і використовує інформацію, що забезпечує її адаптацію в навколишньому світі.

Соціальний компонент здоров'я характеризує усвідомлення себе як суб'єкта, виконання відповідних функцій у соціумі. *Особистісний* компонент здоров'я спрямований на те, як людина самореалізується та усвідомлює себе як особистість. Будь-яке рішення, прийняте людиною, може бути спрямоване або на підтримання здоров'я та попередження захворювання, або на руйнацію його як системи та розвиток хвороби. З віком у людини змінюється внесок кожного з компонентів у цілісне здоров'я: якщо в дитячому віці провідними були фізичне, психоемоційне та інтелектуальне здоров'я, то в зрілому віці соціальне і особистісне здоров'я виходять на перший план.

Здоров'я – багатовимірний феномен, що проявляється на індивідуальному і популяційному рівнях. Під *індивідуальним здоров'ям* розуміють динамічний стан збереження і розвитку психофізіологічних функцій індивіду, його оптимальної працездатності й соціальної активності за максимальної тривалості життя. *Популяційне (суспільне) здоров'я* – це процес соціально-історичного розвитку біологічної і психосоціальної життєздатності населення, яке проживає на певній території, у низці поколінь, підвищення його працездатності й продуктив-

² Казначеев В.П. Теоретические основы валеологии. Новосибирск: Наука, Сиб. отделение 1993. с. 55.

ності колективної праці, зростання екологічного домінування та вдосконалення людини як виду.

Суспільне здоров'я є інтегральним показником всієї сукупності індивідуальних рівнів здоров'я членів суспільства, яка характеризує імовірність досягнення ними максимального рівня здоров'я і творчої активності протягом максимально можливої тривалості життя, а також життєздатність усього суспільства в умовах соціально-економічного і екологічного розвитку. Для характеристики суспільного здоров'я користуються негативними показниками (захворюваність, смертність, інвалідність тощо), які відображають лише умовну негативну характеристику і розраховуються за певний період (частіше за рік) відносно певної кількості населення (зазвичай на 100 тисяч осіб).

Основними критеріями здоров'я є такі:

- Ү нормальне функціонування всіх систем і структур організму;
- Ү динамічна рівновага між людським організмом і довкіллям;
- Ү здатність людини до виконання основних соціальних функцій, до продуктивної праці;
- Ү адаптивність (здатність пристосовуватися) людського організму до змінних умов середовища;
- Ү відсутність хвороби чи будь-яких ознак захворювання;
- Ү фізичне, духовне, соціальне благополуччя, гармонійний розвиток фізичних і духовних сил.

Суспільно значущі показники здоров'я обов'язково визначаються біологічними параметрами людського організму. Звісно, на кожен показник упродовж життя людини помітний впливають соціальні фактори, які не є медичними чи біологічними характеристиками людини. Соціальним у понятті здоров'я людини (суспільства) можна вважати певну залежність здоров'я від особливостей виробничих відносин, стосунків у сім'ї, колективі, що формуються у процесі виховання, навчання, трудової діяльності, відпочинку тощо. Соціальні особливості кожної людини визначаються переважно суспільними умовами становлення і розвитку особистості та її здатністю реалізувати важливі завдання.

4.1 Екологозалежні захворювання людини

Головним показником, який характеризує вплив навколишнього середовища на здоров'я людини, є захворюваність населення. Серед основних факторів впливу на здоров'я людини приблизно 50% займає спосіб життя, тобто сукупність умов, соціальних установок і природних чинників, які разом зумов-

люють поведінку особистості та її зворотній вплив на ці фактори. Розвитку хвороб сприяють шкідливі звички, неправильне харчування, недостатнє фізичне навантаження, часті стреси, шкідливі звички. Десь на 10% захворюваність залежить від рівня розвитку медичної допомоги. Решта ж 40% впливу на здоров'я людини приблизно порівну розподіляється між спадковістю та екологічними факторами – зміною клімату, забрудненням природного середовища, зумовлених діяльністю самої людини. Рівень захворюваності населення оцінюється за допомогою статистичних показників, які не є абсолютно достовірними. Достовірнішими є показники смертності, оскільки вони ґрунтуються на випадках смерті кожної конкретної людини, які обов'язково реєструються.

Захворювання, поширення яких обумовлюється станом природного середовища, називають *екологозалежними*. За характером свого прояву вони можуть бути випадковими і не випадковими. Випадкова патологія виникає зазвичай з інших причин – внаслідок травматизму, випадкових контактів людини зі збудниками хвороб тощо. Зв'язки між випадковими хворобами і навколишнім середовищем доволі динамічні, тому рівень захворювання населення можна знизити відносно швидко. Невипадкові екологозалежні захворювання по-різному залежать від екологічних факторів і поділяються на такі види:

- індикаторна патологія, яка характеризує *високий ступінь залежності* здоров'я від якості довкілля (профзахворювання, онкологічні захворювання, вроджена патологія, генетичні дефекти, алергії, токсикози, ендемічні захворювання тощо);
- екологічно залежна патологія, що характеризує *середній рівень залежності* від якості навколишнього середовища (хронічний бронхіт і пневмонія у дітей, загострення захворювань серцево-судинної і дихальної систем тощо);
- *помірний ступінь залежності* від якості довкілля (патологія вагітності, хронічний бронхіт і пневмонія у дорослих, захворювання серцево-судинної системи тощо).

Отруєння (токсикози) розвиваються внаслідок надходження в організм тих чи інших речовин-токсикантів у небезпечних концентраціях. Кількість їх у довкіллі не можна обчислити, бо відповідно до концепції лімітуючих факторів, будь-яка речовина в певних дозах може стати токсичною. Найбільш поширеними токсикантами (за частотою захворювань) є отрутохімікати, нітрати, важкі метали, промислові й побутові хімічні речовини.

Інтоксикація – патологічний стан, що виникає внаслідок впливу на організм токсичних речовин ендогенного і екзогенного походження. Ендогенна ін-

токсикація може бути викликана токсичними продуктами, що утворюються в організмі, наприклад, отруєння продуктами життєдіяльності бактерій. У організмі людини накопичуються хімічні речовини різної природи, активні білки та інші фізіологічно активні речовини, які у значній кількості виділяються при ушкодженні клітин і тканин. Перебіг екзогенної інтоксикації визначається динамікою конкретної отрути, що його викликала, дозою і способом її потрапляння в організм, а також функціональним станом останнього.

Серед харчових отруєнь мікробного походження розрізняють токсикоінфекції та бактеріальні токсикози. Перші викликаються бактеріями з групи сальмонел, кишкової палички і палички протей, які розмножилися на продукті. Бактеріальні ж токсикози спричинюються отрутою, яку мікроби виділили у продукті (ботулізм, стафілококові токсикози).

Отруєння сальмонелами найчастіше виникає під час вживання зараженого м'яса чи яєць, а джерелом їх розповсюдження може бути велика рогата худоба, свині, коні, домашні птахи і гризуни. Сприятливим середовищем для розвитку цих мікробів є паштети, м'ясні або рибні фарші, ліверні й кров'яні ковбаси. Лише правильна термічна обробка продуктів може забезпечити їх очищення від сальмонел. Кишкова паличка є постійним мешканцем кишечника людини за умови його нормальної мікрофлори. Однак потрапляння цих мікроорганізмів на харчові продукти може викликати отруєння. Найкращим середовищем для їх розвитку є м'ясо і риба (особливо фарші), гарніри, салати. Ознаки отруєння проявляються доволі швидко: з'являються загальна слабкість, біль у животі, головний біль, нудота, підвищення температури, зневоднення організму, можлива навіть смерть.

Смертельно небезпечними є отруєння ботулізмом, які призводять до паралічу нервової та серцево-судинної систем, мовлення, викликає пониження температури тіла. Бацили ботулізму можуть успішно розвиватися у вареній ковбасі, копченому м'ясі, рибі. Запобігти поширенню цього захворювання може лише правильна термічна обробка продуктів, які готуються в домашніх умовах. Стафілококові харчові отруєння можуть бути спричинені вживанням різних продуктів. Джерелом забруднення продуктів стафілококом найчастіше стають люди, хворі на ангіну, катар верхніх дихальних шляхів, гнійничкові захворювання шкіри, а також корови і кози, хворі на мастит. Організм людини дуже чутливий до цього токсину, тому вже через 1-6 годин після отруєння проявляються ознаки захворювання – болі у шлунку, нудота. Найчастіше отруєння стафі-

лококом відбувається під час вживання молока, кефіру, кондитерських виробів, сиру, рибних і м'ясних виробів.

За клінічним перебігом інтоксикації поділяють на гострі й хронічні; також вони можуть бути легкого, середнього і тяжкого ступеня. Тяжкість визначається величиною токсичної дози і реактивністю організму. Поняття «отрута» охоплює, по суті, усі токсичні речовини навколишнього середовища, здатні за певних умов викликати отруєння. Токсикозами іноді називають синдроми, що розвиваються внаслідок надлишкового надходження у кров гормонів (наприклад, токсикози вагітних).

Алергічні реакції. Алергія – це реакція гіперчутливості імунної системи організму людини на зазвичай нешкідливі речовини, які потрапляють до організму або контактують із ним. Іншими словами, це підвищена чутливість організму до будь-якої речовини, яка розвивається при повторному контакті. Алергія виникає тоді, коли імунна система людини реагує на чужорідну речовину, яка не викликає подібної реакції у більшості людей. Ці речовини називають алергенами. Імунній системі потрібен час, щоб розпізнати і запам'ятати алерген. Коли імунна система стає чутливою до цієї речовини, вона починає продукувати антитіла, щоб атакувати її. Цей процес називається сенсibiliзацією. Сенсibiliзація може зайняти кілька днів або декілька років.

Залежно від алергену і способу його потрапляння до організму, хвора людина може відчувати різні симптоми. Наприклад, пилок, який вдихається, зазвичай вражає ніс, очі, бронхи, і викликає нежить, сльозотечу, свербіж у носі й горлі, кашель, задуху. Алергія до харчових продуктів найчастіше спричинює проблеми зі шлунком або кишечником і може зумовити висипи на шкірі (наприклад, дерматит або кропив'янку). Алергічні реакції можуть також вражати декілька органів та систем одночасно.

Унаслідок контакту з алергеном знижується імунітет організму і можуть розвинути різні захворювання, насамперед дерматит (запалення шкіри), бронхіальна астма, набряки, ураження слизових оболонок внутрішніх органів. Алергічна реакція може запустити механізм астми: коли вдихається алерген, слизова оболонка набрякає, виділяється в'язкий слиз, виникає спазм гладкої мускулатури бронхів. Людина відчуває нестачу повітря, задуху, кашель, хрипи. Їжа, які найчастіше викликає алергію, містить арахіс, морепродукти, молоко, м'ясо, яйця. Наявність алергії підвищує ризик виникнення й інших медичних проблем, зокрема інфекції середнього вуха або легенів.

Алергенами можуть бути шерсть тварин, пір'я подушок, пилок рослин, лікарські засоби, продукти харчування, численні речовини природного і штучного походження, вироби побутової хімії. Кількість алергенів постійно зростає пропорційно кількості нових речовин, які людина залучає у свій побут чи використовує у виробництві. Зазвичай припинення контактів з алергеном веде до одужання.

Злоякісні пухлини виникають в результаті трансформації (малігнізації) нормальних клітин, які починають безконтрольно розмножуватися. Злоякісна трансформація викликається однією або декількома мутаціями, які змушують клітини необмежено ділитися. Якщо імунна система організму вчасно не розпізнає таку трансформацію, пухлина розростається і з часом метастазує. Метастази можуть утворюватися у всіх без винятку органах і тканинах. Найчастіше метастази утворюються в кістках, печінці, мозку і легнях. Найнебезпечнішою пухлиною є рак, що характеризується необмеженим ростом, не контролюється гормонами і нервовою системою, здатен утворювати нові пухлини (метастази) на здорових тканинах і здебільшого призводить до летального кінця. Речовини, які сприяють розвитку злоякісних пухлин, називають канцерогенами. Найпоширенішими канцерогенами є бензопірен, бензол, фенольні сполуки, вінілхлорид, сажа, смоли, мінеральне масло.

Канцероген (від лат. *cancer* – рак, *gen* – утворення, створення) – це речовина або фізичний агент, які пригнічують еритроцити крові й сприяють розвитку злоякісних утворень. За впливом на геном людини канцерогени поділяють на генотоксичні, які змінюють діяльність клітинного ядра, таким чином перебудовуючи генетичний код, та негенотоксичні, які впливають тільки на фізіологічні процеси, але так само викликають ракові захворювання.

Наприклад, бензо(а)пірен ($C_{20}H_{12}$) (benzo[a]pyrene) – поліциклічний ароматичний вуглеводень, який міститься в кам'яновугільній смолі, тютюновому димі, забрудненому повітрі великих міст, особливо на великих магістралях і поблизу заправних станцій, у ґрунті, сирій нафті. Виділяється під час переробки нафтопродуктів, викидається в атмосферу з автомобільними вихлопами, утворюється при спалюванні твердого і рідкого палива, під час практично всіх пожеж, продукується на кожній кухні під час термічної обробки їжі. Ця речовина може потрапляти в організм людини всіма можливими способами – не тільки з повітрям чи їжею, але й безпосередньо через шкіру. Бензопірен – дуже сильний мутаген і канцероген, є одним з найнебезпечніших вуглеводнів, для якого не існує порогових концентрацій, тому він є загрозою здоров'ю в будь-якій кількості.

ті. Спроби організму знешкодити бензопірен призводять до утворення ще більш токсичної речовини, спроможної безпосередньо ушкоджувати ДНК.

Якщо бензопірен найчастіше спричинює рак легенів, то бензол і феноли – лейкоз (рак крові), вінілхлорид – рак печінки; сажа, смоли, мінеральне масло – рак шкіри. Міжнародне агентство з дослідження раку (IARC) та онкологічне агентство ВООЗ розробили списки речовин, які на підставі наукових даних імовірно є канцерогенами людини. Називають 60 хімічних і 2 фізичних канцерогенів – ультрафіолетове випромінювання та іонізуюча радіація. До канцерогенів належать також деякі віруси.

Організм людини має природний захист від канцерогенів, він здатен самовідновлюватися і знищувати канцерогени. Але з віком ця функція організму слабшає. Тому шанс захворіти на рак залежить не тільки від функціонування організму, але й від кількості канцерогенів, які потрапляють до нього. За даними ВООЗ, якщо нинішні тенденції збережуться, то вже у найближчі два десятиліття онкологічних захворювань побільшає на 60%. Лише 2018 року від ракових захворювань у світі померло 9,6 млн людей. Тоді ж у всьому світі налічувалося 18,1 млн пацієнтів з пухлиною або іншою формою раку. У Європі щороку від раку помирає 1,3 млн людей; діагностують 3,5 млн нових випадків раку. Найпоширенішими формами онкозахворювань є рак легенів, рак молочної залози та рак кишок.

Спадкові хвороби – захворювання, зумовлені порушеннями процесів збереження, передачі та реалізації генетичної інформації. Організм людини є цілісною системою елементів, нерозривно пов'язаною із зовнішнім середовищем. Нормальні й патологічні ознаки особини виникають унаслідок взаємодії як генетичних (внутрішніх), так і середовищних (зовнішніх) чинників. Існують форми спадково обумовленої патології, прояви яких майже не залежать від впливу середовища. Однак визначальним чинником у реалізації патологічних генотипів часто стає соціальна природа людини, що підтверджується збільшенням частки хвороб неінфекційного походження – атеросклерозу, ішемічної хвороби серця, онкологічних патологій, психічних захворювань тощо – в сучасній структурі захворюваності, смертності та інвалідності.

Діяльність людини зумовила появу в біосфері нових хімічних сполук, джерел випромінювання і фізичних чинників, що мають мутагенні властивості. Приблизно 7 млн синтетичних хімічних сполук розповсюджено в життєвому середовищі людини. Мешканець великого міста протягом доби контактує майже з 50 тис таких сполук. Погіршення екологічної ситуації сприяє реалізації

спадкової схильності до полігенних захворювань. Чинники зовнішнього довкілля можуть зумовити захворювання за будь-якого генотипу, однак на характер ураження істотно впливає генетична конституція організму. Висока пластичність генотипу забезпечує можливості для лікування і профілактики спадкових патологій, розроблення ефективних медико-освітніх програм, реабілітації і адаптації хворих.

Що ж таке ген і геном? *Ген* – це ділянка молекули ДНК, в якій закодовано інформацію про будову білків; найменша одиниця спадковості. Подібно до того, як, наприклад, копійка – найдрібніша грошова одиниця. Монетку можна розпиляти, але шматочки перестають бути грошима. Так і ген: відрізок ДНК неважко розділити на складові його хімічні структури, але вони вже не будуть мати властивість спадковості. У кожній клітині безліч генів, які взаємодіють один з одним. Скажімо, один ген визначає біле забарвлення пелюсток, а інший – червоне. Якщо обидва ці гена виявилися в однієї рослини, квіти будуть рожевими. Гени можуть пригнічувати або посилювати дію один одного. Так, є група генів, яка визначає насиченість шкіри людей пігментом меланіном. Чим більше у конкретної людини таких генів, тим темніша у неї шкіра. *Геном (генотип)* є сукупністю генів одного організму. Розміри геному різняться: є віруси, у яких всього 2-3 гена; у людини ж нараховується 20-25 тисяч пар активних генів.

Спадкові хвороби пов'язані з виникненням мутацій, тобто ушкодженнями ДНК чи хромосом. Фактори, які викликають мутації, називають *мутагенами* (від лат. *mutatio* – зміна і грец. *γεννάω* – народжую). Переважна більшість канцерогенів також мають мутагенні властивості. Серед факторів хімічного походження (екзомутагенів), які пошкоджують геном людини, найбільш розповсюдженими є такі:

- лікарські засоби;
- пестициди;
- деякі сільськогосподарські отрутохімікати;
- хімічні сполуки побутового призначення.

Ксенобіотики – це чужорідні для біосфери хімічні речовини, що природно не синтезуються, не можуть асимілюватись організмами, внаслідок чого не беруть участі у природному кругообігу речовин, тому накопичуються у зовнішньому середовищі (наприклад, пластмаси). Потрапляючи у природне середовище, вони можуть викликати алергічні реакції, мутації, знижувати імунітет, порушувати обмін речовин. Завдяки великій кількості синтезованих ксенобіотиків, особливого значення набуває мутагенна забрудненість продуктів харчуван-

ня. Найнебезпечнішими забруднювачами харчових продуктів і навколишнього середовища є чотири групи ксенобіотиків: сполуки важких металів, пестициди, нітрати і нітроти, антибіотики.

На фоні радіаційного навантаження, зростання рівнів шуму та електромагнітного випромінювання, вплив ксенобіотиків на організм людини посилюється. Це підтверджується зростанням розповсюдженості генетичної патології серед населення різних країн. Ефективність хімічних мутагенів обумовлена їх фізико-хімічними особливостями, стійкістю у навколишньому середовищі, легкістю проникнення в клітину і доступністю до геному. Хімічні мутагени мають значну проникну здатність і викликають переважно генні мутації. Генетичні ушкодження зазвичай успадковуються лише тоді, коли мутація відбувалася у статевих клітинах. Такі мутації спричинюють безпліддя, призводять до народження мертвих дітей або дітей із фізичними чи розумовими вадами. Дуже небезпечними хімічними мутагенами є діоксини, які утворюються внаслідок спалювання сміття і негативно впливають на людину навіть у малих дозах, поступово накопичуючись в організмі.

Залежність здоров'я від спадковості й факторів зовнішнього середовища є головним аспектом проблеми здоров'я людей на популяційному рівні. У цьому випадку об'єктом дослідження виступає не окрема особа, а популяція чи сукупність популяцій – етнічна група, нація, людство в цілому. Все, що стосується здоров'я популяції, обов'язково проявляється і на конкретних індивідах. Наприклад, у деяких районах Полісся і Західної України поширене захворювання ендемічний зоб, на яке хворіє близько півмільйона людей. Причиною цього захворювання є дефіцит йоду в питній воді та високий вміст у ній гумінових кислот. На індивідуальному рівні зазвичай призначають препарати, що містять йод. Однак перехід на популяційний рівень дозволяє застосувати дієвіший спосіб боротьби із зобом, шляхом додавання необхідної кількості йоду в питну воду чи їжу. Результат відчуває одразу вся популяція, що має не лише лікувальний, але й профілактичний характер.

На людину впливають різноманітні природні, соціально-економічні, культурні й психологічні фактори, що неодмінно позначається на її здоров'ї та спонукає до адаптації. *Адаптація* – це пристосування організму на індивідуальному і популяційному рівнях до змін умов зовнішнього середовища, вироблене у процесі еволюції. Екологія людини трактує адаптованість до зовнішніх умов як сукупність соціально-біологічних параметрів, необхідних для стійкого існування організму в конкретному екологічному середовищі.

Адаптивні можливості індивіда і популяції проявляються у реальних умовах, які утворюють *антропоекологічне напруження* – проблеми організму людини, спричинені дією факторів зовнішнього середовища. Його чинниками є соціально-психологічна, виробнича, побутова напруженість, гіпокінезія (порушення функцій організму внаслідок обмеження рухової активності), неправильне харчування, забруднення води і повітря, посилення шумів тощо.

Оскільки людина ще не навчилася спрямовано змінювати свій генотип, межі стійкості її організму проти різних факторів середовища залишилися майже такими самими, як і десятки тисяч років тому. Оптимальними для людини залишаються температура повітря 18-35°C, атмосферний тиск 80-150 кПА, рН питної води 5,5-8,0 та вміст у ній нітратів на рівні 2-15 мг/л. Проте нині на Землі стає дедалі менше місць, де ці фактори перебувають у зоні оптимуму для людини: води з низьким умістом нітратів і оптимальним рН дуже багато в тундрі чи у високогір'ях, однак температура, а в горах і тиск, виходять за межі оптимуму. І навпаки, на рівнині, де і тиск, і температура оптимальні, вода найчастіше забруднена нітратами. Незважаючи на це, люди живуть і на рівнині, й у горах. Тут діє принцип лімітуючих факторів: якщо хоч один з них виходить за межі діапазону толерантності, він стає лімітуючим. Коли значення такого фактору виходить із зони оптимуму, не досягаючи летальної межі, організм відчуває фізіологічний стрес, тобто зростає ймовірність захворювання.

На людину, як і на будь-яку іншу живу істоту, кожен екологічний фактор впливає у взаємодії з іншими, і тому діапазон толерантності може змінюватися. Наприклад, за відносної вологості повітря 30% температура повітря 28°C відповідає зоні оптимуму. Але за вологості 70% ця сама температура виходить за межі оптимуму і потрапляє у зону песимуму: пришвидшується дихання, з'являються відчуття задухи, пригніченість, людина може знепритомніти.

Проблемами здоров'я людини на популяційному рівні опікується наука *медична екологія*, сформована на стику медицини та екології у середині 1970-х років. Визначаючи здоров'я популяції, медична екологія аналізує статистичні дані народжуваності й смертності, тривалості життя, захворюваності та її структури тощо. Демографічні показники (тривалість життя, співвідношення народжуваності і смертності) дають змогу оцінити загальний стан популяції. Найбільш інформативними показниками є захворюваність та її структура. Захворюваність відображає рівень пристосованості популяції до умов навколишнього середовища, а структура захворюваності – питому вагу кожного захворювання у їх загальній кількості. Розуміння причин захворювань та умов середовища,

через які ці захворювання виникають, дає людині потужний інструмент захисту своєї популяції і кожної конкретної особи від впливу несприятливих екологічних факторів.

4.2 Вплив неякісних товарів народного споживання та продуктів харчування на здоров'я людини

Вплив різноманітних антропогенних факторів на здоров'я людини детально розглянуто в главі 3.5. Наводимо короткий висновок про головні причини виникнення і розповсюдження екологозалежних захворювань, зокрема:

- У Стійке забруднення атмосфери і зменшення вмісту кисню у повітрі. Забруднення повітря у промислових центрах є причиною багатьох хронічних захворювань – бронхіту, пневмонії, емфіземи, раку, алергічних реакцій. За даними ВООЗ, через забруднене повітря щороку вмирає близько 4,2 млн людей, переважно від інсульту, хвороб серця, раку легенів і хронічних респіраторних захворювань. Близько 91% населення світу не має можливості дихати чистим повітрям.
- У Забруднення водного середовища спричинює поширення інфекційних захворювань і токсикозів. За даними ВООЗ, 785 млн людей не мають навіть базових послуг питної води; щонайменше 2 млрд людей використовують забруднену питну воду. Через забруднену воду щорічно вмирають до 485 тисяч людей. Забруднення водою зумовлює передачу таких захворювань, як діарея, холера, дизентерія, черевний тиф і поліомієліт. До 2025 року половина населення світу житиме в районах з дефіцитом води.
- У Наслідками антропогенних змін ґрунтово-рослинного покриву є накопичення у ланцюгах живлення токсичних речовин та їх потрапляння у організм людини. Через повільне самоочищення ґрунтів від важких металів, радіонуклідів, добрив і пестицидів, різко зростає кількість алергічних реакцій.
- У Накопичення відходів. Спалювання 1 тони твердих побутових відходів (ТПВ) додає від 4 до 8 тис м³ газів, які містять оксиди азоту і сірки, важкі метали, сполуки групи діоксинів. У їх складі кадмій (Cd) має мутагенну і канцерогенну дію, викликає хвороби нирок, анемію; мідь (Cu) – пневмонію і гепатити; свинець (Pb) ушкоджує центральну нервову систему, печінку, мозок, статеві органи; ртуть (Hg) спричинює інтоксикацію, параліч і психічну неповноцінність немовлят. Органічна речовина ТПВ є сприятливим середовищем для розвитку патогенної мікрофлори, мух і гризунів. Крім того, звалища є потужними джерелами біологічного забруднення. У стічних водах

сміттєспалювальних заводів містяться важкі метали, сульфати, нітрати, нітроти, нафтопродукти. Продукти гниття і розпаду потрапляють у ґрунт і ґрунтові води, які часто є джерелами питного водопостачання.

Актуальною проблемою для здоров'я населення є *якість і безпекість товарів народного споживання і продуктів харчування*. Товар – це продукт людської праці, призначений задовольнити людські потреби. Якість – це сукупність характеристик товару щодо його здатності задовольняти ці потреби. Безпека – найважливіша властивість якості товару, що характеризується відсутністю небезпечних для здоров'я людини хімічних речовин, хвороботворних мікробів, токсинів тощо. Безпечним вважається будь-який товар, який не створює ризику або ж створює мінімальний ризик, допустимий для використання даного товару, і відповідає високому рівню безпеки, захисту здоров'я та життя людини, її особистого майна, а також навколишнього середовища. Товари народного споживання (ТНС) за призначенням поділяють на такі групи:

- У Товари споживчого попиту для індивідуального споживання. Це товари широкого вжитку, які своєю чергою поділяються на продовольчі й непродовольчі (Рис. 39).
- У ТНС промислового призначення, які служать для виробництва інших товарів (продукція будівництва, обладнання, стаціонарні споруди, сировинні товари, промислове обладнання, супутні товари тощо).
- У Оргтехнічні товари, призначені для адміністративно-управлінської діяльності.

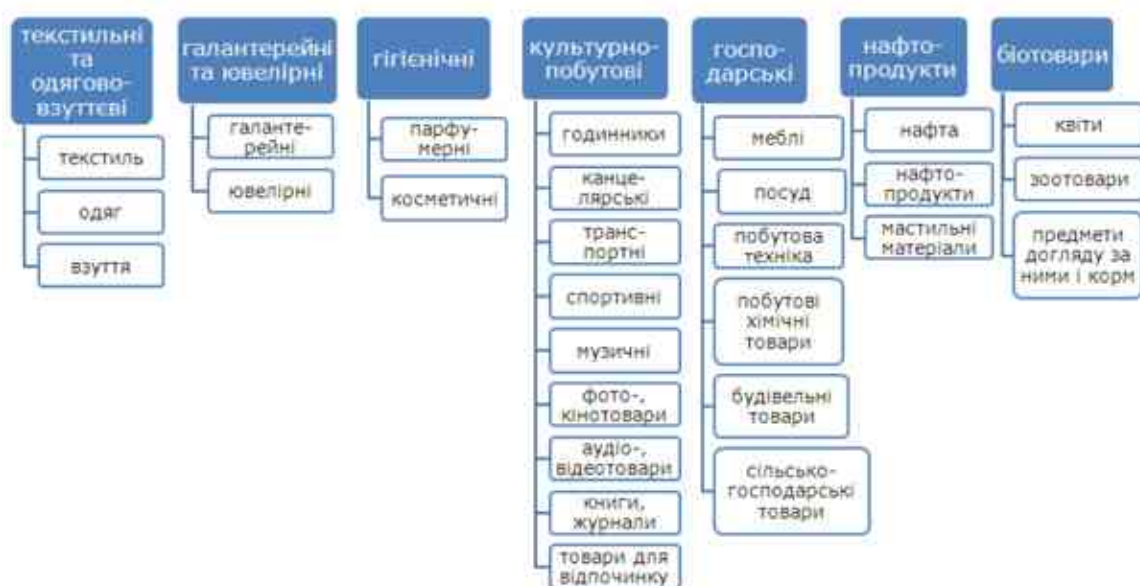


Рис. 39. Класифікація споживчих непродовольчих товарів

Оцінка безпечності товару передбачає характеристику його будови, складу і упаковки, впливу на інші товари, зовнішнього вигляду, маркування, попередження щодо ліквідації ризиків. Небезпечні товари підлягають тільки знищенню. Товари, що втратили деякі споживчі властивості, належать до умовно придатних і можуть бути використані для переробки або відновлення властивостей. Безпечність харчових продуктів оцінюють за кількісним або якісним вмістом мікроорганізмів і продуктів їх життєдіяльності, речовин хімічної і біологічної природи. Під час споживання людиною ТНС, продуктів харчування і питної води небезпека має такі основні прояви:

- У Токсичність – здатність деяких агентів (токсикантів) призводити до отруєння людей. Ці токсиканти можуть потрапляти в організм з їжею, через легені або через шкіру. Отруєння за умовами виникнення поділяють на побутові, медикаментозні й професійні.
- У Здатність викликати алергічні реакції – внаслідок заміни натуральних харчових продуктів консервованими, застосування неякісних ліків, засобів побутової хімії тощо. Алергія може вражати будь-який орган, проте найчастіше це дихальна, серцево-судинна і травна системи, а також шкіра.
- У Накопичення у продуктах харчування і предметах побуту важких металів – міді, нікелю, кобальту, свинцю, олова, цинку, кадмію, ртуті. Потрапляючи в організм людини ланцюгами живлення, вони спричиняють гострі й хронічні захворювання.
- У Застосування антибіотиків для подовження терміну придатності харчових продуктів – залишкові кількості антибіотиків призводять до різних захворювань (дисбактеріоз, мутації тощо).
- У Застосування у побуті синтетичних поверхнево-активних речовин – спричинює загальну токсичну, онкологічну, алергенну та імунно-депресивну дію на організм людини.

Складовими біологічної безпеки продуктів харчування є мікробіологічна, паразитарна і власне біологічна. Найбільш загрозливою є мікробіологічна небезпека продуктів, носіями якої є бактерії, гриби та віруси. Особливу небезпеку становить патогенна мікрофлора: клостридії (*Clostridium*), паличкоподібні бактерії (від лат. *bacilli* – палички), бруцели (*Brucella*), сальмонели, стафілококи, стрептококи, вібріони. Паразитарна безпека передбачає відсутність паразитів і найпростіших, найнебезпечнішими з яких для людини є трихінели (*Trichinella* спричинює трихінельоз), цисти гельмінтів, токсоплазми (*Toxoplasma gondii*), нематоди, трематоди і цестоди, які потрапляють до організму людини, викли-

каючи важкі захворювання. Біологічна безпека призначена унеможливити ушкодження продуктів шкідниками – кліщами, комахами, гризунами тощо. Така продукція швидко псується і стає джерелом захворювань, що переносяться цими шкідниками.

До складу продуктів для надання їм бажаних якостей спеціально додаються натуральні або синтетичні речовини, які мають назву *харчові добавки*. До них належать барвники, антиоксиданти, емульгатори, коригувальні речовини, речовини, які змінюють органолептичні властивості продуктів, але не мають біологічної активності. У промисловому виробництві продуктів харчування застосовують значну кількість харчових добавок для поліпшення споживчих властивостей кінцевого продукту. Для класифікації цих добавок використовують буквено-цифрове позначення відповідно до прийнятої класифікації (Табл. 8).

Табл. 8. Класифікація харчових добавок

| Позначення | Найменування | Призначення |
|------------|----------------------------------|--|
| E100–E199 | Барвники | Покращують зовнішній вигляд, підсилюють або відновлюють природний колір продукту. Можуть бути природними (бета-каротин) та хімічними (татразин). |
| E200–E299 | Консерванти | Подовжують термін зберігання продуктів, захищаючи їх від мікробів, грибів, бактеріофагів. |
| E300–E399 | Антиокислювачі (антиоксиданти) | Захищають продукт від окислювання і зміни кольору. Можуть бути природними (аскорбінова кислота, вітамін Е) і хімічно синтезованими речовинами. Додаються у жирові й масляні емульсії (наприклад, майонез). |
| E400–E499 | Стабілізатори і загусники | Зберігають консистенцію та підвищують в'язкість продукту. |
| E500–E599 | Емульгатори | Створюють однорідну суміш речовин, що не змішуються у природних умовах, наприклад, вода і олія. |
| E600–E699 | Підсилювачі смаку і аромату | Підсилюють смак і аромат. Можуть приховувати неприємний природний смак. |
| E900–E999 | Піногасники, глазуруючі речовини | Перешкоджають або зменшують утворення піни допомагають досягнути однорідної консистенції продуктів. |

Нині в різних країнах у виробництві продуктів харчування використовуються понад 500 харчових добавок, не враховуючи окремих духмяних речовин і ароматизаторів. У Європі класифіковано 296 Е-добавок. Індекс Е спеціалісти асоціюють як зі словом Європа, так і зі словами *essbar*, *edible*, що у перекладі з німецької і англійської мов означає «їстівний». Індекс Е у поєднанні з тризначним номером є синонімом складної назви конкретної сполуки, що є харчовою добавкою. Надання певній речовині статусу Е-добавки і тризначного ідентифікаційного номеру з індексом Е має чітке тлумачення, а саме:

У Дана хімічна речовина є перевіреною на безпечність.

- У Речовина може бути застосована у межах її встановленої безпечності й технологічної необхідності за умові, що застосування добавки не введе споживача в оману відносно складу продукту, до якого входить дана добавка.
- У Для речовини встановлено критерії чистоти, обов'язкові для забезпечення певного рівня якості продуктів харчування.

Певні харчові добавки заборонено до використання, наприклад, барвники E121 і E123, консервант E240 (формальдегід). Застосування деяких з них може бути небезпечним для людини: вони можуть спричинити виникнення злоякісних новоутворень, захворювання шлунково-кишкового тракту, печінки і нирок. Реакція організму людини на харчові добавки є виключно індивідуальною.

Загалом, Е-добавки застосовуються для забезпечення відповідності санітарно-гігієнічним нормам у харчовій промисловості, затвердженим регулюючими інстанціями. Частина з них є дійсно шкідливими (нітрит натрію для ковбас), але вони не заборонені, оскільки є найменшим злом, що дає можливість забезпечити товарний вигляд продукту. Інші добавки вважаються досить безпечними (молочна кислота, лимонна кислота, сахароза). Однак синтетичні оцтова або лимонна кислоти, отримані мікробіологічним способом, можуть мати домішки важких металів, уміст яких у різних країнах нормується по-різному.

4.2.1 Оцінка якості харчових продуктів

Продукти харчування потребують санітарної експертизи, оскільки в процесі виробництва, транспортування і зберігання вони можуть псуватися, інфікуватися і забруднюватися шкідливими домішками. Псуються харчові продукти найчастіше внаслідок зміни в їхньому складі органічних речовин під впливом життєдіяльності мікроорганізмів (мікроби, гриби), ферментів, під дією кисню і світла. Зазвичай псуванню продуктів сприяють висока температура і вологість повітря: погіршуються їх органолептичні властивості, утворюються шкідливі речовини, що спричиняють диспепсію, інтоксикацію, розпад вітамінів.

Зараження патогенними мікроорганізмами або яйцями гельмінтів робить продукт небезпечним для здоров'я, але не завжди змінює його органолептичні властивості. До 80% шкідливих речовин надходить до організму людини із забрудненими їжею та напоями. За безпечністю і придатністю до споживання харчові продукти умовно розділяють на такі групи:

- ☞ Продукт, придатний для харчування без обмежень – це повноцінний за складом нутрієнтів продукт, який має добрі органолептичні якості, нешкідливий для здоров'я, відповідає всім вимогам стандарту.



☞ Продукт, придатний для харчування, але зниженої якості – продукт, що не відповідає вимогам стандарту або має якийсь недолік, але не погіршує значно органолептичних властивостей і не робить його небезпечним для здоров'я споживача (наприклад, сметана

зі зниженим вмістом жиру тощо). Такі продукти допускаються до вживання за умови, що про їх знижену цінність споживачеві буде повідомлено.

☞ Умовно добрий продукт – має недоліки, які роблять його непридатним для вживання без попереднього оброблення з метою знезараження або поліпшення органолептичних властивостей.

☞ Недоброякісний харчовий продукт – має недоліки, що не допускають його використання для харчування. Наприклад, містить токсичні речовини у концентраціях, які перевищують припустимі. Недоброякісні продукти з дозволу ветеринарно-санітарної служби дають тваринам або передають для технічної утилізації.

Застосовують ще термін «фальсифікований харчовий продукт», під яким розуміють продукт, натуральні властивості якого змінено з метою обману споживача (наприклад, розбавлення молока водою, підсолодження сахарином тощо). Фальсифікація харчових продуктів у багатьох країнах розглядається як кримінальний злочин. Принципово інше значення має термін «сурогат», яким позначають харчові продукти, вироблені для заміни натуральних. Вони подібні до останніх за своїм складом, виглядом, смаком, кольором, але поступаються їм харчовою цінністю (наприклад, ячмінна кава є сурогатом натуральної). Сурогати дозволяють до вживання, якщо вони не шкодять здоров'ю і споживача поінформовано про їх склад та походження.

Органічні й неорганічні поживні речовини, які обов'язково мають входити до складу харчових продуктів, мають назву *нутриєнти*. Вони забезпечують організм людини необхідною енергією та регулюють речовинно-енергетичний обмін. Органічні нутрієнти можуть відкладатися у печінці та підшкірній жировій клітковині. Потреби організму в енергії і «будівельних матеріалах» забезпечують білки, ліпіди і вуглеводи. Жири і вуглеводи – це замінні нутрієнти, за не-

стачі яких в організмі порушуються обмінні процеси. Крім того, організм для нормального обміну речовин також потребує води, вітамінів і мінеральних солей. Незамінні (есенціальні) нутрієнти – речовини, які не утворюються в організмі або утворюються у недостатній кількості: білки, деякі жирні кислоти, вітаміни, мінеральні речовини і вода. Їх надходження з їжею є обов'язковим.

Створення ефективної системи контролю якості харчових продуктів має базуватися на *сертифікації виробника*, а уже потім – на контролі якості продукції, яку він виробляє. Сертифікуються ґрунти, де вирощується сировина; власне сировина; технологічне обладнання; транспортування; торгівельна мережа та інші аспекти діяльності підприємства. Наявність у виробника сертифіката є найважливішим маркетинговим інструментом, який підтверджує відповідність існуючим нормам і вимогам до безпеки і складу харчових продуктів. Сертифікація продуктів харчування – це процедура підтвердження їх заявленої якості, а орган сертифікації – незалежна особа, що володіє експертними і технічними можливостями дати кваліфіковану оцінку досліджуваного продукту.



За останні півстоліття відбувся різкий ріст міжнародної торгівлі продуктами харчування. Це призвело до посилення впливу національних стандартів харчової безпеки на зовнішні стандарти для захисту здоров'я населення інших країн. Виникла потреба встановити об'єктивні стандарти міжна-

родного масштабу. У 1963 році Продовольча і Сільськогосподарська Організація ООН (ФАО) і ВООЗ розробили Об'єднану програму з продовольчих стандартів, а управління реалізацією програми було доручено Комісії Codex Alimentarius. Результатом стало затвердження Продовольчого Кодексу, визнаного Світовою організацією торгівлі (СОТ). *Кодекс Аліментаріус* є зведенням в єдиному форматі міжнародних стандартів харчових продуктів. Вони призначені для захисту здоров'я споживачів та забезпечення добросовісної торгівлі продовольством. Стандарти Кодексу є добровільними.

Починаючи з моменту створення, в рамках Codex Alimentarius було розроблено понад 200 стандартів на готові продукти, напівфабрикати та сировину для харчової промисловості. Також у Кодексі містяться вказівки, норми і правила щодо якості харчових продуктів і торгівлі ними. Оцінено більше 1000 харчових добавок та 75 ветеринарних препаратів, встановлено більше 3000 максимальних рівнів залишків пестицидів.

Codex Alimentarius містить положення щодо використання Комплексної методики аналізу ризиків і критичних точок (Hazard Analysis and Critical Control Point, HACCP) і передових методів у сфері гігієни (Good Hygiene Practice, GHP). Загальні положення визначають, як переробники продовольчих продуктів мають управляти, контролювати і розробляти методи переробки для зведення до мінімуму ризиків, пов'язаних з безпекою вироблених продуктів харчування. Положення HACCP та GHP об'єднує міжнародний *Стандарт ISO 22000*.

З часу першої публікації стандарту в 2005 році переваги ISO 22000 визнано в усьому світі. Всі підприємства харчового ланцюжка можуть бути сертифіковані на відповідність стандарту. Використання стандарту можна порівняти зі спілкуванням однією мовою, загальноприйнятою у всьому світі, на тему безпеки харчових продуктів.

4.2.2 Біотехнології та органічне виробництво

Біотехнологія розширює можливості виробництва продуктів харчування на основі природних ресурсів. Йдеться про контрольоване вирощування нових сортів рослин, виведення нових порід тварин і вироблення генетично модифікованих харчових продуктів з бажаними характеристиками. Наприклад, з підвищеною стійкістю до комах-шкідників або гербіцидів. Сільськогосподарські біотехнології нині широко застосовуються у рослинництві, тваринництві, лісовому господарстві й аквакультурі з метою уникнення голоду, сприяння адаптації до кліматичних змін і підтримання бази природних ресурсів.

Роль Codex Alimentarius в біотехнології полягає в оцінці ризиків щодо безпеки харчових продуктів. Оцінка безпеки передбачає порівняння харчових продуктів, отриманих засобами сучасної біотехнології, з традиційними аналогами. Для вирощування рослин із заданими характеристиками за допомогою сучасних біотехнологій, в клітину одного виду інкорпоруєть гени, запозичені з клітини іншого виду, що неможливо здійснити засобами традиційної селекції. Наприклад, з генетично модифікованих (ГМ) рису чи кукурудзи створюються сорти з підвищеним вмістом білків. Або з ГМ кукурудзи, сої, ріпаку отримують олію зі зменшеним вмістом жирів. Генетична інженерія дозволяє також видаляти з продуктів харчування певні алергенні протеїни.

Однак серед споживачів біотехнологія викликає певні побоювання щодо безпечності ГМ-культур. Наразі немає жодних доказів їх небезпечності: з часу першої широкої комерціалізації ГМ-продуктів більше 20 років тому не було виявлено побічних ефектів унаслідок споживання будь-якої дозволеної ГМ-

культури. Для уникнення ризиків кожна культура, пов'язана з введенням нового специфічного гена, підлягає ретельному вивченню. Перш ніж будь-які продукти, вироблені з використанням ГМ-технології, надійдуть на ринок, проводяться необхідні випробування. Результати випробувань, включаючи годівлю тварин, розглядаються відповідальними органами. Це робить нові сорти ГМ-культур щонайменше такими ж безпечними для вживання, як і нові традиційні сорти.

Ще у 2002 році Всесвітня продовольча програма ООН (United Nations World Food Programme – WFP), ВООЗ і ФАО дійшли висновку, що наявна на продовольчому ринку ГМ-продукція не несе жодної з відомих загроз здоров'ю людини. Європейська комісія засвідчила відсутність шкідливих ознак ГМ-сортів кукурудзи. Тим, щоб усі ГМ-рослини до моменту появи на ринках ЄС проходили аналіз на безпеку, опікується Європейське агентство з безпеки харчових продуктів (European Food Safety Authority – EFSA). Забезпечує своєчасне інформування населення з питань безпеки харчових продуктів. Навіть запеклі опоненти біотехнології, організація Greenpeace, рекомендували африканським країнам прийняти ГМ-кукурудзу як альтернативу голоду.

У Доповіді Національних академій наук, техніки і медицини США 2016 року «Генетично сконструйовані зернові культури: досвід і перспективи» ризики вживання ГМ-продукції названо такими ж самими, як і споживання звичайної їжі. Йдеться про те, що вплив ГМ-культур на здоров'я людини і довкілля жодним чином не відрізняється від впливу традиційних культур. Використання ГМ-культур, стійких до шкідників, навпаки, зберігає здоров'я за рахунок зниження отруєнь інсектицидами. Тому триває розроблення корисних для людини ГМ-культур, зокрема, рису з підвищеним вмістом бета-каротину, що сприятиме запобіганню сліпоті й дефіциту вітаміну А в організмі людини. Сама Доповідь базується на результатах дослідження, яке проводилося більше 50 вченими протягом двох років. Дослідження включає дані 900 проектів з вивчення біотехнологічних культур від початку їх комерційного застосування в 1996 році.

Нині ГМ-культури вирощують у 26 країнах світу. Світовим лідером є США, де під трансгенні культури виділено 75 млн га, або понад 40% світового обсягу. Всього у США дозволено вирощувати близько 90% усіх зареєстрованих ГМ-культур. На другому місці – Бразилія, де на площі більше 51,3 млн га вирощують три ГМ-культури – сою, кукурудзу і бавовник. Третє місце у Аргентини (23,9 млн га). Також серед лідерів – Канада (12,7 млн га) та Індія (11,6 млн га). В Європі найбільше ГМ-культур обробляють Іспанія, де під модифіковану

кукурудзу відведено 100 тис га, і Португалія. Приблизно 50% ГМ-культур становить соя.

ГМ-рослини становлять значну частину раціону бідних країн. Кілька видів ГМ-бананів захищені від нематод, панамської хвороби, бактеріального вілту. Панамську хворобу викликає паразитичний грибок *Fusarium oxysporum*, а від бактеріального вілту лише в Уганді протягом 2001-2005 років було втрачено половину врожаю бананів. Справжніми ворогами картоплі є бліда і золотиста нематоди. Проти паразитів використовують нематоциди – високотоксичні речовини, які збільшують витрати на врожай. Отже, єдиним шляхом є використання стійких до паразитів і шкідників ГМ-сортів.

Деякі рослини, як-от кукурудза або рис, створюються стійкими до засух, засолення ґрунтів і паводків. Іншим важливим напрямом є виведення рослин для синтезу лікарняних препаратів. Дозволена до використання у США, Бразилії, Ізраїлі, Мексиці й Чилі ГМ-морква модифікована геном людини та виробляє фермент ELELYSO (taliglucerase alfa), який застосовують для лікування хвороби Гоше. Це рідкісне спадкове захворювання, викликане генетичними мутаціями, що призводить до збільшення у людини печінки і селезінки, ламкості кісток, анемії, порушення роботи легень і нирок. Із насіння ГМ-кукурудзи добувають молекули для лікування гепатиту В, лактоферин для запобігання діареї. Рожеві ананаси з підвищеним вмістом пігменту лікопену зменшують імовірність раку простати. ГМ-шафран, який проходить клінічні випробування, можна використовувати для синтезу інсуліну. Взагалі майже весь інсулін синтезують за допомогою генетично модифікованих мікроорганізмів із генами людини.

Україна поки що ігнорує біотехнології, а використання ГМ-культур досі не легалізоване. Позначка «Без ГМО» на українських продуктах нібито передбачає, що існують продукти і з ГМО. Насправді в Україні поки не зареєстрований жоден харчовий ГМО-продукт. Не можна завозити і вирощувати ГМ-рослини, навіть наукові дослідження з аграрних біотехнологій дозволяються тільки у пробірці. Відповідальним за випробування ГМ-організмів є Інститут харчової біотехнології та геноміки (ІХБГ) НАН України. За результатами досліджень ІХБГ, у разі застосування українськими фермерами сучасних біотехнологій, вже у перший рік можна досягти чистого зростання рівня рентабельності господарств на суму понад 4 млрд грн.

Підсумовуючи, зазначимо, що біотехнологія може принести значні вигоди у сферу охорони здоров'я: збільшуючи поживну цінність їжі, можна підвищити якість харчування. Дослідження ймовірних наслідків впливу ГМО на до-

вкільля і здоров'я людини тривають. Генетична модифікація є новим інструментом для селекціонерів, які мають на меті отримати поліпшені сорти рослин ефективнішим способом. Наприклад, стійкі до гербіцидів рослини можуть бути виведені як шляхом звичайного схрещування, мутагенезу чи селекції, так і шляхом прямого введення конкретного гену, що кодує потрібну ознаку. Кінцевий генетичний код отриманої рослини буде абсолютно однаковим у обох випадках. Але за допомогою генної інженерії той самий результат можна отримати швидше і ефективніше.

Організм людини містить до тисячі токсичних речовин, куди вони потрапляють з питною водою і продуктами харчування. Більше 45% всієї енергії людина витрачає на їх знезараження. Звідси висновок: *абсолютно безпечних продуктів не існує*, оскільки практично не існує жодного їх компонента, який був би абсолютно безпечним для тієї чи іншої категорії населення.

Альтернативою традиційним продуктам харчування, яка упевнено просувається на ринки розвинутих країн, є органічна продукція, попит на яку постійно зростає. *Органічні продукти (organic food)* – це продукція сільського господарства і харчової промисловості, виготовлена відповідно до затверджених стандартів, які передбачають мінімізацію використання пестицидів, синтетичних мінеральних добрив, регуляторів росту рослин, штучних харчових добавок (Табл. 9).

Табл. 9. Особливості органічного аграрного виробництва

| Дозволено | Заборонено |
|--|--|
| Сертифіковані пестициди рослинного і тваринного походження | Синтетичні пестициди, гербіциди, інша агрохімія |
| Сівозміни, біологічний контроль шкідників і хвороб | Виснажувати ґрунт монокультурами тощо |
| Натуральні добрива, сидерати, мульчування (годувати ґрунт, а не рослини) | Мінеральні добрива (азотні тощо) |
| Переробка: мінімум 95% інгредієнтів мають бути органічного походження. | Більше 5% інгредієнтів не мають органічного сертифікату. |
| Комахи-хижаки або пастки для боротьби із шкідниками. | Антибіотики або гормони для росту свійських тварин. |

За стандартом, у ґрунт протягом трьох років заборонено вносити будь-які речовини хімічного походження. Тільки по закінченню цього перехідного періоду продукція отримує статус органічної. Органічна якість продукції підтверджується сертифікатом. На упаковку наноситься відповідне маркування та ін-

формація про орган сертифікації (Табл. 10). Стандартом також передбачено певні особливості ведення органічного тваринництва, зокрема:

- У максимальне забезпечення свободи для тварин;
- У мінімізація впливу на тварин стрес-факторів;
- У вільний доступ тварин до вигульних майданчиків і пасовищ;
- У суворе дотримання санітарно-гігієнічних правил для попередження інфекційних захворювань;
- У задоволення фізіологічних потреб тварин відповідно до їх віку, статі, стану здоров'я;
- У складання раціону належної поживності та енергетичної цінності виключно з органічних складників;
- У репродукція тварин переважно природним способом.

Табл. 10. Знаки маркування органічних продуктів у різних країнах

| | |
|---|--|
|  | <p>Єдиний логотип органічного виробництва Євросоюзу. За стандартом відповідно до Постанови Ради ЄС 834/2007 переважно проводиться сертифікація органічного виробництва в Україні.</p> |
|  | <p>Bio Suisse – приватні стандарти швейцарської Асоціації органічних виробників, відповідно до яких проводиться сертифікація виробників, орієнтованих на швейцарський ринок.</p> |
|  | <p>Japanese Agricultural Organic Standard (JAS) – японські стандарти на органічні рослини і харчові продукти рослинного походження встановлено в 2000 році, а стандарти на органічні продукти тваринництва, харчові продукти тваринного походження і корми додано в 2005 році.</p> |
|  | <p>Органік стандарт – єдиний в Україні орган сертифікації, визнаний у Євросоюзі та Швейцарії. Є членом Європейського об'єднання сертифікаційних органів органічного виробництва (ЕОСС) та Міжнародної федерації органічного сільськогосподарського руху (IFOAM).</p> |
|  | <p>National Organic Program (NOP) – національна органічна програма США. За цим стандартом проводиться сертифікація виробників, які орієнтуються на американський ринок.</p> |

Слід зауважити, що терміни «натуральний» і «органічний» на етикетках продуктів не є взаємозамінними. Позначка «натуральний» означає, що продукт

не має штучних барвників, ароматизаторів і консервантів. Але це не стосується методів і матеріалів, з яких виробляються харчові інгредієнти.

Зростання попиту на органічну продукцію стимулює світовий органічний сектор: в 2018 році продажі органічної їжі вперше перевищили \$100 млрд (Рис. 40). Суттєво зростає і виробництво: у ньому зайнято майже 2,8 млн виробників, а загальна площа органічних сільськогосподарських угідь досягла понад 70 млн га (Табл. 11, Рис. 41).

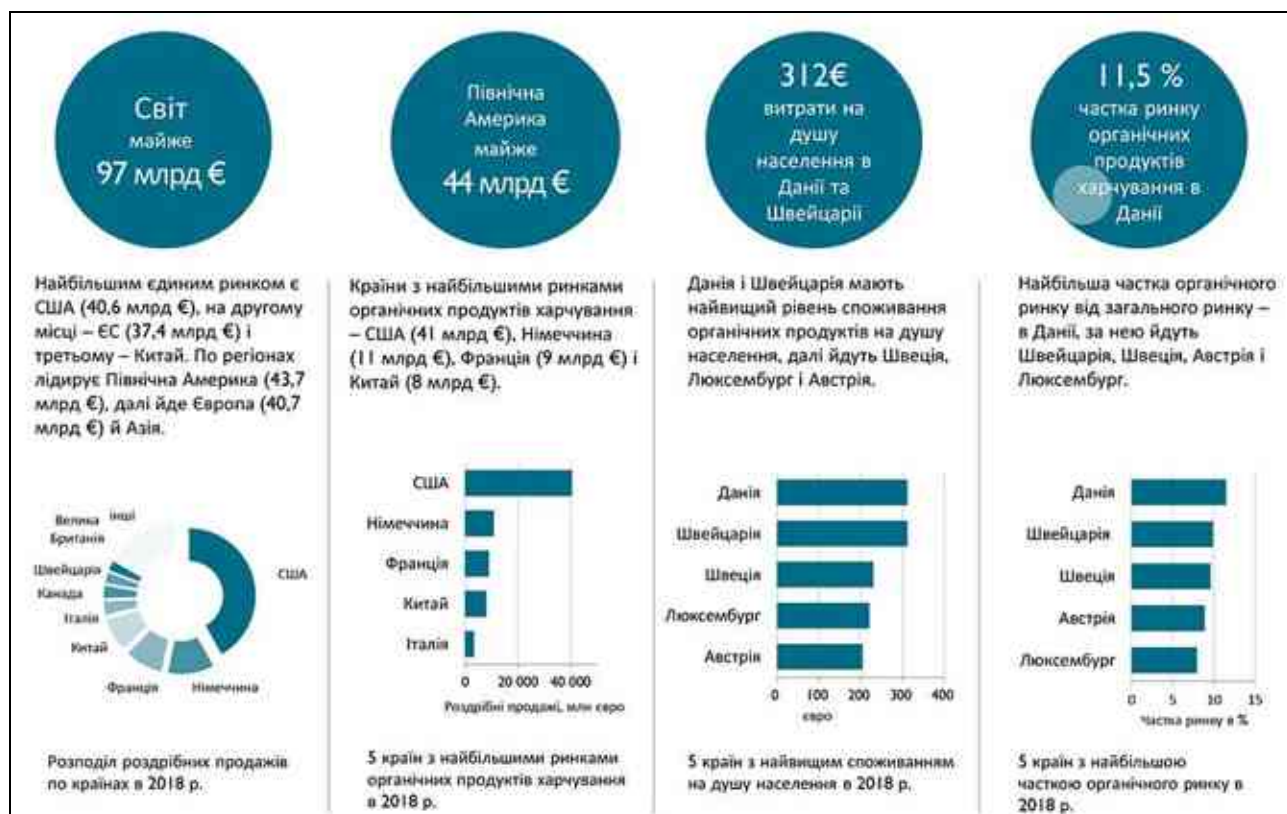


Рис. 40. Органічні світові ринки, 2018 рік

Світовим лідером, який об'єднує і допомагає органічному руху в усьому його розмаїтті, є Міжнародна федерація рухів за органічне сільське господарство (The International Federation of Organic Agriculture Movements – IFOAM Organics International), заснована ще в 1972 році у Франції. Нині IFOAM є міжнародною неурядовою організацією з найвищим рейтингом, яка має 800 філій у 127 країнах.

А що ж в Україні? Поки що вітчизняний ринок органічних продуктів не надто потужний – Україна посідає 11-е місце в Європі за обсягами їх виробництва. Приблизно 80% продукції експортується, тобто внутрішнє споживання залишається на дуже низькому рівні. З набуттям чинності Закону України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування

органічної продукції» (2019) введено єдиний державний логотип «organic», що означає вміст не менше 95% органічних інгредієнтів.

Табл. 11. Органічне сільське господарство: основні показники і країни (за даними The World of Organic Agriculture, 2020)

| Індикатори | Світ | Топ-країни |
|--|----------------------------|--|
| Країни з органічною діяльністю | 186 країн | |
| Органічні землі (млн га) | 2018: 71,5 (1999: 11,0) | Австралія (35,7) Аргентина (3,6) Китай (3,1) |
| Частка органічних угідь в загальній кількості сільськогосподарських земель | 1,5% | Ліхтенштейн (38,5%) Самоа (34,5%) Австрія (24,7%) |
| Виробники | 2,8 млн (1999: 200 тис) | Індія (1 149 371) Уганда (210 352) Ефіопія (203 602) |
| Ринок органіки (млрд євро) | 2018: 96,7 (2000: 15,1) | США (40,6) Німеччина (10,9) Франція (9,1) |

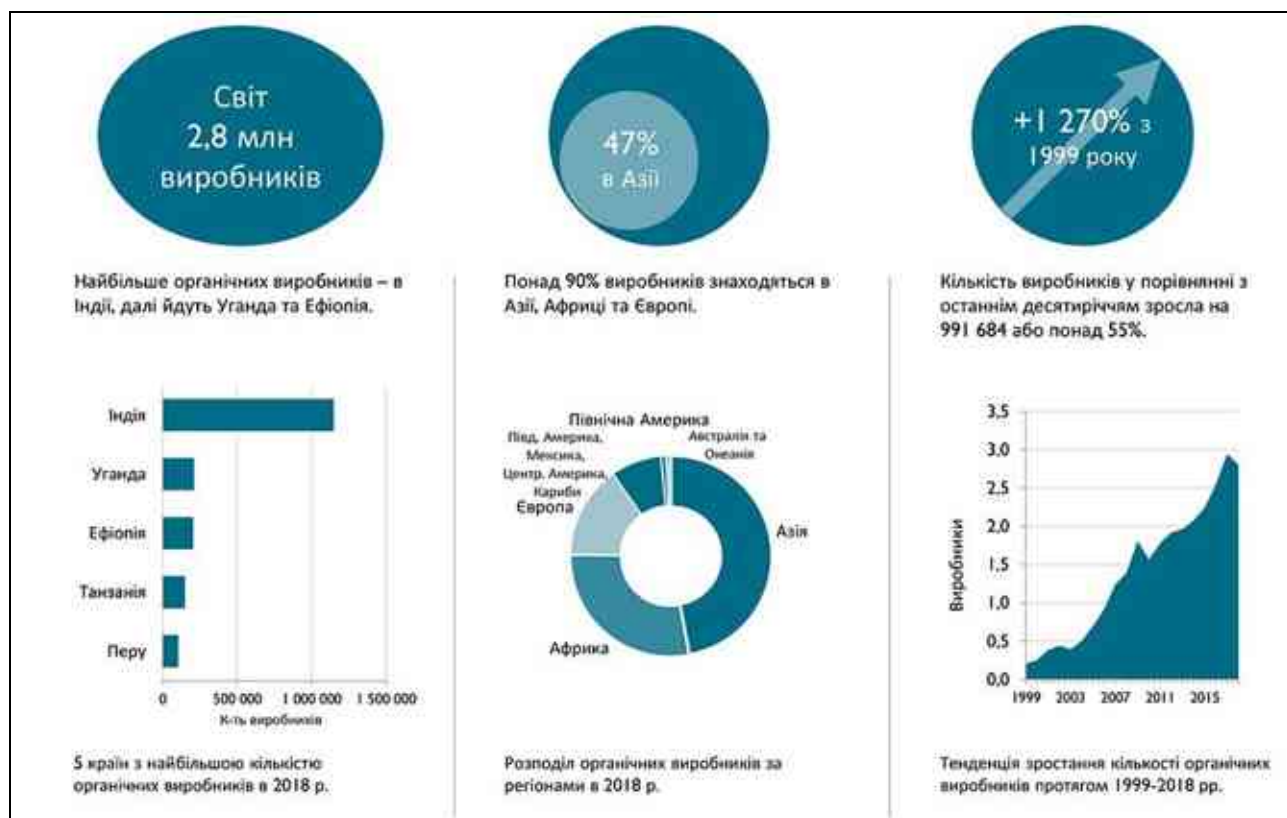


Рис. 41. Країни-виробники органічної продукції, станом на 2018 рік

У 2017 році в Україні вперше зібрано дані оперативного моніторингу про основні показники органічного сільського господарства відповідно до органічного законодавства ЄС. Дані про органічних операторів та сільськогосподарські

землі (органічні та перехідного періоду) відображено на карті (Рис. 42). Лідирують чотири області – Одеська (102 238 га), Херсонська (75 866 га), Дніпропетровська (37 750 га) та Житомирська (31 576 га). Загальна площа сільськогосподарських земель становить 381 173 га, з яких 289 551 га мають органічний статус.

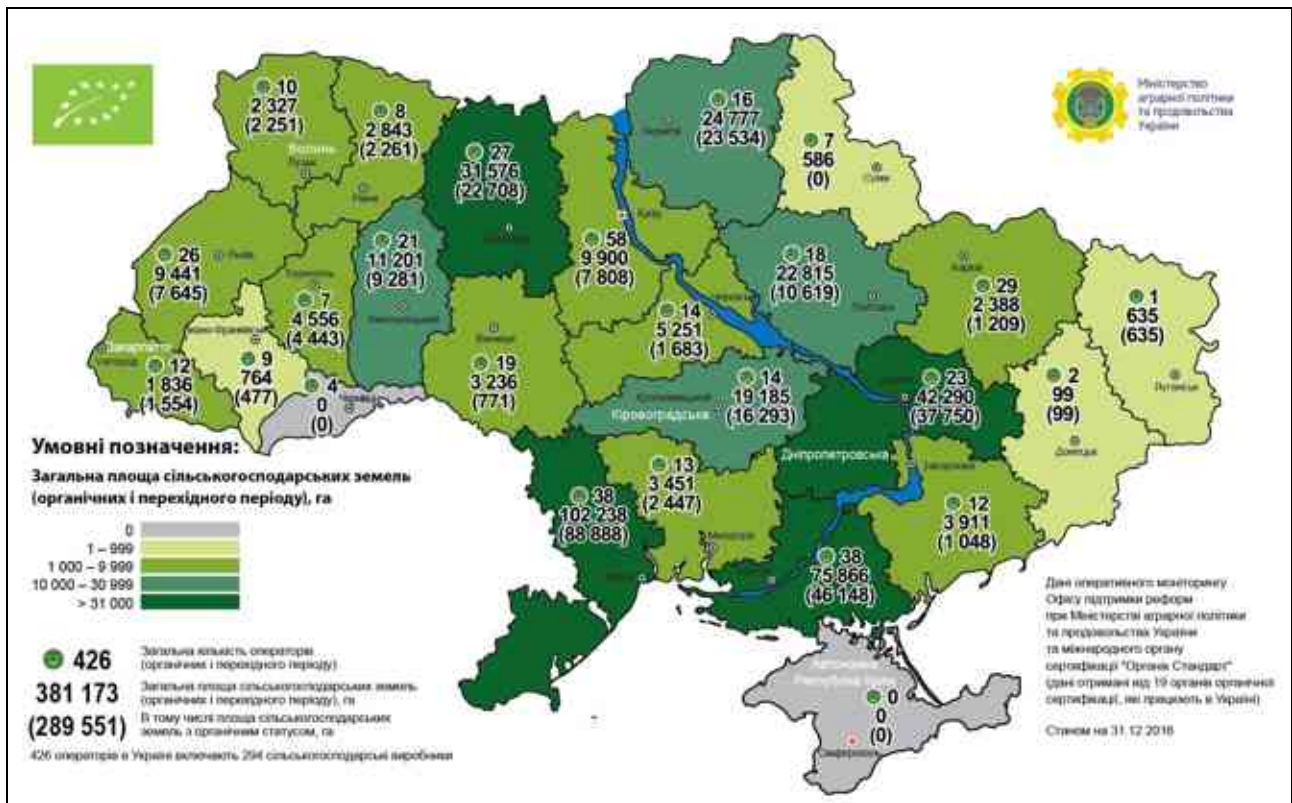


Рис. 42. Органічні сільськогосподарські угіддя в Україні

Отже, органічне виробництво у XXI ст. стало сучасним напрямом розвитку ресурсного світового потенціалу, модним трендом та розглядається в якості взірцевої моделі сталого розвитку, що узгоджує три його компоненти – економічну ефективність (підвищення конкурентоспроможності продукції, зниження виробничих витрат внаслідок відмови від застосування хімікатів), екологічну спрямованість (відновлення родючості ґрунтів, зниження забруднення водних джерел і атмосферного повітря) та соціальний аспект (підвищення життєздатності сільських громад, забезпечення споживачів якісними продуктами харчування). Змістове наповнення продовольчої безпеки органічної продукції повною мірою відповідає категорії «якість», насамперед з погляду підвищення безпеки життя населення.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Сформулюйте поняття «здоров'я» та охарактеризуйте його компоненти з позицій єдності.
2. Чому здоров'я називають багатовимірним феноменом? На яких рівнях він проявляється?
3. Назвіть і охарактеризуйте основні критерії здоров'я.
4. Які захворювання називають екологічними? Обґрунтуйте.
5. Охарактеризуйте відомі вам невідомі екологічні захворювання і фактори, які їх зумовлюють.
6. Назвіть канцерогени, які найчастіше призводять до утворення злоякісних пухлин. Від чого залежить шанс людини захворіти на рак?
7. Чим зумовлено появу в біосфері нових хімічних сполук, джерел випромінювання і фізичних чинників, що мають мутагенні властивості? Обґрунтуйте.
8. Як змінюється діапазон толерантності екологічних факторів залежно від їх комплексного впливу на людину? Як це відображається на її здоров'ї?
9. Яка наука опікується проблемами здоров'я людини на популяційному рівні? Охарактеризуйте її.
10. Поясніть, які основні прояви має небезпека під час споживання людиною товарів народного споживання, продуктів харчування і питної води.
11. Як поділяються харчові продукти за безпечністю і придатністю до споживання? Чим фальсифікат відрізняється від сурогату?
12. На чому має базуватися створення ефективної системи контролю якості харчових продуктів? Обґрунтуйте.
13. Які міжнародні стандарти забезпечують захист здоров'я споживачів та добросовісну торгівлю продовольством?
14. Розкрийте сутність біотехнології та причини її необґрунтованої критики. Яка ваша думка щодо загрози ГМ-продукції здоров'ю людини?
15. Що зумовлює зростання попиту на органічну продукцію в світі? Чому, на вашу думку, Україна відстає від провідних країн у цій сфері?

5 ДЕМОГРАФІЧНІ ПРОЦЕСИ І ЯКІСТЬ ЖИТТЯ ЛЮДИНИ

Якщо існуючі тенденції зростання чисельності населення світу, індустріалізації, забруднення навколишнього середовища, виробництва продуктів харчування і виснаження ресурсів залишаться незмінними, межі росту на нашій планеті будуть досягнуті протягом найближчих 100 років.

«Межі зростання», перша доповідь Римського клубу (1972)

Будь-який невивчений або слабо вивчений аспект взаємодії людини і навколишнього середовища ми звикли називати *екологічною проблемою*. Йдеться про ті протиріччя, які виникають у системі речовинно-енергетичних та інформаційних зв'язків суспільства з природним середовищем, а також вплив цих протиріч на людину та умови її життєдіяльності. Зазвичай розв'язання проблеми потребує її подальшого дослідження.

Накопичення нерозв'язаних екологічних проблем може призвести (і часто призводить) до виникнення екологічної кризи. За визначенням видатного еколога Миколи Реймерса (1990), *екологічна криза* – це напружений стан взаємин між людством і природою, що характеризується невідповідністю розвитку продуктивних сил і виробничих відносин суспільства ресурсно-екологічним можливостям біосфери. Екологічна криза характеризується не тільки і не стільки посиленням впливу людини на природу, скільки різким збільшенням зворотного впливу зміненої природи на суспільний розвиток. Сучасна екологічна криза має глобальний характер, оскільки є наслідком усієї сукупності господарської діяльності та проявляється у масштабах планети.

Будь-які проблеми стають глобальними, якщо вони зачіпають інтереси усіх країн і народів, усього людства. *Глобалізація* (від лат. *globus* – глобус, земна куля) – процес всесвітньої економічної, політичної і культурної інтеграції та уніфікації. У вужчому розумінні – перетворення певного явища на планетарне, що стосується усієї Землі. Провісником глобалізації стала поява Великого шовкового шляху, що поєднав Китай і Римську імперію. Утворення власне глобального ринку розпочалося з Великих географічних відкриттів європейцями і підштовхувалося їх військово-політичною і економічною експансією на планеті. Реальні глобальні проблеми виникли на рубежі XIX і XX ст., коли у результаті колоніальних завоювань заселені території світу було поділено між провідними країнами і таким чином залучено у світове господарство. Тоді ж зародилася і перша глобальна політична криза, що вилилася у Першу світову війну.

Основними наслідками глобалізації є міжнародний поділ праці, міграція у масштабах планети капіталу, людських і виробничих ресурсів, стандартизація законодавства, економічних і технічних процесів, а також зближення культур різних країн. Це об'єктивний процес, який має системний характер та охоплює всі сфери життя суспільства. В результаті глобалізації світ все більше залежить від усіх його суб'єктів; збільшується кількість спільних для різних держав проблем і кількість інтегрованих суб'єктів. Основні ознаки глобалізації такі:

- зміцнення зв'язків між віддаленими куточками планети, небувале поширення ідей та інформації, технологій, культури, способу життя;
- збільшення взаємозв'язків різних сфер життєдіяльності внаслідок розвитку всеосяжних систем транспорту і комунікацій;
- виникнення спільних для світового співтовариства проблем, стирання граней між місцевими і всепланетарними подіями.

Серед усіх нинішніх глобальних проблем (політичних, економічних, демографічних, соціальних, екологічних) найнебезпечнішими для людства є проблеми політичні. Це, зокрема, гонка озброєнь, економічне і політичне протистояння Сходу і Заходу, Півночі й Півдня; регіональні релігійні й військово-політичні конфлікти. На друге місце вийшли екологічні проблеми: знищення природних ресурсів, забруднення довкілля, збіднення генофонду біосфери.

5.1 Передумови виникнення глобальної екологічної кризи

На виникнення екологічних проблем у різних регіонах світу значно впливають соціально-демографічні фактори. Для країн третього світу характерний «демографічний вибух», а у розвинених країнах спостерігається старіння і депопуляція населення. Переплетіння ключових проблем веде до загострення численних криз – продовольчої, енергетичної, культурної, освітньої та інших. Майбутнє цивілізації формують стійкі тенденції – зростання чисельності населення, підвищення температури, падіння рівня ґрунтових вод, скорочення посівних площ на душу населення, зменшення площ лісів, втрата рослинних і тваринних видів, нестача енергії тощо. Серед усіх тенденцій на розвиток суспільства протягом наступного століття може найсильніше вплинути передбачуване зростання населення, поглиблюючи при цьому всі інші глобальні проблеми.

Чисельність населення планети з початку ХХ ст. зросла більш як утричі, а площі, зайняті рослинністю – джерелом виробництва кисню, скоротилися за цей час на третину. Ерозія щорічно руйнує майже 26 млрд га родючих ґрунтів. За останні 100 років уміст в атмосфері вуглецю збільшився у 10 разів. І це не

дивно, адже за останні 30 років було знищено 50% тропічних лісів Азії та Латинської Америки. Через забруднення атмосфери пошкоджено більше половини дерев у країнах Західної Європи. З'явилася реальна загроза ще більшого посилення парникового кліматичного ефекту. Бурхливе зростання населення у країнах, що розвиваються, тягне за собою низку інших проблем. Сотні мільйонів людей, як і раніше, приречені на голод і злидні, 40% населення неписьменні. Близько 800 млн чоловік, які мешкають у цих країнах, постійно недоїдають. Країни, що розвиваються, й досі залишаються глобальним осередком напруженості й воєнних конфліктів.

Виходячи з цього, можна визначити *глобальні проблеми* як загальносвітові, що зачіпають інтереси всіх націй і держав, усіх класів, соціальних груп, політичних партій, суспільних організацій і кожної людини зокрема. Проблеми визнаються глобальними, якщо вони:

- У Мають загальносвітовий або міжрегіональний характер.
- У Загрожують життю усього людства або викликають регрес в умовах життя усього людства.
- У Потребують невідкладних заходів та рішучих колективних дій світового співтовариства.

Всі проблеми взаємопов'язані та переплітаються між собою. Скажімо, будь-які зусилля, спрямовані на захист довкілля, втрачатимуть сенс, якщо людство буде вкинуте у вогнище ядерної війни; розв'язання ж екологічних проблем значною мірою залежить від успіху в розв'язанні проблем бідності й відсталості, адже безупинне винищення багатьох видів тварин і рослин продовжуватиметься доти, доки не зменшиться зовнішня заборгованість бідних країн. Перенесення глобальних проблем ближче до центру політичного життя сприятиме розробці нових конструктивних програм щодо їх успішного розв'язання.

З розвитком цивілізації і науково-технічного прогресу, бурхливим зростанням кількості населення на Землі, обсягів виробництва та його відходів проблеми стосунків між природою і суспільством дедалі загострюються. Страшною дійсністю стали голод, отруєні річки і моря, задушливе шкідливе повітря у великих промислових центрах, загублені ліси, сотні зниклих видів тварин і рослин, загроза кліматичних аномалій, ерозія і майже повне виснаження ґрунтів у аграрних районах. Як визнають міжнародні експерти, *першоджерелом і першопричиною бурхливого розвитку глобальної екологічної кризи є демографічний вибух*, що неодмінно супроводжується збільшенням темпів і обсягів скорочення природних ресурсів, нагромадженням величезної кількості відходів виробницт-

ва і побуту, забрудненням довкілля, глобальними кліматичними змінами, хворобами, голодом, і врешті-решт – вимиранням.

Які ж глобальні екологічні проблеми є нині найбільш значущими? З розвитком енергетики, хімії, металургії і машинобудування світу почали загрозувати відходи від синтетичних пральних порошків, нафтопродуктів, важкі метали, нітрати, радіонукліди, пестициди та інші шкідливі речовини, які не засвоюються мікроорганізмами, не розкладаються, а накопичуються тисячами тон у ґрунтах, водоймах і підземних водах. Наслідками цього є ускладнення отримання необхідних речовин, енергії та інформації з природного середовища; забруднення довкілля відходами виробництва; порушення інформаційних зв'язків у природі, збіднення біологічного різноманіття; погіршення здоров'я населення і соціальної стабільності.

Проблема вичерпання та виснаження природних ресурсів. У світі багато природних ресурсів, контролювати і зберігати які неможливо зусиллями окремих держав. Вони або локалізуються у міжнародному просторі (відкрите море, Космос), або переміщуються між різними країнами і континентами. До них належать атмосферне повітря, ресурси Світового океану і прісної води, природні багатства Антарктиди, мігруючі тварини. Використовувати і охороняти їх можливо тільки за умови міжнародного співробітництва.

Існує реальна небезпека вичерпання або виснаження відомих і доступних для використання ресурсів Землі: залізної руди, міді, нікелю, марганцю, хрому, алюмінію, не кажучи вже про нафту й газ. Розв'язання цієї проблеми вимагає комплексного використання сировини, упровадження ресурсозберігаючих технологій, регенерації вторинних ресурсів. Позаяк розвиток виробництва невід'ємно пов'язаний з експлуатацією природних ресурсів, то у всіх рішеннях мають враховуватися екологічні аспекти.

Глобальна енергетична проблема. В сучасній структурі енергобалансу світової енергетики переважають традиційні енергоносії – нафта й газ, вугілля, уран. Розміщуються основні види палива на планеті вкрай нерівномірно. То ж цілком очевидно, що основні проблеми цієї сфери господарства полягають у необхідності перебудови світової енергетики, зміни її структури, упровадження енергозберігаючих технологій, використання альтернативних джерел енергії. До того ж, розвиток енергетики неодмінно має загальмуватися, оскільки посилюється теплове забруднення – підвищення глобальної температури.

Проблема нестачі земельних ресурсів і продовольства. Розвиток аграрної сфери стимулюється загостренням демографічної ситуації на планеті й супро-

воджується посиленням антропогенного впливу на природне середовище. У окремих регіонах склалася вкрай напружена ситуація із забезпеченням населення продовольством, причиною чого є нерівність соціально-економічного розвитку країн і стихійні лиха. Такими регіонами є, наприклад, східна і центральна частина Африки, південна й південно-східна частини Азії; у Південній Америці – гірські райони Анд і Амазонія.

Однак проблема забезпечення світу продовольством полягає не тільки в тому, що у світі не вистачає продуктів харчування. Насправді у розрахунку на душу населення виробляється достатньо зерна, м'яса, цукру, овочів тощо, а от розміщення виробництва продовольства не завжди збігається з географією попиту. Північна Америка і Західна Європа мають надлишок харчових продуктів. Водночас у країнах, що розвиваються, продуктивність сільського господарства все ще занадто низька. Отже, шлях до розв'язання проблеми полягає у пошуку можливостей підвищення продуктивності сільського господарства, передусім в регіонах найвищого попиту.

Проблема виснаження ресурсів Світового океану – біотичних, мінеральних, енергетичних. Океан також називають «легенями» планети (його фітомаса забезпечує величезну частину регенерації кисню, як ліси на суходолі) і регулятором температури на земній кулі. Господарська діяльність у Світовому океані різко посилилася з другої половини ХХ ст. До гранично допустимих меж наближається вилов риби та інших морепродуктів. Зростає видобуток мінеральних ресурсів (нафта, газ, залізо-марганцеві конкреції, магній тощо), що супроводжується збільшенням забруднення водного середовища. Особливо забрудненими є акваторії Карибського басейну, Північного, Балтійського, Середземного і Чорного морів, Перської затоки, південного узбережжя Японських островів. Це далеко не повний перелік глобальних екологічних проблем, серед яких особливе місце посідають демографічні проблеми, які вже давно асоціюються з поняттям «демографічна криза». Розглянемо їх детальніше.

5.2 Вплив соціально-демографічних факторів на людину

Впливом демографічних факторів є все, що пов'язано з народонаселенням. Проблеми народонаселення мають глобальний характер, тому шляхи їх розв'язання може бути знайдено у формі узгоджених стратегічних дій національних урядів і міжнародних організацій. Сучасна *демографічна криза* проявляється у глибокому порушенні відтворення населення, що загрожує самому його існуванню.

Протягом усієї демографічної історії людства аж до кінця XVIII ст. причинами виникнення демографічних криз були голод, епідемії та війни; обумовлений ними високий рівень смертності призводив до скорочення чисельності населення деяких країн і регіонів світу, а інколи і до повного обезлюднення територій. Історичний процес зміни репродуктивної поведінки у деяких розвинених країнах виявляє тенденцію до падіння рівня народжуваності нижче від необхідного для простого відтворення населення, що і є причиною сучасної демографічної кризи.

Чисельність населення на земній кулі неухильно зростає протягом, принаймні, останніх 2 тисяч років, однак найбільш інтенсивний ріст населення відбувся за останні 200 років. Нині чисельність населення збільшується зі швидкістю приблизно 85-90 млн людей щороку. Зовсім нещодавно народжуваність у багатьох країнах стала знижуватися, але у найближчому майбутньому це призведе лише до уповільнення росту чисельності, а не до досягнення постійного рівня чи його зниження. Однак демографічні проблеми зводяться не тільки до приросту населення, але й до інших факторів, зокрема, природно-кліматичних особливостей регіонів, стану навколишнього середовища, економічних і соціальних умов життя. Основними демографічними показниками суспільства є народжуваність, смертність і середня тривалість життя.

Народжуваність – це процес відновлення суспільства за рахунок появи нового життя. Народжуваність визначається за допомогою коефіцієнта народжуваності (розподіл абсолютного числа немовлят до загальної кількості населення). *Смертність* визначається відношенням числа померлих до загальної кількості населення. Тенденція до збільшення смертності часто обумовлюється серцево-судинними захворюваннями, злоякісними утвореннями, нещасними випадками тощо. Демографічна ситуація значною мірою визначається дитячою смертністю, основними причинами якої є генетичні аномалії, інфекційні й інші хвороби.

Середня тривалість життя – це середнє число років, які має прожити новонароджена дитина. Тривалість життя людини залежить від багатьох факторів – як зовнішніх, так і внутрішніх. Наука, що вивчає проблеми старіння, з'ясовує основні його закономірності, починаючи з молекулярного і клітинного рівнів і закінчуючи цілісним організмом, називається *геронтологією*. Існує фізіологічна, психологічна і соціальна зрілість. *Фізіологічна зрілість* – етап статевого дозрівання організму, з індивідуальними термінами розвитку в кожному конкретному випадку. Термін досягнення фізіологічної зрілості залежить від

спадкоємних, кліматичних та інших факторів. *Психологічна зрілість* – це період, коли формуються моральна стійкість, самоконтроль, відповідальність за свої вчинки. *Соціальна зрілість* означає повністю сформовану особистість, повноцінного і повноправного члена суспільства.

Середня тривалість життя у різних країнах різна. Наприклад, в Італії, Швейцарії і Японії – майже 83 роки, у Ісландії, Іспанії, Франції, Швеції і Австралії – 82, у Норвегії – 81 рік, у США – 78, Китаї – 73 роки, в Україні – 67 років, у Зімбабве – 36 років (Табл. 12).

Табл. 12. Країни з найбільшою очікуваною тривалістю життя при народженні

| Місце серед членів ООН | Місце серед усіх територій | Країна | Очікувана тривалість життя при народженні | Чоловіча очікувана тривалість життя | Жіноча очікувана тривалість життя |
|------------------------|----------------------------|------------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|
| | 1 | Макао | 84,36 | 81,39 | 87,47 |
| 1 | 2 | Андорра | 82,51 | 80,33 | 84,84 |
| 2 | 3 | Японія | 82,12 | 78,8 | 85,62 |
| 3 | 4 | Сінгапур | 81,98 | 79,37 | 84,78 |
| 4 | 5 | Сан-Марино | 81,97 | 78,53 | 85,72 |
| | 6 | Гонконг | 81,86 | 79,16 | 84,79 |
| 5 | 7 | Австралія | 81,63 | 79,25 | 84,14 |
| 6 | 8 | Канада | 81,23 | 78,69 | 83,91 |
| 7 | 9 | Франція | 80,98 | 77,79 | 84,33 |
| 8 | 10 | Швеція | 80,86 | 78,59 | 83,26 |
| 9 | 11 | Швейцарія | 80,85 | 78,03 | 83,83 |
| 10 | 13 | Ізраїль | 80,73 | 78,62 | 82,95 |
| 11 | 14 | Ісландія | 80,67 | 78,53 | 82,9 |
| | 16 | Кайманові о-ви | 80,44 | 77,2 | 83,72 |
| | 17 | Бермудські о-ви | 80,43 | 77,65 | 83,26 |
| 12 | 18 | Нова Зеландія | 80,36 | 78,43 | 82,39 |
| 13 | 19 | Італія | 80,2 | 77,26 | 83,33 |
| | 20 | Гібралтар | 80,19 | 77,3 | 83,22 |
| 14 | 21 | Монако | 80,09 | 76,3 | 84,09 |
| 15 | 22 | Ліхтенштейн | 80,06 | 76,59 | 83,53 |
| 16 | 23 | Іспанія | 80,05 | 76,74 | 83,57 |

| Місце серед членів ООН | Місце серед усіх територій | Країна | Очікувана тривалість життя при народженні | Чоловіча очікувана тривалість життя | Жіноча очікувана тривалість життя |
|------------------------|----------------------------|------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 17 | 24 | Норвегія | 79,95 | 77,29 | 82,74 |
| | 25 | Джерсі | 79,75 | 77,23 | 82,46 |
| 18 | 26 | Греція | 79,66 | 77,11 | 82,37 |
| 19 | 27 | Австрія | 79,5 | 76,6 | 82,56 |
| 20 | 29 | Мальта | 79,44 | 76,95 | 81,47 |
| 21 | 30 | Нідерланди | 79,4 | 76,8 | 82,14 |

У індивідуальному розвитку людини виділяють такі періоди:

- юнацький: юнаки – 17-21 рік, дівчата – 16-20 років;
- зрілий вік (перший період): чоловіки – 22-36 років, жінки – 21-35 років;
- зрілий вік (другий період): чоловіки – 36-60 років, жінки – 36-55 років;
- похилий вік: чоловіки – 61-74 роки, жінки – 56-74 роки;
- старий вік: 75-90 років;
- довгожителі – більше 90 років.

Старість вважають заключним етапом онтогенезу – це віковий період, який характеризується суттєвими структурними, функціональними і біохімічними змінами, що відбуваються в організмі. Вони зазвичай обмежують адаптивні можливості людини.

Завершальною фазою індивідуального розвитку кожного людського організму є смерть. Розрізняють смерть фізіологічну (природну), що настає в результаті старіння організму, і патологічну (передчасну) – в результаті тих чи інших захворювань або ж нещасних випадків. *Смерть людини* – не раптовий процес. Він відбувається у два етапи: клінічна і біологічна смерть. *Клінічна* смерть – це призупинення діяльності життєво важливих функцій: втрата свідомості, припинення серцебиття і дихання. Інші ж органи продовжують жити і функціонувати, у них ще відбуваються процеси самовідновлення. *Біологічна* смерть пов'язана з припиненням процесів самовідновлення і поступовим відмиранням клітин. За клінічної смерті людину можна повернути до життя, у стані біологічної смерті – вже ні.

За результатами досліджень ВООЗ, провідними причинами смертельних випадків у світі є серцеві захворювання, хвороби мозку, інфекції дихальних шляхів тощо (Рис. 43).



Рис. 43. Найпоширеніші причини смертності у світі

Народонаселення (у широкому розумінні) – це сукупність людей, які мешкають у даному місці, на даній території. Народонаселення – явище соціальне, що має такі характерні риси:

- природно-історична обумовленість;
- безперервне поновлення у процесі утворення і відтворення безпосереднього життя;
- соціально-часова визначеність;
- просторово-територіальна визначеність сукупності людей.

Невід’ємним атрибутом народонаселення є його рух, який відображає спосіб його існування. Іншими словами, *рух населення* – це будь-які зміни його чисельності. Він буває природним і механічним. В основі природного руху населення лежить безперервне його оновлення за рахунок появи одних життів і зникнення інших, тобто заміна поколінь людей, або відтворення населення.

Природний рух – це різниця між народжуваністю і смертністю; процес, що змінює чисельність і склад населення шляхом його оновлення. *Механічний рух* змінює чисельність за рахунок територіального переміщення населення. Зниження показників народжуваності й смертності відбувається з ростом економічного розвитку країни: народжуваність падає через підвищення соціального статусу жінки, а смертність – завдяки покращанню медичного обслуговування і підвищенню рівня життя.

Статева і вікова структура населення залежить від динаміки народжуваності й смертності. Зміни у структурі й чисельності населення призводять до того, що незважаючи на обмежену тривалість життя кожної людини, населення продовжує своє існування. Цей процес називають *відтворенням населення*, а систему параметрів, які визначають хід процесу відтворення, називають *режимом відтворення*. У вузькому розумінні відтворення населення – це процес постійного оновлення поколінь під впливом взаємодії процесів народжуваності й смертності, який має історичну соціально-економічну обумовленість. Розрізняють два типи відтворення населення, які служать показниками його природного руху:

- *Перший* тип: низька народжуваність і низька смертність. Природний приріст – до 10 чол. на 1000 жителів (менше 1%). Призводить до скорочення трудових ресурсів, старіння нації. До цього типу належать країни Західної, Східної, Центральної Європи, США, Японія, Канада, Австралія. Від’ємний приріст населення мають ФРН, Угорщина, Бельгія, Австрія, Данія, Україна.
- *Другий* тип: висока народжуваність і низька смертність. Природний приріст перевищує 1,2% (понад 12 чол. на 1000 жителів). До цього типу належать країни Африки, Азії, Латинської Америки, Албанія.

Дія законів народонаселення впливає на тип зміни поколінь. Відомо два типи зміни поколінь – *традиційний* (тип швидкої зміни) і *сучасний* (тип повільної зміни). Перехід від традиційного до сучасного типу зміни поколінь зветься демографічним переходом.

Загальною кількісною мірою народонаселення світу, країни, окремих її частин є його чисельність. *Чисельність населення* визначається на яку-небудь дату, момент часу. Існують категорії наявного і постійного населення. До *наявного* населення належать особи, які у момент перепису перебували на даній території незалежно від місця їхнього постійного мешкання. До *постійного* населення належать особи, які постійно мешкають на даній території.

У процесі переходу до сучасного типу відтворення населення корінних змін зазнає його вікова структура: частка молодших вікових груп неухильно скорочується, а частка старших збільшується. Цей феномен називають демографічним старінням. *Старіння населення* – одна з тих необоротних змін, які сполучені з переходом до нового типу відтворення населення. *Демографічне старіння* – об'єктивний, історично зумовлений процес, його наслідки необоротні, і єдине, що можна й треба зробити, це усвідомити його неминучість, історичний характер та враховувати це у суспільній практиці, зокрема при розробці демографічної політики.

За всю свою історію людство пережило принаймні три так звані «*демографічні революції*». Перша починалася ще з часів неолітичної революції і продовжувалася аж до початку XIX ст. Тоді панував тип відтворення населення, який прийнято називати традиційним. Для нього були характерні висока народжуваність, близька до фізіологічного рівня (40-45 чоловік на 1000 жителів), дуже висока смертність (30-35 чол. на 1000 жителів) і в результаті – низький природний приріст населення. Цей тип був нерозривно пов'язаний з аграрною економікою, з докапіталістичними відносинами, з орієнтацією на багатодітну сім'ю, у якій діти з раннього віку беруть участь у господарських роботах. І саме висока смертність служила тоді регулятором усього процесу розвитку.

Друга «демографічна революція» сталася на початку XIX ст. у зв'язку з переходом від аграрної до індустріальної економіки, що ознаменувалося промисловими переворотами у багатьох країнах Європи. Поступове зниження смертності по мірі розвитку охорони здоров'я в цих країнах призвело тоді до помітного збільшення природного приросту населення. Але в усіх інших регіонах світу продовжував зберігатися традиційний тип відтворення населення. Третя «демографічна революція» розпочалася у середині XX ст. і захопила насамперед економічно розвинуті країни. Саме для її характеристики широко застосовується термін «*демографічний вибух*», який з публіцистичної літератури перейшов і в науковий вжиток.

Номо sapiens існує на планеті майже 100 тис років, та лише приблизно 8 тис років тому на Землі стало проживати близько 10 млн людей. Чисельність земель збільшувалася дуже повільно, поки вони жили полюванням і збиранням, вели кочівний спосіб життя. З переходом до осілого землеробства, до нових форм виробництва, особливо промислового, кількість людей стала збільшуватися і до середини XVIII ст. становила майже 800 млн. Приблизно у 1820 р. чисельність земель досягла першого мільярду. Потім ситуація різко змінилася –

населення перейшло від стану повільного зростання до епохи вибухоподібного збільшення.

У 1927 р., лише через 100 років після досягнення мільярдного рівня, його чисельність перевищила 2 млрд. Третій мільярд був зафіксований у 1959 р., четвертий – вже через 15 років, у 1974 р., а всього через 13 років, 11 липня 1987 року було оголошено ООН «днем народження 5-мільярдної людини». Шостий мільярд з'явився у 2000 р. Днем народження 7-мільярдного жителя Землі стало 31 жовтня 2011 р. Декілька країн – Філіппіни, Індія, Росія і Туреччина – сперечалися тоді про його місце народження. Церемонія на честь народження 7-мільярдного жителя планети пройшла у столиці Філіппін Манілі. Чисельність населення світу, згідно із середнім варіантом прогнозів, становитиме 8 млрд у 2025 р. і 9 млрд. – у 2045 р. (Табл. 13).

Табл. 13. Динаміка чисельності населення світу (за оцінками ООН)

| Роки | Населення, млн чол. | Приріст за десятиліття, млн чол. | Щорічний абсолютний приріст, млн чол. | Середньорічний темп росту, % |
|------|---------------------|----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 1950 | 2515 | 220 | 22 | 1,6 |
| 1960 | 3019 | 504 | 50 | 1,8 |
| 1970 | 3698 | 679 | 68 | 2,0 |
| 1980 | 4450 | 752 | 75 | 1,8 |
| 1990 | 5292 | 842 | 84 | 1,7 |
| 2000 | 6291 | 969 | 97 | 1,6 |
| 2010 | 7190 | 929 | 93 | 1,4 |
| 2023 | 8000 | 810 | 81 | 1,3 |

За прогнозами експертів ООН, до 2025 року населення світу досягне 8,3 млрд людей. На земній кулі щорічно народжується більш ніж 130 млн людей, вмирає приблизно 50 млн; таким чином, середній приріст населення становить 80-85 млн людей. Зниження темпів росту населення залежить від багатьох факторів, зокрема забезпечення людей житлом належної якості, повної зайнятості, доступу до освіти і медичного обслуговування. Останнє ж неможливе без розвитку національної економіки на основі індустріалізації і модернізації сільськогосподарства, без розвитку освіти, вирішення соціальних проблем. Дослідження, проведені у деяких країнах Азії і Латинської Америки, свідчать, що за низького рівня економічного і соціального розвитку більшість населення безграмотне, народжуваність дуже висока, і навпаки, народжуваність знижується за умов здійснення прогресивних економічних перетворень.

З економічною і соціальною нерівністю пов'язують таке важливе демографічне явище, як міграції населення. *Міграція* (від лат. *migratio* – переселен-

ня) – це фізичне переміщення населення, внаслідок чого відбувається зміна його кількості. *Міграція* завершується зміною постійного місця мешкання, що у буквальному сенсі означає переселення. У широкому розумінні міграції, крім переселень, охоплюють усі види переміщень населення у просторі – сезонні, епізодичні, маятникові. *Сезонні міграції* – це переміщення населення до місць тимчасової праці й проживання із збереженням можливості повернення у місце постійного мешкання. *Епізодичні міграції* – це ділові, культурно-побутові, рекреаційні та інші поїздки, здійснювані не тільки нерегулярно у часі, але й необов'язково у тих самих напрямках. *Маятникові міграції* – це масові щоденні або щотижневі переміщення населення від місць мешкання до місць праці та у зворотний бік.

Однією з головних ознак міграцій є перетин кордонів тих чи інших територій, держав чи населених пунктів. На цій підставі виокремлюють зовнішні й внутрішні міграції. Переміщення з однієї країни до іншої називається зовнішньою міграцією. *Зовнішні міграції* також називають *міжнародними* і, у свою чергу, поділяють на міжконтинентальні й внутрішньоконтинентальні. *Внутрішні міграції* характерні практично для всіх країн – це переїзд, переміщення населення у межах країни.

Виїзд до іншої країни на постійне місце проживання називається еміграцією, в'їзд людей до країни – імміграцією. Люди, які виїжджають з країни, називаються емігрантами, а які приїжджають – іммігрантами. Найбільш інтенсивні потоки міграції спостерігаються нині з країн Північної Африки, Південно-Східної і Південно-Західної Азії – до країн Західної Європи, з країн Латинської Америки та Південно-Східної Азії – до США, з України, Білорусі, Росії – до США, ФРН та Ізраїлю. З внутрішньої міграції найбільш інтенсивним є переселення із села до міста.

Зовнішні міграції відбувалися постійно, але набули масового характеру з виникненням капіталістичних відносин. Центром масової міграції стала Західна Європа. За 1815-1915 рр. з Європи виїхало 35-40 млн чол. Більшість переїхала до Північної Америки, де освоювалися величезні території. Прикладами насильницької еміграції є вивезення негрів з Африки до Америки (XVIII ст.), переселення кримських татар у XX ст. до Сибіру та Уралу. Існують міграції *тимчасові й сезонні*, головним чинником яких виступає соціально-економічний рівень розвитку країн. Сезонній міграції часто пов'язані з необхідністю збору врожаю або іншими можливостями отримати тимчасову роботу. Потоки мігрантів щороку зростають (Рис. 44).



Рис. 44. Глобальна міграція станом на 2019 рік

Вивчаючи переміщення населення, демографи визначили основні причини міграції, а саме:

- природно-географічні (освоєння нових земель – США, Австралія);

- соціально-економічні (із слаборозвинених країн до розвинених, наприклад, переїзд кращих науковців до США, Японії, ФРН);
- релігійні (між Індією і Пакистаном, Бангладеш тощо);
- національні (наприклад, формування населення Ізраїлю);
- політичні (військові дії, розпад держав, репресії, переслідування).

Відомості про чисельність населення окремих країн отримують на основі регулярних *переписів населення*, які проводяться кожні 5 або 10 років. Загальні дані усіх країн концентруються у демографів ООН. За останніми переписами, країнами-лідерами за чисельністю населення є Китай – 1389 млн осіб (18,3% від населення Землі), Індія – 1327 (17,5%), США – 326 (4,3%) (Табл. 14). За даними Світового банку, 70% прогнозованого приросту світового населення припадатиме на Бразилію, Індію, Індонезію, Нігерію і Пакистан. Експерти вважають, що до 2050 року в Індії мешкатиме на 100 млн осіб більше, аніж у Китаї. А з розвинених країн високий рівень народжуваності зберігається лише у США, де 80% приросту населення забезпечують іммігранти.

Табл. 14. Найбільш населені країни світу

| № | Країна | Населення | Дата | % світового населення |
|----|---|---------------|--------------|-----------------------|
| 1 |  Китай | 1,403,656,400 | Червень 2020 | 18.0% |
| 2 |  Індія | 1,365,046,016 | Червень 2020 | 17.5% |
| 3 |  США | 330,002,597 | Червень 2020 | 4.23% |
| 4 |  Індонезія | 265,015,300 | Липень 2018 | 3.4% |
| 5 |  Пакистан | 220,380,520 | Липень 2020 | 2.82% |
| 6 |  Бразилія | 211,830,969 | Липень 2020 | 2.72% |
| 7 |  Нігерія | 208,679,114 | Липень 2019 | 2.42% |
| 8 |  Бангладеш | 169,002,032 | Липень 2020 | 2.17% |
| 9 |  РФ | 146,877,088 | Січень 2018 | 1.88% |
| 10 |  Японія | 126,590,000 | Січень 2018 | 1.67% |
| 11 |  Мексика | 126,577,691 | Липень 2019 | 1.62% |
| 12 |  Філіппіни | 105,422,000 | Лютий 2018 | 1.39% |
| 13 |  Єгипет | 96,481,300 | Лютий 2018 | 1.27% |
| 14 |  Ефіопія | 94,352,000 | Липень 2017 | 1.24% |
| 15 |  В'єтнам | 93,700,000 | Липень 2017 | 1.23% |
| 16 |  Німеччина | 82,521,653 | Грудень 2016 | 1.09% |
| 17 |  ДР Конго | 81,339,900 | Липень 2017 | 1.07% |
| 18 |  Іран | 81,200,300 | Лютий 2018 | 1.07% |

| № | Країна | Населення | Дата | % світового населення |
|----|---|------------|--------------|-----------------------|
| 19 |  Туреччина | 80,810,525 | Грудень 2017 | 1.06% |
| 20 |  Франція | 67,201,000 | Грудень 2017 | 0.88% |

У Європі, навпаки, чисельність населення скорочується, незважаючи на імміграцію. Особливо швидкими темпами зростає населення у країнах Азії, Африки, Латинської Америки. Ще кілька років тому демографи ООН стверджували, що протягом одного-двох століть чисельність населення світу подвоїться і сягне 12 млрд. Тепер доводиться переглядати прогнози. Вони обережно передрікають, що до 2200 року кількість людей на планеті досягне 10 млрд, а потім почне скорочуватися. Ще кілька десятиліть тому рівень народжуваності у деяких країнах – Бразилії, Єгипті, Індії, Мексиці – доходив до 5-6 дітей у однієї жінки. Нині ж середній рівень народжуваності у світі становить 2,1 дитини на одну жінку.

Населення у різних регіонах світу розподілене нерівномірно: найбільша його кількість проживає в Азії – понад 60% населення світу, в Африці – 12%, у Західній Європі – 10%, в Латинській Америці – 8%, у Північній Америці – 5%, Австралії і Океанії – 0,5%. 70% населення світу проживає на суходолі, а 15% суходолу планети взагалі не заселено; 60% населення проживає у помірному поясі Північної півкулі. Можна виділити такі п'ять головних ареалів скупчення населення на земній кулі:

- У Східно-азіатський (КНР, Японія, Республіка Корея, Кореїнська народно-демократична республіка);
- У Південно-Східна Азія (Індонезія, Малайзія, Таїланд);
- У Південна Азія (Індія, Бангладеш, Пакистан);
- У Європейський;
- У Північноамериканський (Атлантичне узбережжя США і Канади).

Середня густина населення становить до 40 осіб на км² (Європа – 70, Азія – 75, Африка – 22, Америка – 17, Австралія – 2,5 чол. на км²). Існують території, які внаслідок давнього освоєння і сприятливих природних умов заселені дуже щільно (понад 300 чол./км²): Індо-Ганська рівнина, Велика Китайська рівнина, Японські острови (Рис. 45). Найменш заселеними є заполярні, високогірні й аридні території.

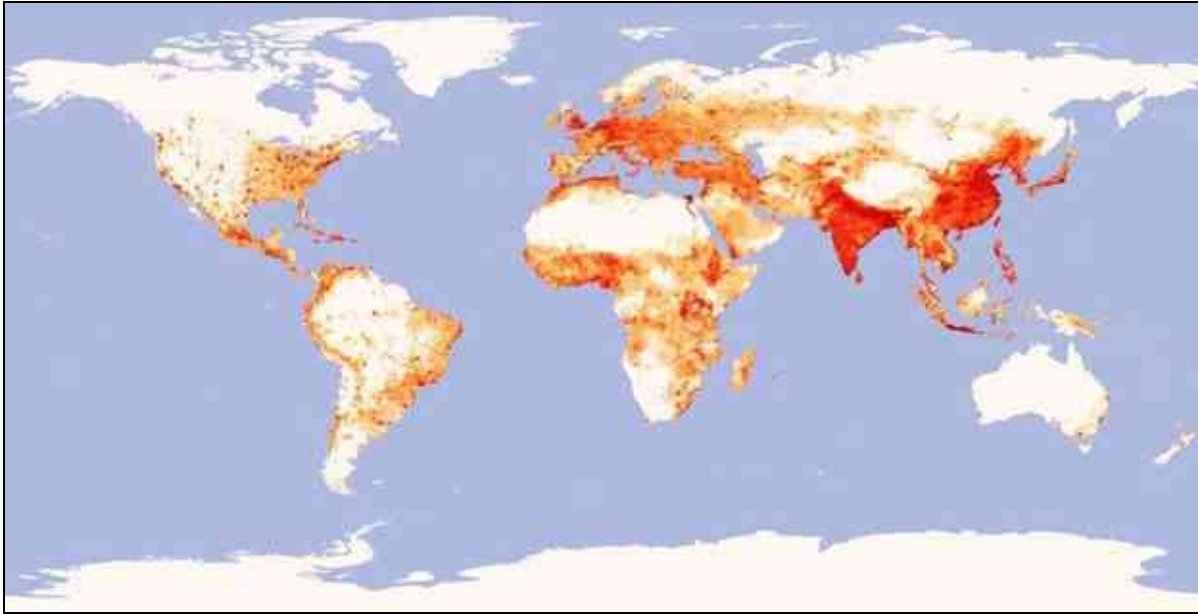


Рис. 45. Щільність населення світу

Якщо не враховувати дрібні країни-карлики, то найбільшу густоту населення мають Бангладеш (1098 чол./км²), Тайвань (646), Південна Корея (503), Руанда (416), Нідерланди (406,9), Гаїті (397), Індія (386, чол./км²). Найменшу – Монголія (1,5 чол./км²), Ісландія (2,6), Канада (3,6), Австралія (3 чол./км²).

5.3 Демографічний вибух і демографічний перехід

Як вже було зазначено, різке прискорення кількісного зростання світового населення – *демографічний вибух* – розпочалося у середині ХХ ст. Високі темпи росту чисельності населення значною мірою визначаються темпами його збільшення у країнах, що розвиваються. Це країни Азії, Африки і Латинської Америки, де проживає близько 70% населення світу, і середньорічний приріст населення перевищує 1,8-2,0%.

Якщо згадати, що п'ятий мільярд населення Землі з'явився ледь не за 10 років, легко підрахувати, що у 70-х роках ХХ ст. щосекунди народжувалося у середньому 5 дітей. Проте нині ситуація дещо змінилася. Експерти відзначають кілька найголовніших обставин сучасного демографічного вибуху. По-перше, найвищі показники щорічного зростання населення «забезпечують» найбільш розвинені країни світу. По-друге, спостерігаються чіткі ознаки сповільнення темпу демографічного вибуху – зменшується кількість країн із щорічним приростом понад 3%; в Азії швидко скорочується кількість пологів на одну жінку; в Африці зростає застосування сучасних засобів запобігання вагітності тощо.

Отже, демографічний вибух – явище тимчасове, а з розвитком *демографічного переходу* порушена узгодженість типів народжуваності й смертності

відновлюється, проміжний тип відтворення населення поступається місцем основному, і демографічний вибух припиняється. Але темпи демографічного переходу залежать від загального соціально-економічного розвитку, і коли він, як у більшості слаборозвинених країн, відбувається повільно, довго зберігається і проміжний тип відтворення населення. У багатьох країнах, що розвиваються, демографічна політика спрямована на подолання перехідного характеру відтворення населення. Процес має завершитися демографічною стабілізацією. У різних регіонах світу це відбудеться у різні строки, але у більшості країн, що розвиваються, – не раніше середини ХХІ ст.

Ще далеко до справжньої стабілізації населення Землі. Аналіз ситуації свідчить, що для переходу слаборозвинених країн до європейської демографічної політики (досягнення темпу зростання 0,3-0,7%) має пройти 30-40 років, а за цей час населення Землі «за інерцією» збільшиться до 10 млрд (Табл. 15).

Табл. 15. Динаміка соціально-демографічних процесів у найбільш населених країнах світу

| Країна | 1968 рік | | | 1987 рік | 2025 рік |
|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------|
| | Населення, млн осіб | Щорічний приріст населення, % | Приріст ВВП ³ за рік, % | Населення, млн осіб | Населення, млн осіб |
| Китай | 730 | 1,5 | 0,3 | 1060 | 1 490 |
| Індія | 524 | 2,5 | 1,8 | 803 | 1 445 |
| СРСР | 238 | 1,3 | 5,8 | 283 | — |
| США | 201 | 1,4 | 3,4 | 243 | 300 |
| Індонезія | 113 | 2,4 | 0,8 | 172 | 256 |
| Японія | 101 | 1,0 | 9,9 | 122 | 129 |
| Бразилія | 88 | 3,0 | 1,6 | 147 | 246 |
| Нігерія | 63 | 2,4 | -0,3 | 109 | 301 |
| ФРН | 60 | 1,0 | 3,4 | 62 | — |

Між 1950 і 2000 роками населення світу збільшилося з 2,5 млрд до 6,1 млрд (приріст на 3,6 млрд). І хоча народжуваність у більшості країн скоротилася, останні прогнози свідчать, що до 2050 р. населення зросте на 2,8 млрд і становитиме 8,9 млрд чоловік. Хоча попередній приріст населення відбувався як в індустріальних країнах, так і в країнах, що розвиваються, майже увесь наступний приріст буде у «третьому світі», де, згідно з багатьма екологічними показниками, країни уже перенаселені. Країни, де прогнозується подвоєння чи навіть

³ Валовий національний продукт (ВВП) – сукупність усіх вироблених в країні товарів і послуг за рік.

потроєння населення, у майбутньому стикнуться з іще більшим зростанням, ніж раніше.

Демографічний вибух, з одного боку, сприяє омолодженню населення Землі, збільшує трудові ресурси країн світу, з іншого – породжує цілу низку глобальних і регіональних проблем. Демографічний вибух ускладнює економічний розвиток держав, породжує жебрацтво, загострює проблему охорони природи. Чисельність населення продовжує зростати, а ресурси природних екосистем Землі виснажуються. Кількість прісної води, що виробляється гідрологічним циклом, нині по суті така ж сама, як була у 1950 р. й, мабуть, буде у 2050 р. Так само незмінним є вилов океанської риби, обсяг заготівлі лісів, продуктивність природних пасовищ тощо. Коли населення зростає, скорочення забезпечення кожним з цих ресурсів на душу населення загрожує не лише якості життя, але й, за певних обставин, навіть і самому життю.

Як відомо, «внесок» різних країн і континентів у загальну картину зростання народонаселення далеко не однаковий. За абсолютною чисельністю найбільший приріст дали великі азіатські країни – Китай, Індія, Індонезія; найвища швидкість зростання спостерігалася у Африці й Латинській Америці. У деяких африканських країнах відносний приріст досягав 4% щорічно. В більшості розвинутих країн і регіонів (Західна Європа, Північна Америка) ситуація демографічного вибуху спостерігалася набагато раніше – ще у ХІХ ст. Для багатьох з них нині характерний т. зв. демографічний перехід до стабілізації чисельності населення.

Теорія *демографічного переходу* пояснює відмінності у природному прирості населення різних регіонів насамперед соціально-економічними факторами. Залежно від них, виділяють такі етапи демографічного переходу:

- У Висока народжуваність і висока смертність через низький рівень життя населення і слабкий розвиток медицини. Зараз на цьому етапі перебувають Сомалі, Малі, Чад.
- У За традиційно високої народжуваності завдяки підвищенню рівня життя і поліпшенню медичного обслуговування зменшується смертність. Кількість населення різко збільшується, темпи природного приросту перевищують 1,2%. Така демографічна ситуація характерна для Венесуели, Болівії, Нігерії, Індії.
- У Народжуваність зменшується через підвищення соціально-економічного статусу жінки; смертність у межах 0,2-0,6%. Природний приріст малий або навіть від'ємний. Коли він знижується до 0,2%, настає *демографічна криза*. За-

раз вона спостерігається у Німеччині, Данії, Угорщині. Внаслідок суттєвого погіршення соціально-економічної і політичної ситуації загострюється в Україні.

Отже, з підвищенням або зниженням рівня економіки країни чи регіону змінюються і демографічні показники. Демографічний перехід є послідовною зміною типів відтворення населення, що призводить до стабілізації чисельності. Він схожий з тією фазою динаміки чисельності популяції в екосистемі, коли вона наближається до рівня ємності середовища. Під час демографічного переходу зазвичай виділяють чотири фази зміни відтворення населення, а саме:

- *Перша фаза* відповідає ситуації, коли і смертність, і народжуваність швидко знижуються, але падіння коефіцієнту смертності випереджає падіння коефіцієнту народжуваності, й тому приріст населення продовжує зростати, досягаючи найбільшого значення. Така ситуація склалася у багатьох країнах, що розвиваються; розвинуті країни минули першу фазу ще до середини ХХ ст.
- *У другій фазі* смертність досягає мінімуму і більше не знижується, але народжуваність продовжує падати, через що приріст населення уповільнюється.
- *Для третьої фази* характерно підвищення коефіцієнту смертності, обумовлене старінням населення, та водночас уповільнення падіння народжуваності. З часом коефіцієнт народжуваності наближується до рівня простого відтворення населення, а коефіцієнт смертності залишається нижче цього рівня, оскільки вікова структура населення ще не стабілізувалася.
- *У четвертій фазі* коефіцієнт смертності підвищується і зближується з коефіцієнтом народжуваності, тобто процес демографічної стабілізації завершується. Це відповідає такому рівню відтворення населення, коли на кожну тисячу людей щорічно народжуватиметься та вмиратиме 12 чоловік. Тобто у складі такої популяції буде 23% дітей і юнаків до 18 років, 49% людей працездатного віку (18-60 років) і 28% людей у віці від 60 до 84 років (середня тривалість життя). На кожну 1000 чоловік буде 96 сімей з віком батьків від 20 до 36 років, у кожній в середньому по дві дитини.

Сучасним суспільством у виробництво і споживання утягується така кількість речовин та енергії, яка у десятки і сотні разів перевищує біологічні потреби людини. Інфраструктура цивілізації, її економіка багатократно збільшує споживання і деградацію природних ресурсів. Тобто головною причиною сучасної екологічної кризи є саме *кількісна експансія людського суспільства* – непомірний рівень та швидке нарощування сукупного антропогенного навантаження на природу.

Соціальні наслідки експансії людства є своєрідним проявом закону «*на всіх не вистачить*». Пройшовши скрізь всю історію людства, економічна і соціальна нерівність не тільки не пом'якшала, але й стала контрастнішою, оскільки цивілізація увесь час нарощувала розрив між максимальними можливостями отримання благ та їхньою реальною доступністю для більшості людей. Ступінь нерівності життєвих шансів у людей така, якої ніколи не буває у природі в межах одного стабільного виду тварин.

Чисельність економічно активного населення (тобто людей, які безпосередньо беруть участь у виробництві й розподілі матеріальних благ) становить не більше 55% працездатного населення планети. Іншими словами, кожен працюючий забезпечує себе і ще п'ять чоловік. Але це – за відносно низької середньої продуктивності праці. В міру її підвищення частина трудових ресурсів переміщується у сферу обслуговування, проте загальний рівень зайнятості все ж помітно знижується.

Щодня населення Землі збільшується на чверть мільйона чоловік. Протягом 1950-1990-х років кількість населення світу подвоїлася, а частка населення, яке проживає у найбідніших регіонах світу, досягла $\frac{3}{4}$ світового показника. І хоча має місце тенденція до зниження темпів природного приросту населення, його чисельність у країнах, що розвиваються, продовжує зростати значно вищими темпами. Аби забезпечити гідні умови життєдіяльності та якість життя людини, має розв'язано низку глобальних проблем. І якими б вражаючими не були успіхи розвинутих країн, добробут і безпека людства в цілому залежать від успіхів економічного розвитку всіх країн світу.

5.3.1 Зростання населення і глобальна екологічна криза

Ще наприкінці XVIII ст. англійський економіст і священник *Томас Роберт Мальтус* (1766-1834) виклав теорію, згідно з якою населення Землі зростає швидше, ніж виробництво продовольства. На щастя, події двох останніх століть не підтвердили цієї теорії; виробництво продовольства, не кажучи вже про виробництво взагалі, зростало швидше, ніж збільшувалося населення. Протягом XX ст. у розвинутих країнах природний приріст був досить низький, а «демографічний вибух» в більшості країн уже пішов на спад. Основними чинниками, що стримали темпи зростання населення світу, стали процеси індустріалізації та урбанізації, які поступово охопили всі регіони планети. В цілому, оцінюючи демографічну ситуацію, необхідно враховувати деякі моменти.

По-перше, демографічні проблеми в різних країнах мають свої особливості. Для країн, що розвиваються, спільними є необхідність зменшення приросту населення, поліпшення здоров'я і харчування людей, ліквідація бідності й технологічної відсталості. У розвинутих країнах гостро стоять проблеми відвернення екологічної кризи і збалансованості використання робочої сили.

По-друге, закономірності сучасного демографічного переходу дають змогу прогнозувати певну стабілізацію відтворення населення у XXI ст., а нові технології уможливають досягнення середніх світових показників забезпечення земель продовольством та іншими життєво необхідними благами. Основними шляхами збільшення виробництва сільськогосподарської продукції є такі:

- підвищення родючості ґрунтів завдяки агромеліорації і агрохімії;
- збільшення біопродуктивності сільськогосподарських культур шляхом упровадження досягнень генетики і селекції;
- виведення продуктивніших порід свійської худоби;
- ефективніше використання сонячної енергії для фотосинтезу органічної маси і упровадження генної інженерії;
- підвищення біопродуктивності Світового океану та широке упровадження аквакультури.

Людство має величезні ще не використані можливості у галузі енергетики. Вже багато країн світу стали на шлях переходу до енергетики, орієнтованої на використання практично невичерпних енергоносіїв – енергії Сонця, вітру, води, тепла Землі. З огляду на це, вже у першій половині XXI ст. стримуючим чинником розвитку енергетики стане не нестача енергоносіїв, а загроза ще більшого теплового забруднення атмосфери надпотужними електростанціями. Тож проблема упровадження енергозберігаючих технологій і надалі залишатиметься найбільш актуальною.

Економічне зростання супроводжуватиметься спорудженням нового житла та нарощуванням технічних потужностей виробництва. І тут наука і техніка готові забезпечити людство сучасними індустріальними технологіями, які застосовуються у містобудівництві; сучасними транспортними засобами, які у всіх сферах природного середовища – на суходолі, на воді, у повітрі, а з часом і у Космосі – «звужують» світ і роблять доступнішими всі куточки планети; комп'ютерами та новими інформаційними і комунікаційними системами, які активно упроваджуються в усі сфери виробництва і побуту. Реалізувати ж ці можливості спроможні лише освічені, фізично здорові й вільні люди, забезпечені сучасними умовами життєдіяльності (харчування, одяг, житло, доступ до

інформації тощо). Отже, постає проблема *якості життя* людини. Під час оцінки якості життя країн беруть до уваги такі показники: розміри валового внутрішнього продукту (ВВП) на душу населення (як уособлення багатства і добробуту), середньостатистичну тривалість життя (віддзеркалення стану здоров'я і фізичної сили), а також рівень освіти населення (стан культури і науки).

Не менш актуальним є зв'язок між ростом світового населення і такими глобальними проблемами, як забезпечення людства природними ресурсами і забруднення навколишнього середовища. Швидке зростання сільського населення призводить до посилення тиску на природні ресурси (грунтово-рослинні, водні тощо), що підриває їхню здатність до самовідновлення. Якщо ж врахувати темпи росту населення країн, що розвиваються, то їх потенційні потреби у природних ресурсах до 2025 року мають подвоїтися; відповідно зростатиме і промислове забруднення навколишнього середовища.

За прогнозами, до 2025 року населення країн, що розвиваються, зросте ще на 3 млрд осіб, що становитиме 95% приросту населення світу. Якщо темпи приросту в країнах Південної Азії і Африки зберігатимуться на сучасному рівні, їх частка у світовому населенні до кінця XXI ст. перевищить 60%. Таке швидке зростання населення (подвоєння кожні 20-30 років) призведе до загострення соціально-економічних проблем, зокрема, збільшення числа безробітних.

В країнах нової індустріалізації (Східна Азія, окремі країни Латинської Америки), завдяки втіленню програм планування сім'ї, показники природного приросту населення знизилися до 0,7-1,5%. У великій групі країн Африки, Південної Азії, Центральної і Південної Америки, а також країн мусульманського Сходу зберігаються традиції високої народжуваності, й природний приріст перевищує 2,5-3%. У найбільшій групі країн, що розвиваються (Індія, Індонезія, країни Індокитаю, Мексика, Колумбія, Венесуела, Чилі, Єгипет, Туніс), де діють державні програми планування сім'ї, показники природного приросту населення коливаються від 1,5 до 2,5%.

Людство розпочало XXI століття з 1 млрд безробітних, 1 млрд голодуючих, 1 млрд неграмотних, 1,5 млрд знедолених за межею бідності. Глобальність проблеми народонаселення унеможливорює локалізацію будь-яких дій в якомусь окремому регіоні, а нерівномірне зростання чисельності населення може стати рушієм суттєвих змін на геополітичній карті світу.

5.3.2 Демографічна політика як інструмент підвищення якості життя

Залежно від демографічної ситуації, кожна країна проводить свою *демографічну політику* – комплекс соціально-економічних заходів, за допомогою яких уряд скеровує демографічні процеси у потрібному напрямку. Цілі демографічної політики можуть бути діаметрально протилежні; вони зазвичай зводяться до формування бажаного режиму відтворення населення, збереження або зміни тенденцій динаміки чисельності й структури населення, темпів їхніх змін, динаміки народжуваності, смертності, сімейного складу, розселення, внутрішньої і зовнішньої міграції, якісних характеристик населення.

У більшості країн, що розвиваються, а також у Китаї, демографічна політика скерована на *зниження* природного приросту населення: родинам, які свідомо обмежують кількість дітей, надаються пільги. У Китаї, наприклад, ще у 50-ті роки ХХ ст. держава почала проводити активну демографічну політику. Головне її гасло – «одна дитина у родині». Сім'ї, що мають більше двох дітей, сплачують 10%-й податок на заробітну плату. Шлюб дозволяється жінкам лише у 23 роки, а чоловікам – у 25 років. Демографічна політика Індії, другої за кількістю населення країні світу, має певні результати, але стабілізація відтворення населення очікується не раніше середини нинішнього сторіччя. Вражаючих успіхів щодо планування сім'ї досяг Сінгапур, де майже врегульовано народжуваність. У невеликій країні Коста-Ріка демографічна політика сприяла різкому скороченню кількості дітей в одній родині – лише за десять років вона знизилася у середньому з семи до чотирьох.

Демографічна політика розвинутих країн, навпаки, спрямована на стимулювання народжуваності. В останні десятиріччя у Європі народжуваність помітно знизилася, що пояснюється передусім соціально-економічними причинами. Наприклад, жінки активно залучені до трудової діяльності, а діти тепер не є фактором матеріальної підтримки батьків у старості. З низькою народжуваністю пов'язані зміни вікової структури населення Європи – зменшується частка молоді та, як наслідок, зростає частка літніх людей. Так відбувається «старіння нації».

Тому в Європі, Північній Америці, а також в Японії і деяких інших країнах, проводиться політика, скерована на *збільшення* природного приросту населення. Для цього є два шляхи: по-перше, заохочення народжуваності через надання пільг родинам, які мають дітей; по-друге, зниження смертності за рахунок поліпшення соціального забезпечення і медичного обслуговування. Зазви-

чай у розвинутих країнах застосовують обидва методи. Проте, одноразові вкладення у пільги на підвищення народжуваності дають ефект не раніше, ніж через 15-20 років, а отже, демографічна політика має бути довготерміною.

Яскравим прикладом конфлікту між показниками народжуваності та якості життя є країни Африки – світові лідери за народжуваністю (Рис. 46). У Нігері, приміром, на одну жінку припадає 7,2 дитини. Водночас у цих країнах найвищі показники дитячої смертності. За оцінками демографів, мінімальний показник, необхідний для відтворення нації, становить 2,1 дитини на одну жінку. Дані ж ООН свідчать про те, що лише 113 країн світу досягають цієї позначки. Через падіння народжуваності, чисельність населення в багатьох країнах різко знижуватиметься, попри збільшення кількості населення у світі загалом. Очікується, що вже у 2024 році на Землі проживатиме 8 млрд людей.

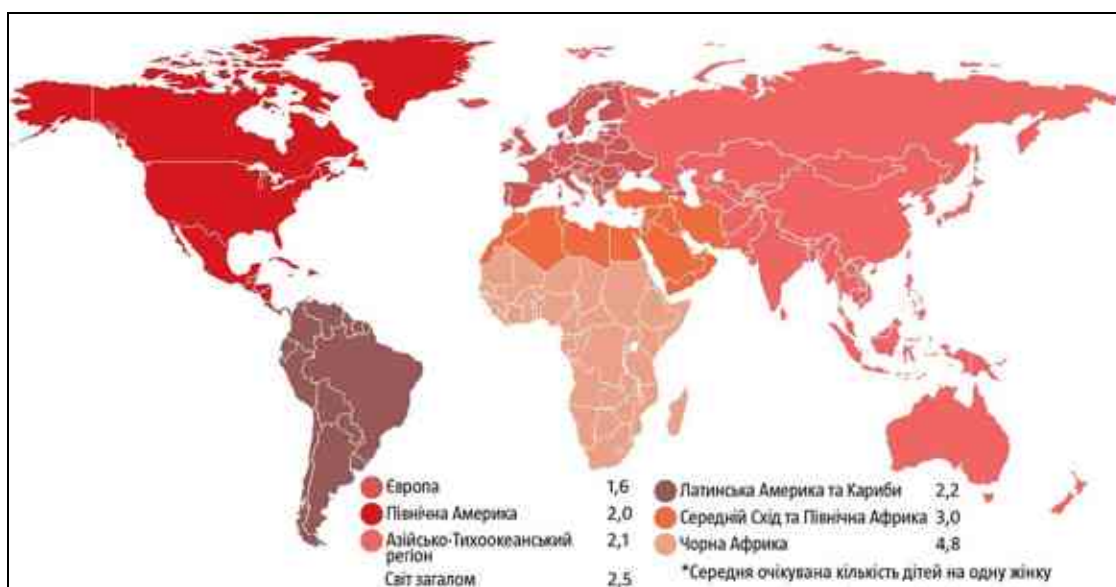


Рис. 46. Рівень народжуваності в різних регіонах світу

Цілі демографічної політики можуть бути задані у вигляді цільового показника або системи показників, досягнення яких інтерпретується як реалізація цілей. Серед показників, апробованих у практиці різних країн, найрідше зустрічається власне чисельність населення. Наприклад, у КНР такою метою було не перевищити чисельність у 1,2 млрд чоловік у 2000 р., а у Румунії часів Чаушеску – досягти чисельності у 30 млн чол. Країни, що розвиваються, найчастіше обирають цільовим показником зниження темпів зростання населення за певний період, зниження загального або сумарного коефіцієнта народжуваності. У Всесвітньому плані дій щодо народонаселення (Бухарест, 1974) та в Рекомендаціях з його подальшого здійснення (Мехіко, 1984) країнам з високим рівнем

смертності було запропоновано обирати цілями демографічної політики досягнення певних рівнів середньої тривалості життя або зниження дитячої смертності. У розвинених країнах для регулювання притоку іноземців практикуються імміграційні квоти, наприклад, обмеження на в'їзд.

Об'єктами демографічної політики можуть бути населення країни в цілому або її окремих регіонів, соціально-демографічні групи, когорти населення, сім'ї певних типів або стадій життєвого циклу. Основні *напрями* демографічної політики включають державну допомогу родинам з дітьми, створення умов для поєднання батьківства з активною професійною діяльністю, зниження захворюваності й смертності, збільшення тривалості життя, регулювання міграційних процесів, урбанізації і розселення, соціальну підтримку інвалідів і непрацевдатних тощо. Демографічна політика не має підміняти соціальну і економічну політику; такі спроби ніколи не призводили до ефективних результатів.

Демографічна політика зазвичай передбачає комплекс таких заходів:

- *економічних* (оплачувані відпустки і допомога при народженні дітей; допомога на дітей залежно від їх числа і віку; податкові, житлові пільги тощо);
- *адміністративно-правових* (законодавчі акти, що регламентують браки, розлучення, положення дітей в сім'ях, аліментні обов'язки, охорону материнства і дитинства, соціальне забезпечення непрацевдатних);
- *виховних і пропагандистських* (формування громадської думки, норми демографічної поведінки, певний демографічний клімат в суспільстві).

Принципова особливість демографічної політики полягає у впливі на динаміку демографічних процесів не прямо, а опосередковано, через ухвалення рішень у сфері браку і сім'ї, народження дітей, вибору професії, сфери зайнятості, місця проживання. Політичні заходи впливають як на формування демографічних потреб, що обумовлюють специфіку демографічної поведінки, так і на створення умов для їх реалізації. Особливої складності демографічній політиці додає необхідність враховувати і погоджувати інтереси різних рівнів: індивідуальних, сімейних, групових і суспільних; локальних, регіональних і загальнодержавних; економічних, соціально-політичних, екологічних і культурних; найближчих, середньострокових і довгострокових. І характер, і цільову спрямованість політики обумовлюють насамперед конкретна демографічна ситуація, її тенденції і перспективи.

Необхідність підтримувати певні пропорції між населенням, ресурсами і навколишнім середовищем завжди усвідомлювалася як важливе і складне управлінське завдання. Демографічна політика має давню історію і багатий до-

свід практичної реалізації: від надання стародавніми греками колоній для розселення швидко зростаючого населення або встановлення привілеїв багатодітним родинам римськими імператорами до політики «одна сім'я – одна дитина» в Китаї.

5.3.3 Еволюція демографічних концепцій

Виникнення античної держави з її законами, суспільною нерівністю і економікою, побудованою на праці рабів з укрій низькою продуктивністю, зумовило зародження і розвиток демографічної політики як державної. Розробляючи і реалізуючи закони, держава прямо чи опосередковано регулювала демографічну поведінку індивідуумів та їх родин. Зокрема, в одному з найдавніших правових актів – зведенні законів вавилонського царя Хаммурапі («Кодекс Хаммурапі», створений близько 1780 р. до н.е.) – 68 статей з 282 було присвячено сімейному праву. Зростання чисельності населення стародавніх держав у сприятливі роки, коли війни і стихійні лиха, епідемії і неврожаї не скорочували населення, змушувало здійснювати контроль за його зростанням шляхом стимулювання розосередження населення, включаючи примусову еміграцію.

Вже у V-IV ст. до н.е. відбувалося перенаселення у невеликих старогрецьких містах-державах, що спонукало вимушену еміграцію надлишку населення і приймало форму періодичного заснування колоній. Грецьку колонізацію Середземномор'я і Причорномор'я (а її витоки сягають VIII ст. до н.е.) можна вважати першою формою цілеспрямованого регулювання чисельності й розміщення населення. Переселення жителів з густонаселених районів у малонаселені для підтримки оптимальної пропорції між кількістю землі, продовольства і населення пропонувалося в V ст. до н.е. старокитайським філософом Конфуцієм (551-479 рр. до н.е.) і його послідовниками як ефективний державний захід.

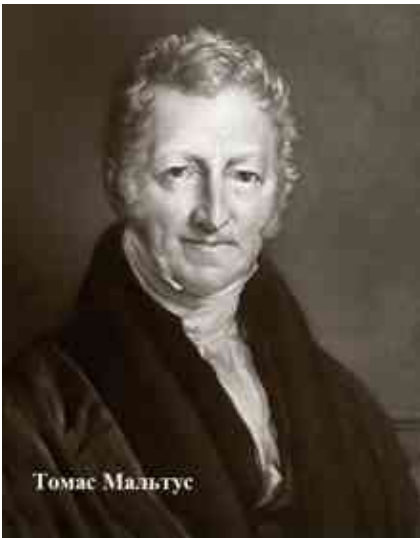
Проблема обмеження чисельності населення через його надмірне зростання, яка періодично виникала у державах античного світу, знайшла віддзеркалення у висловах і працях видатних грецьких мислителів того часу – Сократа, Платона і Аристотеля. На формування поглядів щодо відтворення населення також впливали релігійні доктрини, які цілком заміняли правові норми. Наприклад, християнство засуджувало аборти і дітовбивство, але заохочувало стриманість. Релігійні доктрини Сходу, що переважали у Китаї, Індії, Персії, в цілому сприяли продовженню роду і дітородінню, але у буддизмі (і меншою мірою в індуїзмі) обітниця безшлюбності вважалася високим духовним ідеалом.

Економічні умови середніх віків сприяли появі у селян стимулів до створення великої сім'ї, оскільки виховання дітей коштувало дешево, а робоча сила у господарстві була потрібна, тим більше що податками обкладалися тільки доросле населення. У XVII ст. Франція однією з перших у Європі почала проводити політику заохочення зростання населення. Саме Франція зазнала великих втрат у 30-річній війні з Німеччиною (1618-1648 рр.), а також втрачала населення через еміграцію, викликану релігійними переслідуваннями гугенотів.

До середини XVIII ст. посилювалися економічні передумови популяціонізму, пов'язані з розширенням мануфактурного виробництва і збільшенням попиту на робочу силу. Це сприяло подальшому розповсюдженню ідей бажаного зростання населення, які відображені у працях великих французьких просвітників Жан-Жака Руссо (1712-1778), Шарля Луї де Монтеск'є (1689-1755), Дені Дідро (1713-1784), Клода Адріана Гельвеція (1715-1771), Девіда Юма (1711-1776) та інших мислителів. Лише Вольтер (1694-1778) критично ставився до ідей зростання населення, пов'язуючи проблеми населення з добробутом і духовним розвитком.

Михайло Ломоносов (1711-1765) у своєму трактаті «Про збереження і розмноження російського народу» (1761) запропонував заходи, направлені на створення сприятливих умов для народження дітей, скорочення дитячої смертності, припинення еміграції. Заходи були як культурно-освітнього характеру, так і адміністративно-правового (зокрема, перегляд церковних правил і звичаїв). За часів імператриці Катерини II (мабуть, не без впливу трактату Ломоносова) було скасовано мито за вінчання, полегшений вступ до браку вдовим і дружинам засланих, у виборах на суспільні посади перевагу надавали тим, у кого більше дітей. Указ Катерини II від 1774 р. повелював не вінчати малолітніх з дорослими дівами. Указ 1784 року наказував Синоду у проповідях схилити народ до нормального ставлення до позашлюбних дітей. Були установлені будинки для підкидьків і незаконнонароджених.

На рубежі XVIII-XIX ст. на зміну популяціонізму прийшла інша, протилежна доктрина, що доводила необхідність заборони зростання населення. Вона отримала назву «мальтузіанство» від імені свого творця – англійського священника і економіста *Томаса Роберта Мальтуса* (1766-1834). Економічною передумовою виникнення антипопуляціонізму був промисловий переворот, який призвів до появи «зайвих робочих рук і ротів», накопичення надмірного населення. З ім'ям Томаса Мальтуса пов'язана перша спроба оцінити динаміку кі-



лькості населення і відповісти на питання, чи може Земля прогодувати всіх на ній живучих.

Мальтус, один з найвідоміших вчених свого часу, висунув ідею про те, що швидкий ріст населення – головна причина убогості трудового народу. Вивчаючи роботи філософів та економістів попередніх епох, він натрапив на думку, що люди розмножуються швидше, ніж ростуть умови існування. І якщо ріст населення нічим не стримувати, то кожні 25-30 років населення Землі буде подвоюватися. Розвиваючи ці ідеї, Мальтус дійшов висновку, що плодючість бідняків – головна причина їхнього злиденного положення у суспільстві. Свої погляди він анонімно опублікував 1798 р. у праці «Дослід про народонаселення у зв'язку з майбутнім удосконаленням суспільства». За його життя вийшло 6 видань цієї книги.

Мальтус стверджував, що чисельність населення збільшується у геометричній прогресії, у той час як харчові ресурси, необхідні для прожитку цього населення, – у арифметичній. Таким чином, рано чи пізно, як би повільно населення не зростало, лінія його росту перетнеться з прямою харчових ресурсів – арифметичною прогресією. Коли чисельність населення досягне цієї точки, загальмувати його ріст зможуть тільки війни, злидні, хвороби і епідемії. Проте до цих способів боротьби із збільшенням населення Мальтус ніколи не закликав. Він пропонував інші способи «гальмування» чисельності населення: безшлюбність, удівство, пізні шлюби. Перенаселення у концепції Мальтуса – не тільки біда людства, але й благо, яке змушує лінєвих від природи робітників через конкуренцію якісно працювати за невисоку платню.

Теорія Мальтуса з моменту виходу книги стала предметом гострих дискусій: одні критикували автора за негуманність ідеї, інші стали його прихильниками, побачивши в ній закон. Послідовники Мальтуса у ХХ ст. – мальтузіанці та неомальтузіанці – пояснювали бідність населення не рівнем розвитку продуктивних сил, а «законом природи», а соціально-економічну відсталість країн – не економічною ситуацією у країні та світі, а винятково надмірним ростом населення. Насправді ж, зростання засобів існування спочатку дійсно викликає надмірний ріст народжуваності, проте на певному етапі тенденція змінюється на протилежну – підвищення рівня життя веде до зниження народжуваності й не тільки до стабілізації чисельності населення, але й до абсолютного його

зниження. Отже, Мальтус пояснював причини виникнення бідності перенаселенням і безрозсудним розмноженням робочого класу, висловлювався за попередження надлишку населення, зокрема розповсюдження у народі норм християнського аскетизму, утримання від вступу до браку і приборкання «інстинкту розмноження».

Наприкінці XIX ст. знову з'явилися передумови для відродження ідей популяціонізму. Економічна і географічна експансія, що супроводжувала боротьбу за розділ світу на сфери впливу, підвищила роль чисельності населення як чинника сили, можливості створення великої армії. Низька народжуваність у багатьох країнах Європи і зниження приросту населення сприяли тому, що демографічні проблеми стали предметом обговорень на засіданнях парламентів. Відомий французький демограф Жак Бертільон (1851-1922) оголосив теорію Мальтуса «ганебною» і вимагав законодавчими методами впливати на збільшення народжуваності.

Експансія і боротьба за життєвий простір були стрижнем геополітики італійського і німецького фашизму, що принесло незліченні біди народам Європи, призвело до загибелі десятків мільйонів людей у другій Світовій війні. Популяціоністська демагогія складала важливу ланку ідеологічного арсеналу фашизму. Зокрема, італійський дуче Муссоліні вважав, що висока народжуваність відрізнятиме фашистський народ від інших європейських народів і указуватиме на його життєздатність у століттях. Політика Гітлера, подібно до політики Муссоліні, диктувалася двома міркуваннями: по-перше, велике населення було необхідне для задоволення потреби у «гарматному м'ясі»; по-друге, демографічний компонент був важливою складовою частиною «расової теорії». Було заборонено протизаплідні засоби і аборти, рекламувалася і заохочувалася позашлюбна народжуваність. Фашизм на довгі роки скомпрометував ідеї демографічної політики, які й зараз нерідко пов'язують тільки з тоталітаризмом (фашизмом або комунізмом), з його агресивністю, що потребує мільйонних армій для затвердження своїх ідеологій серед інших.

Післявоєнний розвиток демографічної політики (1950-60-ті роки) багато у чому визначався дискусіями навколо програм планування сім'ї в країнах третього світу. Соціально-політичною передумовою цього була істотна зміна політичної карти світу, звільнення десятків країн від колоніальної залежності, передусім в Африці й Азії. Традиційно висока народжуваність, практично не регульована на рівні сім'ї, у поєднанні з низькоякісною медициною і високою смертністю, породили феномен, що отримав назву «демографічний вибух». Швидко

зростання населення виявилось серйозною проблемою для національних економік, що розвиваються, поступово набуваючи характеру глобальної проблеми.

Багато хто побачив у плануванні сім'ї і регулюванні народжуваності єдино доступний для убогої економіки колишніх колоній засіб гальмування зростання населення. Виступаючи на відкритті III Міжнародній конференції з планування сім'ї (Бомбей, 1952), колишній президент Індії, філософ, громадський і державний діяч Сарвепаллі Радхакрішнан закликав до зниження смертності й збереження здоров'я матерів і дітей, підкреслюючи, що розвиток економіки і зміни соціальної системи – довгострокові «лікувальні засоби».

Усе більше число бідних країн, стурбованих високими темпами зростання населення, з 60-х рр. XX ст. визнали і підтримали політику контролю народжуваності. До 1975 р. у 34 країнах Африки, Азії і Латинської Америки вже діяли державні програми, орієнтовані на скорочення темпів зростання населення. Деякі країни (Індія, Малайзія, Непал, Пакистан та інші) як один з методів обмеження величини родини застосовували добровільну стерилізацію і забезпечували її проведення.

У 1969 р. XV сесія Комісії з народонаселення рекомендувала не обмежуватися тільки фінансуванням програм контролю над народжуваністю, але й використовувати ці засоби для дослідження взаємодії соціально-економічного і демографічного розвитку. Програми планування сім'ї підтримувалися і підтримуються спеціалізованими установами ООН, а також неурядовими організаціями – Міжнародною федерацією з планування сім'ї, Радою з народонаселення тощо. На жаль, низький культурно-освітній рівень населення і відсутність соціально-економічних стимулів до обмеження дітородіння не завжди дозволяли успішно здійснювати програми планування сім'ї. У 1970-х рр. до вирішення питань регулювання сім'ї підключився Дитячий фонд ООН ЮНІСЕФ.

Регіональні конференції з народонаселення (1970-1973) у своїх резолюціях підкреслювали, що політика народонаселення є складовою частиною політики розвитку. У 1974 році Комісія з народонаселення прийняла документ «Діяльність ООН в галузі народонаселення», включивши політику в галузі народонаселення і програми планування сім'ї до основних напрямів оперативної діяльності ООН. Прийнятий на Міжнародній конференції з народонаселення в Бухаресті (1974) *Всесвітній план дій у галузі народонаселення* передбачав створення у кожній країні органу, що займається проблемами народонаселення, а також систематичну оцінку ефективності демографічної політики. За 10 років на Міжнародній конференції з народонаселення у Мехіко (1984) було намічено

нові орієнтири, зокрема досягнення певних рівнів тривалості життя і зниження смертності диференційовано для різних країн.

Нині значущість глобальної демографічної проблеми усвідомлюють усі країни. Населення світу швидко зростає. Переважна більшість цього населення припадає на країни, що розвиваються. Їхня відстала економіка і соціальна сфера не в змозі повернути це зростання на благо свого розвитку. Розповсюдження небезпечних захворювань типу СНІД, найбільші осередки якого припадають знову ж таки на бідні країни, призводить до збільшення смертності. Неконтрольована міграція і урбанізація з позитивного явища перетворюються на негативне. Збільшення збройних конфліктів і гонка озброєнь ведуть до величезних матеріальних затрат, що значно погіршує можливості для економічного і соціального розвитку.

Світове співтовариство визнало, що розв'язання цих проблем можливо лише за спільних зусиль. Це сприяло створенню у 1969 р. спеціального Фонду ООН для діяльності в галузі народонаселення (ЮНФПА) і проведення під його егідою трьох Всесвітніх конференцій з проблем народонаселення. Фонд вже на початку своєї діяльності розробив програму ООН у сфері народонаселення, яка охопила понад 100 країн і розробила біля 1400 проектів. У першій Міжнародній конференції з народонаселення у 1974 р. в Бухаресті взяли участь 136 країн, а вже у другій (Мехіко, 1984) – 147 країн. У третій Всесвітній конференції з народонаселення і розвитку (Каїр, 1994) взяло участь вже 179 держав. На ній прийняли підсумковий документ – 20-річну Програму дій у галузі народонаселення і розвитку. Програма містить питання народжуваності, смертності й темпів приросту населення; урбанізації і міграції, зумовлені погіршенням якості довкілля, ростом озброєних конфліктів тощо.

За 20 років підвели підсумки виконання Програми. На 47-й сесії комісії з народонаселення і розвитку ООН, яка відбулася у штаб-квартирі ООН в Нью-Йорку (2014), головними проблемами було визнано *старіння населення і урбанізацію*. За період 1994-2014 рр. кількість людей старше 60 років подвоїлася, і вперше літніх осіб стало більше, ніж дітей до 5 років (Рис. 47). За прогнозами, до 2050 р. частка літніх людей у загальному складі населення сягне 21%. Більше половини населення Землі проживає у містах, і їх кількість зростатиме. За прогнозами експертів, до 2050 р. темпи зростання населення Африки більш ніж у 6 разів перевищуватимуть темпи зростання у Латинській Америці й Карибському басейні та більш ніж у 15 разів – темпи зростання населення в Азії.

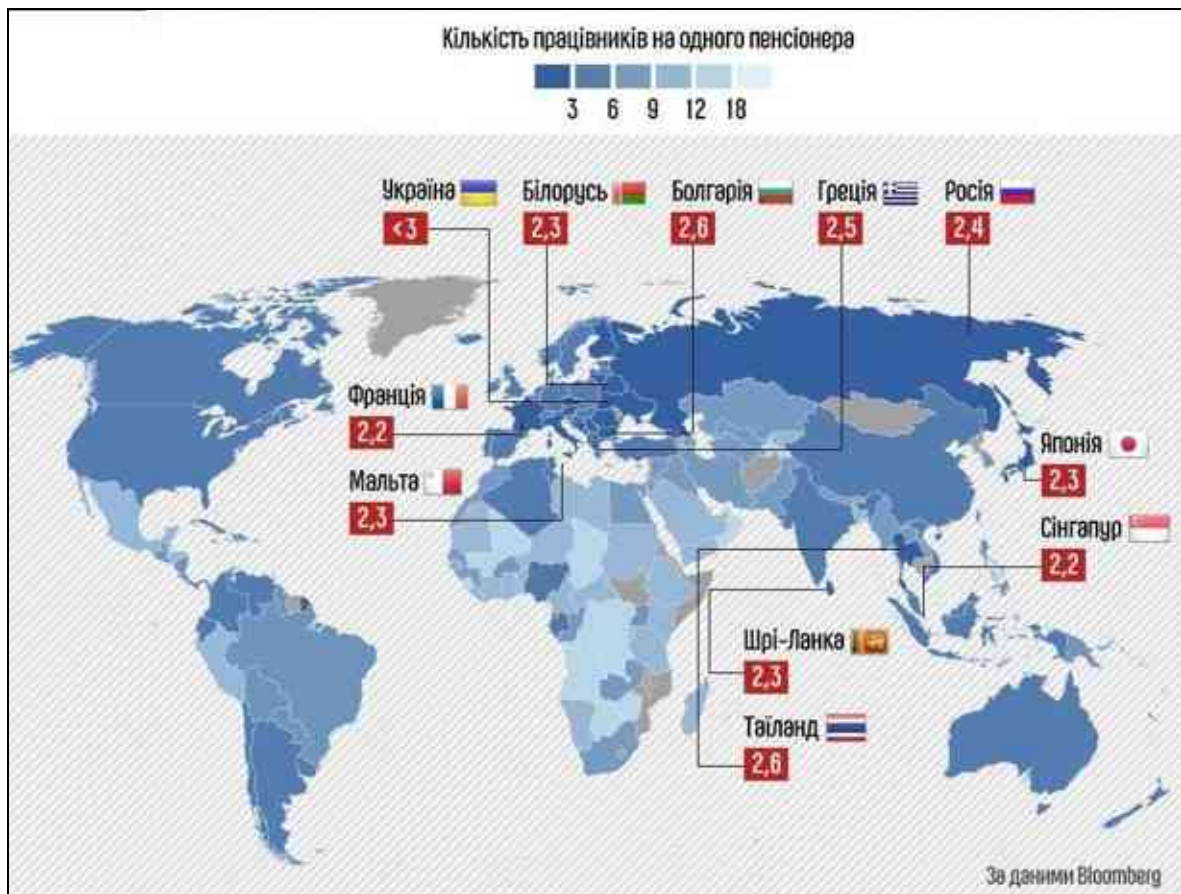


Рис. 47. Країни з найвищою загрозою старіння населення

У більш ніж 40 країнах чисельність населення до 2050 р. скоротиться. Найзначніше скорочення населення відбудеться у Німеччині, Китаї, Польщі, РФ, Румунії, Сербії, Таїланді, Україні та Японії. Схожа доля спіткає багато інших країн, особливо у Східній Європі, а також у Східній, Південно-Східній і Західній Азії. Демографи вважають, що у 2025 р. у світі проживатиме 8,1 млрд осіб, а у 2050 році – 9,6 млрд.

Нині немає сумнівів, що планета не спроможна вмістити необмежену кількість населення через обмежені власні розміри і вичерпаність природних ресурсів. Тенденція підвищення рівня матеріального життя неминуча. Вона збільшує використання природних ресурсів і призводить до того, що подальше зростання населення досягається ціною погіршення умов його життя. Нові наукові відкриття і технології можуть, звісно, послабити гостроту цього питання, але не можуть зняти його з порядку денного, якщо зростання населення триватиме. Диференціація економічних стандартів різних верств населення, країн і цілих континентів, погіршення стану навколишнього середовища, безрозсудність гонки озброєнь також негативно впливають на якість життя людини.

Отже, демографічна політика – це система заходів, що їх проводить уряд держави для зміни демографічної ситуації у бажаний бік. Прикладами країн, де поставлена мета зменшення приросту населення, є Китай, Індія, Бангладеш, Індонезія, Шрі-Ланка. Щоправда, Китай у 2015 році переглянув принцип «одна родина – одна дитина», і у 2018 році повідомив, що найближчим часом планує взагалі скасувати будь-які обмеження на кількість дітей. Проте, як не дивно, скасування попередніх обмежень мало що змінило. 2018 року в країні народилися 15,2 млн дітей – найменше за останні 60 років. Китайські експерти пояснюють це зменшенням кількості жінок репродуктивного віку і небажанням заводити дітей через фінансові причини, а також прагненням багатьох освічених жінок зайнятися кар'єрою.

Типовим прикладом демографічної політики, спрямованої на зростання природного приросту за рахунок збільшення народжуваності, є країни Західної Європи. Найгірша демографічна ситуація нині склалася у Африці. Країни Азії і Латинської Америки дещо стабілізували неконтрольований приріст населення, деякі з них наблизилися до показників першого типу відтворення (низька народжуваність, низька смертність).

Найзначніші зміни чисельності населення світу відбулися у ХХ ст. На початку 1960-х рр. різко зросло населення Азії, Африки, Латинської Америки. Причинами цього явища були, зокрема, здобуття незалежності країнами цих регіонів, зменшення смертності населення, збільшення середньої тривалості життя і традиційно висока народжуваність. Починаючи з 1980-х років, проблема демографічного вибуху втратила свою гостроту: уповільнилися темпи приросту населення з 2,3 до 1,5 щороку. За прогнозами демографів, до 2100 року чисельність жителів Землі має стабілізуватися у межах 10-12 млрд. Але те, що 95% світового приросту припадає на країни третього світу, спричиняє інші проблеми – загальносвітове зниження рівня життя і зростання безробіття.

Вчені Інституту Землі Колумбійського університету розробили карту прогнозованого розподілу населення світу до 2025 року. Проект має допомогти урядам вже зараз працювати над поліпшенням екологічної ситуації у місцях найбільшого приросту населення. На перший погляд, карта населення 2025 року нічого нового не відкрила – число жителів країн, що розвиваються, продовжить збільшуватися, розвинутих – скорочуватися. Однак детальніший аналіз показує, що чисельність населення зменшиться в Африці південніше Сахари, у Центральній і Південній Америці, на Філіппінах, у Непалі, Туреччині, М'янмі (Бірмі) та Індонезії.

Крім того, людство ще більше зміщуватиметься в бік океанських і морських узбережь: у 2025 році 2,75 млрд людей житимуть у прибережних районах, що на 35% більше, ніж у 1995 році. Найбільше скорочення чисельності населення відбудеться у Східній Європі та Японії. Також істотні втрати чисельності населення понесуть деякі західноєвропейські країни, особливо Італія, Іспанія і Португалія. Найбільш літнє у світі населення має Японія, де частка громадян старше 65 років у суспільстві сягає 21%. На другому місці за цим показником Італія – 20%. Особливо серйозне зниження популяції у 2025 році очікується в Польщі й на Балканах.

У США ситуація дещо інша. Відповідно до карти, невелике зниження чисельності населення прогнозується у центральних штатах. Проте на обох узбережжях кількість американців збільшиться. Найбільший приріст населення буде зафіксований в Індії і Китаї. Темпи приросту населення у країнах, що розвиваються, становлять 1,6%, у той час як у промислово розвинутих – 0,3% щороку. Очікується, що до 2030 р. населення Китаю виросте до 1,5 млрд (нині – 1,37 млрд). Але потім воно поступово знижуватиметься, передусім через дисбаланс співвідношення різностатевих немовлят, коли на кожні 100 хлопчиків припадатиме 119 дівчат.

Отже, в далекому минулому для людства були характерні високі показники коефіцієнтів народжуваності і смертності (передусім дитячої). Швидке зростання народонаселення – демографічний вибух – розпочався через зниження дитячої смертності за умови збереження попереднього рівня народжуваності. Нещасні випадки і стихійні лиха не контролюють чисельність населення. Наприклад, у США щорічні втрати від автокатастроф (приблизно 50 тис людей) надолужуються протягом 10 днів. Коли в Індії припливною хвилею зміло цілий рисовий район, загинуло близько півмільйона чоловік, але природні темпи приросту населення компенсували ці втрати за 30 днів. Навіть регулярна загибель 3-6 млн чоловік щорічно від голоду і неповноцінного харчування є несуттєвою, якщо порівняти її з глобальним приростом населення, яке за цей період становить майже 90 млн осіб. Тому ці втрати компенсуються приблизно за два тижні.

Проблема народонаселення загострюється. Нестача землі призводить до виснаження пасовищ, ерозії і зниження родючості ґрунтів. Лісові ресурси знищуються заради палива чи мізерного експорту. Велика кількість людей (головним чином, молоді) прямує у великі міста, де в умовах слабкої індустріалізації їм не вистачає ані роботи, ані житла, ані чистої води і каналізації. Результатом

стає швидке розростання міст з мільйонами безробітних, які живуть прямо на вулицях.

Глобальні проблеми людства вимагають глобальних рішень. Для цього необхідне широке співробітництво і координація зусиль усього людства у різних сферах: політичній, економічній, науковій, освітянській. Одразу кілька десятків проблем за їх всеосяжністю можна вважати глобальними. Найважливішою з них є проблема збереження миру, оскільки під час виникнення військових конфліктів у світі, наштигованому ядерною зброєю і ядерними технологіями, всі інші проблеми втрачають сенс. Отже, її розв'язання є найважливішою передумовою для розв'язання інших глобальних проблем.

Гостро постала також проблема забезпечення поступального і пропорційного розвитку світового господарства. Пересічні економічні показники – ВВП на душу населення – на крайніх полюсах багатства відрізняються у сотні разів. Світовий прогрес все ще обминає четверту частину людства. Серед інших глобальних проблем найбільш актуальними є екологічні. Наслідки антропогенного тиску на біосферу загрожують незворотними глобальними змінами. Найлогічнішим шляхом відвернення екологічної кризи є організація раціонального використання природи. Тому поряд зі стабілізацією демографічних процесів людство має вирішити проблеми забезпечення життєдіяльності (продовольство, житло, енергія, знаряддя праці) та якості життя людини (добробут, освіта, культура, охорона здоров'я).

Альберт Гор, колишній віце-президент США, лауреат Нобелівської премії миру, в книзі «Земля у рівновазі. Екологія і людський дух» окреслив п'ять стратегічних завдань для порятунку глобального довкілля. Першим з них є *стабілізація населення світу*. В кожній країні слід створити умови, необхідні для переходу від динамічної рівноваги високого рівня народжуваності й високого рівня дитячої смертності до стійкої рівноваги низьких рівнів народжуваності й смертності. Такі зміни відбулися у більшості індустріальних країн і фактично відсутні у країнах, що розвиваються, де ситуація прямо протилежна.

Друге завдання – *швидке створення природозберігаючих технологій*, особливо у енергетиці, транспорті, сільському господарстві, будівельній промисловості, що сприятиме сталому економічному прогресу без руйнування довкілля. Нові технології розвинуті держави мають надати усім країнам, особливо країнам «третього світу». Третім стратегічним завданням Гор назвав *повсюдну зміну економічних «правил гри»*, за допомогою яких вимірюється вплив на до-

вкілля. А система економічної звітності даватиме відповідну оцінку екологічним наслідкам на рівні держав.

Четверте стратегічне завдання – *укладання нової генерації міжнародних угод*, у яких буде визначено міжнародно-правові системи регулювання, конкретні заборони, механізми впровадження і планування, стимули, санкції і взаємні зобов'язання, необхідні для успіху плану в цілому. І п'ятим стратегічним завданням має бути *створення спільного плану екологічної освіти громадян усього світу*. Кінцевою метою є утвердження нового розуміння взаємовідносин цивілізації і глобального довкілля.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. У чому проявляється глобальна демографічна криза? Обґрунтуйте.
2. Охарактеризуйте типи відтворення населення і типи зміни поколінь.
3. Які зміни відтворення населення відбуваються під час демографічного переходу? Наведіть приклади.
4. Проаналізуйте динаміку чисельності населення світу за останні 200 років.
5. Що таке «демографічний вибух»? Назвіть його найголовніші ознаки.
6. Охарактеризуйте розміщення населення на земній кулі. Назвіть головні ареали його скупчення (країни і континенти).
7. Розкрийте фази відтворення населення під час демографічного переходу.
8. Виникнення яких глобальних проблем пов'язано з ростом світового населення? Наведіть приклади.
9. Охарактеризуйте демографічну політику та її цілі у різних країнах світу.
10. Проаналізуйте відомі вам теорії і концепції народонаселення. Які з них і чому призвели до виникнення фашистської ідеології?
11. Чому розв'язання демографічних проблем можливо лише за сумісних зусиль усього світового співтовариства? Обґрунтуйте.
12. Поясніть, чому вирішення проблеми збереження миру є найважливішою передумовою для розв'язання інших глобальних проблем людства.
13. Назвіть головні причини ускладнення проблеми народонаселення. Які ви знаєте шляхи розв'язання демографічних проблем у різних регіонах світу?

6 РОЛЬ ВОДИ У ЖИТТІ ЛЮДИНИ

Мертвий океан – мертва планета...

Тур Геєрдал, норвезький мандрівник і вчений

Жоден процес у організмі людини не відбувається без участі води. Чим енергійнішим є перебіг цих процесів, тим більші потреби людини у воді. В середньому організм дорослої людини на 60-70% складається з води. Молодий організм містить більше води, ніж організм зрілої людини, а кількість води новонароджених досягає 75% ваги тіла. В жировій тканині міститься лише 10% води, а у м'язовій – 70-75%. Тому повні люди містять води менше, ніж худі. Вода в організмі людини розподіляється приблизно таким чином:

- у головному мозку – 71-85%;
- у крові – 83%;
- у серці, легенях, нирках – 80%;
- у кістках – 20-30%;
- у зубній емалі – 0,3%.

Втрата тканинами >10% води є смертельною. Кожна клітина організму людини містить водний розчин поживних речовин. Вода бере активну участь у хімічних реакціях, доставляє поживні речовини до кожної клітини, сприяє виведенню токсинів, шлаків і надлишку солей, зниженню кров'яного тиску. Здатність організму підтримувати постійну температуру тіла значною мірою обумовлена фізичними властивостями води, зокрема:

- вода має високу здатність запасати тепло. Навіть холонокровні тварини підтримують відносну постійність температури тіла в умовах короткочасних коливань температури навколишнього середовища;
- вода має високий ступінь теплопровідності, завдяки чому тепло легко розповсюджується у різних частинах тіла;
- процеси фізичної теплорегуляції обумовлені постійним випаровуванням води з поверхні легенів і шкіри.

Недостатнє споживання води порушує нормальну життєдіяльність організму: знижується працездатність, порушуються процеси травлення, сповільнюється перебіг біохімічних реакцій, збільшується в'язкість крові, порушується процес кровотворення. Без води неможлива регуляція теплообміну організму з навколишнім середовищем. Оскільки мозок людини на 75% складається з води, відносно його зневоднення викликає стрес клітин мозку. Крім цього, зневод-

нення робить організм уразливим для інфекцій. Залежно від ваги і фізичної активності людини, її організм потребує різної кількості води на добу (Табл. 16).

Табл. 16. Добова потреба людини у воді

| Вага, кг | Низька активність | Помірна активність | Висока активність |
|----------|-------------------|--------------------|-------------------|
| 50 | 1,55 л | 2,00 л | 2,30 л |
| 60 | 1,85 л | 2,30 л | 2,65 л |
| 70 | 2,20 л | 2,55 л | 3,00 л |
| 80 | 2,50 л | 2,95 л | 3,30 л |
| 90 | 2,80 л | 3,30 л | 3,60 л |
| 100 | 3,10 л | 3,60 л | 3,90 л |

Водні ресурси планети теоретично невичерпні, оскільки уся вода Світового океану поновлюється в процесі кругообігу протягом трьох тисяч років. Однак нині споживання води зростає такими темпами, що дефіцит водних ресурсів стає однією з найбільш актуальних глобальних проблем. За даними ООН, вже до 2025 року з проблемою нестачі питної води зіштовхнуться близько 3 млрд людей. Загальна кількість води на планеті становить 1,5 млрд м³, а прісної з них всього 2,5%. При цьому $\frac{3}{4}$ прісної води заховано у льодовиках Гренландії і Антарктиди. П'ята частина – підземні води, і лише 1% циркулює в річках і озерах.

6.1 Дефіцит водних ресурсів та його вплив на людину

Загальне споживання прісних вод зростає з року в рік в усіх регіонах світу. Щодня у світі споживається 10 млрд т води. 80% використаної води потрапляє назад в навколишнє середовище у вигляді неочищених стоків. 1,8 млрд людей (чверть світового населення) не мають доступу до чистої питної води. Головні джерела прісної води – річки, озера і болота – розподілені територією земної кулі нерівномірно (Табл. 17). Наприклад, на Європу, де проживає 20% населення планети, припадає лише 7% світових запасів прісної води.

Табл. 17. Споживання і запаси води (у т. ч. питної) в різних країнах світу

| Країни з найбільшим споживанням води на людину, м ³ на рік | | Країни з найменшими запасами питної води на людину, м ³ на рік | |
|---|------|---|-----|
| Нова Зеландія | 2160 | Єгипет | 30 |
| США | 1580 | Ізраїль | 150 |
| Естонія | 1330 | Туркменістан | 206 |
| Канада | 1000 | Молдова | 236 |
| Греція | 880 | Пакистан | 350 |

Щорічно потреби людства у прісній воді зростають у середньому на 64 млн м³. За той період, коли населення планети зросло утричі, споживання прісної води збільшилося у 17 разів. За деякими прогнозами, років за 20 воно може збільшитися ще утричі. Сучасний дефіцит водних ресурсів є результатом переважно людської діяльності. Найбільшим споживачем прісної води є сільське господарство (особливо землеробство). Наприклад, на вирощування 1 т цукрових буряків витрачається 130-160 м³ води, 1 т пшениці – 800-1200, 1 т бавовни-сирцю – 4000-5000, рису – 5000-7000 м³. Щодо зрошення, то лише на три країни – Китай, Індію і Пакистан – припадає більше $\frac{2}{3}$ всієї зрошувальної площі Азії та витрачається майже 1000 км³ води.

Багато води споживає і промисловість. На виробництво 1 т бавовняної тканини витрачається близько 250 м³ води, 1 т аміаку – близько 1000 м³. До найбільших споживачів води належать також теплові електростанції. На потреби промисловості та енергетики витрачається у середньому 760 км³ води (більше витрачає лише зрошення). Наприклад, у кольоровій металургії для виплавляння 1 т нікелю потребується 4000 м³ води. У комунально-побутовому водоспоживанні сумарний об'єм води, що споживається населенням, перевищує 250 км³ на рік.

Але лише 4% населення світу користуються водою у достатній кількості, тобто 300-400 л на добу, а для $\frac{2}{3}$ населення, яке проживає переважно у Африці й Азії, питоме споживання води удесятеро менше. У країнах, що розвиваються, кожен третій мешканець потерпає від нестачі питної води, що змушує людей використовувати для пиття воду з небезпечних джерел. Майже 80% усіх хвороб і третина смертельних випадків тут викликані споживанням забрудненої води.

Величезні обсяги води витрачаються на *спорудження водосховищ*. Всього у світі їх споруджено більше 30 тисяч загальним об'ємом близько 6 тис км³ і площею 400 тис км², що приблизно дорівнює площі Норвегії чи Парагваю. З поверхні водосховищ випаровується до 240 км³ води. Для такого континенту, як, наприклад, Африка, такий вид витрачання води є другим після зрошення і у п'ять разів перевищує промислове водоспоживання. Крім цього, створення штучних водойм впливає на природу прилеглих регіонів, зокрема:

- Затоплюються і підтоплюються величезні площі продуктивних земель і лісових масивів. Ширина зони підтоплення може досягати десятків кілометрів. Наслідками підтоплення є заболочування, засолення ґрунтів, підтоплення будинків і споруд, погіршення санітарного стану місцевості.

- Коливання рівня води, вітрове хвилювання і берегові течії розмивають і обрушують береги, що спричинює берегову абразію (Рис. 48), переформування дна водосховищ, відступ берегів на десятки і сотні метрів, зміни глибин, замулення та зменшення об'єму водосховищ.
- Створення водосховищ часто стає причиною переселення значної кількості людей та перенесення господарських об'єктів, що супроводжується величезними матеріальними затратами.



Рис. 48. Абразія берегів водосховищ

- Перерозподіл водосховищами річкового стоку в часі й просторі порушує умови існування, живлення, пересування і розмноження риб.
- Водосховища вносять помітні зміни у місцевий метеорологічний режим: навесні охолоджують прибережні території, а у другій половині теплого періоду підвищують температуру. Поблизу великих водосховищ дещо збільшуються кількість опадів, швидкість і повторюваність вітрів.
- Постійне затоплення території призводить до повної загибелі наземної рослинності, яка раніше там існувала.
- Під час заповнення водосховищ (яке іноді триває кілька років) помітно знижується чисельність багатьох видів тварин через загибель їхньої молоді та знищення природних оселищ.

Кількість води, яка використовується для виробництва продукту, називається Водним слідом. *Водний слід* країни розраховується за кількістю води, використаної для виробництва всіх товарів, які споживають жителі країни, в тому числі імпортих. Тому очевидно, що економічно розвинені країни мають значно більший Водний слід, ніж бідні. Таким же чином можна підрахувати Водний слід країн, компаній і окремих людей. Середньостатистичний Водний слід у

світі становить приблизно 1240 м³ на людину на рік. Водний слід (віртуальний вміст води) для окремих продуктів значно відрізняється (Рис. 49).

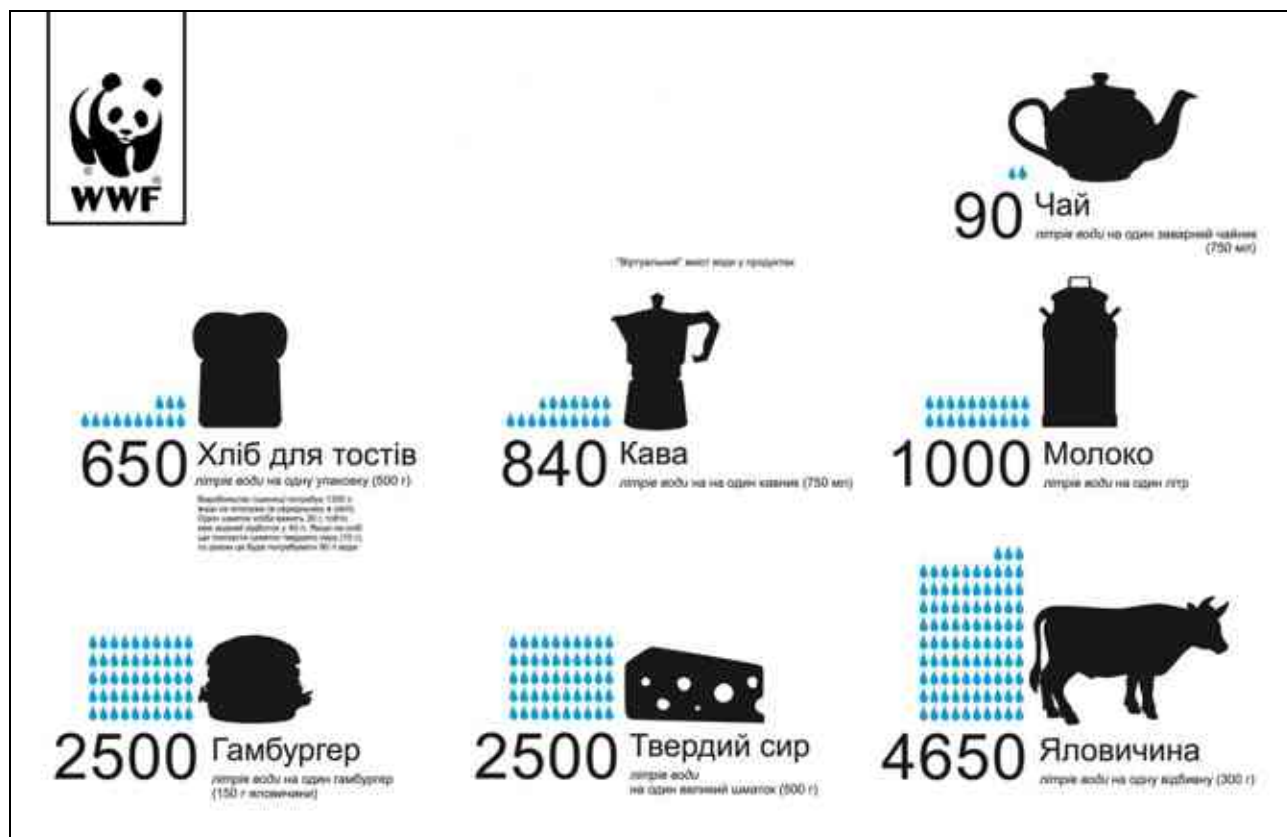


Рис. 49. Водний слід деяких продуктів

Коли глобальний водний дефіцит перейде певний рубіж, варто очікувати політичної нестабільності, збройних конфліктів і падіння економік у різних країнах світу. Якщо не прийняти екстрених заходів, то до 2030 року без задовільного очищення води залишиться майже 5 млрд чоловік, а це близько 67% населення планети. Нині на кожного жителя Землі припадає близько 750 м³ на рік прісної води; до 2050 року ця кількість може зменшитися до 450 м³. До 80% країн світу опиняться у зоні, яка за класифікацією ООН належить до категорії «за межею дефіциту водних ресурсів». У пустельних і напівпустельних регіонах через брак води очікується інтенсивна міграція населення.

6.1.1 Водні конфлікти у світі

Найбільш забезпеченим водними ресурсами регіоном є Латинська Америка, на яку припадає третина світових запасів. Найменш забезпеченими є Африка, Південна Азія, Близький Схід і Північний Китай. За даними Інституту світових ресурсів (World Resources Institute, WRI), 17 країн, в яких проживає 25% населення світу, відчувають «надзвичайно високий» дефіцит води. Це

означає, що зрошуване землеробство, промисловість і муніципалітети в середньому забирають більше 80% їх доступного водного запасу щороку. 12 з цих країн розташовано на Близькому Сході та у Північній Африці. 13-те місце в списку країн з *надзвичайно високим* водним стресом займає Індія, населення якої більш ніж утричі перевищує населення решти 16 країн. А ще 27 країн стикаються з *високим* рівнем водного стресу, коли щороку вилучається більше 40% доступного водного запасу (Рис. 50). Постійне збільшення водного стресу в цих посушливих регіонах сприяє зростанню напруженості, насильства та виникненню водних конфліктів між державами.



Рис. 50. Рейтинг країн за рівнем водного стресу

Водні конфлікти можуть виникати на внутрішньому і міждержавному рівнях. Міждержавні конфлікти виникають між двома або більше сусідніми країнами, які мають спільне транскордонне джерело води – басейн річки, моря або ґрунтових вод. Наприклад, на Близькому Сході тільки 1% світових запасів прісної води припадає на 5% населення світу. Внутрішні конфлікти всередині однієї країни можуть виникати, наприклад, через суперечки між фермерами і промисловими об'єктами за право користування одними водними джерелами. Типовим прикладом внутрішнього водного конфлікту є протести 2000 року в

Кочабамба, четвертому за величиною місті Болівії, у відповідь на приватизацію муніципального міського водопостачання. Суспільство тоді повстало проти різкого підвищення тарифів на воду.

За даними ЮНЕСКО, сучасні міждержавні конфлікти відбуваються переважно на Близькому Сході та в Центральній Азії. Наприклад, у 1948 році між Індією і Пакистаном виникла суперечка про розподіл прав на воду річки Інд та її приток. Конфлікти за право користування водами річки Інд і нині постійно виникають між Пакистаном та Індією. Зі зростанням потреб у воді на Близькому Сході багато в чому була пов'язана арабо-ізраїльська війна 1967 року. Проблема актуальна і нині. Річка Йордан, яка протікає через Ліван, Сирію, Ізраїль, Західний берег та Йорданію, знаходиться в центрі одного з декількох постійних міждержавних водних конфліктів. Боротьба за водні ресурси є джерелом напруженості між Ізраїлем і арабськими державами протягом більше 60 років.

Басейн Євфрату-Тигру розділений між Туреччиною, Сирією та Іраком, а Іран є частиною басейну Тигра. З 1960-х років односторонні іригаційні плани, які змінюють течію річок, загострили відносини в басейні, що завадило урядам ефективно управляти річками басейну. З огляду на важливість сільського господарства для місцевого населення, регіону вкрай необхідна офіційна угода щодо управління водами басейну. Не спадає напруженість в басейні Меконгу – сьомої за величиною стоку і десятої за довжиною річки у світі. Починається у Китаї, а потім тече 4200 км через М'янму, Лаос, Таїланд, Камбоджу і В'єтнам, де впадає в Південно-Китайське море. Басейн річки Меконг надзвичайно багатий природними ресурсами і тому життєво важливий для існування більше 70 млн чоловік. Потужні проекти з будівництва гребель на китайському і лаосьькому ділянках основної течії Меконгу викликають стурбованість інших прибережних держав, що посилює напруженість в регіоні.

Збройні зіткнення, пов'язані з доступом до водних запасів, нерідко виникають у Африці. Наприклад, Ботсвана, Ангола і Намібія ніяк не можуть поділити дельту річки Окаванго. Це найбільша у світі річкова дельта, яка не має стоку в море чи океан (Рис. 51). 2014 року Дельта Окаванго стала тисячним об'єктом у списку Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО. Внутрішня дельта на північному заході Ботсвани під час повені в самий розпал сухого сезону вливає в піски пустелі Калахарі приблизно 10 км³ води. Тоді ж дельту наповнюють рідкісні ссавці – гепарди, леопарди, білі й чорні носороги, гієноподібні собаки і леви. Крім того, дельту населяють 24 види птахів, що перебувають під загрозою вимирання, і

найбільша у світі популяція слонів. Всього тут мешкають 530 видів птахів, 160 видів ссавців, 155 – плазунів, а також безліч земноводних і комах.



Рис. 51. Дельта Окаванго у Африці

У Східній Африці назріває військовий конфлікт між Єгиптом та Ефіопією за водні ресурси найбільшої у світі річки – Нілу. В Ефіопії беруть початок витoki Блакитного Нілу, що живить водою території Судану і Єгипту. Ефіопія з 2011 року споруджує на Блакитному Нілі найбільшу в Африці гідроелектростанцію «Хідасе» («греблю великого відродження Ефіопії»). Для бідної Ефіопії, де майже половина населення не має навіть доступу до електрики, цей проект надзвичайно важливий. Нині країна змушена імпортувати електроенергію, але після запуску ГЕС вона зможе її експортувати.

Ефіопська влада вклала близько 5 млрд доларів (10% ВВП) для реалізації проекту «Хідасе», який готовий майже на 80% (Рис. 52). Крім того, велике водосховище дасть Ефіопії можливість добувати близько 7 тис т риби щорічно. Для країни, яка не має виходу до моря і періодично страждає від голоду, це дуже важлива обставина. Однак гребля може серйозно зменшити обсяг води, що надходить на територію Єгипту і Судану. Тому Єгипет, який вважає Ніл своїм національним надбанням, різко виступив проти будь-яких дій щодо зарегулювання річки. Водні ресурси життєво важливі для виживання єгиптян, кількість яких уже перевищила 100 млн осіб. Ситуація загострюється через те, що офіційно перешкоджати іншій суверенній державі будувати на своїй території гідротехнічні споруди Єгипет не може. Тим більше, що спільного кордону країни не мають, між ними лежить ще майже тисяча кілометрів території Судану (Рис. 53).

Міжнародні угоди, укладені в 1929 і 1959 роках, гарантували Єгипту контроль над 87% вод Нілу. Також Єгипет мав право заборони на проведення робіт

у дельті річки, що загрожують його стратегічним інтересам. Однак у 2010 році низка країн Африки на чолі з Ефіопією дезавували цю угоду як «колоніальну». Нині Каїр наполягає, щоб Ефіопія заповнювала греблю протягом щонайменше десяти років і під контролем сусідніх країн, а головне – щоб заповнення розпочалося тільки після досягнення угоди про використання нільської води. Однак ефіопська сторона з цим категорично не згодна і має намір заповнити водосховище за три роки. Це загрожує Єгипту дефіцитом 25 млрд м³ води.



Рис. 52. Гребля «Хідасе» в Ефіопії

Рис. 53. Розташування ГЕС «Хідасе»

З наближенням терміну початку заповнення водосховища ситуація загострилася. Переговори між представниками Єгипту, Ефіопії та Судану, хоча і тривають, проте не мають жодного результату. Існують великі ризики отримати нову гарячу точку на північному сході Африки, що призведе до появи величезної кількості нових мігрантів. Єгипет виглядає сильнішим за Ефіопію, але на боці останньої половина Африки і міжнародне право. Проти Єгипту може зібратися потужна коаліція. Тож якщо ці дві країни зйдуться у протистоянні, запалає значна частина африканського континенту.

Для проведення незалежних досліджень щодо навколишнього середовища і безпеки, з акцентом на глобальні й регіональні проблеми прісної води, у США в 1987 році було створено Тихоокеанський інститут досліджень в області розвитку, навколишнього середовища і безпеки (Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security). Інститутом розроблено всеосяжну онлайн-базу даних про конфлікти, пов'язані з водою – «Хронологія водних конфліктів». База даних включає водні конфлікти, що виникали протягом більше 4,5 тис років, та класифікує їх таким чином:

- ☛ Контроль над водними ресурсами державними і недержавними органами, де водопостачання або доступ до води лежить в основі напруженості.

- ☞ Військові конфлікти, де водні ресурси використовуються державою в якості зброї під час військових дій.
- ☞ Політичний інструмент, коли водні ресурси використовуються державою або недержавними суб'єктами для політичних цілей.
- ☞ Тероризм – водні ресурси або системи є інструментами насильства чи примусу.
- ☞ Конфлікти розвитку – водні ресурси є основним джерелом суперечок в контексті економічного і соціального розвитку.

Отже, життєдіяльність людини тісно пов'язана з наявністю і якістю води. На жаль, вода є обмеженим ресурсом, і в майбутньому доступ до неї може погіршитися через зміни клімату. Більш того, майбутні війни на Близькому Сході, швидше за все, будуть вестися через воду, а не через нафту. Водні конфлікти виникають через те, що попит на водні ресурси може перевищувати пропозицію. Зміна клімату і зростання населення планети – фактори, які разом можуть стати основною причиною виникнення водного конфлікту. Війна за воду найчастіше виникають між країнами, які не мають можливостей чи бажання вкласти великі кошти в інші системи водопостачання.

6.1.2 Шляхи розв'язання проблеми водного голоду

Водний стрес є серйозною загрозою для всіх сфер життєдіяльності людини. Ситуація може погіршитися, якщо країни не діятимуть відповідно до зростання населення, посилення урбанізації та зміни клімату. Дванадцять країн Близького Сходу і Північної Африки (Middle East and North Africa – MENA), як вже було вказано, мають надзвичайно високий дефіцит води. Проте, в MENA існують можливості для підвищення водної безпеки, які поки що використовуються недостатньо. Зокрема, близько 82% стічних вод регіону не використовуються повторно, а це могло б створити нове джерело чистої води. Деякі країни все ж пішли цим шляхом: Оман, який займає 16-е місце в списку країн MENA, очищає 100% зібраних стічних вод і повторно використовує 78%. Близько 84% стічних вод, зібраних в Бахрейнї, Кувейті, Омані, Катарі, Саудівській Аравії і Об'єднаних Арабських Еміратах, очищаються до безпечного рівня, але тільки 44% використовуються повторно.

1997 року в Єгипті було розпочато грандіозний проект New Valley Project (Нова Долина), або Toshka Project (Рис. 54). Єгипетський уряд вирішив побудувати другу долину Нілу та перенаправити 10% відведеної з річки Ніл води через іригаційні канали для збільшення сільськогосподарського виробництва і ство-

рення нових робочих місць подалі від перевантаженої долини Нілу. Проект передбачав будівництво мережі доріг і системи каналів для передачі вод з водосховища Nasser на зрошення пустельного південного заходу Єгипту (Західна пустеля). Це мало б надати притулок понад 3 млн населення та збільшити площу орних земель Єгипту на 10%. Аналогічний план було запропоновано в 1960-х роках в рамках проекту «Висока гребля», яким було створено озеро Насер (Nasser), а країну забезпечено електрикою.

На шляху реалізації Toshka Project виникли природні перешкоди: засолені ґрунти і численні підземні водоносні горизонти Західної пустелі. Під час зрошення сіль вилугується у водоносні шари і тим самим обмежує доступ до питної води. На першому етапі проекту мала бути побудована система каналів, а другий етап мало бути завершено 2017 року. Однак другий етап в 2005 році було скасовано. Що ж вдалося зробити? Насосна станція «Мубарак» (Рис. 55), побудована 2005 року, доставляє воду з озера Насер у невелику частину закінченого каналу. Жодне з міст, фабрик, шкіл або лікарень побудовано не було. Значна частина вирощеної на зрошуваних землях продукції експортується на користь приватних компаній, які купили землю. Місцеві ферми надають лише кілька тисяч робочих місць, а їх потрібно щонайменше 700 тис щорічно.



Рис. 54. Проект «Нова Долина» в Єгипті



Рис. 55. Насосна станція Мубарак

У середині ХХ ст. країни Перської затоки, завдяки нафтовому буму, почали споруджувати потужні заводи з опріснення води. Саудівська Аравія щодня використовує 1,5 млн барелів нафти для опріснювальних установок, які забезпечують 50-70% прісної води в країні. 2014 року було відкрито найбільший у світі завод, що виробляє 1 млн м³ води та 2,6 тис МВт електроенергії на добу (Рис. 56). З 2016 року опріснення морської води забезпечує 3% питної води на Близькому Сході. У 2018 році Саудівська Аравія встановила глобальний рекорд

опріснення води – 5 млн м³ на добу (Рис. 57). Але на це витрачається в середньому 5% від усієї вироблюваної регіоном електроенергії.



Рис. 56. Електричні насоси і мембранні трубки зворотного осмосу на опріснювальній установці, Саудівська Аравія



Рис. 57. Піщані фільтри головного заводу в Thuwal на узбережжі Червоного моря, Саудівська Аравія

Поки що опріснення обмежується виключно найбагатшими країнами, які мають достатньо викопного палива і доступ до морської води. Крім Близького Сходу і Північної Африки, опріснення розпочалося в деяких штатах США, які відчувають нестачу води, зокрема в Каліфорнії. Долучаються й інші країни, включаючи Іспанію, Австралію і Китай. Опріснення також пов'язане з екологічними проблемами: наслідком використання величезної кількості енергії є збільшення викидів парникових газів, а утилізація розсолу потребує токсичних хімікатів для їх оброблення. Незважаючи на практично необмежені запаси морської води, на опріснену воду все ще припадає лише близько 1% світової прісної води.

Відповідь на питання, в яких регіонах світу найближчим часом зростатиме опріснення та чому в країнах з низьким рівнем доходів майже нічого не відбувається, очевидна: головною причиною є вартість. Опріснення залишається надзвичайно дорогим, оскільки вимагає величезної кількості енергії. Щоб зробити його доступнішим, у багатьох країнах світу розробляються новітні мембрани для вироблення більшої кількості прісної води на одиницю енергії та інноваційні способи утилізації розсолу, який залишається після опріснення.

Опріснення – не єдиний шлях до зменшення водного стресу. Саудівська Аравія, одна з найбільш посушливих країн світу, в 2019 році розпочала національну програму Qatrah (арабською «крапелька»), спрямовану на скорочення

споживання води. Саудівська Аравія, населення якої становить близько 33,4 млн чоловік, є третьою у світі за споживанням води на душу населення після США (населення 324,5 млн осіб) і Канади (населення 37,2 млн осіб). Програмою Qatrah передбачено скоротити щоденне споживання води на душу населення з 263 л до 150 л (на 43%) до 2030 року.

Крім цього, важливим шляхом подолання водного стресу є перетворення стічних вод на питну воду. Практично всі країни Перської затоки мають сучасні очисні системи для утилізації та повторного використання забруднених вод. Стівідсоткове збирання стічних вод налагоджено у Бахреїні, а в Намібії використовують для пиття воду, очищену за допомогою мікроорганізмів.

Протягом 1997-2009 рр. Австралія зіткнулася з найсильнішою посухою в історії країни – т. зв. «засуха тисячоліття». У Мельбурні, місті з населенням 4,3 млн чоловік, рівень води впав до рекордно низьких 25,6%, перш ніж посуха припинилася. Тоді влада запровадила низку програм для скорочення потреб у воді на душу населення майже на 50%. Уряд інвестував мільйони в трубопровід, який доставляв воду через гори і водоочисну станцію, а також понад 6 млрд доларів – у будівництво опріснювальної установки. Значні кошти було вкладено у збільшення використання оборотної води як в сільському, так і в міському секторах. Громадяни купували резервуари для зберігання дощової води – до кінця посухи майже кожен третій житель Мельбурна мав його. До 2010 року підприємства та жителі міста скоротили споживання води наполовину від того, що було до початку посухи.

У будь-якій країні світу водний дефіцит може бути зменшено за допомогою сучасних заходів, одним з яких є підвищення ефективності аграрного сектору економіки. 70% світових водних ресурсів споживає традиційне сільське господарство. Зокрема, фермери можуть використовувати насіння, якому потрібно менше води, і вдосконалювати методи поливу, не затоплюючи свої поля. Споживачі можуть скоротити втрати продуктів харчування і відходів, на які припадає чверть всієї сільськогосподарської води.

Альтернативою традиційному землеробству стають вертикальні ферми, які передбачають інтенсивне використання наявних територій і ресурсів. Багаторушне розташування рослин дає змогу збільшувати продуктивність у сотні разів і економити 70-95% води, порівняно з традиційним вирощуванням культур. Поняття «*вертикальна ферма*» виникло на початку 2000-х років, після розчарування результатами вирощування рослин на нью-йоркських дахах. Тоді й винайшли універсальний спосіб вирощування рослин вертикальними рядами.

Кожна ферма майбутнього функціонує завдяки т. зв. технології контрольованих умов, за допомогою якої можна управляти температурою, вологістю і освітленням. Вертикальний город може бути розміщено у будь-якому місці – завдяки штучному створенню сприятливих умов рослини однаково успішно проростатимуть як під землею, так і на території бізнес-центрів.

Першою вертикальною фермою була Sky Greens в Сінгапурі, спроектована в 2009 році (Рис. 58). Вже з 2012 року овочі й фрукти, вирощені в башті-городі, можна було придбати в 200 сінгапурських магазинах. Щодня цей вертикальний город, де рослини вирощують ґрунтовим і гідропонним методами, дає 800 кг екологічно чистої продукції. Головним двигуном виробничих потужностей Sky Greens є дощова вода і сила гравітації, які обертають грядки-контейнери навколо дев'ятиметрової вежі для отримання необхідної кількості світла і вологи. Результати вражають: 1700-кілограмова вежа обертається за допомогою всього півлітра води і 40 Ватт енергії. Ця ж вода використовується згодом для поливу рослин.



Рис. 58. Вертикальна ферма Sky Greens в Сінгапурі

З кожним роком у світі з'являється все більше нових вертикальних ферм, які відрізняються архітектурою, площею і автоматизмом. Проте загальним для всіх вертикальних ферм є прагнення до енергетичної незалежності за рахунок використання альтернативних видів енергії, гнучкість конструкції та наявність системи очистки води і переробки відходів.

Найбільшою вертикальною фермою у світі є AeroFarms, розташована у США, штат Нью-Джерсі (Рис. 59). На площі 6500 м² вирощують 250 різних культур. Наприклад, тільки салату виробляється 900 т щороку. Культури отримують необхідне світло від світлодіодних ламп, а всі життєво важливі показники

рослин зчитуються в режимі онлайн спеціальними датчиками. Ферми ще однієї американської компанії Plenty змогли збільшити продуктивність у 350 разів порівняно з традиційними полями, використовуючи при цьому лише 1% води. Ця корпорація, розташована в Сан-Франциско, займається вирощуванням листових овочів (Рис. 60). Незабаром компанія планує повністю перейти на сонячну енергію. Завдяки ізольованості, рослини майже не пошкоджуються паразитами. А для боротьби з поодинокими шкідниками використовуються божі корівки.



Рис. 59. Найбільша у світі вертикальна ферма AeroFarms



Рис. 60. Вертикальна ферма компанії Plenty, США

Справжньому буму на вертикальні ферми, безумовно, сприяє швидке зростання попиту на продовольство в містах та низка переваг перед традиційним господарством, зокрема:

- У ніяких пестицидів та інших хімікатів – ні в гідропоніці, ні в аеропоніці;
- У ніяких відходів;
- У економія води – вертикальні ферми використовують на 70-95% менше води, ніж класичні;
- У менше викидів: у традиційній сільськогосподарській моделі їжа долає в середньому 2000 км, поки потрапить до столу. У випадку вертикальних ферм ця відстань скорочується до кількох кілометрів або навіть десятків-сотень метрів. Також відсутні викиди від сільськогосподарської техніки;
- У круглорічний цикл – рослини вирощуються 365 днів на рік, 24 години на добу;
- У незалежність від погодних умов, що унеможливує втрати врожаю внаслідок урагану, посухи, повені тощо.

Звісно, є й недоліки, наприклад, достатньо високі інвестиції на одиницю площі та необхідність використовувати електроенергію, ледь частка якої наразі генерується за рахунок викопних ресурсів. Крім того, на вертикальних фе-

рмах можна вирощувати лише обмежений перелік позицій, а про тваринництво взагалі не йдеться.

За прогнозами, до 2030 року глобальні потреби у воді зростуть з теперішніх 4,5 тис м³ до 6,9 тис м³. Це на 40% перевищує доступний запас, з урахуванням того, що частина запасу має бути зарезервована відповідно до екологічних вимог. Водний дефіцит переважно пов'язаний з економічним зростанням і розвитком. На сільське господарство припадає близько 71% світового водозабору, тому проблема нестачі води має вирішуватися одночасно із докорінними змінами в аграрному секторі економіки. Деяким народам доведеться взагалі відійти від традиційного вирощування сільськогосподарської продукції.

6.2 Шляхи забезпечення населення якісною питною водою

Вода більшості поверхневих і підземних джерел водопостачання непридатна для споживання без попередньої обробки. Використовувані для очищення сучасні промислові фільтри не здатні забезпечити необхідну якість води за всіма параметрами. Навіть найдорожчі фільтри діють за принципом ліків-антибіотиків: разом зі шкідливими домішками вони фільтрують і корисні речовини. Така вода не є шкідливою для організму, але й ніякої користі вона також не приносить.

2010 року Генеральна асамблея ООН прийняла резолюцію, яка закріплює право людини на чисту воду. У документі проголошується «право на безпечну і чисту питну воду і санітарію як право людини, що має велике значення для повноцінного життя і повного здійснення всіх прав людини». Резолюція закликає держави і міжнародні організації допомагати країнам, що розвиваються, у намаганні забезпечити такий доступ. У резолюції також зазначено, що близько 2 млн людей вмирає щороку від хвороб, спричинених браком чистої води і санітарії. Дебати навколо ухвалення такої резолюції тривали в ООН понад 15 років.

Внаслідок діяльності людини гідросфера змінюється кількісно і якісно. Кількісне виснаження, про яке йшлося раніше, пов'язане з безперервним збільшенням водозабору для господарських і побутових потреб. Якісне виснаження водних ресурсів є наслідком постійного зростання забруднення води – внесення у водойми речовин та енергії, що погіршує якість води, зменшує її корисні властивості й створює небезпеку для здоров'я людей. Брудна вода стає непридатною для пиття, використання у побуті й промисловості, зрошення сільськогосподарських земель. За даними ВООЗ, 25% населення світу постійно ризикує захворіти через споживання недоброякісної питної води.

6.2.1 Наслідки забруднення водного середовища для здоров'я людини

Забруднення водного середовища має різну природу і походження. Хімічне забруднення води спричинюється надходженням у водойми шкідливих домішок неорганічної та органічної природи. Фізичне забруднення відбувається внаслідок накопичення у воді нерозчинних домішок (піску, глини, мулу) і супроводжується зміною фізичних параметрів – прозорості, вмісту суспензій, запаху, смаку, забарвлення, електропровідності тощо. Біологічне забруднення пов'язане з надходженням у водойми хвороботворних мікроорганізмів (бактерій, вірусів), спор грибів, яєць гельмінтів тощо. Причиною теплового забруднення найчастіше буває скидання у водойми підігрітих вод від енергетичних об'єктів, зокрема АЕС. Джерела забруднення вод різняться за такими ознаками:

- за походженням – антропогенні (промислові, житлово-комунальні, сільськогосподарські, транспортні тощо) і природні (атмосферні, літосферні);
- за локалізацією – точкові, лінійні, площинні;
- за тривалістю впливу – постійні, періодичні, епізодичні;
- за видом носія забруднювальних компонентів – стічні, скидні (зрошувальні й дренажні), інфільтраційні та підземні води, води поверхневого стоку, атмосферні опади.

Наслідками *хімічного забруднення* водойм для людини є водо-нітратна метгемоглобінемія, флюороз, отруєння токсинами синьо-зелених водоростей тощо. Вплив хімічних забруднювачів може проявлятися у наступних поколіннях: з'являються шкідливі мутації, генетичні розлади. Дуже небезпечними є канцерогенні наслідки хімічного забруднення, а саме:

- Забруднення фенолами з промислових стоків призводить до патологічних змін у кровотворній, хрящовій і кістковій тканинах.
- Тривале споживання води, забрудненої арсеном (миш'яком), призводить до раку шкіри.
- Через підвищений вміст у воді азбесту може виникати рак травної системи.
- Збільшення вмісту міді й марганцю провокує онкологію молочної залози.
- Нітрати, які перетворюються у організмі на нітрити, спричинюють патологічні зміни щитоподібної залози.

Внаслідок *фізичного забруднення* водних об'єктів погіршуються смакові якості води, а іноді вона навіть стає взагалі непридатною для споживання. Джерелами біологічного забруднення водойм є переважно комунально-побутові стоки, стічні води цукрових заводів, м'ясокомбінатів, деревообробних підприємств.

ємств. Особливо небезпечне *біологічне забруднення* водою у місцях масового відпочинку людей: у морській чи річковій воді часто виявляються збудники інфекційних захворювань (холери, дизентерії, вірусного гепатиту А, черевного тифу, ротавірусних інфекцій, лептоспірозу тощо).

Холера – гостра діарейна інфекція, викликана холерним вібрионом (*Vibrio cholerae*), виникає після споживання питної води, забрудненої відходами заражених людей, а також овочів і фруктів, помитих забрудненою водою. Інкубаційний період триває від кількох годин до п'яти днів. Хвороба зазвичай починається гостро і призводить до різкого зневоднення організму. Холерний вібрион може зберігати життєздатність у воді протягом тривалого часу: в морській воді – два тижні й більше, у кишечнику окремих річкових і морських тварин – до декількох місяців. Під час кип'ятіння холерний вібрион гине протягом хвилини, він малостійкий до прямого сонячного опромінення і надзвичайно чутливий до звичайних дезінфектантів. За відсутності ефективної терапії протягом 2-3 днів, у хворого може розвинути коматоз, можливі летальні наслідки.

Дизентерія – інфекційна хвороба людини із запаленням відділу товстої кишки, яка супроводжується інтоксикацією та проносом. Її можуть викликати різноманітні види дизентерійних бактерій, які досить чутливі до дії низьких і високих температур. В зовнішньому середовищі за температури 18-25°C дизентерійні бактерії можуть зберігати життєздатність протягом тривалого часу. За вищої температури повітря під дією прямого сонячного світла бактерії швидко гинуть. Людина заражується внаслідок потрапляння дизентерійних бактерій через рот у шлунково-кишковий тракт. Збудник оселяється в складках слизової оболонки нижнього відрізка товстого кишечника. Дуже часто захворювання настає від вживання води і харчових продуктів, інфікованих дизентерійними бактеріями.

Розвиток інтоксикації призводить до розладу обміну речовин в організмі хворого на дизентерію. Це виявляється насамперед у порушенні водно-сольового балансу. Дизентерія супроводжується формуванням слабкого і нестійкого імунітету, чим пояснюється можливість повторних захворювань (реінфекцій), спричинюваних іншими видами дизентерійних бактерій. Саме тому вакцинація не може забезпечити помітного зниження рівня захворюваності серед щеплених. Інкубаційний період триває в середньому три дні. У разі токсичної дизентерії перебіг хвороби характеризується різким пригніченням нервової системи, значним розладом серцево-судинних функцій, які іноді можуть приз-

вести до смерті. Це можливо при блискавичних формах хвороби, особливо у маленьких дітей.

Вірусний гепатит А – інфекційне захворювання, що є результатом вірусного ураження печінки. Передається фекально-оральним шляхом, з забрудненою водою і продуктами харчування. Головними причинами розповсюдження інфекції є погані санітарні умови і відсутність каналізації. Вірус гепатиту А відрізняється високою стійкістю до факторів навколишнього середовища та до дезінфекційних засобів. Тривалість виживання вірусу в продуктах сягає одного року. Найвищі ризики інфікування гепатитом А обумовлені відсутністю безпечної води. Однак вірус гине через п'ять хвилин кип'ятіння. За кімнатної температури в сухому середовищі він зберігається протягом тижня, у воді – від 3 до 10 місяців. Майже всі інфіковані гепатитом А повністю одужують, однак бувають випадки, коли хворі помирають від його блискавичної форми. Після перенесеного захворювання зазвичай формується довічний імунітет.

Черевний тиф – гостра кишкова інфекція, що викликається бактеріями *Salmonella*. Вражає переважно кишкову лімфатичну систему, що супроводжується загальною інтоксикацією організму. Люди найчастіше заражаються через воду, забруднену стічними водами. Після потрапляння в шлунок бактерії розповсюджуються через кровоносну систему. Інкубаційний період триває в середньому два тижні. У разі переходу хвороби в хронічну форму людина може бути джерелом інфекції протягом усього життя. Механізм передачі збудника черевного тифу – фекально-оральний, шлях передачі – переважно водний. Від ускладнень (кишкова кровотеча, перитоніт, пневмонія, сепсис) в 1-3% випадків настає смерть. Приблизно 3% хворих залишаються бактеріоносіями довічно з локалізацією збудника в жовчних шляхах. Перенесене захворювання залишає стійкий імунітет.

Лептоспіроз – небезпечне інфекційне захворювання, спричинене бактерією *Leptospira*. Захворіти на лептоспіроз можна під час купання у заражених водоймах: бактерія лептоспірозу потрапляє у тіло людини через тріщини, порізи і рани на шкірі чи слизові оболонки (очі, ніс, рот). Захворюваність на лептоспіроз є сезонною: зростає навесні й влітку, коли люди більше часу проводять біля водойм. Людина може захворіти у період від двох днів до чотирьох тижнів після зараження. Без лікування лептоспіроз може призвести до ураження нирок, ураження печінки, менінгіту (запалення мембрани навколо головного і спинного мозку) чи навіть смерті.

Ротавірусна інфекція – гостре вірусне захворювання, яке характеризується проносами, блюванням, слабкістю, підвищенням температури тіла. Ротавірус отримав свою назву від латинського слова «*rota*» через зовнішню схожість вірусу під мікроскопом з колесом, що котиться. Ротавіруси передаються фекально-оральним шляхом під час прямого контакту та вживання інфікованої води. Інкубаційний період триває 1-3 дні. Для ротавірусної інфекції характерний гострий початок – різке підвищення температури, нудота, іноді біль в животі, часте блювання, сильний пронос. Крім того, у більшості хворих з'являється нежить, почервоніння у горлі, біль при ковтанні. Найбільші спалахи захворювання виникають під час або після епідемії грипу, за що ротавірусне захворювання отримало неофіційну назву «кишковий грип». Симптоми з боку шлунково-кишкового тракту зазвичай зникають через 3-7 днів.

Водно-нітратна метгемоглобінемія – захворювання, пов'язане з вживанням води з наднормативним вмістом нітратів. Захворювання полягає у кисневому голодуванні тканин (гіпоксії), що розвивається внаслідок порушення транспортування кисню кров'ю, а також у пригніченні активності ферментних систем, що беруть участь у процесах тканинного дихання. Нітратна інтоксикація пов'язана з утворенням високого рівня метгемоглобіну в крові та розвитком ціанозу. До групи підвищеного ризику входять діти до 3-х років, особливо немовлята. Чутливі до нітратів також особи похилого віку, хворі на анемію, люди із захворюваннями дихальної системи і хворобами серцево-судинної системи.

Метгемоглобінемія найчастіше спостерігається у людей, які проживають у сільській місцевості, де поширено використання води із децентралізованих джерел водопостачання (колодязів та індивідуальних свердловин). Всі вони мають нормативну зону санітарної охорони – це одна з основних санітарних вимог, яка запобігає бактеріальному і хімічному забрудненню води в них. Для колодязів на території приватного домоволодіння неможливо створити необхідну зону їх санітарної охорони. І тому поряд з джерелами водопостачання часто розташовуються господарські споруди для тварин, туалети на вигріб, гноївові купи, які є джерелами нітратів. Все це в сукупності призводить до забруднення ґрунту і, відповідно, ґрунтових вод, що створює реальну загрозу для здоров'я як дітей, так і дорослих.

Купання та використання води для пиття або інших цілей під час «цвітіння» водойм можуть викликати **захворювання, пов'язані з дією токсинів ціанобактерій (синьо-зелених водоростей)**. Вони спричиняються декількома різновидами токсинів, які впливають на людей під час вживання зараженої ними пи-

тної води та проведення водних процедур. Синьо-зелені водорості, або ціанобактерії, самі по собі не є патогенами, але токсини, що виділяються деякими їх видами, досить небезпечні. Перебіг хвороб, викликаних продуктами життєдіяльності синьо-зелених водоростей, залежить від переважаючого типу бактерій і виду контакту людини з водою (пиття або купання). Найпоширеніші бактерії утворюють на поверхні води плівку, а у разі значного розповсюдження, вони займають всю товщу води ближче до водного дзеркала, оскільки їм необхідно сонячне світло для фотосинтезу.

Цвітіння ціанобактерій може утворювати таку концентрацію ціанотоксинів, що вони стають отруйними або навіть смертельними для тварин і людей. Ціанотоксини можуть накопичуватися в інших тваринах, наприклад, в рибі й молюсках, що спричиняє отруєння людей після їх вживання. Серед ціанотоксинів є й такі, що можуть призвести до швидкої миттєвої смерті через дихальну недостатність. Відпочинок в зонах цвітіння ціанобактерій може призвести до симптомів порушення роботи кишково-шлункового тракту, сінної лихоманки або до висипань на шкірі та сверблячки.

Отже, нездатність забезпечити всіх людей безпечною питною водою та адекватними санітарно-гігієнічними послугами, можливо, є найбільшим провалом розвитку ХХ століття. Найбільш кричущим наслідком цього є високий рівень смертності від хвороб, спричинених вживанням забрудненої води. Якщо не буде вжито належних дій, невдовзі від цих хвороб загинуть від 34 до 76 млн чоловік. У всьому світі 780 млн людей, як і раніше, не мають доступу до якісних водних джерел, а приблизно 2,5 млрд людей – половина світу, що розвивається, – не мають доступу до адекватних санітарних умов. Приблизно 88% смертей від діарейних захворювань у всьому світі пов'язані з небезпечною водою. Такі захворювання, як холера тощо, вбивають більше дітей, ніж СНІД, малярія і кір разом узяті.

6.2.2 Заходи з очищення і відновлення водних ресурсів

В сучасному світі розроблено різноманітні заходи, спрямовані передусім на запобігання чи обмеження якісного й кількісного виснаження водних ресурсів. Серед іншого, всі вони передбачають розроблення інноваційних та вдосконалення існуючих технологій виробництва. Коли водні об'єкти уже забруднені або виснажені, застосовуються процедурні заходи, спрямовані на усунення існуючого забруднення. До цих заходів, зокрема, належать організація зворотного водопостачання; заміна водного охолодження повітряним; очищення сніго-

вих і зливових вод; накладання штрафних санкцій за забруднення, засмічення і виснаження вод аж до повного закриття підприємств – джерел забруднення.

Серед *технічних засобів* захисту водного середовища від забруднення, засмічення і виснаження можна виділити такі основні:

- Очистка і нейтралізація газових викидів суднових енергетичних установок.
- Механічні й біологічні (наприклад, за допомогою окислення бактеріями) методи усунення розливої нафти.
- Очистка побутових і виробничих стічних вод із застосуванням механічних, хімічних, фізико-хімічних, біохімічних, термічних і комбінованих методів.

Існує велика кількість способів очищення стічних вод, серед яких найпоширенішими є механічний, фізико-хімічний і біологічний. Кожен з них передбачає застосування цілої низки методів, що обираються залежно від агрегатного стану, складу і концентрації забруднювальних речовин. Забір води для побутових потреб потребує її очищення на водоочисних спорудах. Склад і конструкція цих споруд визначається передусім їх функціональним призначенням. Найбільш повно і глибоко водоочисні заходи здійснюються на спеціальних очисних станціях водопровідних мереж.

Вибір способів і методів очищення залежить від якості води та її призначення. За кожним з цих способів стоїть складний, тривалий процес, що відбувається у величезних (інколи на сотню тисяч кубічних метрів) спеціалізованих залізобетонних спорудах. Вони сполучені трубами, мають помпи, фільтри, мішалки, уловлювачі й багато чого ще. Перед подачею води у водогін її прояснюють, тобто вилучають з неї завислі колоїдні частинки, знезаражують і знебарвлюють, а за потреби – дегазують, дезодорують і дезактивують. Прояснення води здійснюється шляхом відстоювання, фільтрування і коагуляції. Знезараження води відбувається за допомогою дії рідкого хлору, хлорного вапна або озону; одночасно відбувається знебарвлення води. Пом'якшення води здійснюється вапнуванням надлишку солей кальцію і магнію. Такий метод називається реагентний.

Зменшення вмісту заліза у воді досягається аерацією – збагаченням води повітрям, внаслідок чого кисень повітря окислює розчинені у воді солі двовалентного заліза (Fe_{2+}) до тривалентного (Fe_{3+}). Дегазація відбувається за допомогою аерації та фільтрування води через шар активного оксиду амонію. Таким методом виділяють з води сірководень, метан, надлишок фтору, вуглекислого та інших газів. Виділення з води речовин, що надають їй певного смаку і запаху

(дегазація), здійснюють за допомогою активованого вугілля, озону, діоксиду хлору або перманганату калію.

Очищення стічних вод потребує спеціальних очисних споруд і агрегатів, за допомогою яких виділяють, знезаражують або знешкоджують шкідливі домішки. Побутові стічні води очищають механічним і біологічним способами. Виробничі стічні води очищають разом з побутовими, але якщо концентрація забруднювальних речовин перевищує допустиму або стічні води містять високотоксичні речовини, тоді такі води попередньо очищують на очисних спорудах відповідних підприємств і тільки після цього скидають у загальні очисні споруди. Перед скиданням очищених стічних вод у водойми їх обов'язково знезаражують.

Отже, очищення стічних вод передбачає руйнування або видалення з них забруднювальних речовин і знищення хвороботворних мікробів (стерилізацію). Наразі застосовуються два основні шляхи очищення стічних вод: у штучних умовах (в спеціально створених спорудах) і у природних (на полях зрошення, у біологічних ставках). Забруднені стічні води послідовно піддаються механічному, хімічному і біологічному очищенню (Рис. 61).

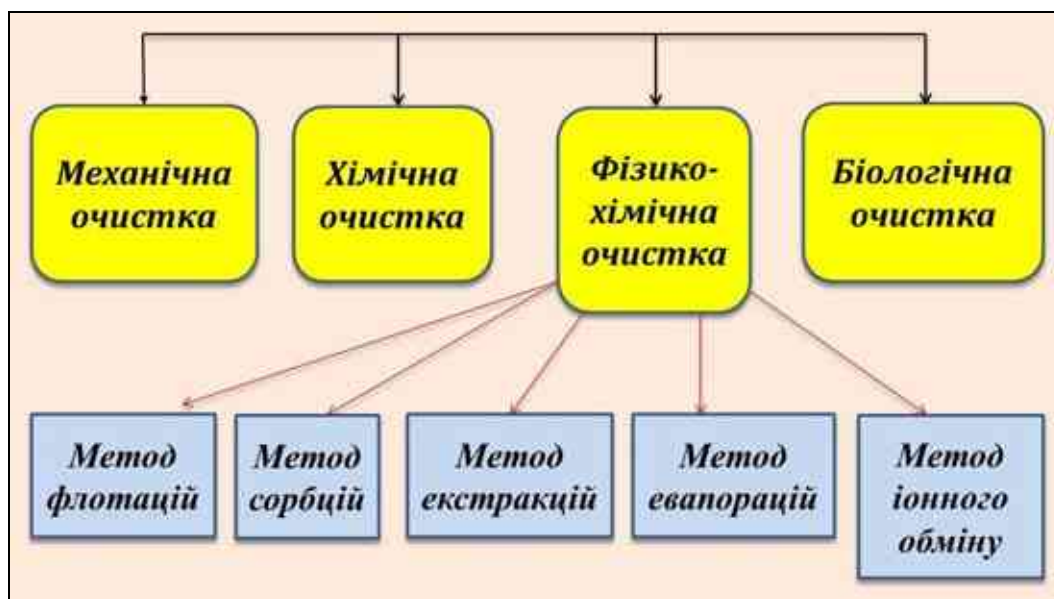


Рис. 61. Способи очищення стічних вод

Механічне очищення води застосовується для усунення з води нерозчинних домішок (піску, глини, мулу), а також жирів і смол. Для цього використовуються відстійники, сита, фільтри, центрифуги тощо. У відстійниках осідають важкі частинки щільністю більше 1 г/см^3 , а легші спливають на поверхню. Проціджування стічних вод забезпечує затримання порівняно великих частинок,

розміри яких перевищують 15-20 мм. Фільтрування вод застосовують для затримання найдрібніших нерозчинних завислих фракцій за допомогою піщано-гравійних фільтрів (Рис. 62) або спеціальних сіток.

Очищення стічних вод від механічних домішок здійснюють також за допомогою гідроциклону – агрегату, який у процесі обертання цистерни з водою внаслідок дії відцентрованих сил вилучає з води завислі забруднювальні речовини (Рис. 63). З метою інтенсифікації процесу механічного очищення побутових стічних вод проводять їхню аерацію, або ж аерацію поєднують з відстоюванням у просвітлювачі чи коагуляторі. Передові методи із застосуванням найкращих сучасних установок дають змогу видаляти із стічних вод за допомогою механічної очистки до 95% твердих нерозчинних забруднювачів.



Рис. 62. Промислові фільтри



Рис. 63. Гідроциклон

Після механічного очищення стічних вод здійснюється їхнє *хімічне очищення* – коагуляція і нейтралізація забруднювальних речовин. Коагуляція передбачає додавання до стічних вод речовин-коагулянтів, що прискорюють виділення тих нерозчинних і частково розчинних речовин, які за відстоювання не випадають у осад. Окремі нерозчинні речовини у процесі коагуляції переходять у нешкідливі розчинні сполуки. Коагуляція зумовлює поступове осідання дисперсних часток та їхнє виділення з розчину у вигляді осаду. Цей процес називають седиментацією. Нейтралізація – це реакція, що призводить до знищення кислотних властивостей розчину за допомогою лугів, а лужних – навпаки, за допомогою кислот. Методи хімічної очистки дозволяють довести ступінь очистки води за сумою нерозчинних речовин до 80-85%.

Фізико-хімічні й біологічні способи очищення вод поділяються на дві групи: регенеративні та деструктивні. Перші дають змогу вилучати і утилізувати зі стічних вод цінні елементи і речовини. Деструктивні методи передбачають

руйнацію забруднювальних речовин або їхнє знешкодження. До регенеративних методів очищення належать: сорбція, екстракція, евапорація, флотація, іонний обмін, електроліз, кристалізація, випаровування тощо.

Сорбція передбачає поглинання певною речовиною (сорбентом) зі стічних вод газів, пари і розчинних речовин. *Екстракція* – це введення у стічні води речовин, здатних розчинити забруднювачі, тобто процес переведення речовин із водної фази у органічну. *Евапорація* передбачає випаровування летких забруднювальних речовин пропусканням пари через нагріті до 100°C стічні води. *Флоатація* – це пропускання через стічні води повітря, бульбашки якого при піднятті вгору захоплюють із собою і виносять з потоку води забруднювальні речовини.

Метод *іонного обміну* широко застосовують для технологічного і аналітичного розділення сумішей неорганічних іонів. Це поглинання забруднювальних речовин фільтруванням через іонні смоли. *Електроліз* полягає у тому, що через занурені у воду електроди пропускають струм, підсилюють розчинення матеріалу електродів і утворення згустків коагуляту, що сприяє осадженню забруднень. *Кристалізація* ґрунтується на утворенні кристалів забруднювальних речовин внаслідок природного або штучно прискореного випаровування рідини. *Випаровування* застосовується переважно при очищенні радіоактивно забруднених вод. У цілому фізико-хімічні способи забезпечують ступінь очищення води за сумою нерозчинних речовин до 90%.

Біологічна очистка проводиться шляхом біологічного окислення забруднень у природних умовах – на полях зрошення, у спеціальних біологічних ставках, а також у штучних умовах – за допомогою біологічних фільтрів. При цьому вилучається лише 10-40% неорганічних речовин і практично не вилучаються солі важких металів.

Біологічне очищення стічних вод зазвичай є завершальним етапом. Органічна речовина, що міститься у стічній воді, окислюється аеробними бактеріями до вуглекислого газу і води, а також споживається гетеротрофами (передусім найпростішими). Організми-фільтратори, поглинаючи і згодом осаджуючи різні суспензії, сприяють їхньому похованню на дні й таким чином освітлюють воду. Біологічне очищення здійснюють у спеціальних гідротехнічних спорудах і установках – на полях зрошення, на полях фільтрації, на біофільтрах, у аеротенках. Іноді ці споруди штучно заселяють спеціально підібраними або виведеними штамми бактерій і культурами найпростіших чи водоростей. Комплекс

організмів, що беруть участь у процесах біологічного очищення, називають активним мулом.

Отже, методи біологічного очищення базуються на здатності мікроорганізмів видаляти зі стічних вод органічні й неорганічні сполуки у процесі життєдіяльності. Властивості мікроорганізмів використовуються у очисних спорудах за участю кисню (аеробні процеси) – аеротенки (активний мул), біофільтри; за відсутності кисню (анаеробні процеси) – метантенки для зброджування осадів стічних вод (Рис. 64). Зокрема, біологічний метод використовується для очищення стічних вод збагачувальних фабрик від поверхнево-активних речовин.



Рис. 64. Аеротенки (ліворуч) і метантенки (праворуч)

Усі розглянуті методи очищення води є традиційними; вони потребують величезної кількості енергії, численних pomp, електродвигунів, великих басейнів та різноманітних активних речовин (хлору, озону тощо). Якість очищеної води оцінюється невисоко, адже вона містить чимало солей та інших домішок. Такими методами неможливо, наприклад, отримати справді чисту воду для потреб електроніки чи деяких інших сучасних технологій.

Тому в тих видах виробництва, де традиційними способами неможливо одержати воду потрібної якості, використовують нетрадиційні методи. Наприклад, ефективним є *ядерно-мембранний метод* прямого очищення: під невеликим тиском і з дуже низькою витратою енергії потік забрудненої води послідовно проходить крізь низку мембран із щораз меншими отворами. Останнє «сито» має такі маленькі дірочки, що у них «протискуються» лише молекули води. Фільтри для останніх етапів мембранного очищення навчилися виготовляти лише після створення потужних прискорювачів важких заряджених частинок (іонів різних елементів). Саме вони дірявлять, свердлять і створюють сита, чарунки яких не видно і у найпотужніший мікроскоп.

Деякі особливо токсичні стічні води (наприклад, хімічних підприємств) взагалі не піддаються очищенню ніякими сучасними методами. Їх доводиться закачувати у підземні сховища, наприклад, у відпрацьовані нафтові родовища. Таким чином створюються небезпечні об'єкти, оскільки ніхто не може дати стовідсоткової гарантії, що отруйні води не потраплять колись у підземні водоносні горизонти. Іноді сильно отруйні стічні води просто випаровують у відстійниках, щоб зменшити масу і об'єм відходів, які необхідно поховати.

Перед скиданням у природні водойми очищені стічні води підлягають знезараженню. Найпростішим і доступним способом при цьому є *хлорування*. Головна технологічна вимога зводиться до наявності у очищених стоках після знезараження залишкового хлору не менш ніж 1,5 мг/л. Тільки значний вміст хлору на випуску гарантовано забезпечує санітарний ефект очищення води практично до 100%. Оскільки хлор належить до групи сильнодіючих отруйних речовин, це створює значну небезпеку в процесі зберігання і особливо транспортування реагентів. До того ж, хлор погіршує органолептичні властивості води. Наслідками хлорування питної води для здоров'я людини є такі:

- Утворюються діоксини, токсичність яких значно вище за важкі метали і пестициди. Діоксини є причиною генетичних порушень та незворотних змін у печінці.
- Вживання хлорованої води призводить до пошкодження шкіри і слизових оболонок шлунку, атрофії кісткового мозку, втрати імунітету.
- Чимало побічних продуктів дезінфекції води за допомогою хлорування спричинюють виникнення злоякісних новоутворень.
- Під час хлорування питної води утворюються різні галогеновмісні сполуки, які призводять до руйнування ДНК людини.

Тому весь цивілізований світ переходить на безпечніші реагенти із застосуванням новітніх методів дезінфекції стічних вод. *Озонування* – один з найкращих способів знезараження питної води, що забезпечує її високі органолептичні показники, відсутність високотоксичних і канцерогенних продуктів, зменшення кількості бактерій на 99,8% (Рис. 65). Проте існують певні недоліки озонування, зокрема:

- Складність обладнання і його висока вартість, значні витрати електроенергії.
- У випадках, коли температура оброблюваної води перевищує 22°C, озонування не дозволяє досягти необхідних мікробіологічних показників унаслідок відсутності ефекту пролонгації дезінфекції.

- Використання озонування у повсякденному житті обмежується складністю технологічного процесу (послідовні стадії очищення повітря, його охолодження і осушення, синтез озону, змішування озоно-повітряної суміші з оброблюваною водою, відведення і деструкція залишкової суміші та виведення її в атмосферу).
- Через токсичність озону його гранично допустимий вміст у повітрі виробничих приміщень має становити 0,1 г/м³.
- Небезпека вибуху озоно-повітряної суміші.

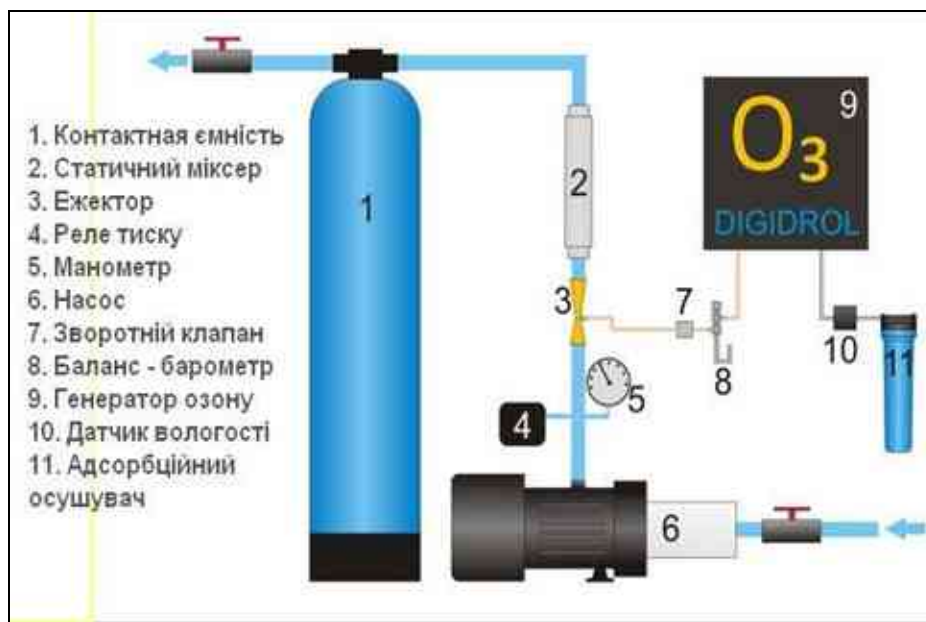


Рис. 65. Схема озонування води

Електроімпульсний метод дезінфекції води не потребує застосування реагентів і відносно простий – це використання імпульсивних електричних розрядів. Результатом стає знищення у воді практично усіх патогенних мікроорганізмів, а бактерицидні властивості води зберігаються до 4 місяців. Основною перевагою методу є екологічна чистота та можливість використання у великих обсягах рідини. Серед недоліків – висока енергоємність, що спричинює дорожнечу. *Електрохімічний метод* базується на пропусканні води через електрохімічний діафрагмовий реактор, розділений металокерамічною мембраною на дві камери – катодну і анодну. За постійного струму в обох камерах утворюються лужний і кислотний розчини, активний хлор. Там гинуть практично усі мікроорганізми і частково руйнуються органічні забруднення.

Електроліз може використовуватися без додавання хлорвмісних речовин або з додаванням морської води чи повареної солі. У електролізних установках отримують гіпохлорит натрію (NaClO) шляхом електролізу розчинів пова-

реної солі, морських, солонуватих вод та інших розчинів, що у своєму складі мають хлорити. Головною перевагою електролізного методу є те, що він не потребує перевезення реагенту, тому в більшості випадків його застосування для дезінфекції стічних вод вигідніше за хлорування.

Перевагою *методу ультразвукових коливань* є його нечутливість до таких факторів, як каламутність і кольоровість води, характер і кількість мікроорганізмів, а також наявність у воді розчинених речовин. Єдиний фактор, який впливає на ефективність знезараження стічних вод ультразвуком, – інтенсивність ультразвукових коливань. Знезараження і очищення води ультразвуком вважається перспективним методом дезінфекції, проте дуже дорогим.

Метод ультрафіолетового (УФ) знезараження передбачає застосування світла з довжиною хвилі близько 254 нм. Дезінфікуючі властивості такого світла обумовлено дією на клітинний обмін і особливо на ферментні системи бактеріальної клітини. При цьому «бактерицидне» світло знищує не тільки вегетативні, але й спорові форми бактерій. Сучасні установки УФ знезараження – це камери з розміщеними усередині УФ лампами, захищеними від контакту з водою прозорими кварцовими чохлами (Рис. 66). Ультрафіолет опромінює воду і вбиває усі мікроорганізми. Це екологічно чистий, безпечний і ефективний метод, найбільш привабливий для індивідуального водопостачання. Але і у нього є певні недоліки: подібно озонуванню, УФ знезараження не забезпечує пролонгованої дії і тому є проблематичним у централізованому водопостачанні.

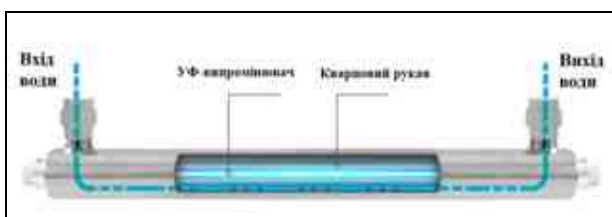


Рис. 66. Схема і установка УФ знезараження води



Перспективним методом природного біологічного очищення є біоінженерні споруди (БІС) типу біоплато, які у світовій практиці отримали назву *Constructed Wetlands*. *Біоплато* – це штучно створені системи очищення, що нагадують біоставки, розташовані каскадом і побудовані з урахуванням оптимальних фізико-хімічних і біологічних факторів процесу очищення (Рис. 67). Це інженерні системи, які використовують природні функції рослинності, ґрунту і

мікроорганізмів для очищення централізованих і локальних стічних вод. Подібно природним водно-болотним угіддям, БІС діють як біофільтри і можуть знешкоджувати цілу низку забруднювальних речовин. Видалення забруднень відбувається за рахунок самоочищення у процесі кругообігу води, виносу біогенних і токсичних речовин та їх трансформації мікроорганізмами і рослинами.



Рис. 67. Різні конструкції біоінженерних споруд типу біоплато

БІС ефективні на територіях з оптимальними природно-кліматичними умовами для проростання водних рослин. Їх застосовують як самостійні водоочисні об'єкти або у комплексі з індустріальними спорудами, що здатні вилучати стійкі токсиканти, фільтрувати дрібнодисперсні органо-мінеральні суспензії та плівкові утворення, а також утилізувати біогенні елементи, передусім азот і фосфор. Перевагами БІС перед традиційними методами очищення є такі:

- для розміщення і будівництва даних споруд можна використовувати землі, не придатні для іншого використання – колишні звалища, пустирі, балки, заболочені місця тощо;
- процеси біодеструкції є суто природними порівняно навіть із біологічною очисткою в аеротенках;
- не потребується витрат електроенергії та хімічних реактивів;
- терміни введення у експлуатацію не перевищують 2-6 місяців після початку будівництва;
- процес очищення триває протягом всього року.

Технологія БІС використовує процеси седиментації, фільтрації та природного самоочищення водних об'єктів на основі здатності вищої водної рослинності й мікроорганізмів здійснювати деструкцію, трансформацію і акумуляцію органічних, мінеральних і зважених речовин, нафтопродуктів, іонів важких металів і бактеріального забруднення. Мікроорганізми забезпечують деструкцію органічних сполук. Водорості та коренева система вищої водної рослинності

частково поглинає сполуки азоту і фосфору, розчинні мінеральні речовини. Використання очерету забезпечує видалення умовно-патогенних бактерій. Завдяки штучно створеному природному механізму самоочищення в біоплато одночасно видаляються азотні й фосфорні сполуки, жири і нафтопродукти, сполуки металів та їхніх солей. Механізми біологічного видалення шкідливих органічних сполук включають бактеріальний антагонізм, поїдання найпростішими, а також природне відмирання.

6.2.3 Міжнародна діяльність з охорони водних ресурсів

Найважливішу роль у координації міжнародної діяльності з охорони водних ресурсів планети відіграють міжнародні угоди (конвенції), які вже давно використовуються у міжнародному праві й практиці. Першою міжнародною угодою, яка встановила певні зобов'язання держав у галузі охорони Світового океану, була *Лондонська конвенція з попередження забруднення моря нафтою* 1954 року з поправками 1962 року. Нею заборонено зливання нафти із суден та зобов'язано держав-учасниць обладнати окремі порти пристроями для приймання нафтових залишків. 1969 року до Лондонської конвенції внесли нові поправки, якими забороненою зоною для зливання нафти було оголошено увесь Світовий океан.

Усі питання, пов'язані з проблемами Світового океану, координує **Міжнародна морська організація** (ІМО – *International Maritime Organization*), що має статус спеціалізованої агенції ООН. Заснована 1948 р. у Женеві з метою сприяння міжнародному співробітництву у сфері морських перевезень і морської торгівлі. Функціонувати розпочала з 1959 р. Організація сприяє гарантуванню безпеки на морі та уникненню забруднення моря морськими суднами. Членами ІМО є 170 держав, у т. ч. Україна. Вищим органом ІМО є Асамблея, що складається з усіх її членів і скликається раз на два роки. Секретаріат ІМО очолює Генеральний секретар. Штаб-квартира організації розташована у Лондоні.

Протягом 60-70-х років ХХ ст. було прийнято низку масштабних міжнародних угод, які стосувалися передусім забруднення морів із суден або ж внаслідок захоронення відходів. Робота III Конференції ООН з морського права (Монтего-Бей, Ямайка, 1982) завершилася прийняттям **Конвенції ООН з морського права**, яку називають *Хартією морів*. Конвенція регламентує запобігання забрудненню морського середовища з усіх можливих джерел. Приблизно 45% Океану оголошено загальним надбанням людства, тому будь-яка діяльність на цих акваторіях має здійснюватися під контролем Міжнародного органу

з морської справи. Конвенції ООН з морського права підпорядковуються усі інші міжнародні угоди, прийняті як до, так і після її ухвалення.

1992 року було ухвалено *Конвенцію про захист Чорного моря від забруднення* (Бухарестська конвенція), після чого розпочалося активне співробітництво між шістьма країнами Чорноморського басейну – Болгарією, Грузією, Румунією, Російською Федерацією, Туреччиною і Україною. 1996 року було розроблено Стратегічний план дій для відновлення та захисту Чорного моря, кінцевою метою якого є зменшення надходження забруднень у морське середовище з берегових джерел та внаслідок судноплавної діяльності.

Під час проведення Саміту ООН зі сталого розвитку (Нью-Йорк, 2015) було ухвалено підсумковий документ «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року», яким затверджено *Глобальні Цілі Сталого Розвитку* (ЦСР) – 17 цілей і 169 завдань. *Ціль 6 «Чиста вода та належна санітарія»* передбачає забезпечення наявності та сталого управління водними ресурсами та санітарією. Основні завдання Цілі 6 такі:

- У **6.1** До 2030 року забезпечити загальний і рівноправний доступ до безпечної і недорогої питної води для всіх.
- У **6.2** До 2030 року забезпечити загальний і рівноправний доступ до належних санітарно-гігієнічних засобів.
- У **6.3** До 2030 року підвищити якість води за допомогою зменшення забруднення, ліквідації скидання відходів і зведення до мінімуму викидів небезпечних хімічних речовин, скорочення удвічі частки неочищених стічних вод і значного збільшення масштабів рециркуляції та безпечного повторного використання стічних вод у всьому світі.
- У **6.4** До 2030 року істотно підвищити ефективність водокористування в усіх секторах та забезпечити стійкий забір і подачу прісної води для вирішення проблеми нестачі води та значного скорочення кількості осіб, які страждають від нестачі води.
- У **6.5** До 2030 року забезпечити комплексне управління водними ресурсами на всіх рівнях, в тому числі на основі транскордонного співробітництва.

Крім того, *Ціль 14 «Збереження морських ресурсів»* передбачає збереження та стале використання океанів, морів і морських ресурсів в інтересах сталого розвитку. Через п'ять років після затвердження цих амбіціозних цілей, у липні 2020 року, в ООН розбиралися, наскільки успішно вони виконуються. Висновок виявився невтішним: пандемія коронавірусу Covid-19 зупинила той невеликий прогрес, який вже був досягнутий. Щонайменше 270 млн чоловік

страждають від голоду, понад 70 млн людей опинилися в умовах крайньої бідності, й це на додаток до тих більш ніж 750 млн, які вже жили менш ніж на \$1,90 в день. Через це ООН виступає за кардинальний перегляд ЦСР.

Підведемо підсумки. Незважаючи на теоретичну невичерпність водних ресурсів планети, через величезне зростання темпів споживання, водний дефіцит нині є однією з найбільш актуальних глобальних проблем. ООН прогнозує нестачу питної води для 3 млрд людей вже до 2025 року. На Близькому Сході та в Центральній Азії частішають міждержавні водні конфлікти. Збройні зіткнення, пов'язані з доступом до водних запасів, нерідко виникають у Африці. Водний стрес залишається серйозною загрозою для всіх сфер життєдіяльності людини. Ситуація однозначно погіршиться, якщо країни не діятимуть відповідно до зростання населення, посилення урбанізації та зміни клімату. Деякі з країн Близького Сходу і Північної Африки, які мають надзвичайно високий дефіцит води, вже реалізують проекти для підвищення водної безпеки.

Крім водного дефіциту, більшість країн потерпають від іншої сторони проблеми – якісного виснаження водних ресурсів. Оскільки у водойми надходять величезні обсяги забруднених стічних вод, багато з них втратили здатність до самоочищення і почали деградувати. Вода поверхневих і підземних джерел водопостачання стала непридатною для споживання без попередньої обробки. А забезпечити необхідну якість води за всіма параметрами не здатні навіть сучасні промислові фільтри. Саме тому чверть населення світу ризикує захворіти через споживання недоброякісної питної води. Нездатність забезпечити всіх людей безпечною питною водою та адекватними санітарними умовами має своїм наслідком високий рівень смертності від хвороб, спричинених вживанням забрудненої води.

Людство винайшло способи очищення стічних вод, серед яких найпоширенішими є механічний, хімічний, фізико-хімічний і біологічний. Традиційні методи очищення води потребують величезної кількості енергії, складного обладнання та різноманітних активних речовин. Інноваційні ж методи може дозволити собі далеко не кожна держава. Провідну роль у координації міжнародної діяльності з охорони водних ресурсів планети відіграють міжнародні конвенції, а усіма проблемними питаннями Світового океану опікується Міжнародна морська організація. Незважаючи на численні міжнародні угоди та Глобальні Цілі Сталого Розвитку, спрямовані на захист водних ресурсів і пом'якшення негативних наслідків водного дефіциту для життєдіяльності населення планети, поки що досягти помітних успіхів не вдається.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Поясніть, чому теоретично невичерпні водні ресурси нині швидко виснажуються кількісно і якісно.
2. Що таке Водний слід? Як його можна розрахувати? Наведіть приклади.
3. Які країни світу нині відчувають «надзвичайно високий» дефіцит води і з чим це пов'язано?
4. Що є головною причиною виникнення водних конфліктів на внутрішньому і міждержавному рівнях? Які з них вам відомі?
5. Назвіть і проаналізуйте можливі шляхи розв'язання проблеми водного голоду в різних країнах світу. Чи є вони успішними?
6. Які країни нарощують обсяги опріснення морської води? Чому опріснення недоступне для бідних країн? Обґрунтуйте.
7. Чим можна пояснити справжній бум на вертикальні ферми у багатьох країнах світу? Наведіть приклади.
8. Проаналізуйте відомі вам наслідки забруднення водного середовища для здоров'я людини. Який вид забруднення є найбільш небезпечним?
9. Які способи очищення стічних вод вам відомі? Наведіть приклади.
10. Обґрунтуйте, у чому полягають основні недоліки традиційних методів очищення води. Що ви знаєте про інноваційні методи та у чому їх переваги?
11. Охарактеризуйте діяльність Міжнародної морської організації. Чи достатньо вона докладает зусиль для розв'язання глобальних проблем Світового океану?
12. Назвіть і проаналізуйте Глобальні Цілі Сталого Розвитку в сфері водних ресурсів. Чому на рівні ООН визначається нереальність їх виконання?
13. Які міжнародні конвенції, спрямовані на охорону і раціональне використання ресурсів Світового океану, вам відомі? Назвіть їх.

7 ЗМІНА КЛІМАТУ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ

*Оксфордський словник (Oxford Dictionaries)
оголосив фразою року вираз «climate emergency»
(«надзвичайна кліматична ситуація») після
стократного збільшення її використання у 2019 році.*

Клімат Землі, який залежить передусім від стану її атмосфери, неодноразово змінювався впродовж усієї її історії, у тому числі суттєво змінювалася і середня глобальна температура. Однак наразі потепління відбувається значно швидшими темпами, ніж будь-коли раніше. Уже очевидно, що саме людський фактор є визначальним у зростанні температур упродовж останнього століття. Людство викидало в атмосферу парникові гази, здатні поглинати теплове випромінювання – побічний продукт розвитку економіки. Людство генерує парникові гази, спалюючи викопне паливо, займаючись сільським господарством та іншою діяльністю, що спричиняє зміну клімату. Нині рівень парникових газів у атмосфері найвищий за останні 800 тис років. Стрімке зростання їх обсягів настільки пришвидшує зміни клімату, що життя не встигає до них підлаштовуватись.

Зміна клімату полягає не лише у зростанні температури, але й у аномальних погодних явищах, зростанні рівня Світового океану, зміні популяцій диких тварин та ареалів їх проживання тощо. Протягом геологічної історії чергувалися епохи істотного похолодання, коли значні території суші вкривалися льодовиками, та епохи потепління (нині якраз епоха потепління, коли розтанули льодовикові щити у Євразії й Північній Америці). Проте останнім часом метеорологи б'ють на сполох – атмосфера Землі розігрівається значно швидше, ніж будь-коли у минулому. За даними ООН, з кінця XIX до початку XXI ст. глобальна температура на земній кулі підвищилася загалом на 0,6°C. Середня швидкість підвищення температури до 1970 р. становила 0,05°C за 10 років, а після цього вона подвоїлася. Це зумовлено такими головними причинами:

- людина «підігріває» атмосферу, спалюючи величезну кількість викопного палива – вугілля, нафти, природного газу;
- внаслідок спалювання органічного палива, а також знищення лісів у атмосфері зростає концентрація вуглекислого газу.

Загальні викиди парникових газів (ПГ), спричинені діяльністю людини, у минулому столітті досягли найвищого показника за всю історію людства. За таких темпів до кінця нинішнього століття середня температура на планеті може

зрости на 6°C, а концентрація CO₂ – до 0,050-0,095%. Протягом останніх 30 років кожне наступне десятиліття було теплішим за попереднє, чого не фіксували попередні кілька сотень років. Кліматична система не встигає адаптуватися до збільшення викидів парникових газів і тому виходить зі стану рівноваги. Найбільший внесок у посилення парникового ефекту атмосфери належить енергетичному сектору (25%), сільському господарству – 24%, транспорту – 14%, опаленню домогосподарств – 6%.

Отже, *зміна клімату* – це зміни кліматичних умов, безпосередньо чи опосередковано обумовлені діяльністю людини, що спричинюють зміни фізико-хімічного складу глобальної атмосфери та інших ланок кліматичної системи. *Несприятливі наслідки зміни клімату* – це зміни у біосфері, які зумовлюють істотний негативний вплив на склад, відновлювальну здатність і продуктивність природних чи регульованих екосистем та на здоров'я людини.

Минулі два століття були найбільш спекотними за останні 1200 років. Потепління клімату на Землі відбувається нерівномірно – у високих широтах зміни температури майже у 3,5 рази вищі, ніж біля екватору. У Північній півкулі середня температура зростає інтенсивніше, ніж у Південній; над континентами зростання сягає в середньому 1,6°C, а над океаном – 0,8°C. В результаті у багатьох регіонах клімат став нестабільним, а в окремих локаціях навіть похолодало. За підрахунками вчених, у середньому кожен мешканець Землі виділяє 1,1 т ПГ щороку. Йдеться далеко не тільки про той CO₂, який виділяється при диханні та просочується у атмосферу, коли відкривається пляшка мінеральної води. Цей CO₂ заховано повсюди: у їжі, одязі, комп'ютері тощо. Аби створити будь-яку річ, потрібна енергія, а її виробництво не обходиться без значних викидів ПГ. При цьому, чим «брудніше» джерело енергії, тим більше CO₂ міститься у тих речах. Більше того, їх транспортування також супроводжується викидами ПГ.

7.1 Наслідки зміни клімату для людини

Зміна клімату – реальність, а відповідальність за неї несе людство.

Зміна клімату має серйозні наслідки, і ми маємо негайно діяти.

Кетрін Хайхое, кліматолог

Науковці досягли консенсусу щодо спричинення зміни клімату переважно антропогенними чинниками: 97% кліматологів з усього світу одностайні у цьому твердженні. Глобальна температура вже зросла на 1°C порівняно з доіндустріальною епохою. Варто зауважити, що її зміна навіть на 0,5°C має велике

значення, і жоден перелік наслідків зміни клімату не є вичерпним. Існує висока ймовірність того, що хвилі аномальної спеки траплятимуться частіше і триватимуть довше, надмірні опади у багатьох регіонах ставатимуть інтенсивнішими і частішими. Температура і кислотність океанів зростатимуть, а рівень морів – підвищуватиметься. Усе це вже має руйнівний вплив на людське життя, який посилюватиметься у майбутньому.

Необхідність негайного реагування на зміну клімату стала ще більш очевидною після оприлюднення 2018 року доповіді Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату (МГЕЗК). *Міжурядова панель з питань зміни клімату (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)* є провідною міжнародною організацією з вивчення зміни клімату. Її створено у 1988 році Світовою метеорологічною організацією і ЮНЕП з метою оцінки наукової інформації щодо зміни клімату і формулювання реальних стратегій реагування на ці зміни. 2007 року IPCC було нагороджено Нобелівською премією миру. За час свого існування IPCC підготувала п'ять багатотомних доповідей. Наразі триває робота над шостою. В останній доповіді IPCC оцінено і обґрунтовано настання таких ризиків унаслідок зміни клімату:

- ☞ *Для знижених прибережних районів і малих острівних держав* – погіршення здоров'я, каліцтво, загибель або знищення засобів до існування внаслідок штормів, повеней та підвищення рівня моря.
- ☞ *Для населення великих міст* – різке погіршення здоров'я і дестабілізація засобів до існування внаслідок повеней у материковій частині деяких регіонів. Порушення функціонування інфраструктурних мереж і життєво важливих систем обслуговування (електропостачання, водопостачання, охорона здоров'я) внаслідок екстремальних метеорологічних явищ.
- ☞ *Для уразливих груп міського населення і тих, хто працює на відкритому повітрі* – смертність і захворюваність у періоди екстремальної спеки.
- ☞ *Для бідного населення у міських і сільських поселеннях* – відсутність продовольчої безпеки, обумовлена потеплінням, посухою, повінню, екстремальними опадами.
- ☞ *Для фермерів* – втрати доходів через недостатній доступ до питної води і води для зрошення, зниження продуктивності рослинництва і тваринництва.
- ☞ *Для рибалок* – втрата морських і прибережних екосистем, біорізноманіття, екосистемних послуг, що забезпечують засоби до існування.

За даними ООН, до 2100 р. температура повітря на планеті може зрости на 3°C, що призведе до танення льодовиків у Антарктиді, Арктиці й у горах, а це зумовить підняття рівня Світового океану і затоплення багатьох прибережних районів і великих міст. Підвищення рівня моря реально, воно спричинює переселення багатьох тисяч людей, знищення мільйонів гектарів землі й збитки в мільярди доларів. Вчені поки що не впевнені, наскільки швидко або високо підніметься рівень моря. Але всі вони згодні з його основними наслідками: затоплення і підтоплення прибережних земель, вторгнення солоної води у поверхневі й ґрунтові води, посилення ерозії і надзвичайно негативні соціально-економічні наслідки.

Світовий науковий консенсус полягає в тому, що збільшення глобальної температури на 1,5°C генеруватиме підвищення рівня моря на 0,51-0,98 м до 2100 року. Навіть якщо вдасться уникнути зростання глобальних температур до 2°C, щонайменше 570 міст і близько 800 млн чоловік до 2050 року опиняться в зоні ризику підвищення рівня моря і штормів. В зону ризику потрапляють не тільки люди і нерухомість, але й дороги, залізниці, порти, підводні інтернет-кабелі, сільськогосподарські угіддя, водопроводи, каналізації, резервуари для питної води і системи громадського транспорту. У той час, як деякі прибережні міста і країни буквально зникнуть, іншим потрібно буде швидко адаптуватися.

Багатьом прибережним містам ще належить підготуватися до підвищення рівня моря. У Доповіді Всесвітнього економічного форуму про глобальні ризики за 2019 рік йдеться про те, що близько 90% всіх прибережних територій буде порушено тією чи іншою мірою. У деяких містах рівень моря підніметься на 30% вище середньосвітового. Найгірша ситуація очікує міста, які швидко розростаються, через їх величезну «вагу»: наприклад, у деяких районах Джакарти (міста з населенням 9,6 млн чоловік) менш ніж за десять років поверхня опустилася на 2,5 м. Водночас рівень моря за останні 30 років піднявся на 3 м.

З усіх прибережних міст найсильніше від підвищення рівня моря до 2050 року постраждають міста у Східній та Південно-Східній Азії, на східному узбережжі США та узбережжі Перської затоки. Більше 90 прибережних міст США вже потерпають від хронічних повеней; до 2030 року прогнозується їх подвоєння. Приблизно три чверті європейських міст постраждають від підвищення рівня моря, особливо у Нідерландах, Іспанії та Італії. Під великою загрозою також Африка, де відбувається швидка урбанізація в прибережних зонах з одночасним скупченням бідних верств населення у неформальних поселеннях вздовж узбережжя. У найближчі десятиліття значно зросте кількість кліматичних мігрантів.

Так звані «дельтові міста» вже відчувають на собі наслідки підйому моря. Більше 340 млн людей живуть у таких дельтових містах, як Дакка, Гуанчжоу, Хошимін, Гонконг, Маніла, Мельбурн, Майамі, Новий Орлеан, Нью-Йорк, Роттердам, Токіо і Венеція. За останні кілька тисяч років 48 великих прибережних дельт у Північній і Південній Америці, Європі і Азії сформували ідеальні місця для процвітання міст завдяки виходу до моря і родючим сільськогосподарським угіддям. Але нині життя на узбережжі стає тягарем: до 2100 року збитки від підвищення рівня моря можуть зрости до трильйона доларів щороку.

Міста застосовують різні підходи до розв'язання проблем, обумовлених підвищенням рівня моря. Крім зменшення вуглецевого сліду за рахунок скорочення викидів ПГ, переважно реалізуються три шляхи, а саме:

- У інженерні проекти – морські стіни, бар'єри, водяні насоси і переливні камери для захисту від води;
- У екологічний підхід – відновлення земель, водно-болотних угідь і мангрових заростей для приборкання повеней;
- У заходи, орієнтовані на людей – міське проектування, підвищення стійкості споруд тощо.

Наприклад, у Нідерландах, де понад чверть території країни знаходиться нижче рівня моря, прибережні міста поєднують ці три підходи. Такі міста, як Роттердам, пропонують модель управління підвищенням рівня моря. Роттердам – одне з найбезпечніших міст у світі, яке навчилося жити з водою. Його захист від моря розпочався з XIII ст., коли було побудовано 400-метрову греблю для стримування паводків. Протягом 1850-х років збудовано нові канали для поліпшення якості води та протидії епідеміям холери. Постійно зміцнюються оборонні споруди, включаючи мережу бар'єрів, гребель і морських дамб протяжністю 3700 км. Після того, як у 1953 році в результаті катастрофічних повеней загинуло 1835 чоловік, в країні розпочали масштабний захист.

До 1997 року голландці побудували Deltaworks – складну мережу гребель, шлюзів, дамб і штормових бар'єрів у західній частині Нідерландів для захисту землі навколо дельти, що утворилася в результаті злиття річок Рейн, Маас і Шельда, від моря. 1960 року було завершено будівництво комплексу дамб і гребель Hagestein уздовж річки Рейн (Рис. 68). Одним з найбільш вражаючих проектів Deltaworks є штормовий бар'єр Остершельд (Oosterschelde) на річці Шельда, побудований 1986 року (Рис. 69).



Рис. 68. Комплекс Hagestein на р. Рейн



Рис. 69. Бар'єр Оостершельд

Протягом 1991-1997 років для захисту Роттердаму звели бар'єр Маєслант (Maeslantkering) розміром з дві Ейфеліві вежі (Рис. 70). Він захищає 1,5 млн жителів міста від повеней, не перешкоджаючи руху морем. Бар'єр контролюється суперкомп'ютером і автоматично закривається, коли Роттердаму (особливо порту Роттердам) загрожує повінь. За чотири години до початку процедури закриття вхідні й вихідні судна отримують попередження. У закритому стані бар'єр захищає головний водний шлях порту по всій ширині (360 м). Це одна з найбільших рухомих споруд світу, яка може конкурувати з телескопом Грін-Бенк у США або екскаватором Bagger 288 у Німеччині. Кілька років тому Роттердам запустив Стратегію адаптації до зміни клімату, що має на меті зробити місто «кліматично захищеним» до 2025 року.



Рис. 70. Штормовий бар'єр Маєслант у Роттердамі, Нідерланди

Інноваційний захисний бар'єр також збудовано поперек річки Темзи у східному Лондоні. Thames Barrier (Рис. 71), введений в експлуатацію у 1983 році, здатний перекривати рух води для захисту міста і його околиць від штормового припливу висотою до 7 м з Північного моря. Термін служби споруди розраховано до 2030 року.



Рис. 71. Гребля Thames Barrier на р. Темза у Лондоні

Ширина Thames Barrier становить близько 520 м і складається з 9 бетонних споруд і 10 розвідних сталевих воріт, серед яких чотири великі брами вагою 3700 т кожна, заввишки 20 м і завширшки 61,5 м та дві малі брами завширшки 31 м. У стані спокою брама знаходиться на дні річки, не перешкоджаючи судноплавству. У робочому положенні брама повертається на 90°, утворюючи суцільну стіну. Час закриття брами становить 10-15 хв., всього бар'єру – півтори години. За період з 1983 по жовтень 2011 року бар'єр під час припливів було задіяно 119 разів, найчастіше в сезон повеней – з вересня по квітень

Заходи щодо протидії наслідкам підвищення рівня моря також запроваджує Китай. Так само, як і у Нідерландах, китайці мотивовані катастрофою: 1998 року в результаті повені в басейні річки Янцзи загинуло близько 4 тис чоловік. Приблизно 641 з 654 найбільших міст Китаю страждають від регулярних повеней, особливо на узбережжі. Китайська влада поєднує інженерні, екологічні та орієнтовані на людей стратегії з переселенням мільйонів громадян.

У 2014 році Китай виступив з ініціативою «міста-губки»: дощова вода збирається для компенсації потреб під час посухи. Стратегія полягає у поглинанні або повторному використанні 70% зливових вод з приблизно 80% міської території. Учасниками ініціативи є більше 30 міст, включаючи Шанхай – одне з найбільш уразливих до повеней міст у світі. Очікується, що в найближче десятиліття до нього приєднаються ще принаймні 600 міст. За прогнозами, Шанхай очікує суттєве збільшення повеней і опадів. Щороку місто накривають два-три тайфуни. Шанхай тоне, хоча й повільніше, ніж Джакарта. Для захисту від підняття рівня моря тут побудовано 520 км дамб і встановлено масивні механічні брами для регулювання розливу річок.

Міста Південно-Східної Азії теж активно захищаються від підвищення рівня моря. Наприклад, Джакарта за підтримки Голландії будує масивну морсь-

ку стіну і планує переселити 400 тис чоловік з прибережних територій. У Бангкоку, який має аналогічні проблеми, побудовано мережу каналів протяжністю 2600 км і центральний парк, здатний злити 4 млн л води у підземні ємності. Лунають навіть пропозиції щодо перенесення столиці Таїланду вглиб країни. Сінгапур також застосовує стратегії захисту, включаючи меліорацію земель і створення насипів на 70% своїх прибережних територій.

Найбільш уразливими до підвищення рівня моря є малі острівні держави – Кірібаті, Тувалу, Маршалові острови і Мальдіви, які ризикують бути буквально стертими з лиця землі. Кірібаті веде переговори щодо купівлі 5 тис акрів землі на сусідньому Фіджі, куди в разі потреби переселять 113 тис громадян. Маршаллові Острови також шукають способи повернути собі землю і побудувати острови, достатньо високі, щоб витримати підйом рівня моря. Мальдіви намагаються зміцнити і побудувати нові острови, за необхідності – переїхати.

Нарешті, США інвестують мільярди доларів, щоб посилити свій опір підвищенню рівня моря. У Новому Орлеані створено Систему зменшення ризику ураганів і штормів – після того, як в 2005 році ураган «Катріна» забрав життя понад 1600 людей, а 80% міста опинилося під водою. Система включає серію потужних гребель, укріплених дамб і захисних стінок, що простягаються на 560 км навколо міста (Рис. 72). У місті також побудовано живу систему водопостачання парків, водно-болотних угідь та інших об'єктів для зменшення залежності від насосів і каналів. Це один з найбільших проектів в історії США і найдорожча система захисту від повеней у світі. Бостон, Х'юстон, Майамі, Нью-Йорк та інші міста йдуть тим самим шляхом, хоча і в різних масштабах.

Глобальне потепління матиме серйозні наслідки не тільки для жителів приморських країн. Підвищення середньої світової температури на кілька градусів може призвести до зміщення кліматичних зон від екватору до полюсів: південна частина тундри заросте тайгою, на півдні нинішньої тайги виростуть широколистяні ліси. І людям, і тваринам доведеться звикати до нового клімату. Активізуються ерозійні процеси на зволжених ґрунтах, почастишають стихійні явища – циклони, посухи, пожежі, повені, урагани. Зміниться врожайність і якісний склад сільськогосподарських культур, а це, своєю чергою, позначиться на тваринництві. У енергетичному секторі найбільш уразливою буде гідроенергетика.

Почнуть масово розмножуватися кровососні комахи і шкідники лісу. Багато тропічних видів комах розповсюдяться на північ, а разом з ними розповсюджуватимуться хвороби, які вони переносять – малярія, тропічні вірусні ли-

хоманки тощо. Також можливі різкі відхилення температури у обидва боки від середньої. Те ж саме відбуватиметься з опадами і вітрами – зміняться не стільки їхні середні величини, скільки відхилення від них. Потепління на планеті не буде рівномірним: найбільшим на полюсах (у 2-3 рази більше середнього) і найменшим у тропіках (50-75% від середнього рівня). Поки що прогнози зміни температури на регіональному рівні мають невисокий ступінь визначеності.

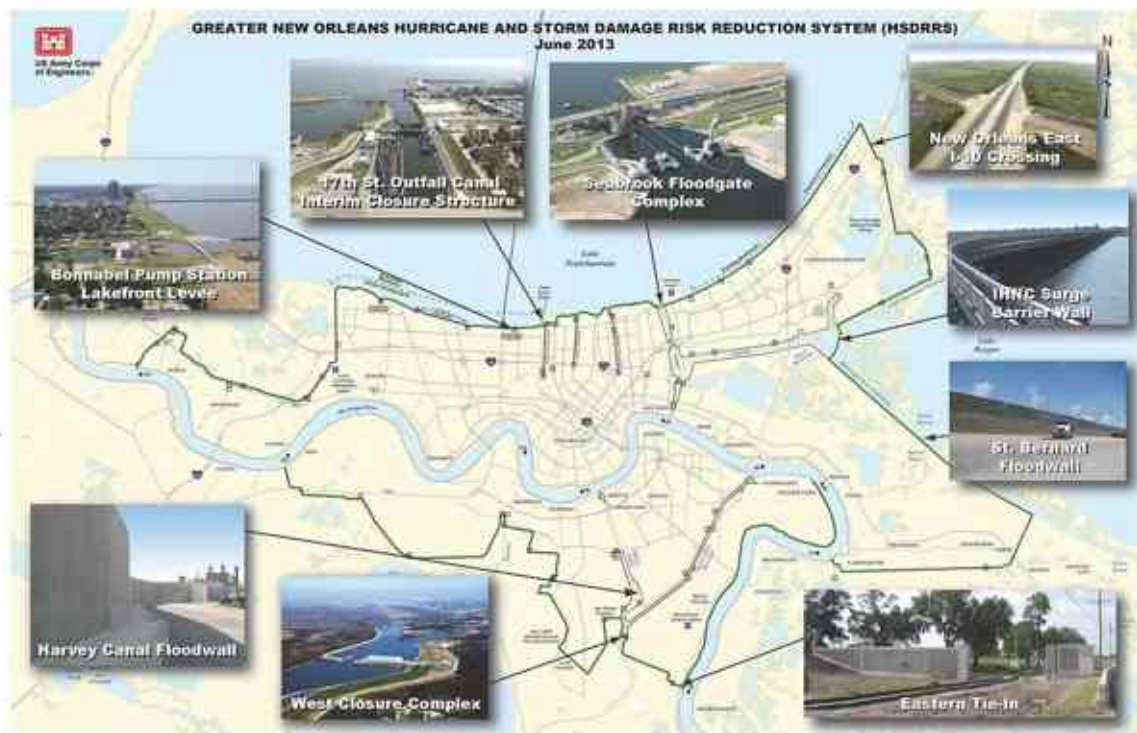


Рис. 72. Система зменшення ризику штормів і ураганів, Новий Орлеан, США

Глобальне потепління неодмінно зашкодить морським екосистемам. Затоплення прибережного мілководдя призведе до скорочення вилову морепродуктів через загибель цінних видів риб, збіднення видового різноманіття флори і фауни, порушення гідробіологічного і гідрохімічного режимів. «Перегрівання» планети може призвести і до непередбачуваних подій: на одних територіях, можливо, пануватимуть урагани, сильні вітри, смерчі, активізуються ерозійні процеси та інші екологічні лиха, а на інших – повені, зливи, затоплення населених пунктів, продуктивних земель тощо. Крім того, глобальні зміни клімату обов'язково впливатимуть на стан здоров'я людей – внаслідок посилення теплового стресу і поширення багатьох видів інфекційних захворювань.

7.2 Вплив зміни клімату на суспільне здоров'я

Різкі зміни температури повітря, збільшення частоти та інтенсивності надзвичайних і стихійних погодних явищ призводять до появи нових інфекцій, руйнування інфраструктури, втрати доступу до питної води. Вплив зміни клімату на здоров'я людини можна умовно поділити на три групи. До першої групи належить *прямий вплив* аномальної спеки, перепадів температури і атмосферного тиску, екстремальних явищ: буревіїв, ураганів, затоплень, пожеж. Наслідками температурних перепадів найчастіше стають перегрівання та переохолодження організму. Інтенсивні короткострокові коливання температури можуть серйозно впливати на здоров'я, викликаючи тепловий (гіпертермія) або холодний стрес (гіпотермія), що призводить до збільшення смертності від серцевих і респіраторних захворювань.

Крім того, різкі зміни погоди сприяють загостренню серцево-судинних захворювань – гіпертонічної хвороби, стенокардії, інфаркту міокарда. В періоди сильної спеки активізуються алергени, зокрема квітковий пилок та інші. Непереносимість спеки не є хворобою, але може бути симптомом певного захворювання, пов'язаного з широким спектром реакцій організму на тепло. Багато людей важко переносять тривалі теплові хвилі, коли температура вночі не опускається нижче 25-30°C. Хвороби, пов'язані з перегріванням, такі, як тепловий удар, щороку спричиняють тільки у США понад 600 смертей. Частота спекотних днів постійно зростає. У доіндустріальні часи вони траплялися в середньому раз на 100 днів. Нині їх число зросло до 4-5 (тобто 2-3 тижні на рік). Прогнозується, що за умови потепління на 2°C, їх буде близько 27 зі 100, а за умови потепління на 3°C – уже 62, тобто більше половини року. Крім фізичної шкоди, зміна клімату позначається на психічному здоров'ї людини. Стихійні природні явища, вимушена міграція, втрата врожаю тощо зумовлюють виникнення стресових станів у людей, які з цим стикаються.

До другої групи належить *непрямий вплив* глобальної зміни клімату на здоров'я людини. Поступове зміщення кліматичних поясів, коли помірний клімат поступово стає субтропічним, субтропічний – тропічним тощо, матиме своїм наслідком розширення ареалів існування деяких комах. Це, своєю чергою, призведе до появи інфекційних хвороб, які переносяться блохами, кліщами і комарами. На узбережжях можливе закріплення носіїв жовтої лихоманки і гарячки денге, зокрема комарів виду *Aedes aegypti*. Інфекція викликає грипоподібні захворювання та іноді призводить до летального ускладнення. Лихоманка денге широко поширена в тропіках, причому ступінь ризику залежить значною

мірою від опадів, температури і стихійної урбанізації. З 1990 року захворюваність на денге у світі зросла удвічі.

Спекотна погода і висока вологість сприяють появі кліщів, які можуть переносити інфекційні захворювання. Кліщові інфекції відрізняються великою різноманітністю природи (віруси, бактерії, найпростіші, рикетсії) та видового складу патогенних мікроорганізмів. Найактуальнішими серед трансмісивних природно-осередкових хвороб від кліщів у людини є хвороба Лайма, кліщовий енцефаліт, ерліхіоз. Хвороба Лайма супроводжуються широким спектром уражень багатьох органів і систем – шкіри, нервової системи, опорно-рухового апарату і серця. Симптоми можуть не проявлятися роками, а років через 10-15 уражуються центральна нервова і серцево-судинна системи, суглоби, можливі летальні випадки.

Кліщовий енцефаліт – вірусне захворювання, що вражає периферичну і центральну нервову систему людини. Збудником захворювання є арбовірус, що живе в організмі іксодових кліщів. Зараження відбувається у перші хвилини присмоктування паразита, коли вірус потрапляє в кров разом з його слиною. І хоча найпоширенішим шляхом потрапляння вірусу в організм людини є укуси кліща, в групі ризику не тільки поціновувачі відпочинку на природі, але й ті, хто вживає сире молоко тваринного походження. Через укуси кліща вірус потрапляє в молоко, де його резистентність підвищується. Хвороба здебільшого протікає у гарячковій формі, а проблеми починаються, коли вірус долає потрапляє в мозок. Тоді до лихоманки додаються неврологічні прояви захворювання.

Моноцитарний ерліхіоз людини – природно-осередкова інфекція, що передається кліщами. Хвороба викликається ерліхіями (*Ehrlichia muris*), що вражають білі кров'яні клітини – моноцити. Ерліхії циркулюють в організмі собак, оленів, гризунів, від яких через кліщів можуть передаватися людині. Від людини до людини ерліхіоз не передається. Захворіти може людина будь-якого віку. Перебіг захворювання найчастіше проявляється через лихоманку і озноб, висипання на шкірі, болі у м'язах і суглобах, головний біль, нудоту і діарею, задишку, збільшення лімфатичних вузлів. За несвоєчасного лікування уражуються печінка, серцево-судинна і нервова системи. Можливі параліч, сплутаність свідомості, порушення координації, судоми. Бувають летальні випадки.

Третя група впливів зміни клімату на здоров'я людини пов'язана з *викидами парникових газів*. Як вже було вказано, основним джерелом викидів ПГ є спалювання викопного палива, під час якого у повітря викидається також низка небезпечних забруднювачів. Забруднене повітря є одним з чинників, які згубно

впливають на здоров'я людини, що детально розглянуто у главі 3.5. За даними ВООЗ, від цього згубного впливу щорічно помирають 7 млн людей. Основними смертельними хворобами, спричиненими забрудненим повітрям, є інсульт, захворювання серця, хронічні обструктивні захворювання легенів, рак легенів і гострі респіраторні інфекції. Тому діяльність зі скорочення викидів ПГ безумовно сприятиме зменшенню забруднення повітря та захворюваності населення.

Найбільш уразливим до зміни клімату є населення бідних країн, особливо малих острівних держав, посушливих і високогірних зон, а також густонаселених прибережних районів. За оцінкою ВООЗ, у період 2030-2050 років глобальна зміна клімату може спричинити близько 250 тис смертей щороку, зокрема 38 тис смертей серед літніх людей через спеку, 48 тис – через діарею, 60 тис – через малярію, 95 тис смертей – через дитяче недоїдання. ВООЗ прогнозує, що у найближчому майбутньому зміна клімату серйозно вплине на здоров'я людини.

Часті екстремальні погодні умови можуть призвести до зростання показників травматизму і навіть смертності. Після повеней ймовірні спалахи інфекційних захворювань, особливо за часткового чи повного руйнування комунікацій – систем водопостачання і каналізування. Підвищення глобальної температури погіршить забезпеченість продовольством. Вже нині голод, зумовлений періодичними посухами, забирає щороку близько 3,5 млн життів. За прогнозами, до 2090 року внаслідок кліматичних змін може подвоїтися повторюваність сильних засух та ушестеро збільшитися їх середня тривалість. Це, своєю чергою, призведе до 10-30-кратного збільшення територій, уражених сильною посухою.

Нестача води, необхідної для дотримання правил гігієни, як і її надлишок через часті дощі, збільшують ризики розвитку діарейних недуг. Вони поширюються через забруднені їжу і воду. Діарейні хвороби є однією з основних причин дитячої смертності – близько 1,8 млн смертей щороку. Періоди сильної спеки, особливо в міських районах, які називають «островами тепла», можуть стати причиною зростання захворюваності й смертності, особливо серед літніх людей, що страждають на серцево-судинні або респіраторні захворювання. Унаслідок інтенсивних хвиль спеки і пожеж значно зросте ймовірність каліцтв, хвороб і смертей.

7.2.1 Що вже відбулося внаслідок зміни клімату

Популяції всіх видів живих істот, включаючи людину, залежать від запасів їжі та води, відсутності надлишкових інфекційних захворювань, а також фі-

зичної безпеки і комфорту, що забезпечуються кліматичної стабільністю. Світова кліматична система є основою цього життєзабезпечення. Звіт МГЕЗК – лише одна з останніх у зростаючій кількості публікацій провідних національних і міжнародних наукових організацій, в яких робиться висновок, що все життя на цій планеті опинилося під загрозою існування.

Згідно з усіма звітами, з доіндустріальної епохи Земля нагрілася на 1°C, і дві третини цього нагрівання відбулося з 1986 року. Двадцять найтепліших років за всю історію спостережень припадають на останні 22 роки. Оскільки температура повітря значною мірою визначається температурою океану, за останні кілька років вона значно підвищилася. Серед інших згубних наслідків потепління океану не слід забувати про окислення, особливо небезпечне для фітопланктону, який виробляє половину кисню планети. Майже лінійна залежність між викидами ПГ і атмосферним потеплінням підтверджується обсягами викидів – понад 42 млрд т ПГ щороку, і ця кількість збільшується. Найбільшим виробником ПГ історично є США, які посідають друге місце після Китаю за річними викидами. Хоча на суспільне здоров'я завжди впливали клімат і погода, саме наслідки зміни клімату становлять серйозну загрозу для здоров'я людини.

Серед таких наслідків – *природні катаклізми*. З року в рік збільшується кількість ураганів, засух, повеней, частішають аномальна спека і холод. Тепліше повітря містить більше води, а підвищення температури посилює випаровування з поверхні, що, своєю чергою, збільшує кількість і силу дощів, а також інтенсивності, частоти і тривалості ураганів. Наприклад, невід'ємною подією у щорічному формуванні тропічних циклонів Атлантичного басейну є Атлантичний сезон ураганів (з червня до кінця листопада). В 2017 році найпотужнішими ураганами були «Харві», «Ірма», «Марія» та «Хосе». Всі вони сформувалися на піку тропічної активності в умовах максимальної різниці температур верхніх шарів атмосфери і морської води, що призвело до появи штормів і ураганів небезпечних категорій.

Першим в Атлантичному сезоні ураганів 2017 став «Харві», який за своїми наслідками побив рекорди у регіоні за останні 50 років (Рис. 73). У Техасі (США) оцінили збитки від урагану в \$150-180 млрд. Жертвами стихії стали 70 осіб. Далі був ураган «Ірма», який отримав найвищу, 5-ту категорію небезпеки. Швидкість вітру досягала 295 км/год, що зробило «Ірму» найсильнішим атлантичним тропічним циклоном з 2005 року. Тоді в Карибському басейні й на південному сході США загинули щонайменше 81 чоловік. Після послаблення «Ірми» прийшла «Марія», теж ураган п'ятої, максимальної категорії. Більше 90%

будівель на острові Домініка було пошкоджено або зруйновано (Рис. 74). Загальна кількість жертв урагану становить 3057 осіб. До найбільших людських жертв призводять повені, утворені через урагани. Також утворюються величезні хвилі, а рівень моря може за кілька хвилин піднятися більш ніж на 2 м.



Рис. 73. Місто Х'юстон після урагану «Харві» (США, 2017)



Рис. 74. Наслідки урагану «Марія» (Домініка, 2017)

У 2018 році на планеті виникло 98 тропічних циклонів, що перевищило норму на 18%. 73 з них утворилися у північній півкулі. Тенденція підвищеної активності тропічного циклогенезу продовжилася в Атлантичному сезоні ураганів-2018 (Табл. 18) і сезоні-2019. У сезоні-2019 виникло 18 тропічних циклонів (за норми 10,8), з яких 6 стали ураганами. З 6 ураганів 3 досягали 5 категорії небезпеки за шкалою Саффіра-Сімпсона з вітрами більше 70 м/с.

Табл. 18. Найпотужніші урагани в Атлантичному сезоні 2018 року

| Ім'я | Термін існування | Класифікація | Середня швидкість вітру (км/год) | Тиск у центрі циклону (Гпа) | Уражені регіони | Збитки, \$млрд | Кількість загиблих |
|---------|------------------|--------------|----------------------------------|-----------------------------|---|----------------|--------------------|
| Флоренс | 31.08-19.09 | 4 кат. | 215-240 | 939 | Західна Африка, Кабо-Верде, Бермудські о-ви, Східне узбережжя США, Атлантична Канада | 24 | 37 |
| Майкл | 07.10-16.10 | 5 кат. | 240-260 | 919 | Центр. Америка, Юкатан, Кайманові о-ви, Куба, Східне узбережжя США, Атлантична Канада | 25,1 | 72 |

Протягом літа 2020 року внаслідок масштабних повеней затопило Індію, Непал, Бангладеш і Китай. Найбільша повінь за останнє десятиліття затопила третину Бангладеш (Рис. 75). Щонайменше 12 людей загинули і 10 пропали безвісти після сильних дощів, що викликали повінь у провінції Сичуань на південному заході Китаю. З початку червня в усій країні повені, викликані силь-

ними дощами, забрали життя 78 людей, понад 100 тис будинків пошкоджено або зруйновано, прямі економічні втрати становили \$ 3,5 млрд. Сильна повінь у китайських провінціях Хунань і Гуансі призвела до загибелі десятків людей, руйнування понад тисячі будинків і збитків на сотні мільйонів доларів. Усього від стихії постраждали близько 2,6 млн жителів Китаю, евакуйовано близько 228 тис людей. У липні більше 140 людей загинули або пропали без вісті в результаті сильних повеней і зсувів в Китаї. Особливо постраждали міста уздовж річки Янцзи, в тому числі мегаполіс Ухань (Рис. 76). Загалом 31 річка у центральному і східному Китаї принесли рекордні повені. Десятки загиблих і у Непалі.



Рис. 75. Повінь у Бангладеш



Рис. 76. Наслідки повені в Ухані

Голод, злидні, спалахи епідемій. Крім зростаючої сили ураганів, глобальне потепління сприяє підвищенню середнього рівня моря швидше, ніж будь-коли за останні 2800 років. Якщо повністю розтануть крижані щити лише Гренландії, рівень Світового океану збільшиться на 6,096 м. Крім того, скорочення гренландського льоду може змінити океанську течію Гольфстрім, що, своєю чергою, прискорить танення льоду в південній півкулі. Танення льодовиків Західної Антарктики, які нині зникають швидше, ніж будь-коли раніше, додало б ще 3,048 м. 145 млн чоловік у всьому світі живуть на висоті 0,91 м та менше над рівнем моря, а 10% населення (майже 800 млн) живуть на висоті менше 9,14 м від рівня моря. Одинадцять з шістнадцяти мегаполісів світу з населенням більше 15 млн чоловік побудовано на узбережжях, наприклад, Джакарта, Лос-Анджелес, Маніла, Мумбаї, Осака, Шанхай і Токіо.

Підйом рівня моря та повені ставлять під загрозу питну воду, очищення побутових стічних вод і скидання зливових вод. Це, своєю чергою, призводить до поширення захворювань, що передаються через воду бактеріями, вірусами та

найпростішими. Дефіцит води позначається на кожній четвертій особі з десяти. Відсутність води і її погана якість може поставити під загрозу як гігієну, так і здоров'я. Брак води змушує людей транспортувати її на великі відстані, що також призводить до побутового забруднення води та спричинює відповідні захворювання.

Чутливими до клімату хворобами є білково-калорійна недостатність, діарея і малярія. За даними ВООЗ, діарея вбиває приблизно 2,2 млн людей щороку. Погані санітарно-гігієнічні умови, перенаселеність і нестача питної води сприяють поширенню трахоми – інфекційного захворювання очей з потовщенням кон'юнктиви і утворенням на ній рубців. У світі налічується близько 80 млн людей, хворих на трахому, з яких 1,2 млн повністю втратили зір. Це захворювання поширене у 53 країнах Африки, Азії, Центральної і Південної Америки, а до групи ризику входять близько 230 млн людей.

Спека і посухи сприяють поширенню інтенсивних і тривалих лісових пожеж. Лісові пожежі в Каліфорнії останніх років, найбільш смертоносні в історії штату, є результатом безпрецедентної спеки і нестачі опадів. Наприклад, 2018 року кількість опадів становила всього 20% від норми, що призвело до найсильнішої посухи за тисячоліття. А 16 серпня 2020 року в національному парку «Долина Смерті» в Каліфорнії зафіксовано температуру 54,4°C. Це найвища температура, офіційно підтверджена з липня 1913 року, коли стовпчик термометра показував 56,7°C. Величезні обсяги вуглецю, що виділяються лісовими пожежами, ще більше посилюють загальні тенденції зміни клімату. Також пожежі вкрай негативно впливають на якість повітря, що має серйозні наслідки для здоров'я людей. За прогнозами, до 2050 року лісові пожежі на заході США приведуть до 40% збільшення вмісту органічного вуглецю і 20% збільшення концентрації аерозолів елементарного вуглецю.

Потрапляння ґрунтового пилу в повітря обумовлює виникнення таких захворювань, як астма, гострий бронхіт і пневмонія. Спека, засуха і лісові пожежі також сприяють забрудненню приземним озonom. У недалекому майбутньому вплив озону на здоров'я людини, за прогнозами, призведе до сотень тисяч передчасних смертей, гострих респіраторних захворювань, в тому числі астми у дітей. Високі температури повітря викликають теплове виснаження, тепловий удар, гіпертермію і зневоднення організму людини, що може приводити до смерті. Більш того, вони можуть погіршити вже існуючі хвороби, такі як гіпертонія, серцево-судинні, респіраторні, цереброваскулярні, ниркові й діабетичні. Наприклад, рекордна спека в Китаї 2018 року, яка тривала 33 дні, стала причи-

ною госпіталізації понад 71 тис людей через тепловий удар. Тільки упродовж літа 2018 року сталися такі трагічні події:

- У У липні в результаті аномально спекотної і вологої погоди у канадській провінції Квебек загинули 33 особи.
- У Унаслідок аномальної спеки в Іспанії упродовж літа загинули щонайменше 23 людини.
- У У Японії через аномальну спеку загинуло щонайменше 6 осіб, понад 1,5 тис – госпіталізовано.
- У У Південній Кореї від аномальної спеки щонайменше 29 людей загинули і понад 2,3 тис постраждали.

Нинішня реальність така, що викиди CO₂ зростатимуть принаймні до 2040 року. Багато у чому це пов'язано з енергетичною політикою Китаю, Росії і Канади, незмінність якої призведе до глобального потепління вище 5°C до кінця століття. Вже за потепління на 4°C 44% відсотки хребетних втрачають половину свого ареалу, рослини і комахи – понад дві третини, врожайність зернових різко падає, світова економіка скорочується на 30%, а надлишкова смертність від гіпертермії збільшується більш ніж на 700%.

Збільшення кількості кліматичних біженців. Через підвищення рівня океану і затоплення прибережних територій мільйони людей втрачають домівки і переселяються углиб континентів. Зміна клімату посилює конкуренцію за ресурси, такі як вода, продукти харчування і пасовища, у регіонах, де люди жили протягом тисячоліть. У Сирії, наприклад, посуха і неврожаї, починаючи з 2006 року, призвели до масової міграції фермерів до міст, що породило жорстокі конфлікти. У 2011 році понад мільйон чоловік втекли від тривалої посухи у Сомалі. Люди, змушені залишати місця проживання, стикаються з відсутністю роботи і жорсткою конкуренцією.

Селяни та мешканці прибережних територій, змушені мігрувати у міські райони, стикаються з численними проблемами, не знаходячи застосування таким навичкам, як рибальство, скотарство чи землеробство. Потенціал для конфліктів зростає, коли системи освіти, охорони здоров'я тощо починають пристосовуватися до різкого зростання кількості людей, які спілкуються різними мовами і мають різні звичаї. Катастрофи часто вражають регіони, які вже зазнали конфліктів, або можуть накривати послідовно: один чинник змушує сім'ю покидати домівку, а інший спонукає знову рухатися далі. Збільшення населення окремих регіонів спричинює боротьбу за доступ до питної води, їжі та інших ресурсів, що веде до міжнаціональних конфліктів.

Потерпілих від таких причинно-наслідкових системних проблем називають «кліматичними біженцями». До недавнього часу вони стикалися з більшими політичними ризиками, ніж ті, хто покидає свої домівки через війну чи політичне гноблення. На відміну від традиційних біженців, їм часто відмовляли в притулку та примусово повертали на батьківщину або в табори біженців. Нарешті, у січні 2020 року Комітет з прав людини ООН дійшов висновку, що країни не можуть депортувати людей, життю яких на їхній батьківщині загрожує обставина, пов'язана зі зміною клімату. Рішення комітету є обов'язковим до виконання. За даними ООН, якщо глобальна температура підвищиться на 2°C, близько 280 млн людей будуть змушені мігрувати.

Прогнози ІРСС на XXI століття невтішні. Світ очікує збільшення населення, що потерпає від мізерних водних ресурсів і великомасштабних річкових паводків. Посилиться конкуренція за воду внаслідок істотного зменшення джерел поверхневих і підземних вод у сухих субтропічних регіонах. Внаслідок підвищення температури, збільшення забруднення після сильних дощів і посух, порушення роботи очисних споруд під час паводків тощо, знизиться якість питної води. Вуглець, що зберігається у наземній біосфері (у торф'яниках, багаторічній мерзлоті, лісах), може бути викинутий у атмосферу внаслідок знеліснення і деградації екосистем.

Через підвищення температур і зростання повторюваності засух, почастішає загибель дерев. У межах прибережних екосистем і низовин активізуються ерозійні процеси підтоплення, повені. Глобальне зменшення морського біорізноманіття знизить продуктивність рибного промислу та інших екосистемних послуг. Поступове розширення зон з мінімальним умістом кисню та безкисневих «мертвих зон» сприятиме обмеженню природних оселищ різних видів риб. Спільними ризиками для людей, майна, економіки і екосистем є тепловий стрес, екстремальні опади, материкові й прибережні повені, зсуви, забруднення повітря, засуха і мізерні водні ресурси.

Серед прогнозованого впливу зміни клімату на здоров'я людини протягом XXI ст. – значна ймовірність каліцтв, хвороб і смертельних випадків унаслідок інтенсивних хвиль спеки і пожеж; нестача продовольства внаслідок скорочення його виробництва у бідних регіонах; ризики, пов'язані з втратою працездатності серед уразливих груп населення; хвороби, що передаються через продукти харчування і воду та переносників інфекції. До 2100 року поєднання високої температури і вологості у певні пори року призведе до порушення нор-

мальної життєдіяльності людей, включаючи вирощування продовольчих культур і роботу на відкритому повітрі.

Як запобігти подальшому глобальному потеплінню? Цією проблемою не перший десяток років переймається світова спільнота, запроваджуючи запобіжні заходи щодо нівелювання посилення парникового ефекту.

7.2.2 Адаптація до зміни клімату

Заходи, спрямовані на зменшення негативного впливу зміни клімату на людей, майно, інфраструктуру, природу чи надання послуг на визначеній території (місто, регіон, країна), можна впроваджувати двома способами, а саме:

- ☛ *Пом'якшення* – зменшення впливу діяльності людини на зміну клімату завдяки скороченню викидів ПГ (передусім у сфері виробництва і транспортування енергії) або завдяки їх поглинанню рослинністю.
- ☛ *Адаптація* – пристосування природних і антропогенних систем до фактичних чи очікуваних впливів зміни клімату з метою зменшення шкідливих впливів або збільшення можливостей отримання переваг від зміни клімату.

Іншими словами, адаптація – це пристосування природних і суспільних систем у відповідь на реальні або очікувані кліматичні зміни та їхні наслідки. Адаптація пов'язана із чутливістю системи (sensitivity) і націлена на зменшення її вразливості (vulnerability) щодо впливу несприятливих екологічних наслідків. Навіть якщо будуть застосовані найбільш ефективні заходи зі скорочення викидів парникових газів, уникнути подальших наслідків зміни клімату неможливо. Інертність кліматичної системи змусить планету ще довго відчувати ці наслідки, що робить необхідність адаптації до змін неминучою. Роль адаптації зростає з величиною і швидкістю зміни клімату.

На жаль, людство вже не в змозі повністю зупинити зміни клімату. Навіть якби зовсім припинилося утворення ПГ, все одно температура б підвищувалася щонайменше на 0,5°C протягом наступних двох століть. Причиною цього є тривалість утримання CO₂ в атмосфері (приблизно 50-200 років), теплова інертність океанів, потрапляння ПГ до атмосфери внаслідок танення вічної мерзлоти. Відтак, адаптаційні заходи слід неодмінно якнайширше впроваджувати на всіх рівнях задля зменшення впливу зміни клімату. Однак вплив зміни клімату на природне середовище та зусилля, що слід докласти для адаптації, не є постійними величинами.

Тому важливо усвідомити, що є три основні рівні інтенсивності впливу зміни клімату на життєдіяльність людини, на які слід реагувати, зокрема:

- У *Допустимий ступінь впливу зміни клімату* – інтенсивність порушень різних систем (суспільне життя, надання послуг, інфраструктура, екосистеми), за яких відсутні вагомні негативні наслідки (напр., короткі теплові хвилі з невеликою різницею температур).
- У *Опір впливу зміни клімату* – інтенсивність порушень систем, за яких вони можуть більш-менш самостійно повернутись до початкового або майже початкового або майже початкового стану (напр., затоплення сільськогосподарських земель повенежими водами та їх спонтанне сходження).
- У *Руйнація системи* – зміни є настільки вагомими, що система вже не може з ними впоратися або відновитися самостійно (напр., шкідливий вплив ураганного вітру не лише на інфраструктуру, але й на лісовий покрив).

Адаптація особливо важлива для країн, що розвиваються, бо саме вони відчують на собі основний тягар наслідків глобального потепління. Здатність людей та екосистем адаптуватися нерівномірно розподілена регіонами і групами населення, а бідні країни зазвичай мають менше можливостей для адаптації. Своєчасна адаптація до зміни клімату дозволить надалі розвивати сільське господарство, зберігати майно, уникати ускладнень зі здоров'ям і нестачею природних ресурсів.

На міжнародному рівні держави взяли на себе зобов'язання виділяти кошти на адаптацію до зміни клімату і реалізацію планів адаптації на державному рівні. У 2013 році Європейською Комісією було схвалено Стратегію з адаптації ЄС. Хоча зміна клімату є глобальною проблемою, її вплив здебільшого помітний на місцевому рівні. Тому для ефективної адаптації вкрай необхідне активне залучення місцевих органів влади, які готують середньо- та довгострокові стратегії адаптації. Наприклад, планування розвитку міської території має відбуватися так, щоб не збільшувався стік поверхневих вод; будівництво або відновлення кварталів міста не має відбуватися за рахунок зменшення зелених насаджень або погіршення проникності поверхонь тощо.

Адаптація до зміни клімату на місцевому рівні передбачає певну ієрархію заходів, наприклад:

- У Адаптація місцевих громад – розроблення стратегій адаптації для жителів невеликих містечок.

- У Адаптація населених пунктів – захист міст від підтоплення, створення ефективних дренажних і каналізаційних систем, розширення зелених зон, турбота про людей на випадок екстремальних температур.
- У Адаптація господарства – запровадження ощадливої системи поливу, вирощування сухостійних культур тощо.
- У Адаптація природи – відновлення водно-болотних угідь для створення оселищ рідкісних видів, очищення води, надання можливості додаткового заробітку місцевим громадам.

Підготовка стратегії з адаптації для конкретного населеного пункту або регіону має виходити з таких основних аспектів (Рис. 77):

- Потенційна небезпека окремих впливів зміни клімату на місцевість – очікувані впливи, у т. ч. ризики, спричинені цими впливами, описані з точки зору кліматології.



Рис. 77. Стадії циклу адаптаційної політики

- Оцінка вразливості внаслідок таких впливів – оцінка населення, території, інфраструктури та інших систем, що є чутливими до конкретних впливів (будинки, збудовані у зоні затоплення; люди старше 75 років більш чутливі до спеки, аніж інші вікові категорії).
- Оцінка адаптаційних можливостей території – наскільки швидкою і ефективною може бути реакція у разі настання певної події (паводку, теплових хвиль, штормів) або після того, як це сталося (готовність рятувальної, медичної служб, системи оповіщення та інформування населення).

- На основі оцінки чутливості й адаптаційних можливостей певної території готується стратегія адаптації для зменшення вразливості чи збільшення опору даної території впливам зміни клімату.

Стратегія має містити довго- і короткострокові цілі та адаптаційні заходи. Заходи з адаптації можуть належати до трьох категорій – м'які, сірі й зелені. *Неінвестиційні (м'які) заходи* включають загальне управління територією з урахуванням існуючих та очікуваних змін клімату на цій території. Це, наприклад, навчання громадян правильному реагуванню на теплові хвилі або повені; координація рятувальних служб і органів державного управління. *Технологічні (сірі) заходи* орієнтовані на технологічні рішення. До них належать теплоізоляція будівель, використання світлих тонів для пом'якшення впливу тепла; використання стічних вод і дощової води для зниження наслідків засухи; будівництво протипаводкових споруд тощо. *Природні (зелені) заходи* передбачають використання природних елементів території для створення зелених дахів і стін, парків, водно-болотних угідь, фонтанів.

Неможливо повністю адаптуватися до всіх впливів зміни клімату – існує велика різниця між адаптацією до зростання температури в країні на 1°C або на 4°C. Чим більшою є різниця, тим дорожчими і проблематичнішими є заходи з адаптації, оскільки зростає ймовірність виникнення серйозних збитків унаслідок зміни клімату. Більш того, адаптаційними заходами неможливо уникнути деяких наслідків зміни клімату, наприклад, коли це стосується кліматичних біженців, що постраждали від посухи, підвищення рівня моря чи нестачі питної води. Так само неможливо адаптуватися до зростання окислення вод океанів та його наслідків. Отже, в усіх можливих випадках адаптацію слід розпочинати зі зменшення викидів ПГ (пом'якшення).

Типовим прикладом адаптації до зміни клімату є збільшення частки рослинності, особливо у забудованих центрах міст. Різноманітний рослинний покрив істотно впливає на формування мікроклімату, включаючи охолодження території в спекотний період. Чим більшою є площа, вкрита зеленими насадженнями, тим вищий ефект охолодження. Заходи, спрямовані проти частих інтенсивних хвиль тепла, мають бути націлені передусім на збільшення кількості міських парків та інших зелених зон, створення зелених коридорів, у тому числі біля автостоянок. Крім того, рослинність у містах має низку інших переваг, зокрема утримання води, зниження швидкості вітру, затримання часток пилу, антишумовий ефект, рекреаційні й естетичні функції тощо.

Іншим прикладом адаптації є використання водних елементів у міському середовищі. Водойми ефективно охолоджують навколишню територію, створюючи завдяки випаровуванню комфортний мікроклімат. Інтенсивність охолодження залежить від маси води, що випаровується. Дослідженнями доведено, що температура на підвітряних сторонах у середньому на 3°C нижча, а охолоджуючий ефект можна відчувати на відстані 30-40 м від водойм. Водні елементи можуть бути представлені об'єктами без циркуляції води (ставок, озеро) або з циркуляцією (наприклад, фонтани).

Відносно новим адаптаційним заходом є використання «зелених дахів» на будівлях (Рис. 78, Рис. 79). Охолоджуючий ефект таких дахів обумовлений випаровуванням води, термічним накопиченням нерозподіленої води, здатністю відбивати сонячне випромінювання краще, ніж інші покрівельні матеріали, а також споживанням сонячної енергії для процесу фотосинтезу. «Зелені дахи» здатні знижувати температуру в приміщеннях, розташованих під ними, на кілька градусів. Вимірювання, проведені спекотним літом у Німеччині, довели, що за температури повітря вище 35°C, нижня сторона даху температура ніколи не нагрівається вище 25°C.



Рис. 78. Зелений дах технологічного університету (Сінгапур)



Рис. 79. Зелені дахи міських житлових будинків (США)

Дієвим заходом кліматичної адаптації є мінімізація частки непроникних поверхонь для утримання дощової води та інфільтрації в містах, особливо у забудованих центрах міст. Зменшення бетонних або асфальтованих непроникних поверхонь сприяє проникненню і всмоктуванню води у ґрунт, збільшенню стоку в каналізаційну та зливову системи. Для пом'якшення наслідків надмірних опадів деревні рослини мають вкривати площу, більшу за площу газонів. Дорослі великі дерева можуть утримувати до 80% дощової води. Значному змен-

шенню стоку води на певній території сприятиме комбінація заходів зі зменшення площ непроникних поверхонь одночасно з посадкою рослин, які підходять для даних умов.

Тривалі періоди посухи у деяких регіонах призводять до зменшення кількості води, тому окремі заходи з адаптації мають бути спрямовані на її збереження і раціональне водокористування. До цих заходів належать збір дощової води і подальше її використання, наприклад, в якості технічної води; повторне використання води з раковин, душу, пральних і посудомийних машин тощо. Після очищення така «сіра» вода може бути використана для поливу дерев, кущів і газонів, а також для змиву в туалетах. Ефективність такого підходу демонструє приклад використання «сірої» води в туалетах словацьких домогосподарств. В середньому на злив витрачається 30% всього споживання води. За середнього значення споживання води у домогосподарстві 85 л на людину щодня,



перехід до повторного використання води дозволить заощадити приблизно 28 л води на особу в день. Тобто середнє місто з населенням 40 тис осіб зможе заощадити 1 млн л води щодня.

До заходів захисту від частих сильних вітрів і штормів належить створення «зелених поясів» – посадка лісосмуг навколо міст і сіл.

Окремі групи дерев, парки, лісосмуги, алеї, лісопарки здатні поглинати кінетичну енергію повітряних потоків і, відповідно, пом'якшувати потенційно руйнівні наслідки впливу вітру. Якщо правильно сформувати вікову, породну і просторову структуру вітрозахисних смуг, врахувати силу і напрямок вітру, такі смуги зможуть зменшити швидкість вітру на 60%. Смуги дерев і чагарників різної висоти, напівпроникні для вітру, здатні зменшити швидкість вітру на 40-70% з підвітряного боку на відстані, що дорівнює 15-20 висотам смуги.

Адаптація, звісно, не є і не може бути рішенням всіх проблем, пов'язаних зі зміною клімату. По-перше, багато природних систем, таких, як коралові рифи чи льодовики, є дуже чутливими до збільшення температури та десятки тисяч видів рослин і тварин, які не зможуть адаптуватися. По-друге, глобальна зміна клімату вже не розглядається, як суто екологічна проблема, а більше – як економічна і соціальна. Адже зміна клімату призведе до економічних втрат через

збитки у сільському господарстві, втрат від збільшення кількості та інтенсивності стихійних лих, нестачу питної води і затоплення поселень.

Отже, зміна клімату є, можливо, найбільш важливою і складною проблемою, яка спіткала людство за останнє століття. Поки що недостатньо достовірно визначено потенційні наслідки збільшення концентрації у атмосфері ПГ, але найбільш вірогідним з них є глобальна зміна температурного режиму. Підвищення температури може викликати цілу низку таких явищ, як підвищення рівня моря та зміни локальних кліматичних умов, що, своєю чергою, негативно вплине на соціально-економічний розвиток багатьох країн. Немає сумнівів у тому, що глобальне потепління призведе до непередбачуваних змін у довкіллі. Навіть незначна зміна складових радіаційного балансу може спричинити зміни напрямків вітру і течій океану, що радикально змінить існуючі кліматичні умови. Населенню Землі та екосистемам може бути заподіяно непоправної шкоди.

7.3 Міжнародна співпраця у протидії зміні клімату

На Конференції ООН з питань довкілля і розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992) було прийнято *Рамкову конвенцію про зміну клімату* (РКЗК ООН) (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC). Її головною метою є стабілізація концентрації парникових газів у атмосфері на такому рівні, який не допускатиме небезпечного антропогенного впливу на кліматичну систему. Конвенцію підписали практично усі держави-члени ООН; вона набула чинності 1994 р. РКЗК ООН є нині єдиною міжнародно-правовою базою з питань захисту клімату і ключовим інструментом розв'язання проблем зміни клімату. 197 країн-учасниць Конвенції щороку зустрічаються на кліматичних конференціях ООН. На одній з них 1997 року в японському місті Кіото було прийнято *Кіотський протокол до РКЗК ООН*, який став юридичним оформленням зобов'язань зі скорочення викидів ПГ.

За умовами Кіотського протоколу, країни-учасниці взяли на себе зобов'язання скоротити або стабілізувати викиди ПГ протягом 2008-2012 рр. до рівня 1990 р. Кожна країна може зменшувати викиди ПГ різними шляхами – через скорочення виробництва, раціональніше використання тепла і електроенергії, транспортного сектору, а також здійснення проектів у інших країнах. Кіотським протоколом передбачено гнучкі механізми щодо зменшення ПГ шляхом закупівлі відповідних сертифікатів за кордоном.

Серед держав-лідерів світової економіки лише Євросоюз послідовно формулює спільну стратегію і бере на себе зобов'язання зі скорочення викидів ПГ

на міжнародному і національному рівні. 2009 р. було прийнято Рішення Європарламенту і Ради ЄС щодо скорочення викидів ПГ до 2020 року. Показово, що розвинуті країни ЄС на законодавчому рівні закріпили національні цілі зі скорочення викидів ПГ навіть суворіші, ніж встановлено Кіотським протоколом. Натомість майже половина країн, які взяли зобов'язання за протоколом, їх не виконали. При цьому частка цих країн, за обсягом викидів ПГ у світових показниках, майже удвічі більша, ніж тих, які зобов'язання виконали.

Механізм міжнародної торгівлі квотами на викиди ПГ реалізувався за схемою цільових екологічних (зелених) інвестицій. Тобто інвестування одержаних коштів у реальні проекти, які дозволять скоротити викиди, або у суміжні сфери – розвиток інфраструктури для екологічних проектів, моніторинг, наукові дослідження тощо. Кіотський Протокол заснував також механізм спільного впровадження, який передбачає реалізацію проектів щодо зменшення викидів і абсорбцію поглиначами ПГ розвиненими країнами в будь-якому секторі економіки, та передачу іншій країні або отримання від неї одиниць скорочення викидів та одиниць абсорбції, отриманих у результаті реалізації цих проектів.

Попри свою прогресивність, Кіотський протокол не вплинув позитивно на зменшення світових викидів ПГ – за 20 років викиди вуглецю зросли на 38,3%. Більше того, якщо у 1990-1997 рр. (докіотський період) середній приріст викидів становив лише 1%, то у 1997-2012 рр. (кіотський період) – 3%.

Чорновий варіант угоди на «післякіотський» період було розроблено на 15-й конференції ООН зі зміни клімату (Копенгаген, 2009). Під час проведення 17-ї Конференції (Дурбан, Південна Африка, 2011) країни-учасниці погодилися продовжити на другий період виконання зобов'язань Кіотського протоколу, який мав набути чинності з 1 січня 2013 р. Водночас Росія, Канада і Японія офіційно відмовились від приєднання до Кіотського протоколу-2. Було схвалено «дорожню карту» – новий глобальний договір з питань зміни клімату розробити до 2015 р., щоб він набув чинності 2020-го. Тобто Кіотський договір було подовжено ще на п'ять років.

2014 року в Нью-Йорку відбувся 20-й кліматичний саміт ООН, учасники якого домовилися укласти нову Всесвітню кліматичну угоду з метою недопущення глобального потепління більш ніж на 2°C. На саміті було прийнято Нью-Йоркську Декларацію щодо лісів: до 2020 року наполовину скоротити втрати лісів, а до 2030 року – зовсім зупинити цю тенденцію. Декларація закликає до відновлення більше 350 млн га лісів, загальна площа яких перевищує територію Індії. Виконання цих зобов'язань дозволить скоротити до 2030 року викиди ву-

глекислого газу на 4,5-8,8 млрд т щороку, що еквівалентно викидам мільярда автомобілів. Транснаціональні нафтові й газові компанії оголосили про скорочення викидів метану, супутнього виробництву нафти й газу і створили «Нафтогазове партнерство з метану». Фінансові корпорації пообіцяли виділити більше \$200 млрд на забезпечення низьковуглецевого економічного розвитку до 2050 року.

2015 року в Парижі проходила історична 21 Конференція зі зміни клімату (COP-21). Делегатам з 200 країн було представлено текст нової *Паризької кліматичної Угоди*, яка замінить після 2020 року Кіотський протокол. Нова угода спрямована на стримування зростання глобальної середньої температури у межах 2°C і докладання зусиль щодо обмеження зростання температури до 1,5°C з метою зниження ризиків і наслідків зміни клімату, а також підвищення здатності адаптуватися до несприятливих наслідків зміни клімату. Оскільки механізм міждержавної торгівлі квотами на викиди ПГ було визнано неефективним, Паризькою угодою його було скасовано.

22 квітня 2016 р. у штаб-квартирі ООН в Нью-Йорку відбулося урочисте підписання Паризької угоди представниками 175 країн, у т. ч. України. Відповідно до ст. 21 Угоди, вона набирає чинності на 30-й день з дати, коли не менше 55 Сторін Конвенції, на які припадає щонайменше 55% світових викидів ПГ, здадуть на зберігання в ООН свої ратифікаційні грамоти. Процес ратифікації Угоди відбувся неочікувано швидко: США і Китай – світові лідери за викидами ПГ – спільно оголосили про ратифікацію Паризької угоди під час саміту Великої Двадцятки. 4 листопада 2016 року Паризька Кліматична Угода набула чинності.

Паризька угода мала виправити прорахунки Кіотського протоколу. І основний недолік було враховано – угодою охоплено максимальну кількість країн-продуцентів викидів ПГ. Угоду підписали 195 країн, з яких 141 країна ратифікувала упродовж 2016 року. Це утричі більше, ніж було потрібно для набрання угодою чинності. Угоду вже ратифікували країни, в яких проживає 82% населення світу, і вони дають 87% світового ВВП та 83% світових викидів ПГ.

2016 року в столиці Руанди Кігалі представники більш ніж 150 країн підписали Угоду про скорочення використання гідрофторвуглецевих сполук, що використовуються у холодильних установках і кондиціонерах. Гідрофторвуглеці (ГФВ) є сильними ПГ, у десятки тисяч разів потужнішими, ніж вуглекислий газ. Виробники холодильників і кондиціонерів почали використовувати ГФВ після того, як було заборонено хлорфторвуглеці. Заміна спрацювала, але пізні-

ше з'ясувалося, що ГФВ затримують тепло в атмосфері у кілька тисяч разів ефективніше, ніж діоксид вуглецю. Викиди ГФВ незначні, але стабільно зростають на 10-15% щороку, оскільки попит на кондиționери збільшується, особливо в країнах, що розвиваються. До Угоди приєдналися й дві найбільші економіки світу, які водночас є найпотужнішими виробниками ПГ – США і Китай.

Підписання Паризької угоди є вагомим кроком до підвищення статусу проблеми зміни клімату та її визнання всіма державами-підписантами. Завдяки цьому нині широко обговорюються дуже актуальні фінансові питання про обов'язковість участі всіх країн у кліматичному фінансуванні; формування довгострокових кліматичних фінансів; відшкодування втрат внаслідок впливу на зміни клімату; проблеми Глобального екологічного та Зеленого кліматичного фонду та нарощування потенціалу кліматичного фінансування. Цілком очевидно, що ця робота триватиме у напрямі формування глобальної системи мотивації сталого низьковуглецевого розвитку.

Сучасні тенденції у світі такі: після чотирьох років помірної прогресу в 2018 році темпи переходу на низьковуглецеві технології сповільнилися до середнього показника з 2000 року. Незважаючи на значне зростання поновлюваних джерел енергії, розрив між метою Паризької угоди і поточним курсом продовжує зростати. У 2019 році світовий ВВП зріс на 3,7% – переважно завдяки зростанню економік Китаю, Індії та Індонезії на понад 5%. І хоча світова економіка стає більш енергоефективною, споживання енергії у 2018 році зросло на 2,9%. Поновлювані джерела енергії зростали найвищими темпами з 2010 року – на 7,2%, але все одно їх загальна частка становить менше 12%. Зростання попиту задовольняється переважно за рахунок викопного палива, що призвело до збільшення глобальних викидів ПГ на 2%. Це найшвидший ріст з 2011 року.

Вуглецева ємність світової економіки у 2018 році знизилася на 1,6%. Це менше половини рівня декарбонізації за 2015 рік (3,3%), коли було ухвалено Паризьку угоду. За таких темпів країни не зможуть досягти навіть своїх власних національних цілей, не кажучи вже про глобальну мету Угоди. Бо середній щорічний рівень декарбонізації для економік країн G20 становитиме 3% до 2030 року. Для обмеження потепління на 2°C швидкість декарбонізації має становити 7,5% щороку, в той час як для підтримки потепління до 1,5°C необхідна швидкість декарбонізації 11,3%. У 2019 році низка країн переглянули свої цілі щодо скорочення викидів вуглецю. У липні Великобританія пообіцяла скоротити викиди до нуля до 2050 року, ЄС також сигналізує про подібні наміри. Але шанси досягти цілі Паризької угоди продовжують зменшуватися.

Індекс низьковуглецевої економіки (The Low Carbon Economy Index, LCEI) відстежує темпи переходу в кожній з економік G20 і порівнює їх з національними цільовими показниками. Кращі показники у 2018 році мали Німеччина, Мексика, Франція та Італія, оскільки вони перевищили свої національні показники. Однак ці країни є скоріше винятком, ніж правилом – в інших країн G20 справи йдуть набагато гірше. Очолила Індекс низьковуглецевої економіки-2018 Німеччина зі ступенем декарбонізації 6,5%, яка зменшила споживання вугілля, нафти і природного газу та збільшила використання сонячної і вітрової енергії на 8,7%. Однак це скорочення викидів було частково обумовлено теплою погодою. Як і раніше, очікується, що країна не виконає поставлену на 2020 рік мету зі скорочення викидів на 40% порівняно з 1990 роком.

Іншими лідерами LCEI-2018 є Мексика, Франція, Італія і Саудівська Аравія, які скоротили свої викиди ПГ за одночасного зростання економіки. Рушійною силою декарбонізації Євросоюзу став перехід з вугілля на газ, особливо у Німеччині й Франції. Ціна на вуглець в ЄС різко зросла з менш €8 на початку 2018 року до €25 нині. Це змушує виробників ефективніше управляти «портфелями» викидів і сприяє відмови від виробництва електроенергії з вугілля. У червні 2019 року Великобританія стала першою великою економікою, що взяла на себе зобов'язання досягти нульових викидів до 2050 року. Великобританія вже має найвищий середній рівень декарбонізації серед усіх країн G20 – 3,7%. Однак темпи прогресу сповільнилися, тому для досягнення нульових викидів до 2050 року потрібно щорічне зниження вуглецевої ємкості на 9,7%.

Підсумовуючи, зазначимо, що у 2019 році увага до питань зміни клімату значно посилилася. Десять країн, включаючи Великобританію, Францію, Канаду та Ірландію, оголосили «кліматичну надзвичайну ситуацію». Великобританія стала першою великою економікою, яка законодавчо встановила мету нульових «чистих» викидів; кілька інших країн оголосили схожу політику.

На хвилі активізації світової гонки за обмеження глобального потепління у вересні 2019 року в Нью-Йорку відбувся черговий *саміт ООН з питань зміни клімату*. Країни презентували свої плани із подолання кліматичної кризи. Напередодні саміту понад 4 млн людей у більш ніж 160 країнах світу вийшли на *Глобальний кліматичний страйк*, щоб нагадати урядам про ми очікування амбітних рішень і реальних дій.

Про що говорили і що обіцяли учасники саміту, можна коротко представити так:

- ❑ 65 країн планують досягти нульових викидів до 2050 року.

- 70 країн оголосили про план покращити свої національно-визначені внески.
- Інвестиції у понад \$2 трлн буде спрямовано на вуглецево-нейтральні проекти.
- 130 банків (третина світового банківського сектору) пообіцяли узгодити свої інвестиції з Паризькою угодою та цілями сталого розвитку.

Великі країни-забруднювачі – Саудівська Аравія, США і Австралія – відмовилися від участі. Країни-найбільші забруднювачі, від яких очікували заяв – Китай, Індія і США – не зробили ніяких заяв або ж були недостатньо амбітні. Швеція, Данія і Німеччина взялися подвоїти свій внесок у Зелений кліматичний фонд. Декілька невеликих острівних країн, а також представники бізнесу, виступили з планами посилити свої цілі. Росія, яка підписала Паризьку угоду, на решті ратифікувала її. Тепер країн-підписантів, які досі не зробили цього, лишилося всього десять. Німеччина озвучила свої плани, серед яких:

- Υ Скоротити викиди на 55% до 2030 року і стати вуглецево нейтральною до 2050 року.
- Υ Закрити усі атомні електростанції до 2022, вугільні – до 2038 року.
- Υ Встановити ціну на викиди CO₂ для підприємств, які не покриває план ЄС з торгівлі викидами.
- Υ Подвоїти внески у Зелений кліматичний фонд для країн, що розвиваються.

Фінляндія заявила про плани стати вуглецево нейтральною до 2033 року, а у подальшому – «вуглецево негативною». Словаччина оголосила про плани закрити свої вугільні шахти. Ірландія планує встановити мораторій на пошук нових покладів нафти. Греція, попри сильну залежність від вугілля, оголосила про плани закрити усі електростанції на бурому вугіллі до 2028 року. Від імені групи зі 47 найменш розвинених країн пролунала заява про рух до нульових викидів у 2050 році. Велика Британія, яка уже оголосила про нуль викидів до 2050 року, зазначила, що планує подвоїти фінансову підтримку для країн, що розвиваються, за наступні 5 років. Однак Генеральний Секретар ООН підкреслив, що заявлених дій все одно не достатньо для втримання підняття глобальної температури у межах менше 1,5°C до кінця століття, тому «жодна вугільна станція не має бути побудована після 2020 року».

Отже, глобальну зміну клімату спричинено переважно антропогенними чинниками, що майже одноставно підтверджується кліматологами усього світу. Стрімке зростання викидів ПГ настільки пришвидшує зміну клімату, що життя не встигає до неї адаптуватися. Зміна клімату полягає не лише у зростанні температури, але й у аномальних погодних явищах, підвищенні рівня Світового

океану, зміні популяцій тварин і рослин та їх оселищ. Глобальне потепління на кілька градусів може призвести до зміщення кліматичних зон від екватору до полюсів, коли людям і всім живим істотам доведеться звикати до нового клімату. Також почастишають стихійні явища – циклони, посухи, пожежі, повені, урагани.

Різкі зміни температури повітря і збільшення частоти стихійних явищ призводять до появи нових інфекцій, руйнування систем водопостачання і каналізування, втрати доступу до питної води, зростання травматизму і смертності. Погіршується забезпеченість продовольством, зумовлена частими посухами, внаслідок чого щороку помирає близько 3,5 млн людей. Нестача води, необхідної для дотримання правил гігієни, як і її надлишок через часті зливи, сприяє поширенню інфекційних недуг. Дефіцит води позначається на кожній четвертій особі з десяти. Спека і посухи спричинюють поширення тривалих лісових пожеж, під час яких виділяються величезні обсяги вуглецю, що ще більше посилює загальні тенденції зміни клімату. Через підвищення рівня океану і затоплення прибережних територій стрімко збільшується кількість кліматичних біженців. Це, своєю чергою, посилює конкуренцію за воду, продукти харчування і заробітки, провокуючи виникнення локальних і регіональних конфліктів.

Для протидії наслідкам зміни клімату країни, регіони і окремі населені пункти розробляють стратегії адаптації до цих змін та реалізують свої проекти захисту від існуючих і потенційних наслідків. На посилення міжнародної протидії зміні клімату спрямована прийнята 2015 року Паризька кліматична угода. Після цього глобальна увага до зміни клімату значно посилилася. Низка країн, включаючи Великобританію, Францію, Канаду та Ірландію, оголосили «кліматичну надзвичайну ситуацію». Великобританія вперше оголосила мету нульових «чистих» викидів, інші розвинуті країни відмовляються від використання енергетичного вугілля. Багато країн світу актуалізують свої плани щодо подолання кліматичної кризи. Чи вдасться людству припинити глобальне перегрівання планети? Принаймні, варто докласти всіх зусиль.

Запитання і завдання для самоконтролю

1. Назвіть головні причини подвоєння середньої швидкості зростання глобальної температури після 1970 року.
2. Проаналізуйте антропогенний фактор зміни глобального клімату і наслідки, до яких це призвело і ще може призвести.

3. Яким секторам економіки належить найбільший внесок у посилення парникового ефекту атмосфери? Обґрунтуйте.
4. Які наслідки зміни клімату очікують різні суспільні групи, за оцінками Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату?
5. Назвіть міста, які постраждають найсильніше від підвищення рівня моря до 2050 року. Які з них вже відчувають на собі наслідки підйому моря?
6. Які підходи до розв'язання проблем, обумовлених підвищенням рівня моря, застосовуються в різних країнах? Наведіть приклади.
7. Назвіть і обґрунтуйте всі соціально-економічні наслідки, які прогнозовано матиме глобальне потепління не тільки для приморських країн.
8. Охарактеризуйте коротко вплив зміни клімату на здоров'я людини.
9. Назвіть захворювання, що виникатимуть внаслідок розширення ареалів існування деяких комах – носіїв інфекцій.
10. Які наслідки глобальної зміни клімату вже відбулися? Проаналізуйте.
11. У чому полягає найбільша небезпека тривалих лісових пожеж, спричинених зміною клімату?
12. Кого називають «кліматичними біженцями»? Чи зростатиме їх кількість найближчим часом і чому?
13. Розкрийте сутність адаптації до зміни клімату. Чи є шанс у людства повністю припинити зміну клімату?
14. Які міжнародні угоди щодо обмеження викидів у атмосферу парникових газів вам відомі? Чи мають вони практичний результат?

8 ГЛОБАЛІЗАЦІЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ ЖИТТЯ ЛЮДИНИ

*Якщо ми хочемо вижити, ми маємо зрозуміти
причину катастрофи, що наближається.*

Barry Commoner, американський еколог і громадський діяч

Предками людини, які першими почали виготовляти знаряддя праці близько 2,5 млн років тому, були представники роду Людина вміла (*Homo habilis*). Ці та наступні людиноподібні істоти функціонально вписувалися у структуру тих природних екосистем, в яких вони мешкали, і були пов'язані трофічними та іншими зв'язками з усіма їх компонентами. Після появи перших виробничих навичок і знарядь праці розпочалося формування якісно нових взаємовідносин людини та її природного оточення. Однак лише *Homo sapiens* започаткував історичні зміни в біосфері, які з часом стали загрожувати як стабільності біосфери, так і нормальному існуванню самої людини.

Нині людина володіє різноманітними засобами впливу на структурно-функціональну організацію біосфери та підпорядкованих їй екосистем. Це проявляється у вирубуванні лісів, відстрілі мисливських тварин, заготівлі лікарської сировини тощо. Людина здатна модифікувати або навіть перебудувувати регуляторні механізми екосистем, наприклад, схрещувати корисні види і формувати штучні популяції, змінювати домінуючі види в екосистемах. Крім цього, людина навчилася створювати штучні живі системи – рисові поля у степовій зоні, лабораторії для існування живих істот у космічному просторі. Але функціонувати ці системи можуть лише за умови підтримки з боку людини.

Прогресуючий процес освоєння природно-ресурсного потенціалу біосфери є закономірним і неминучим. Але для того, щоб людська популяція збереглася в умовах можливих біосферних змін, спричинених антропогенним тиском, людству необхідно сформувати для себе нову екологічну нішу. Процес управління біосферними явищами має включати три етапи: по-перше, формування цілей управління; по-друге, формування програми досягнення цілей управління; по-третє, створення механізмів зворотного зв'язку, що перешкоджатимуть прояву випадкових і непередбачуваних зовнішніх впливів.

Отже, з появою на планеті Земля біологічного виду найвищої організації – людини, з її розвитком, розмноженням, міграціями, адаптацією та небаченою активізацією діяльності у біосфері почали розвиватися процеси особливого, антропогенного характеру. Із самого початку поведінка людини у довкіллі стала відрізнятися від поведінки інших живих істот агресивністю. Людина була не рі-

вноправним співмешканцем у середовищі існування, а підкорювачем, насильником, жадібним споживачем, не здатним до самообмеження.

У ті часи, коли кількість людей на Землі була порівняно невеликою, а їх інтелектуальний і технічний потенціал – слабким, природа практично не відчувала на собі тиску людини, тому вона легко очищувалася і самовідновлювалася. Сотні тисяч років тому, в епохи палеоліту, мезоліту, для людської спільноти характерним було пристосування до природи, велика повага до неї, схиляння перед її силами та явищами. Люди збирали дари природи, виготовляли примітивні знаряддя праці, полювали, рибалили. Вплив людини на довкілля був мінімальним і практично не позначався на функціонуванні екосистем суші, а на екосистемі Світового океану людина не впливала взагалі.

Першого «удару» природі люди завдали, розпочавши інтенсивно розвивати землеробство, особливо коли для підготовки площ під сільськогосподарські угіддя стали випалювати тисячі гектарів лісу (пізній неоліт). Коли людина винайшла лук, спис та інші ефективні знаряддя вбивства, дуже швидко (можливо, за кілька тисячоліть) майже на усій планеті були винищені мамонти, шаблезубі тигри та інші великі тварини – саме тоді й почалася перша глобальна екологічна криза. З часом людська діяльність обернулася на могутню силу, здатну впливати на природу не лише у межах окремих районів і континентів, але й на планеті в цілому. Проте свого ставлення до природи, її ресурсів людина за тисячоліття не змінила, і це призвело до виникнення глобальної екологічної кризи.

8.1 Нехтування законами біосферно-суспільного розвитку

Серед загальних законів сучасної екології дуже важливим є *закон обмеженості ресурсів*, або іншими словами – «*на всіх не вистачить*». Йдеться про те, що в природі маса поживних речовин для всіх форм життя на Землі є кінцевою та обмеженою. Той факт, що природні ресурси планети не є невичерпними, є джерелом усіх форм конкуренції і антагонізму як у природі, так і в суспільстві. Пануюче раніше уявлення про наявність на Землі невичерпних ресурсів виявилось помилковим. В тих регіонах планети, де ресурси прісної води практично вичерпані, людей не дуже втішає те, що їх все ще чимало у Бразилії. Очевидно, що темпи забруднення повітря теж незабаром призведуть до вичерпання можливостей його природного самоочищення.

Отже, без порушення існуючої рівноваги не можна вилучати з біосфери більше 1% її речовинно-енергетичного потоку. У протилежному випадку будь-

яке обмеження зробить абсолютно неможливим сподівання на те, що у майбутньому людству пощастить поєднати збільшення власної чисельності з одночасним підвищенням якості життя. А для порятунку людей і стабілізації біосфери на тривалий час необхідне негайне припинення «демографічного вибуху» і свідоме обмеження потреб кожної людини до розумних меж.

Відомий американський біолог і еколог **Баррі Коммонер** (1917-2012) у своїй книзі «Коло, що замикається» (The Closing Circle) сформулював скорочений варіант законів екології (1971). Закони викладено у вигляді чотирьох афоризмів, а саме:

- *Все пов'язано з усім (Everything is connected to everything else)*. Існує одна екосфера для всіх живих організмів, і те, що впливає на одного, впливає на всіх інших.
- *Все має кудись діватися (Everything must go somewhere)*. У природі немає відходів, а також немає «геть», куди можна кинути речі.
- *Природа знає найкраще (Nature knows best)*. Людство створило технологію для вдосконалення природи, але така зміна природної системи, ймовірно, може завдати шкоди цій системі.
- *Не існує такого поняття, як безкоштовний обід (There is no such thing as a free lunch)*. Експлуатація природи неминуче призведе до перетворення ресурсів з корисних у непотрібні форми.



Фактично закони Коммонера – скоріше правила, якими мають керуватися люди в процесі природокористування. Розберемося в них детальніше. Перший закон «**Все пов'язано з усім**» звертає увагу на загальний зв'язок процесів і явищ у природі й людському суспільстві. За значенням він близький до закону внутрішньої динамічної рівноваги: зміна одного з показників системи зазвичай викликає структурно-функціональні кількісні та якісні зміни; при цьому сама система зберігає загальну суму речовинно-енергетичних властивостей.

Зв'язки в біосфері зазвичай реалізуються за принципами зворотного негативного зв'язку (наприклад, у системі «хижак – жертва»), прямих зв'язків, а також завдяки різноманітним взаємодіям. За рахунок цих зв'язків формуються гармонійні системи кругообігів речовини та енергії. Будь-яке втручання у збалан-

сований механізм біосфери викликає відповідь одразу за багатьма напрямками, що робить екологічне прогнозування надзвичайно складною справою.

Наприклад. У водній екосистемі кожна біологічна ланка характеризується своєю швидкістю реакції, яка залежить від інтенсивності метаболічних процесів і розмноження відповідних організмів. Для появи нового покоління риб необхідні декілька місяців, водоростей – декілька днів, бактерії-розкладачі здатні розмножуватися за декілька годин. Швидкість метаболізму цих організмів (тобто швидкість, з якою вони засвоюють поживні речовини, використовують кисень або продукують відходи життєдіяльності) пов'язана зворотною залежністю з їхніми розмірами. Отже, якщо швидкість метаболізму риби прийняти за одиницю, то для водоростей ця швидкість буде дорівнювати близько 100, а для бактерій – порядку 10 000 одиниць.

Для того, щоб уся циклічна система залишалася у рівновазі, необхідно, щоб загальна швидкість її внутрішніх процесів керувалася найбільш повільною ланкою, у даному випадку – ростом і метаболізмом риб. Будь-який зовнішній вплив, що прискорює частину циклу і тим самим примушує якусь одну частину циклу працювати швидше, ніж система у цілому, призводить до несприятливих наслідків. Наприклад, якщо система перебуває у рівноважному стані, кисень продукується водоростями і надходить з атмосфери. Припустимо, що швидкість надходження у систему органічних відходів різко підскочила (наприклад, за рахунок скидання стічних вод). Це примусить бактерій збільшити свою активність. В результаті швидкість споживання кисню бактеріями-редуцентами може перевищити швидкість його продукування водоростями та швидкість його надходження з атмосфери. Дуже швидко вміст кисню у воді наблизиться до нуля, і система загине.

Коммонер писав: «Все слідує з простого факту: все пов'язано з усім. Система стабілізується завдяки своїм динамічним властивостям; ці ж самі властивості під впливом зовнішніх навантажень можуть призвести до драматичної розв'язки; складність екосистеми та швидкість її кругообігу визначають ступінь навантаження, яке вона може витримати. Тобто невелике зрушення в одному місці може викликати віддалені, значні й довготривалі наслідки».

І природа, і суспільство перебувають у єдиній мережі системних взаємодій. Будь-яка зміна у природі, спричинена людиною, викликає цілий ланцюг наслідків – порушення однієї ланки цього ланцюга призводить до відповідних порушень у інших ланках. Біосфера Землі є рівноважною екосистемою, у якій всі окремі ланки взаємозалежні й доповнюють одна одну. Порушення якої-небудь ланки спричиняє зміни в інших ланках.

Другий закон «*Все має кудись діватися*» близький за своїм змістом до закону розвитку природної системи за рахунок навколишнього оточення. Цей закон є неформальним перефразуванням фундаментального закону фізики – ма-

терія нікуди не зникає. За аналогією із законом збереження маси речовини його можна вважати однією з найважливіших вимог раціонального природокористування. На відміну від суспільного виробництва, жива природа в цілому майже безвідходна – в ній немає сміття. Вуглекислий газ, який виділяють тварини як відходи дихання, є поживною речовиною для зелених рослин. Рослини «викидають» кисень, який споживають тварини та інші консументи. Органічні рештки тварин служать їжею для редуцентів. А відходи останніх (неорганічні речовини – азот, фосфор, вуглекислий газ) стають поживою для водоростей. Тобто в природі продукти життєдіяльності одних організмів є «сировиною» для інших. Це означає високий ступінь замкнутості кругообігу речовини в біосфері.

На прикладі біотичного кругообігу добре видно, як продукти життєдіяльності одних організмів стають джерелом існування для інших. Людина поки ще не створила такого гармонійного кругообігу в своїй господарській діяльності. Будь-яке виробництво постійно виробляє принаймні дві речі – необхідну продукцію та відходи. Відходи самі собою нікуди не зникають: вони нагромаджуються на звалищах, спалюються а в кращому випадку – частково залучаються у новий соціальний кругообіг речовин. Технологічні відходи суспільства зазвичай «не вписуються» у природні екосистеми, а лише забруднюють і засмічують їх. Зважаючи на величезні обсяги виробленого людством сміття, можна впевнено стверджувати, що будь-яке забруднення природи повертається до людини у вигляді «екологічного бумеранга».

На тлі зростання кількості необроблених відходів народжуються різні «інноваційні» проекти їх утилізації. Наприклад, пропонується розміщувати радіоактивні відходи у Космосі, на інших планетах, навіть відправляти їх на Сонце. На щастя, у цих проектів є величезна кількість опонентів. Тому що другий закон Коммонера ніхто не скасовував. Людство поки ще навіть не уявляє, якими руйнівними можуть бути наслідки «екологічного бумеранга» у випадку спроби «забруднити» Сонце. Але краще навіть не намагатися. Отже, ніщо у природі не зникає, а лише переходить із однієї форми існування матерії в іншу.

Третій закон Коммонера «*Природа знає найкраще*» вказує на те, що за відсутності абсолютно достовірної інформації про механізми і функції природи, люди майже неминуче зашкодять природним екосистемам. Коммонер для кращого розуміння цього закону проводив аналогію: коли людина, незнайома з пристроєм годинника, бажає його налагодити, годинник навряд чи запрацює. Тобто будь-яка спроба наугад змінити будь-що приречена. Закон Коммонера у цьому випадку можна перефразувати так: «годинникар знає найкраще». Іншими

словами, подібно годиннику, природу під впливом випадкових непрофесійних дій майже напевно буде зруйновано.

«Живе складається з багатьох тисяч різноманітних органічних сполук, – писав Б. Коммонер, – і часом здається, що принаймні деякі з них можуть бути поліпшені, якщо їх замінити якимось штучним варіантом природної субстанції. Третій закон екології стверджує, що штучне введення речовин, які не існують у природі, а створені людиною і беруть участь у живій системі, швидше завдаватиме шкоди». Для будь-якої органічної субстанції, виробленої живими істотами, у природі завжди існує фермент, здатний цю субстанцію розкласти. Тому, коли людина синтезує нову органічну сполуку, яка за структурою значно відрізняється від природних речовин, цілком імовірно, що для неї немає розкладального ферменту, і ця речовина накопичуватиметься у природі.

Цей закон закликає до обережності у взаємовідносинах з природою. Нездарма сам Коммонер за два роки доповнив формулювання цього закону: *«Природа знає найкраще, що робити, а люди мають вирішувати, як зробити це найліпше»*. Людство пройшло набагато коротший шлях розвитку, ніж біосфера Землі. За багато мільйонів років існування біосфери повністю сформувалися механізми її функціонування. Необдумане, безвідповідальне втручання людей у природу може привести (і призводить) до знищення окремих зв'язків між ланками екосистем та неможливості їх повернення до попереднього стану. Людина, самовпевнено бажаючи «поліпшити» природу, порушує хід природних процесів. В природі все ідеально доцільне і функціональне, адже в неї було достатньо часу, щоб відкинути недосконалі варіанти і залишити тільки вивірені.

Наприклад. У 1991 році група американських дослідників проводила експеримент, що дістав назву «Біосфера-2». В пустельному районі штату Аризона було споруджено комплекс ізольованих від зовнішнього середовища приміщень зі скляним дахом і стінами (ззовні надходила тільки сонячна енергія). У кожному з цих приміщень створили п'ять з'єднаних одна з одною екосистем: вологий тропічний ліс, савана, пустеля, болото і море (басейн завглибшки 8 м з живим кораловим рифом).

Комплекс «оранжерей», повністю ізольованих від навколишнього середовища (навіть атмосферного повітря) зайняв близько 1,5 га, об'єм атмосфери – близько 204 тис м³ повітря (Рис. 80). У «Біосферу-2» було переселено 3800 представників фауни і флори, причому основним критерієм їхнього відбору була користь, яку вони могли приносити людям (споживатися як їжа, очищувати повітря, давати ліки тощо). Туди ж було внесено й техносферу, що мала житлові й робочі приміщення, розраховані на вісім чоловік, спортзал, бібліотеку, город і численне технічне обладнання (дощувальні уста-

новки, насоси для циркуляції води й повітря, комп'ютер із безліччю датчиків, який мав вести моніторинг життєво важливих параметрів комплексу).



Рис. 80. Зовнішній вигляд «Біосфери-2»

Ця штучно створена замкнута біосфера була першою масштабною спробою моделювання процесів, що відбуваються у природних екосистемах Землі. На думку авторів проекту, отримані в ході експерименту результати могли б стати у нагоді під час тривалих космічних перельотів. Метою експерименту, розрахованого на два роки, було створення замкненої екосистеми, своєрідної міні-біосфери, яка б функціонувала на основі самозабезпечення і була незалежною від «Біосфери-1» (так автори називали біосферу Землі). До цієї міні-біосфери мала б органічно увійти міні-техносфера разом з дослідниками. Автори мріяли досягти штучно підтримуваного у системі гомеостазу, тобто стабільності основних життєво важливих параметрів (температури, вологості тощо). Відходи біоти однієї екосистеми мали слугувати ресурсами для іншої. Проект був покликаний здійснити (хай і у невеликому масштабі) мрію В.І. Вернадського про перехід до управління людиною всіма процесами в біосфері.

Експеримент закінчився невдало: менш як за півроку дослідників евакуювали з «Біосфери-2» назад, до рідної «Біосфери-1». Бажаного керування процесами та збалансованості техносфери і «Біосфери-2» досягти не змогли; більше того, основні параметри системи, зокрема вміст у повітрі вуглекислого газу, склад мікроорганізмів у ґрунті тощо, вийшли з-під контролю. Коли вміст CO_2 в повітрі досяг небезпечного для здоров'я людей рівня і ніяким чином знизити його не вдалося, експеримент мусили припинити.

Однією з головних проблем виявилось те, що рослини не змогли виробляти необхідну кількість кисню. Вміст кисню в атмосфері «Біосфери-2» знизився з 21 до 15%, в результаті довелося підкачувати кисень із зовнішнього середовища. Другою проблемою була нестача їжі: площі агроценозів «Біосфери-2» виявилось недостатньо, щоб забезпечити вісім чоловік їжею у достатній кількості. Довелося збільшити щільність засіву зернових, а також висадити у тропічному лісі банани і папайю. Третьою проблемою стало неконтрольоване зростання чисельності комах-шкідників. Харчові ланцюги штучних екосистем «Біосфери-2» виявилися неповними, і чисельність шкідників за відсут-

ності хижаків почала неухильно зростати. У ізольованих від зовнішнього середовища умовах використання інсектицидів для боротьби з комахами-шкідниками невиправдане, оскільки процеси самоочищення у таких невеликих екосистемах проходять дуже повільно, а це означає неминуче отруєння хімікатами усіх мешканців, включаючи людей. Довелося збирати шкідників вручну, а також розводити їхніх природних ворогів.

Пустельний біом проіснував недовго. Вранці волога конденсувалася на скляному даху «Біосфери-2» і штучним дощем випадала вниз. Через деякий час після початку експерименту пустеля стала заростати травою. Відсутність вітру згубно позначалася на деяких видах деревної рослинності. Через відсутність тиску вітру на стовбур і гілки дерев, тканини деревини виявилися недостатньо розвиненими. В результаті стовбури і гілки ставали крихкими і ламалися під тяжінням власної ваги. Величезні п'ятиметрові дерева у «джунглях» пали, ламаючи усе навколо (Рис. 81). Стоки у рибних ставках забилися, і риби ставало все менше. Через зростання кислотності «океану» гинули корали.

Експеримент провалився. З 1996 р. «Біосфера-2» перебувала у віданні Колумбійського університету, який продовжував дослідження, але вже без участі людей. Деякі біоми науково-дослідного комплексу були доступні для екскурсантів. А 2005-го «Біосфера-2» була виставлена на продаж.



Рис. 81. Крах експерименту «Біосфера-2»

Крах експерименту «Біосфера-2» наочно довів, що повна збалансованість усіх процесів, кругообіг речовин та енергії, підтримання гомеостазу можливі лише у масштабах планети, де ці процеси відпрацьовувалися протягом багатьох мільйонів років. І ніякі комп'ютери не спроможні перебрати на себе керівництво системою, складність якої набагато вища за їхню. Підтвердилася також справедливність принципу, сформульованого американським математиком Джоном фон Нейманом: «Організація системи нижче від певного мінімального рівня призводить до погіршення її якості».

Отже, зусилля людства мають бути спрямовані на збереження справжньої біосфери – складної, збалансованої системи, стійкість якої нині порушується людиною. Необхідно намагатися не перебирати на себе керівництво біосферою, а діяти так, щоб «не заважати природі», яка, за законом Б. Коммонера, «знає найкраще». Людство має навчитися жити у гармонії з природою.

Четвертий закон *«Не існує такого поняття, як безкоштовний обід»*, або *«За все треба платити»* Коммонер роз'яснював так: «... Глобальна екосистема є єдиним цілим, у межах якого нічого не може бути виграно або втрачено: все, що було витягнуте з неї людською працею, має бути відшкодовано. Платежу за цим векселем не можна уникнути; він може бути тільки відстрочений. Нинішня криза навколишнього середовища говорить лише про те, що відстрочка дуже затягнулася. Ми розімкнули коло життя, перетворивши його у незліченні цикли, у лінійні ланцюги штучних подій».

Четвертий закон стверджує: природні ресурси не нескінченні. Людина у процесі своєї діяльності бере у природи «в борг» частину її продукції, залишаючи під заставу відходи і сміття, яким не може чи не хоче запобігти. Цей борг зростатиме доти, доки існування людства не опиниться під загрозою, і люди сповна не усвідомлять необхідність усунення негативних наслідків своєї діяльності. А це потребуватиме дуже великих затрат, які й стануть сплатою «боргу». Дійсно, бездумна експлуатація природних благ грозить розплатою, що прийде рано чи пізно.

За даними сайту The World Counts, якщо історію Землі втиснути в один рік, вийде, що сучасна людина існує 37 хвилин і витратила третину природних ресурсів планети за останні 0,2 секунди. Суспільство споживання виходить з-під контролю. Населення Землі зростає щосекунди, пришвидшуючи перетворення ресурсів на відходи. Щороку з надр планети вилучається 55 млрд т вичерпаного палива, металів і мінералів – майже 10 т на кожну людину. Також людство щороку викидає 2,12 млрд т відходів.

На сучасному етапі розвитку науки і техніки людство, здається, вже менше залежить від природи. Але залежність ця зберіглася, і не просто зберіглася, а ускладнилася, бо змінилася тільки відносна роль законів природи. Людство, як і раніше, залежить від енергетичних, мінерально-сировинних, біологічних, водних та інших природних ресурсів. Тому закони екології Баррі Коммонера, так само, як усі інші дуже важливі закони функціонування і розвитку об'єктивної реальності, слід враховувати у своїй повсякденній діяльності.

8.2 Межі зростання в умовах глобалізації

*Економіка є дочірньою компанією
навколишнього середовища, а не навпаки...*

Герман Е. Дейлі, американський еколого-економіст

Як вже було вказано у розділі 5, глобалізація передбачає всесвітню економічну, політичну і культурну інтеграцію та уніфікацію. Настання епохи глобалізації економіки вперше було проголошено у колективній доповіді Римському клубу «Межі зростання» (The Limits to Growth, 1972). Все почалося з того, як у 1970 році Римський клуб запропонував Деннісу Медоузу, тоді ще нікому не відомому асистенту Масачусетського технологічного інституту, очолити групу з розроблення моделі світового розвитку. Ця модель мала показати, що станеться у світі, якщо збережуться існуючі на той момент тенденції зростання населення, промислового і сільськогосподарського виробництва, нераціонального використання природних ресурсів, забруднення навколишнього середовища.

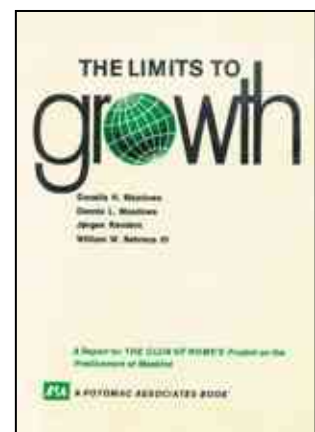


Д. Медоуз

Д. Медоуз блискуче вирішив поставлені перед ним завдання, і вже 13 березня 1972 року в Вашингтоні було вперше представлено колективну працю «Межі зростання. Доповідь Римському клубу».

Висновки, зроблені в книзі, змушували задуматися про майбутнє Землі. За прогнозом Медоуза і його колег, людство впевнено йшло назустріч катастрофі, уникнути якої неможливо, не прийнявши заходи з обмеження зростання виробництва і зміни критеріїв прогресу. Книга попереджала про те, що матеріальний ріст не може тривати до нескінченності в межах фізично кінцевої планети, та вимагала відмовитися від збільшення кількості (зростання) на користь якості (розвитку). При цьому зростання не обов'язково призведе до колапсу. Колапс стане наслідком зростання, лише якщо воно вийде за межі, збільшить попит на джерела ресурсів і поглиначі викидів та перевищить рівні, які можуть підтримуватися планетою.

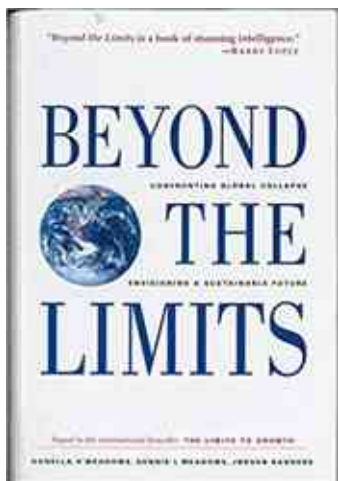
У 1972 році авторам здавалося, що людство та економіка перебувають на рівні, значно нижчому за межі екологічних можливостей планети. Моделюючи довготермінові варіанти розвитку світової економіки, вони вважали, що простір для безпечного зростання все ще є. Тоді це мо-



гло бути правдою, проте 20 років потому – вже ні. Протягом короткого часу книга розійшлася накладом близько 4 млн примірників та надалі була перекладена більш ніж 35 мовами.

У 1992 році, в 20-ту річницю першої публікації, співавтори «Меж зростання» Донелла Медоуз, Денніс Медоуз і Йорген Рандерс представили нову працю «Поza межами» (Beyond the Limits). Вони вивчили статистичні дані за основними глобальними тенденціями за період з 1972-1992 років і порівняли ці дані з прогнозами, зробленими у 1972 році. Було виявлено незначні розбіжності, які потребували лише восьми невеликих змін у сотнях рівнянь і коефіцієнтах початкової моделі.

«Поza межами» є продовженням ідеї зупинки матеріального зростання і переходу до сталого суспільства. Так само, як колись аграрна, а потім промислова революції змінили спрямованість розвитку людської цивілізації, так і за-



раз, на переконання авторів, людство очікує Екологічна революція, яка має змінити пріоритети і ціннісні орієнтири. Але є важливі відмінності у цих трьох революціях: якщо перша, аграрна, тривала тисячі років, друга, промислова, – сотні років, то для Екологічної революції людству відпущено всього якесь десятки років, тобто життя двох-трьох поколінь людей. У людства дуже мало часу, і чим швидше люди це зрозуміють, тим менше ймовірність вийти за межі стійкості систем підтримання життя на планеті.

Однак книжка 1992 року містила одне важливе відкриття: автори припустили, що людство вже вийшло за межі підтримуючої спроможності Землі. Це припущення було настільки важливим, що його вирішили відобразити у назві видання. Уже на початку 1990-х рр. почало з'являтися усе більше доказів, що людство рухається вглиб «території несталості». Наприклад, повідомлялося про катастрофічні темпи вирубування тропічних дощових лісів, виникали припущення, що виробництво зернових культур не встигає йти у ногу зі зростанням чисельності населення, дехто говорив про глобальне потепління, ширилася стурбованість з приводу нещодавно утворених озонових дір у стратосфері. Однак для більшості людей це все одно не було підтвердженням факту, що людство перевищило межі екологічних можливостей довкілля. Автори ж стверджували, що на початок 1990-х виходу за межі уже не можна було уникнути за допомо-

гою мудрої політики. Адже він став реальністю. Тепер головним завданням є повернення світу назад до «території сталості».

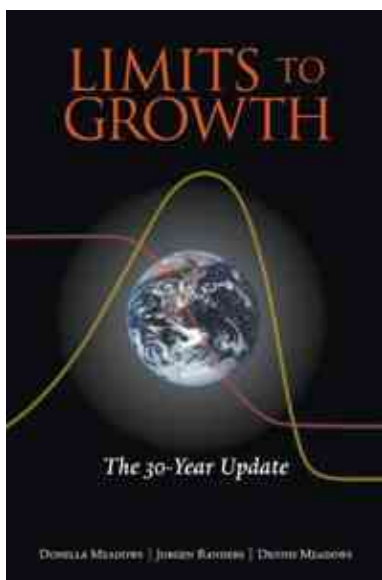
Подіями наступних років підтверджено висновки, зроблені Медоузом і колегами у другій книжці, про перебування світу в режимі виходу за межі. Виявилось, що глобальне виробництво зерна на душу населення досягло піку ще у середині 1980-х років. Перспективи значного збільшення обсягів вирощування морської риби зникли. Збитки через стихійні лиха зростали, а в діях щодо розподілу прісної води та викопних копалин підвищувалася напруга і навіть конфліктність. США та інші провідні країни продовжували збільшувати викиди ПГ всупереч підтвердженим науковим і метеорологічним даним про зміну глобального клімату під впливом людської діяльності. У багатьох регіонах відбувся економічний спад. 54 нації, що становлять 12% населення світу, переживали зниження ВВП на душу населення протягом більше десяти років у період з 1990 по 2001 роки.

Наступне десятиліття забезпечило людство новою термінологією та новими кількісними показниками для обговорення виходу за межі. Швейцарський дослідник Матіс Вакернагель (Mathis Wackernagel) із колегами виміряли «*екологічний відбиток*» людства та порівняли його з «*екологічними можливостями*» планети. Вони визначили екологічний відбиток як територію, необхідну для забезпечення ресурсами (зерно, корм, деревина, риба і урбанізована територія) та поглинання викидів (вуглекислий газ). Зіставивши це з доступною територією, Вакернагель зробив висновок, що використання людством ресурсів на той момент перевищувало екологічні можливості планети приблизно на 20%. Згідно з цими розрахунками, востаннє людство було на сталому рівні у 1980-х роках. На жаль, екологічний відбиток людства надалі зростає, попри прогрес у технологіях та інституціях. Це стає все більш серйозною проблемою, адже людство вже знаходиться на території несталості. Та загальна обізнаність щодо цього скрутного становища неймовірно обмежена. Здобуття підтримки для зміни державної політики, що могло б обернути поточні тенденції та повернути екологічний відбиток на рівень, який не перевищує довготривалі екологічні можливості планети, вимагатиме дуже багато часу.

Глобальні виклики можна сформулювати просто: щоб досягнути сталості, потрібно підвищити рівень споживання у бідних країнах світу, одночасно знизивши загальний екологічний відбиток людства. Для цього необхідні технологічний прогрес, зміна поведінки людей та ширший горизонт планування, а також більші повага, турбота та обмін поза межами політичних кордонів. Навіть

за найкращих умов на це підуть десятиліття. Жодна сучасна політична партія не отримала великої підтримки під подібну програму, особливо серед багатих і впливових, які могли б забезпечити простір для зростання добробуту бідних, скоротивши власний екологічний відбиток. Тим часом глобальний екологічний відбиток кожного дня збільшується.

2004 року було опубліковано результати оновленого дослідження «Межі зростання: 30 років потому» (Limits to Growth: The 30-Year Update), що базуються на останніх даних про тенденції розвитку людської цивілізації, удосконаленій моделі й новітній методології системної динаміки. 2005 року Денніс Медоуз презентував нову книгу на зборах Римського клубу. Основною метою третьої книги є підкріплення раніше опублікованих аргументів даними та прикладами, що з'явилися протягом минулих трьох десятиліть. За той час автори



отримали у своє розпорядження безліч нових фактів, розробили складніші математичні моделі, а прогрес інформаційних технологій надав їм величезні обчислювальні потужності.

Як і в першій книзі, головною ідеєю є обмеження можливостей біосфери задовольнити всі потреби швидкого зростання показників світового розвитку. При цьому автори просять не сприймати їх дослідження як намагання передбачити майбутнє, бо вони лише пропонують різні сценарії розвитку. Основні тези третьої книги зводяться до аналізу причин досягнення меж зростання за одними показниками (наприклад, у виробництві сільськогосподарської продукції на душу населення) та перспектив наближення до цих меж – за іншими показниками. Розглядаються недосконалі економічні механізми регулювання, не здатні управляти розвитком у глобальних масштабах. А також причини неспроможності урядів організовано протистояти погіршенню ситуації та сприяти переходу до сталого розвитку.

Основних причин виходу за межі три, незалежно від масштабу явища – від особистого рівня до планетарного. По-перше, це зростання і занадто швидкі зміни. По-друге, завжди існує якесь обмеження, за яким функціонування системи перестає бути безпечним. По-третє, між подією і реакцією на неї часто буває запізнювання, до того ж не завжди ця реакція інтерпретується так, щоб повернути систему в допустимі межі. Тобто вихід за межі стає наслідком трьох чин-

ників: стрімких змін; наявності меж, за які ці зміни не мають виходити; помилок в управлінні змінами.

Іноді з'являється ризик виходу за межі з катастрофічними наслідками. Третя книга саме про це. Вихід за межі може відбуватися двома можливими шляхами. Перший з них – крах в тій чи іншій мірі. Другий – усвідомлена корекція, обережне пом'якшення напруженості. Другий варіант поки що можливий, і він може привести до сталого і справедливого майбутнього для всіх людей світу. Якщо не провести серйозну корекцію найближчим часом, крах буде неминучий, причому ще за життя нинішнього покоління.

Варіантів можливого майбутнього існує безліч. Це може бути різкий спад і катастрофа, а може бути поступовий перехід до самопідтримки. Серед варіантів немає тільки одного: нескінченного зростання у обмеженому просторі, бо планета має фізичні межі. Єдиний реально можливий шлях – приведення потоків, які забезпечують існування людини, у відповідність з допустимими рівнями. Якщо цього не зробити, людство швидко відчує брак продовольства, сировини та енергії, а навколишнє середовище стане непридатним для проживання.

Рушійною силою, першою причиною виходу за межі є експоненційне зростання, тобто прискорення, швидка зміна. Зростання здається необхідним для того, щоб покінчити з бідністю. Але це не так. Зростання зовсім не означає зникнення злиднів. Навпаки, сучасні типи зростання підтримують злидні й лише збільшують прірву між багатими і бідними. Позбутися злиднів можна тільки тоді, коли результати зростання діставатимуться тим, хто найбільше їх потребує. В існуючій світовій системі економічне зростання зазвичай відбувається в країнах, які вже і так багаті, а його результати дістаються найбагатшим людям.

Третя книга серії «Межі зростання» надає детальну інформацію про межі швидкості, з якою можуть споживатися ресурси і наповнюватися відходами стоки, щоб при цьому не завдавати шкоди людям, економіці та процесам самовідновлення і саморегуляції екосистем планети. Саме з планети людство бере сировину і енергію. Залишки сировини йдуть на переробку або перетворюються на відходи і забруднювачі, а енергія розсіюється у вигляді тепла в навколишньому середовищі. Потoki речовини і енергії з планетарних джерел проходять крізь економічну підсистему та спрямовуються у планетарні стоки, де й залишаються у вигляді відходів або забруднювачів. Безвідходні технології можуть істотно зменшити їх утворення на одиницю продукції, але не виключити повністю. А їжа, чиста вода, енергія, житло тощо завжди будуть потрібні людям.

Для відновлюваних ресурсів стійка швидкість використання не може перевищувати швидкість їх самовідновлення. Для невідновних ресурсів швидкість споживання не може перевищувати стійкої швидкості, з якою для заміщення ресурсу може бути використаний інший, відновлюваний ресурс. Наприклад, витрачання запасів нафти будуть стійкими за умови, що частина доходів від цього систематично направлятиметься на посадку дерев, розвиток вітряних, сонячних чи інших потужностей. Тоді до моменту, коли запаси нафти вичерпаються, вже буде готова адекватна заміна на основі відновлюваних ресурсів. Для забруднювальних речовин стійка швидкість виникнення не може перевищувати швидкість, з якою забруднювач може бути розкладений, поглинений або перероблений без шкоди для природного середовища. Наприклад, стічні води можуть бути скинуті в річку тільки за умови, якщо бактерії й інші організми зможуть впоратися з цим потоком без порушення рівноваги водної екосистеми.

Джерела ключових ресурсів планети поступово виснажуються. Стоки з відходами заповнюються, а в деяких випадках вже переповнені. Підтримувати більшість потоків таких масштабів тривалий час неможливо, тим більше, якщо вони ще зростуть. Однак такі величезні рівні споживання зовсім не є необхідними. Антропогенне навантаження на довкілля вже перевищує рівні стійкості, їх неможливо зберегти такими високими протягом життя більше одного-двох поколінь.

За оцінками ЮНЕП, протягом минулого тисячоліття люди перетворили близько 2 млрд га родючих земель на пустирі, де землеробство неможливе. За даними ООН, процеси деградації земель охоплюють приблизно 29% світової землі, де проживає 3,2 млрд людей. Ключовим ресурсом, який неможливо замінити, є вода. Межі її використання накладають обмеження на інші потоки – продовольства, енергії, живої природи, які також можуть обмежити кількість або якість води. В більшості водних басейнів межі, без сумніву, вже перевищено. Знов таки, за даними ООН, більше 2 млрд людей живуть в країнах з постійною нестачею води та близько 4 млрд чоловік відчувають гострий дефіцит води протягом щонайменше одного місяця на рік. Дефіцит води та її забруднення спричинюють виникнення проблем зі здоров'ям, обмежують розвиток країн і завдають шкоди екосистемам. Якщо людство дозволить прогресувати зміні клімату, можуть змінитися гідрологічний цикл, океанічні течії, розподіл і кількість опадів, ефективність систем зрошення та вартість доставки води. Отже, стає використання води неможливе без стабільності клімату.

Автори книги прогнозують повне зникнення незахищених первинних лісів протягом найближчих 95 років, якщо зведення лісів постійно відбуватиметься зі швидкістю 20 млн га щороку. Якщо швидкість зникнення лісів зростатиме експоненційно, наприклад, відповідно до швидкості росту населення в тропічних країнах (близько 2% щороку), то незахищені ліси повністю зникнуть через 50 років. Хоча в останні роки світове співтовариство демонструє значне занепокоєння проблемою зникнення лісів, це поки що не призвело до помітного уповільнення швидкості їх зведення. Сумарне споживання деревини на всі цілі – виробництво будматеріалів, паперу, навіть на дрова – розширюється з року в рік.

Важливим джерелом підтримання життя і економіки є біологічні види, які не мають ринкової цінності. Індекс живої планети (Living Planet Index) визначає стан світової біоти та значною мірою має відношення до поширеності лісів, доступності прісної води тощо. Зокрема, в останньому звіті Всесвітнього фонду дикої природи (з урахуванням цього індексу) наведено втрати світового біорізноманіття за період 1970-2014 рр.: популяції птахів, ссавців, риб, рептилій і земноводних зменшилися в середньому на 60%. Неоціненний щоденний внесок біоти в життя людства позначають терміном «екосистемні послуги», серед яких такі головні:

- очищення повітря і води;
- поглинання і накопичення води, пом'якшення посух і повеней;
- розкладання, нейтралізація і зв'язування відходів;
- відновлення в ґрунті поживних речовин;
- запилення;
- розсіювання насіння і розподіл поживних речовин;
- пом'якшення температурних перепадів; часткова стабілізація клімату;
- підтримання генетичного фонду і біорізноманіття тощо.

За останні 30 років світ втратив значну частину функцій (послуг) екосистем, що, як і раніше, дуже складно оцінити. Ніхто не знає, скільки всього на планеті видів, і ніхто не може сказати точно, скільки їх втрачено. Немає сумніву тільки в тому, що ці втрати швидко збільшуються. Підрахунок втрат видів не може бути методом оцінки стійкості біосфери, оскільки ніхто не знає, де знаходиться межа. Так само невідомо, скільки видів і які з них зникатимуть в майбутньому, та чи не призведе це до остаточного руйнування біосфери. Масштабне втручання в природу може викликати ланцюг негативних наслідків по всьому

світу, включаючи непередбачувані зміни ключових екосистем, будову й динаміку яких людство до кінця не розуміє.

Також у книзі дається вичерпний аналіз обмежень на використання людством різних невідновних ресурсів планети. Ресурс – поняття, яке описує сумарну кількість певної речовини в земній корі; запас – поняття, що визначає розвідану або передбачувану кількість речовини, яку потенційно можна видобути і використати за прийнятною ціною, застосовуючи відповідні технології. Ресурс неминуче зменшується, в той час як запаси деякий час можуть збільшуватися, якщо геологічна розвідка відкриває нові родовища, якщо зростають ціни на корисні копалини, якщо удосконалюються технології. Тому висновки щодо ресурсів, які ґрунтуються на наявних запасах, не є достовірними.

Оскільки видобуток корисних копалин призводить до зменшення обсягів розвіданих запасів, людству доводиться вкладати кошти в розвідку нових родовищ. Однак можливості відкривати нові родовища обмежені, адже сумарні кількості викопного палива на планеті кінцеві, й вони не поновлюються. Обсяг ще не відкритих запасів може бути величезним, але він не нескінченний і не відновний. Спалювання викопного палива призводить до появи забруднень, які потрапляють в біогеохімічну систему планети, де забруднення або розкладаються, або отруюють навколишнє середовище.

Коли на перший план виходить проблема зміни клімату, визначального значення набувають стоки. На планеті стільки запасів вугілля, що його використання буде обмежено нездатністю планети прийняти таку кількість діоксиду вуглецю. Використання нафти може бути обмежено з обох кінців схеми: спалювання нафти призводить до утворення парникових газів та інших забруднювачів, а запаси витрачаються так швидко, що виснажаться першими з усіх видів викопного палива. Багато хто вважає, що основним ресурсом для виробництва енергії стане газ, який замінить всі інші невідновні ресурси, доки не з'являться альтернативні, стійкі джерела енергії.

У 2000 р. показник запас / видобуток для природного газу дорівнював 65 років. Тобто, якщо розвідані запаси витратимуться з тією ж швидкістю, що і в 2000 р., запасів вистачить до 2065 року. Така екстраполяція неправильна, щонайменше, з двох причин: по-перше, відкриття нових родовищ в розрахунках не враховано; по-друге, споживання газу з 2000 р. постійно збільшується. Тому правильніше було б почати з оцінки ресурсів газу, тобто суми розвіданих і нерозвіданих запасів. Якщо обсяги споживання залишаться такими ж, як у 2000 році, газові ресурси поступово виснажуватимуться. Їх вистачить на 260 років.

Але якщо споживання газу продовжить зростати приблизно на 2,8% щороку, то ресурс витрачатиметься експоненційно та виснажить не до 2260-го, а до 2075 року. Тобто його вистачить не на 260 років, а тільки на 75.

Якщо середній вміст металу в руді зменшується з 8 до 3%, відбувається різке збільшення кількості порожньої породи у розрахунку на тону кінцевої продукції. З часом вартість видобування і наступного перероблення відходів перевищує вигоду від отримання металу. Чим менше металу міститься в руді, тим більше первинної сировини доводиться витягувати з надр і переробляти для відділення порожньої породи. Зростання кількості відходів практично збігається зі збільшенням кількості енергії, необхідної для виробництва кожної тони кінцевої продукції. Виснаження металевих руд призводить до прискорення виснаження викопних видів палива і до збільшення навантаження на навколишнє середовище.

Однією з найскладніших проблем є стоки для забруднень і відходів. Кращі результати отримано у боротьбі з тими забруднювачами, вплив яких людина відчуває на собі безпосередньо, бо це зазвичай привертає політичну увагу. Найважче керувати такими забруднювачами, як ядерні відходи, отрутохімікати і речовини, що загрожують глобальним біогеохімічним циклам (наприклад, парникові гази).

У книзі за допомогою комп'ютерного моделювання детально описано динаміку зростання в кінцевому світі. Метою створення моделі «World3» було представити можливі сценарії поведінки світової економіки, коли на неї впливатимуть межі потенційної ємності планети. Моделювання мало дати відповідь на ключове питання: як зростаюча чисельність населення і фізичний капітал взаємодіятимуть з обмеженою потенційною місткістю Землі (її межами стійкості) у найближчі десятиліття і чи можна домогтися, щоб людська діяльність вписувалася в ці межі?

Якщо потенційна ємність – це межа, то будь-яка популяція, що вийшла за межі, не може стійко існувати. Якщо чисельність популяції перевищує потенційну ємність, це призводить до виснаження екосистеми, в якій існує популяція. Якщо можливо відновлення екосистеми, таке виснаження буде тимчасовим, поправним. Якщо ж відновлення неможливе або воно триває століття, така деградація є незворотною. Виникає низка питань, на які автори книги намагаються дати відповіді. З огляду на те, що навантаження світового населення (екологічний відбиток) вже перевищує потенційну ємність планети, чи може сучасна політика привести до відносно спокійних, упорядкованих коливань, не прово-

куючи різкого зниження чисельності населення і занепаду економіки? Або світове співтовариство чекає глобальна катастрофа? Якщо катастрофа можлива, то коли? Що слід зробити, щоб зменшити масштаби катастрофи, мінімізувати її соціальні та екологічні наслідки? Ці питання належать до загальних схем поведінки, а не до точних умов майбутнього.

У стандартному налаштуванні моделі «World3» за замовчуванням встановлено наступні межі для джерел і стоків (поглиначів):

- ☞ Невідновлювані ресурси – мінеральна сировина, метали і викопне паливо.
- ☞ Оброблювані землі – території, які використовуються для ведення сільського господарства всіх типів.
- ☞ Продуктивність земель – здатність ґрунтів підтримувати зростання рослинності, поєднуючи такі фактори, як поживні речовини, потужність ґрунтового шару, вміст вологи, кліматичні умови і структура ґрунту.
- ☞ Урожайність з одиниці площі – залежить від продуктивності земель, забруднення повітря, інтенсивності промислових технологій.
- ☞ Здатність Землі поглинати і розкласти забруднення – сукупний ефект від процесів, які розкладають або перетворюють стійкі токсичні сполуки на нешкідливі речовини. Кількісно ця межа вивчена найменше, навіть якщо кожен забруднювач розглядати ізольовано.

Отже, якщо ресурсну базу буде підірвано, зростаюча економіка вийде за межі стійкої рівноваги, навколишнє середовище після виходу за межі зруйнується незворотно, і настане катастрофа.

Глобальною проблемою є руйнування озонового шару планети, який людство намагається захистити і таким чином повернутися до стійкого стану. Це наочна історія про обмежену здатність стратосферного озонового шару поглинати створені людиною хімічні сполуки. З «озонової історії» авторами зроблено змістовні висновки, зокрема:

- Результати спостереження за станом навколишнього середовища повинні швидко надходити у розпорядження фахівців і широкої громадськості.
- Щоб діяльність людини не вийшла за межі можливостей планети, необхідно проявляти політичну волю в масштабах усієї міжнародної спільноти.
- Для укладення міжнародних угод потрібні не тільки кошти, але й бажання дивитися на багато років вперед.
- Для розв'язання глобальних проблем зовсім не обов'язково створювати «всесвітній уряд», потрібно просто організувати обмін інформацією в глоба-

льному масштабі, створити міжнародний форум, який міг би виробляти спеціальні угоди, і докласти міжнародні зусилля щодо реалізації цих угод.

- Необхідно постійно відслідковувати стан проблеми, щоб за необхідності вчасно вживати додаткових заходів і вносити поправки. Ніколи не слід вважати глобальну проблему вирішеною раз і назавжди.
- На повне виведення хлору зі стратосфери після 2050 року піде ціле століття.

Автори книги також висвітлюють основні тенденції виходу за межі та переходу до сталої системи, у що все ж таки треба вірити. Якщо чисельність населення і економіка вийшли за фізичні межі планети, то можливі тільки два шляхи: або неминуча катастрофа (викликана нестачею тих чи інших ресурсів і ланцюгом криз), або контрольоване зменшення екологічного навантаження в результаті усвідомленого вибору суспільства. Описані технологічні й ринкові зворотні зв'язки пояснюють, чому вихід за межі та колапс й досі є домінуючими режимами поведінки в комп'ютерних розрахунках «World3».

Обґрунтовуючи ймовірність усвідомленого обмеження зростання, автори впевнені, що цілком можливо побудувати стале суспільство, в якому близько 8 млрд чоловік, достатньо продовольства, споживчих товарів і послуг, щоб кожній людині забезпечити комфорт. Це суспільство докладає значних зусиль, постійно удосконалює технології, щоб захистити ґрунти, зменшити забруднення, використовувати невідновні ресурси з високою ефективністю. Оскільки технології дозволяють досить швидко знижувати екологічне навантаження до прийняттого рівня, у такого суспільства є час, капітал і можливості розв'язати всі інші проблеми. Така картина не просто можлива, вона бажана.

Щоб світ був матеріально і енергетично сталим, фізичні потоки в економіці мають відповідати трьом умовам американського професора Германа Е. Дейлі, одного з авторів ідеї «нерентабельного зростання»:

- ☞ Швидкість використання відновлюваних ресурсів не має перевищувати швидкість їх самовідновлення.
- ☞ Швидкість використання невідновлюваних ресурсів не повинна перевищувати швидкості, з якою для їх заміщення розробляються замітники на основі відновлюваних ресурсів.
- ☞ Швидкість виникнення забруднень не має перевищувати швидкість, з якою вони можуть бути асимільовані навколишнім середовищем.

Для кращого засвоєння принципової різниці між поняттями «зростання» (growth) і «розвиток» (development) висунуто декілька принципових тез про взаємодію світової економіки з планетою, яка має фізичні межі (Табл. 19). Для

розуміння майбутнього людства особливо важливими є два поняття: *добробут людини*, тобто якість життя середньостатистичного жителя планети, та *екологічне навантаження* – сумарний вплив населення на навколишнє середовище і на світові запаси ресурсів. Тоді кінцеву мету людства можна викласти таким чином: збільшити добробут людини з одночасним зведенням екологічного навантаження до мінімально можливого значення. В результаті суспільство залишатиметься в межах потенційної ємності глобальної екосистеми як завгодно довго.

Табл. 19. Деякі тлумачення для осмислення меж зростання

| Теза | Невірне тлумачення | Вірне тлумачення |
|-------------------------------|--|---|
| Попередження про майбутнє | Передбачення катастрофи. | Рекомендація піти іншим шляхом. |
| Навколишнє середовище | Розкіш або товар, який люди куплять, якщо зможуть собі це дозволити. | Джерело життя і основа будь-якої економічної системи. |
| Будь-яка зміна | Вимагає жертв, тому їх треба уникати в будь-яку ціну. | Виклики, які є необхідними. |
| Якщо припиниться зростання | Бідняки назавжди залишаться в злиднях. | Бідняки зможуть скористатися зростанням, спеціально орієнтованим на їх потреби. |
| Матеріальний достаток кожного | Має бути на рівні найбагатших країн світу. | Має бути на рівні, можливіму для всіх, але за умови, що екологічне навантаження не вийде за межі. |
| Технології | Здатні вирішити всі проблеми. | Мають знизити екологічне навантаження. |
| Ринкова система | Автоматично забезпечить щасливе майбутнє. | Організаційно-управлінські методи досягнення мети. |

Третє оновлення «Меж зростання» є унікальним довідковим матеріалом з питань сталості та розуміння поведінки людини. Воно дає розуміння меж швидкості, з якою можуть споживатися ресурси і наповнюватися відходами стоки. Головне – не завдавати при цьому шкоди людям, економіці та процесам самовідновлення і саморегуляції екосистем планети. Якщо людство вступає в третю революцію (двома попередніми були сільськогосподарська і промислова), яку автори називають «революцією сталості», цілком логічним є висновок про необхідність заміни застарілих економічних правил. Тобто нові економічні моделі мають враховувати негативну цінність втрачених (витрачених) ресурсів та утвореного забруднення, наслідки зміни клімату.

Виходячи з важливості такого показника, як добробут людини, слід враховувати так званий «фактор щастя». Що в реальності було зроблено незабаром після виходу в світ третьої книги Медоуза з колегами. *Міжнародний індекс ща-*

стя (Happy Planet Index, HPI), який відображає реальний добробут націй, вперше було розраховано в 2006 році для 178 країн світу. HPI об'єднує чотири елементи, які показують, наскільки ефективно жителі різних країн використовують ресурси навколишнього середовища для довгого і щасливого життя (Рис. 82). Розрахунок HPI демонструє, що лише зростання ВВП не означає кращого життя для всіх, особливо в багатих країнах. Бо ВВП не відображає матеріальну нерівність між людьми, а також цінності, які дійсно важливі для людей – соціальні відносини, здоров'я, уподобання у вільний час. І що дуже важливо, економічне зростання несумісне з екологічними обмеженнями планети.

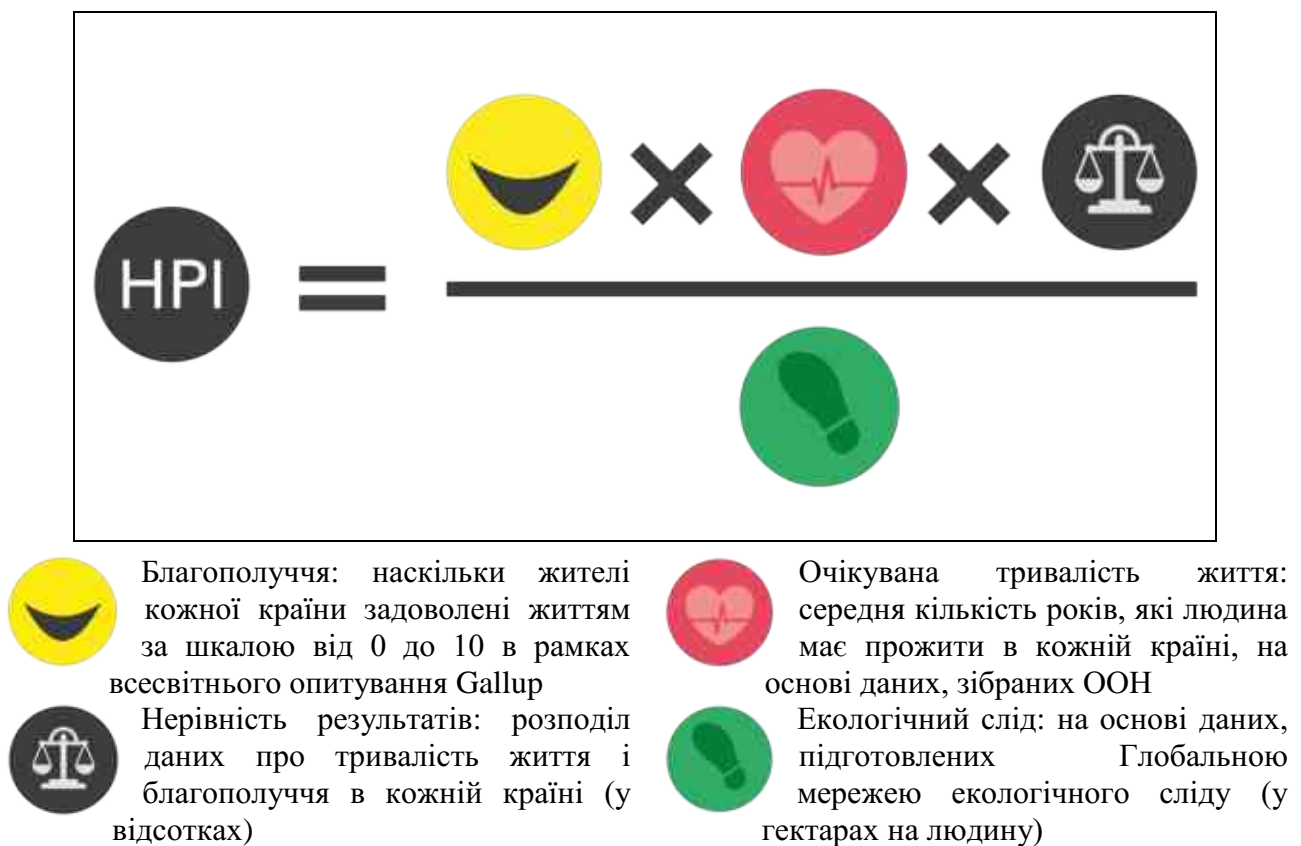


Рис. 82. Формула розрахунку Happy Planet Index

Для підтвердження того, що технології та ринок дійсно відсунули глобальні межі значно далі за теперішні потреби суспільства, автори планували в 2012 році випустити четверту книгу – «Межі зростання. 40 років потому». Цього не сталося, однак один зі співавторів, Йорген Рандерс, підготував нову доповідь Римського клубу «2052: глобальний прогноз на наступні сорок років» (2052: A Global Forecast for the Next Forty Years), приурочену до конференції ООН зі сталого розвитку «Rio+20» (Ріо-де-Жанейро, 2012).

І якщо перша книжка «Межі зростання» сприяла підвищенню обізнаності та стурбованості екологічними проблемами на початку зародження екологічного руху, то друга і особливо третя стали справжніми навчальними посібниками та скерували наукові дослідження на проблеми довкілля і сталого розвитку. Третя книжка «Межі зростання. 30 років потому», не зважаючи на застереження і занепокоєння щодо глобального перетину меж та колапсу, сповнена оптимізму. Вона заряджає вірою, що баланс між задоволенням потреб суспільства в безпечному і здоровому довкіллі та захистом інтересів майбутніх поколінь в решті-решт буде встановлено. Людство змінить тенденції фізичного зростання і перейде до стану економічної, соціальної та екологічної стабільності, що буде стало розвиватися у майбутньому.

8.3 Екологічний слід людства

Якщо дуже узагальнено, то *екологічний слід* (ecological footprint) є показником впливу людини на довкілля. А якщо конкретніше, то це стандартизований параметр, що відображає попит людської популяції на природний капітал, який часто перевищує спроможність планети регенерувати цей капітал. Екологічний слід визначається за площами орних земель, пасовищ, лісів, рибпромислових зон і ділянок під забудову тощо, потрібних для забезпечення сучасного способу життя населення певних регіонів, країн чи всього світу. Кількість таких «еквівалентних гектарів» розраховується за допомогою коефіцієнта перерахунку, пропорційного біопродуктивності землі.



Якщо дуже узагальнено, то *екологічний слід* (ecological footprint) є показником впливу людини на довкілля. А якщо конкретніше, то це стандартизований параметр, що відображає попит людської популяції на природний капітал, який часто перевищує спроможність планети регенерувати цей капітал. Екологічний слід визначається за площами орних земель, пасовищ, лісів, рибпромислових зон і ділянок під забудову тощо, потрібних для забезпечення сучасного способу життя населення певних регіонів, країн чи всього світу. Кількість таких «еквівалентних гектарів» розраховується за допомогою коефіцієнта перерахунку, пропорційного біопродуктивності землі.

Кількість таких «еквівалентних гектарів» розраховується за допомогою коефіцієнта перерахунку, пропорційного біопродуктивності землі.

Термін «екологічний слід» з'явився у 1992 році після доповіді на Конференції ООН з навколишнього середовища «Екологічні сліди країн світу». Його автором є канадський професор Вільям Різ (William E. Rees), засновник концепції «екологічного сліду» – найвідомішого світового показнику сталого розвитку. Наразі це показник, яким обраховують площу поверхні Землі та кількість ресурсів, потрібних одній людині або цілій країні для нормального існування. Населення переважної більшості розвинутих країн використовує більше природного капіталу, ніж генерується на їх території. Таким чином, навантаження на довкілля у цих країнах виявляється більшим, аніж у інших. ООН вираховує екологічний слід людства щорічно.

Обраховуються певні «екологічні межі», які дозволяють природі підтримувати людську діяльність в рамках існуючого способу життя – у гектарах на одного мешканця планети. Іншими словами, екологічний слід вимірює екологічні активи, необхідні населенню для виробництва споживаних природних ресурсів і поглинання його відходів, особливо викидів вуглецю. Екологічний слід відстежує використання шести категорій виробничих площ: орні землі, пасовища, рибальські угіддя, забудовані землі, лісові площі й вуглецевий слід. З боку пропозиції, біопотенціал міста, держави чи нації представляє продуктивність його екологічних активів, включаючи орні землі, пасовища, лісові й рибальські угіддя, забудовані землі. Ці території також можуть поглинати значну частину вироблених відходів, особливо викидів вуглецю (Рис. 83).



Рис. 83. Активи, які вимірює екологічний слід

Розрахункова календарна дата, яка показує той день, коли людство вичерпує всі відведені на цей рік відновлювані ресурси планети, називається *День екологічного боргу* (Earth Overshoot Day, EOD). Розраховується ця динамічна дата шляхом ділення світової біологічної ємності (world biocapacity), тобто кількості природних ресурсів, вироблених Землею за цей рік, на світовий екологічний слід, тобто споживання людством природних ресурсів Землі за цей рік, та множенням на 365 днів у році:

$$\text{День екологічного боргу} = \frac{\text{світова біологічна ємність}}{\text{світовий екологічний слід}} \times 365 \text{ днів}$$

Розрахунки щороку проводить Глобальна мережа екологічного сліду (Global Footprint Network, GFN). Концепцію Earth Overshoot Day розроблено Ендрю Сімсом (Andrew Simms) з британського аналітичного центру New Economics Foundation. У 2006 році в партнерстві з GFN Сіммс запустив першу глобальну кампанію Earth Overshoot Day. За рік Земля здатна забезпечити всіх живих істот певною кількістю ресурсів, і цю кількість треба правильно розподілити на 12 місяців. Однак людство викидає значно більше вуглекислого газу в атмосферу, ніж океани і ліси можуть поглинути, виловлює риби більше, ніж за цей рік може відновитись, вирубує дерева швидше, ніж вони можуть відродитися і вирости. Поки що люди беруть «в борг» з ресурсів майбутніх поколінь, але такими темпами можна вибрати все до решти. В останні десятиліття дата EOD піднімається вгору за календарем щороку (Рис. 84).

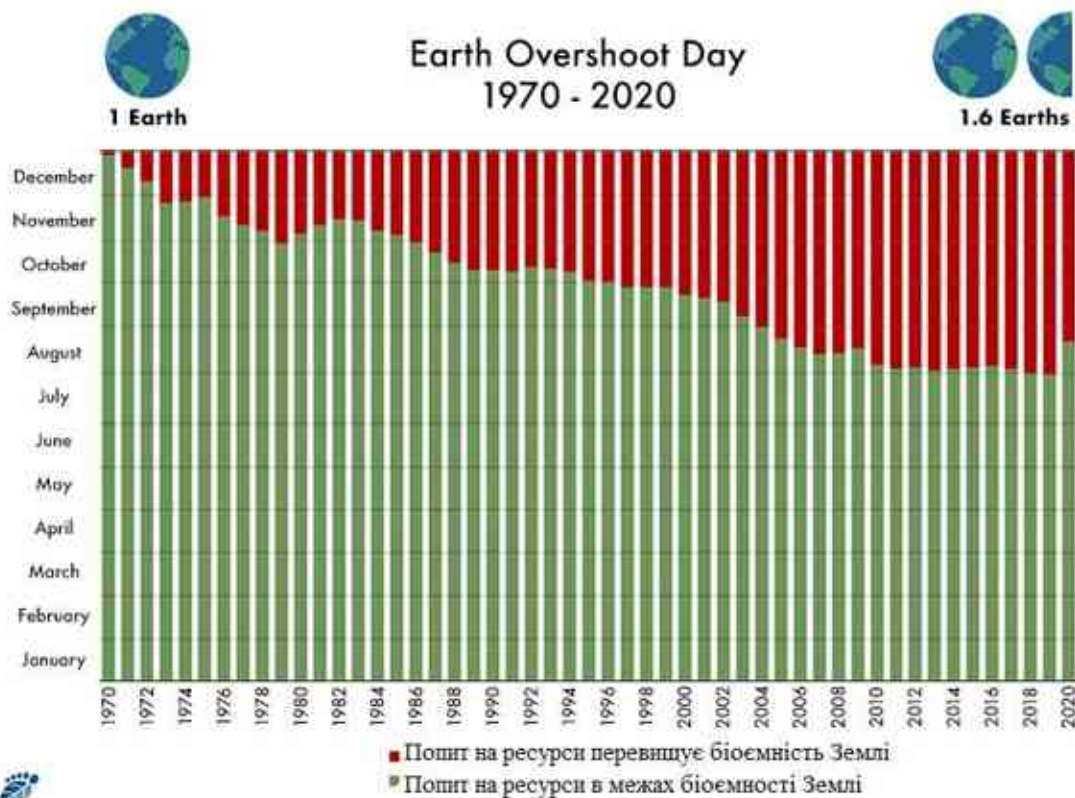


Рис. 84. Динаміка настання Дня екологічного боргу протягом 1970-2020 років

Як бачимо, у 1970 році День екологічного боргу зафіксували 29 грудня (майже вклялися), у 2000 р. – відмітка змістилася на першу половину жовтня, 2016 – річний ресурс вичерпався 8 серпня, а у 2017 році знову побито рекорд – знадобилося лише 7 місяців і 1 день, щоб перевищити річний запас ресурсів планети. День екологічного боргу 2017 року припав на 2 серпня, 2018 року – на 1 серпня, 2019 року – на 29 липня.

У 2020 році у розрахунки EOD внесла свої корективи пандемія коронавірусу COVID-19 та обумовлений нею жорсткий карантин. Дослідницька група Global Footprint Network дійшла висновку про скорочення глобального екологічного сліду на 9,3% порівняно з тим же періодом минулого року. У звіті щодо цього дослідження вказується, що основними рушійними силами були вуглецевий слід (зниження на 14,5% порівняно з 2019 роком) і екологічний слід лісової продукції (зниження на 8,4% порівняно з 2019 роком). В результаті екстраполяції всіх даних і проаналізованих факторів було встановлено, що День екологічного боргу-2020 року настане 22 серпня, тобто на 25 днів пізніше, ніж минулого року (Рис. 85).



Рис. 85. День екологічного боргу-2020

Однак радіти з цього приводу зарано. Навіть незважаючи на різке скорочення економічної активності в цьому році, людство, як і раніше, використовує на 60% більше ресурсів, ніж Землі здатна регенерувати. Це означає, що людству потрібно 1,6 планети, щоб у довгостроковій перспективі підтримувати використання ресурсів на рівні 2020 року. Щороку, коли цей показник перевищується, людство накопичує екологічний борг, а регенераційні здатність Землі знижується. Тобто, навіть якщо використання земних ресурсів залишиться постійним, дата перевищення наступного року зміститься раніше. Тому абсолютне скорочення використання ресурсів є неминучим.

Хоча карантинна ізоляція і подальший економічний спад, безсумнівно, сприяли пізнішому настанню Дня екологічного боргу в 2020 році, поки що невідомо, до яких довгострокових наслідків це може призвести. Цілком можливо, що людство повернеться до нестійких стратегій звичайного росту. Однак деякі події, що відбулися, дають надію на можливі глибокі зміни. Наприклад, пандемія завдала величезної шкоди вугільній промисловості, у той час як поновлювані джерела енергії продовжували зростати. Отже, перенесення Дня екологічного боргу в розпал пандемії раптово робить порятунок планети доступнішим для людей. Така реакція на коронавірус показує, що кардинально змінити спосіб життя можливо, і що саме в такому напрямку мають діяти країни, уряди, підприємства, коли йдеться про майбутнє планети.

8.4 Неоглобалізм як наслідок перевищення меж зростання

*Вихід нації із прірви бідності до багатства і процвітання
потребує власної національної стратегії
та концентрації сил на її втіленні.*

*Успіх правителів країни вимірюється
матеріальним достатком її народу.*

Лі Куан Ю, перший прем'єр-міністр,
архітектор «економічного дива» Республіки Сінгапур

Сучасний дисбаланс у рівні життя та споживання між населенням розвинених країн і країн, що розвиваються, в умовах обмеженості світових ресурсів відображає таке поняття, як «золотий мільярд». Цим терміном позначають населення країн з високим рівнем життя, на які припадає приблизно 13% населення Землі та половина світового ВВП. Разом вони споживають більше половини енергії, 70% металів і при цьому утворюють $\frac{3}{4}$ від усієї маси відходів. Значна кількість відходів залишається у країнах, які постачають сировину для «золотого мільярду». Якщо уявити, що світ поділений на дві великі групи, то однією з них і є так званий «золотий мільярд», до складу якого входять 29 країн-членів Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР): США, Японія, Франція, Німеччина, Австралія, Бельгія та інші (Рис. 86). До другої групи належать всі решта країн світу, приблизно 180 учасників – так званих «бананових республік». Ці два табори мають абсолютно різну економіку.

Теоретичним обґрунтуванням даної концепції є ідея англійського священника XVII-XVIII ст. Томаса Роберта Мальтуса, який вважав, що населення Землі зростає у геометричній прогресії, а освоєння харчових ресурсів – у ариф-

метичній, і в цьому є головна причина всіх політичних потрясінь, війн та епідемій. За своєю сутністю ідеї Т. Мальтуса про те, що населення планети росте швидше, ніж світові ресурси, які згодом і зовсім вичерпаються, можна вважати підґрунтям теорії меж зростання, сформульованій у доповіді Денніса Медоуза «Межі зростання» для Римського клубу в 1972 році. Нині ж концепція «золотого мільярду» стала вченням «обраних», якому протистоїть решта людства, що обслуговує інтереси транснаціонального капіталу.



Рис. 86. Структура «золотого мільярду»

У 1990 році на планеті проживало 5,5 млрд людей, у 2009 році – понад 6,5 млрд, а у 2018-му – 7 млрд 610 млн осіб. Станом на березень 2020 року населення світу становило 7,8 млрд осіб. Згідно зі звітом «Global Wealth Report-2015», фінансовий стан 1 млрд людей у світі, або кожного п'ятого дорослого, оцінюється у \$10 000-100 000. При цьому більше половини всіх світових багатств зосереджено у всього 1% світового населення. За теорією «золотого мільярду», ресурсів Землі на підтримання досягнутого рівня життя вистачить лише для мільярда осіб. Звісно, можна запропонувати теорії «двох срібних мільярдів» чи «трьох бронзових», та ресурсів однаково на всіх не вистачить.

«Золотий мільярд» – чітко вибудована цілісна геополітична, гео економічна і геокультурна концепція: розвинуті країни, зберігаючи для свого населення високий рівень споживання, утримують решту світу в промислово нерозвинутому стані як сировинний додаток, санітарну зону для відпрацьованих технологій чи утилізації шкідливих речовин, джерело дешевої робочої сили та «гарматного м'яса» для стабілізації ситуації у регіонах підвищеної терористичної напруги. Отже, це не що інше, як система маніпулювання глобальною суспільною свідомістю заради збереження стабільного зростання в країнах «золотого міль-

ярдуну» та позбавлення «сировинних додатків» можливостей незалежного розвитку.

Альтернативні сценарії з трьома «срібними мільярдами» і чотирма «бронзовими» мають паралелі з країнами «третього» і «четвертого» світів. «Третій світ» – історичне поняття, що виникло впродовж другої половини ХХ ст. Ним позначали низку країн Азії, Африки, Латинської Америки і Океанії з низьким рівнем економічного розвитку, які тоді опинилися за межами соціалістичного табору. Поняття «третій світ» з'явилося завдяки масовій деколонізації країн у ході так званої «холодної війни». Термін *«третій світ»* вперше використав французький економіст і журналіст Альфред Сові у своїй статті «Три світи, одна планета» 1952 року. Відсталість країн «третього світу» породжує специфіку їх соціально-економічних проблем.

А от теорія *«четвертого світу»* обґрунтовує необхідність збереження етнокультурної різноманітності планети. У світі є майже 200 держав, і водночас – 5 тисяч корінних народів. Сучасні країни є своєрідними імперіями, що окупували інші народи. Численні меншини відчують на собі етноцид і екоцид, а їхні спроби організованого супротиву часто вважаються проявами тероризму і екстремізму. Теорія «четвертого світу» прагне створити типологію народів, що не мають державності. Процес деколонізації наприкінці ХХ ст. запустив процес розгляду проблем малих народів у багатонаціональних державах, яких у світі переважна більшість. Наприклад, в Нігерії проживає 450 народів, в Індії – 380, в Індонезії – 250. На думку прихильників теорії «четвертого світу», держави, які знищують малі народи, формують фундамент свого майбутнього розпаду.

Концепція «золотого мільярда» виникла у західній філософії у 1980-х роках завдяки уявленням про неможливість прогнати зростаючу чисельність населення планети. Економічні переваги розвинених країн дають їм змогу впливати на країни, що розвиваються, яким відведена роль сировинного придатку та носіїв дешевої робочої сили для забезпечення добробуту «золотого мільярда». І в цьому аспекті сучасна глобалізація принесла мало чого нового, оскільки лише закріпила створену в умовах колоніалізму систему несправедливого розподілу ресурсів планети і створених за їх рахунок благ на користь розвинених країн. Для того, щоб розуміти та об'єктивно оцінювати сучасні тенденції та прояви процесу глобалізації суспільства, необхідно чітко розрізняти дві основні фази розвитку глобалізму як ідеологічної основи процесів глобалізації.

Глобалізм як ідеологія зародився на початку 1970-х років, коли було опубліковано перші результати досліджень, виконаних під егідою Римського клу-

бу. Це надзвичайно сильно вплинуло на свідомість еліти світового співтовариства, яка постала перед дилемою: або визначити нову стратегію розвитку цивілізації, або змиритися з неминучістю глобальної екологічної катастрофи, яка, за прогнозами, мала статися у 2025-2030 роках. В основу вселенського проекту «глобалізація» було покладено велетенський економічний потенціал США, країн «великої сімки» та інших розвинутих держав світу. Процес глобалізації не можна назвати стихійним, оскільки глобальні центри впливу інтенсивно і послідовно створювали глобальну інфраструктуру, здатну завдяки найновішим технологіям контролювати свідомість і громадську поведінку людей, впливати на уряд будь-якої країни світу.

Особливістю глобалізму ХХ століття була спрямованість на консолідацію світової спільноти перед загальною загрозою, яка поставила під сумнів існування людини як біологічного виду. Як реакція на цю загрозу, відбулася низка міжнародних форумів, присвячених аналізу глобальних проблем подальшого розвитку цивілізації та спробам розробити спільну стратегію щодо запобігання глобальній екологічній катастрофі. Одним з таких форумів був Міжнародний конгрес з навколишнього середовища у Ріо-де-Жанейро 1992 року.

Нині ж ідеологія глобалізму змінилася докорінно. Тепер людство має справу з неоглобалізмом, який передбачає зовсім інші стратегічні цілі. Однією з головних цілей є будь-якими шляхами забезпечити доступ обмеженої кількості населення (тобто «золотого мільярда») до сировинних і енергетичних ресурсів планети. Переважна більшість цих ресурсів перебуває на території країн «третього світу», приречених на роль сировинних колоній і місць складування промислових відходів. Термін «неоглобалізм» вперше було використано для позначення зовнішньої політики президента США Рональда Рейгана (так звана доктрина Рейгана), яка зводилася до підтримки антикомуністичних рухів у країнах «третього світу» для протидії глобальному впливу СРСР.

Ідеологія неоглобалізму не передбачає розвитку науки, освіти і високих технологій. Вона також і не пропонує суспільству жодних розумних самообмежень у матеріальній або духовній сфері. Навпаки, сьогодні заохочуються найнижчі інстинкти людини, свідомість якої фокусується на задоволенні принципу «тут і зараз», лише чуттєвих потреб і матеріально-власницьких амбіцій на шкоду духовному розвитку людини та її планам на майбутнє. Єдиною перепорою на шляху поширення неоглобалізму по всьому світу стають національні держави з їх традиційними духовними цінностями.

Саме тому одним із викликів неоглобалізму в ХХІ столітті є моральний виклик, який вимагає докорінного перегляду всіх духовних цінностей, що існували раніше. І цей виклик є набагато небезпечнішим, аніж загроза тероризму чи екологічної катастрофи. Ця небезпека полягає у тому, що ідеологія неоглобалізму не лише роз'єднує людей світової спільноти на два антагоністичних табори, але також деформує свідомість самої особистості, знищуючи в ній все те людське, що було отримано протягом тривалих років розвитку людської цивілізації та історії.

Сучасна *методологія неоглобалізму* щодо забезпечення доступу країн «золотого мільярда» до сировинних та енергетичних ресурсів є досить простою. Для початку проводиться ідеологічна обробка найактивнішої частини національної еліти з метою забезпечення її прозахідної орієнтації. Зазвичай, цю роль відіграють Міжнародний валютний фонд (МВФ) і Всесвітній банк, які перебувають під впливом США. При цьому варто зауважити, що ця допомога зазвичай надається не у вигляді грошей, а у вигляді так званих зв'язаних кредитів, коли значна частина наданих грошей має бути обов'язково витрачена на купівлю харчових або промислових товарів з країн Заходу. При цьому, товари ці далеко не найкращої якості.

У результаті таких дій досягаються відразу дві мети. По-перше, країна потрапляє у фінансову залежність від апологетів неоглобалізму, що підриває основи національної економіки. Адже потік іноземних товарів призводить до банкрутства вітчизняних промислових підприємств. У країні зростає рівень безробіття і наростає соціальна напруга, що, своєю чергою, нівелює довіру населення до національного уряду. По-друге, транснаціональні корпорації (ТНК) стають власниками акцій найважливіших державних підприємств. Пріоритет при цьому надається сировинним і добувним галузям економіки, і все це презентується як «інвестиції у розвиток національної економіки».

За останні півстоліття американські та інші західні ТНК і банки активно вкладали інвестиції у бідні регіони Африки, Азії і Латинської Америки. Їх приваблювали численні природні ресурси, висока віддача від низько оплачуваної робочої сили, майже повна відсутність податків, екологічного регулювання та охорони праці. Американський уряд субсидював цей відтік капіталу, гарантуючи корпораціям податкові поступки щодо їх закордонних інвестицій. ТНК поступово витіснили місцевий бізнес у країнах «третього світу» та захопили їх ринки. Витісняючи місцеве населення із землі, корпорації створюють перена-

сичені ринки праці, де люди змушені працювати за мізерну плату. При цьому часто порушуються закони цих країн щодо мінімальної заробітної плати.

Наприклад, на Гаїті корпоративні гіганти на кшталт Disney, Wal-Mart Store, JCPenney платять робітникам 11 центів за годину. Економія, яку великий бізнес отримує від дешевої закордонної праці, не перетворюється на низькі ціни для покупців. ТНК переносять виробництво у далекі регіони не для того, щоб споживачі могли зекономити, а для того, щоб підняти норму прибутку. Зарубіжна «допомога» зазвичай надходить одночасно з інвестиціями ТНК. Вона субсидіює створення інфраструктури, необхідної корпораціям у країнах «третього світу»: портів, автомобільних доріг, нафтопереробних заводів.

Допомога, яку отримують уряди «третього світу», супроводжується додатковими рамками. Зазвичай, вона має бути витрачена на імпорتنі продукти, а країна-отримувач має надати інвестиційні переваги зарубіжним компаніям, зміщуючи споживання з вироблених у країні товарів на імпортовані. Так породжується ще більша залежність, голод і борги. Значна частина допомоги ніколи не виходить на поверхню, осідаючи прямо в кишенях корумпованих чиновників у країнах-отримувачах.

Допомога надходить і з інших джерел. 1944 року було створено Всесвітній банк і Міжнародний валютний фонд. Право прийняття рішень в обох організаціях визначається фінансовим внеском країни. Як найбільший донор, США мають там вирішальний голос. Слідом ідуть Німеччина, Японія, Франція і Великобританія. МВФ діє у змові з групою банкірів і штатом міністерств фінансів, переважно з багатих країн. Їх «допомога» країнам, передбачена нібито для розвитку, на практиці відіграє зовсім іншу роль.

Бідна країна бере гроші в борг у Всесвітнього банку для розвитку будь-якого сектору її економіки. Якщо країна вчасно не може повернути борг, вона знову змушена брати у борг, на цей раз у МВФ. Не відмовляючи, МВФ нав'язує так звану «програму структурних перетворень», відповідно до якої країна-боржник змушена зменшувати зарплати і не робити жодних кроків щодо захисту місцевих підприємств від зарубіжного імпорту чи взяття їх під контроль ТНК. На країни-боржники здійснюють тиск, аби вони провели приватизацію, продаючи за мізерно низькими цінами свої державні шахти, залізниці, комунальні підприємства тощо приватним корпораціям.

Крім цього, країни змушують відкривати свої ліси для вирубки, а землю – для продажу та відкритих розробок, незважаючи на екологічні збитки. Країни-боржники також скорочують видатки на охорону здоров'я, освіту, транспорт і

сільське господарство для того, щоб більше грошей можна було витратити на виплату боргу. Коли уряди таких країн примушують вирощувати товарні культури на експорт, вони втрачають здатність прогодувати своє власне населення. Саме тому в усіх країнах «третього світу» реальні зарплати знижуються, а національний борг зростає до такої міри, що його виплата поглинає більшу частину експортного прибутку бідних країн. Це призводить до подальшої бідності, у країни-боржника залишається все менше можливостей для того, щоб забезпечити потреби власного населення.

Відбувається справжня колонізація країни. Причому, сучасні колонізатори зовсім не дбають про добробут і благоустрій країни та її населення, а їх головним завданням стає доступ до природних ресурсів і вивезення сировини для своєї промисловості. Унаслідок такого практичного втілення політики неоглобалізму стрімко зростає потік біженців, які змушені залишати свої домівки в пошуках кращої долі та роботи. Природно, що ці люди їдуть до розвинених країн, де на них ніхто не чекає, і найчастіше їм доводиться змиритися з участю вигнанців долі. Зростання потоку біженців і переселенців – це той вимушений бік політики неоглобалізму, який нині є однією з найгостріших проблем сучасності. Що ж стосується досягнень науково-технічного прогресу, то вони є привілеєм багатих країн світу, тоді як решта відкидається назад до середньовіччя.

Для зруйнування національних держав, у арсеналі політики сучасного неоглобалізму існує низка засобів, зокрема інформаційна обробка населення, передусім його національної еліти. Основна ідея цієї «обробки» полягає у дискредитації традиційної системи цінностей і національної культури, які є «головним гальмом соціального і економічного прогресу країни». При цьому, дуже ефективним прийомом стає підкуп тієї частини національної еліти, яка впливає на прийняття найважчих рішень, а також на поширення всередині країни принципів неоглобалізму. Не гребують ТНК економічною та фінансовою експансією, спрямованою на руйнування національної економіки, дезорганізацію власного виробництва і внутрішнього ринку, створення залежності країни від зовнішніх інвестицій. Застосовуються також всебічне заохочення будь-яких проявів національного сепаратизму, який одразу ж оголошується «боротьбою народу за власну свободу, незалежність і демократичні права людини».

Отже, сутність концепції «золотого мільярду» полягає в економічному домінуванні високорозвинених країн над слабшими і біднішими. Економіки, що розвиваються, сприймаються державами-лідерами як об'єкт потенційного впливу, мета якого – захист власних інтересів. У цьому аспекті сучасна доктри-

на неоглобалізму майже нічим не відрізняється від класичної доктрини колоніалізму. Стрімке зростання чисельності населення Землі змушує країни брати до уваги вплив демографії на екосистему планети. Потреби зростають у геометричній прогресії, а ресурси мають обмежений характер. Тому основною причиною появи поняття «золотий мільярд» стала проблема обмеженості природних ресурсів і контролю за їх використанням з боку розвинених країн. Роль країн, що належать до «золотого мільярду», на їхню думку, полягає у визначенні стратегії розвитку світової економіки. Країнам, що не належать до «золотого мільярду», відводиться роль сировинного додатку, постачальника дешевої робочої сили та об'єктів для просування так званих західних цінностей. Сучасна глобалізація закріпила колоніальну систему несправедливого розподілу ресурсів планети і створених за їхній рахунок благ на користь розвинених країн.

У XXI столітті долю людства визначатиме новий світовий порядок, коли система глобалізму остаточно набуде ознак соціально-економічної формації і суспільно-політичного ладу. Відтак людство не має іншого вибору, як підпорядкувати собі цей процес і не стати для нього сировинним ресурсом. Сучасна глобалізація вже породжує віртуальний фантом «інтегрованого світового співтовариства». В результаті технологічних комунікаційних досягнень світ вже став єдиним «глобальним селом». Проте за умовами економічного розвитку і конкурентоспроможністю різних країн він є драматично розділеним. Водночас із процесами глобальної інтеграції світу продовжуються потужні процеси соціально-економічної дезінтеграції.

Альтернативою силовому глобалізму має стати глобальний солідаризм. На початку XXI ст. світ зіткнувся з проблемами та викликами, до осмислення яких він ще й досі не готовий. Людство напружено шукає відповіді на доленосне питання про вибір моделі глобального спільного розвитку: продовжувати глобальний лібералізм чи здійснити стратегічну трансформацію до тотального глобалізму? Все свідчить про те, що остання тенденція стає домінуючою. Людство вичерпало можливості екстенсивного розвитку, тож настає постіндустріальна ера. Глобальний «керований хаос» нині стає найбільшою світовою загрозою. На початку III тисячоліття з усією очевидністю стало зрозуміло, що глобалізація не принесла тих позитивних стабілізуючих наслідків для населення Землі, які очікувалися. Головним протиріччям стає протиріччя між глобальним розвитком та інтересами окремих держав і націй.

Чи можлива гуманна глобалізація або «глобалізація з людським обличчям»? Одним з найбільших глобальних конфліктів є протиріччя між багатими і

бідними країнами. Міжнародна допомога не рятує країни, які беруть гроші платників податків багатих країн і передають багатим людям в найбідніших країнах. Створена система силового глобалізму всього за 35-45 останніх років призвела до глобальної кризи монополізованого надмірного споживання. Наслідки її незворотні. Бо в ній закладено внутрішній конфлікт розвитку і механізм саморуйнування. Виникла нова форма експлуатації – глобальна експлуатація національних капіталів з боку глобального капіталу. Зупинити цю кризу дуже важко, бо її рушіями є наймогутніші країни світу, які до кінця боротимуться за збереження свого привілейованого статусу глобального споживацького суспільства.

Вже можна стверджувати, що нинішній світовий економічний порядок відходить у минуле. Світ рухається до політики тотальної економії і зниження соціальних стандартів. Віртуалізація глобальної економіки, в якій діють неконтрольовані ТНК, що перевищують за своїми масштабами окремі країни, надмірний розвиток спекулятивних глобальних фінансів з відривом від реального виробництва та різке збільшення державних боргів неминуче призведуть до краху системи глобалізму. Неоліберальна модель економіки, відповідно до якої глобалізація і світова економічна інтеграція створюють основу для безперервного зростання добробуту, продемонструвала свою повну неспроможність.

Однак позитивні тенденції у світі все ж простежуються: зростають настрої антиглобалізму. Політична підтримка глобалізації повсюдно знижується. Поступово втрачається довіра до глобальних міжнародних інститутів – ООН, МВФ, Світового банку – щодо їх здатності протистояти глобальній кризі. Зсув економічної потужності від США, Європи і Японії до Китаю, Індії, Бразилії та інших азійських країн неминуче прискорить появу багатопольярного світу. П'ятсотрічна роль Заходу як локомотиву глобального розвитку ослабне поряд із азійським глобалізмом, який неухильно зростає і стає антиподом західного глобалізму.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Назвіть і охарактеризуйте закони екології Коммонера. Який з них вважають однією з найважливіших вимог раціонального природокористування? Обґрунтуйте.
2. Чому, на вашу думку, експеримент з назвою «Біосфера-2» не удався?
3. Коли, на вашу думку, в світі настала епоха глобалізації? Обґрунтуйте.

4. Про що йшлося у Доповіді Римському клубу «Межі зростання» 1972 року? Чому вона мала величезний резонанс у всьому світі?
5. Яке важливе відкриття зробили автори книжки «Поза межами» 1992 року? Чим воно підтверджується?
6. Що могло б повернути екологічний відбиток людства до рівня, який не перевищує довготривалі екологічні можливості планети?
7. Яка головна ідея третьої книжки із серії «Меж зростання»? Проаналізуйте шляхи, якими може відбутися вихід за межі.
8. Що зазвичай є рушійною силою і першопричиною виходу за межі? Чи може експоненційне зростання привести до подолання бідності?
9. Розкрийте зміст важливих для розуміння майбутнього людства понять «добробут людини» та «екологічне навантаження».
10. Як розраховується і що відображає Міжнародний індекс щастя? Поясніть на прикладі.
11. Що таке екологічний слід людства? Як часто і хто його вираховує?
12. Як називається день, коли людство вичерпує всі відведені на цей рік відновлювані ресурси планети? Охарактеризуйте світові тенденції.
13. Яке поняття відображає сучасний дисбаланс у рівні життя та споживання між населенням розвинених країн і країн, що розвиваються, в умовах обмеженості світових ресурсів?
14. Розкрийте зміст глобалізму як ідеології. Коли вона зародилася?
15. Як змінилася ідеологія глобалізму в ХХІ столітті? Що таке неоглобалізм?
16. В чому полягає сутність концепції «золотого мільярду»?
17. Поясніть, як працює методологія неоглобалізму щодо забезпечення доступу країн «золотого мільярда» до сировинних та енергетичних ресурсів інших країн.

ПІСЛЯМОВА

Становлення екології людини розпочалося набагато раніше, ніж Роберт Парк і Ернест Бюрджес, представники Чиказької школи соціології, запропонували назву для цієї науки. І не зважаючи на відсутність єдності серед науковців щодо трактування сутності екології людини, всім уже зрозуміло, що вона вийшла далеко за межі вивчення взаємодії з природою людини як біологічної істоти на рівні організму та популяції. Головним завданням сучасної екології людини стало створення здорового, екологічно чистого, безпечного і соціально комфортного середовища існування людини.

Антропогенез тісно пов'язаний з еволюцією біосфери Землі, починаючи від появи людиноподібних мавп – австралопітеків – до формування сучасної людини. Людина є частиною природи і водночас однією з ланок ланцюга еволюції біосфери Землі. Еволюційними змінами обумовлено також різне ставлення людини до навколишньої природи, що багаторазово змінювалося протягом всієї історії людства. Антропогенез відрізнявся від еволюції інших організмів тим, що людина не пристосовувалася до природи, а прагнула певним чином відокремитися від неї.

Стан здоров'я і благополуччя людини залежить від багатьох екологічних факторів, вплив яких організм відчуває комплексно і водночас. Вихід значень цих факторів за межі зони оптимуму погіршує стан людини та знижує опірність організму до різних захворювань. До впливу більшості антропогенних факторів людина, як і всі живі організми, в процесі еволюції не адаптувалася. Тому найнебезпечніші хімічні фактори – пестициди, мінеральні добрива, важкі метали, побутова хімія тощо тривалий час не виводяться з організму, а їх негативний вплив на суспільне здоров'я постійно зростає.

Важливим аспектом збереження здоров'я людей на популяційному рівні є його залежність від спадковості й факторів зовнішнього середовища. Актуалізується проблема забезпечення якості й безпечності товарів народного споживання і продуктів харчування. Створення ефективної системи контролю якості харчових продуктів має базуватися на сертифікації виробника, а не тільки на контролі якості продукції, яку він виробляє.

Головною причиною сучасної екологічної кризи є кількісна експансія людства, яке втягує у суспільне виробництво величезну кількість речовини та енергії, що в сотні разів перевищує біологічні потреби людини. Це, своєю чергою, нарощує сукупне антропогенне навантаження на природу. Наслідком стає виснаження і деградація природних ресурсів. Планета (наш спільний дім) не

спроможна вмістити необмежену кількість населення через обмежені власні розміри і вичерпаність природних ресурсів. Подальше зростання населення досягається ціною погіршення умов його життя. Нестача землі призводить до виснаження пасовищ, ерозії і зниження родючості ґрунтів. Лісові ресурси знищуються заради палива чи мізерного експорту. Багато людей прямує у великі міста, де їм не вистачає ані роботи, ані житла, ані чистої води і каналізації.

Глобальні проблеми вимагають глобальних рішень, для чого необхідне широке співробітництво і координація зусиль усього людства у різних сферах. Щорічно зростають потреби людства у прісній воді, а років за 20 вони може збільшитися ще утричі. Лише 4% світового населення користуються водою у достатній кількості. Як тільки глобальний водний дефіцит перейде певний рубіж, посиляться збройні конфлікти і падіння економік у різних країнах світу. Внаслідок діяльності людини відбувається кількісне і якісне виснаження гідросфери, обумовлене безперервним збільшенням водозабору та постійного зростанням забруднення водою. Чверть населення світу постійно ризикує захворіти через споживання недоброякісної питної води.

Майже всі кліматологи світу переконані у антропогенному походженні глобальної зміни клімату, яка матиме і вже має надзвичайно негативні соціально-економічні наслідки. За прогнозами, близько 90% всіх прибережних територій буде порушено тією чи іншою мірою. Підвищення середньої світової температури на кілька градусів призведе до зміщення кліматичних зон від екватору до полюсів. Активізуються ерозійні процеси, почастишають стихійні явища – циклони, посухи, пожежі, повені, урагани. Зміниться врожайність і тваринництво, сильно ризикує гідроенергетика. Масово розмножуватимуться кровососні комахи і шкідники лісу, а разом з ними розповсюджуватимуться хвороби, які вони переносять. Затоплення прибережного мілководдя призведе до скорочення вилову морепродуктів, збіднення видового різноманіття флори і фауни. Крім того, зміна клімату обов'язково впливатиме на стан здоров'я людей – внаслідок посилення теплового стресу і поширення багатьох інфекційних захворювань.

Серед прогнозованого впливу зміни клімату на здоров'я людини протягом XXI ст. – значна ймовірність каліцтв, хвороб і смертельних випадків унаслідок інтенсивних хвиль спеки і пожеж; нестача продовольства внаслідок скорочення його виробництва у бідних регіонах; ризики, пов'язані з втратою працездатності серед уразливих груп населення; хвороби, що передаються через продукти харчування і воду та переносників інфекції. Вже зараз погіршується забезпеченість продовольством, зумовлена частими посухами, внаслідок чого

щороку помирає близько 3,5 млн людей. Нестача води, необхідної для дотримання правил гігієни, як і її надлишок через часті зливи, сприяє поширенню інфекційних недуг. Спека і посухи спричинюють поширення лісових пожеж, під час яких виділяються величезні обсяги вуглецю, що ще більше посилює загальні тенденції зміни клімату. Через затоплення прибережних територій стрімко збільшується кількість кліматичних біженців. Це, своєю чергою, посилює конкуренцію за воду, продукти харчування і заробітки, провокуючи виникнення локальних і регіональних конфліктів.

Для порятунку людей і стабілізації біосфери необхідне негайне припинення «демографічного вибуху» і свідоме обмеження потреб кожної людини до розумних меж. Правилами, якими мають керуватися люди в процесі природокористування, можуть стати закони екології Коммонера, підтвержені самим життям. Зусилля людства мають бути спрямовані на збереження справжньої біосфери як збалансованої системи, стійкість якої нині порушується людиною. Слід намагатися не керувати біосферою, а «не заважати природі», яка, за законом Б. Коммонера, «знає найкраще». Людство має навчитися жити у гармонії з природою.

Серед варіантів майбутнього людства – або різкий спад і катастрофа, або поступовий перехід до самопідтримки. Немає серед цих варіантів нескінченного зростання у обмеженому просторі, бо планета має фізичні межі. Швидкість використання відновлюваних ресурсів не може перевищувати швидкість їх самовідновлення; швидкість споживання невідновних ресурсів не може перевищувати швидкості, з якою для його заміщення може бути використаний інший ресурс. Система силового глобалізму останніх десятиліть призвела до незворотних наслідків кризи монополізованого надмірного споживання. Виникла нова форма експлуатації – глобальна експлуатація національних капіталів з боку глобального капіталу. Рушіями цієї кризи є наймогутніші країни світу, які до кінця боротимуться за збереження статусу глобального споживацького суспільства. Однак позитивними тенденціями поступово стають зростання настроїв антиглобалізму та повсюдне послаблення політичної підтримки неоглобалізму.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Амосов М.М. Роздуми про здоров'я. Київ : Здоров'я, 1990. 168 с.
2. Бачинський Г.О. Основи соціоекології: навч. посіб. Київ : Вища школа, 1995. 238 с.
3. Бардов В.Г., Сергета І.В. Загальна гігієна та екологія людини: навч. посіб. Вінниця : Нова книга, 2002. 224 с.
4. Вернадський В.І. Декілька слів про ноосферу. Хроніка-2000. Український культурологічний альманах. 2004. Вип. 57-58. С. 485-495.
5. Гавриленко О.П. Основи екології та безпека життєдіяльності: навч. посіб. Київ : Ніка-Центр, 2004. 456 с.
6. Гігієна та екологія: підручник [за ред. В.Г. Бардова]. Вінниця : Нова книга, 2006. 720 с.
7. Гончаренко М.С., Бойчук Ю.Д. Екологія людини: навч. посіб. [за ред. Н.В. Кочубей]. Суми : ВТД Університетська книга, 2008. 391 с.
8. Даценко І.І. Гігієна та екологія людини. Львів : Афіша, 2000. 248 с.
9. Даценко, І. І. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології: підручник [2-е вид., перероб. та доп.]. Київ : Здоров'я, 2004. 792 с.
10. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. посіб. [4-те вид., випр. і доп.]. Київ : Знання, 2006. 319 с.
11. Димань Т.М. Екологія людини: підручник. Київ : Академія, 2009. 376 с.
12. Димань Т.М., Мазур Т.Г. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів: підручник. Київ : Академія, 2011. 520 с.
13. Добровольський В.В. Екологічні знання: навч. посіб. Київ : ВД «Професіонал», 2005. 304 с.
14. Загальна гігієна з основами екології: підручник [за ред. В. А. Кондратюка]. Тернопіль : Укрмедкнига, 2003. 592 с.
15. Залеський І.І., Клименко М.О. Екологія людини: підручник. [2-ге вид., випр. і доп.]. Рівне, 2012. 385 с.
16. Казначеев В.П., Яшина Ф.Т. Учение В.И. Вернадского о преобразовании биосферы и экология человека. Москва : Знание, 1986. 48 с.
17. Казначеев В.П., Кисельников А.А., Мингазов И.Ф. Ноосферная экология и экономика человека. Новосибирск, 2005. 448 с.
18. Ковда В.А. Биогеохимические циклы в природе и их нарушение человеком. Москва : Наука, 1975. 74 с.
19. Коммонер Б. Замыкающийся круг. Л. : Гидрометеиздат, 1974. 278 с.
20. Корабльова А.І. Екологія: взаємовідносини людини і середовища. Донецьк : Поліграфіст, 1999. 255 с.
21. Крисаченко В.С. Людина і біосфера: основи екологічної антропології: підручник. Київ : Заповіт, 1998. 688 с.

22. Медоуз Д., Рандерс Й., Медоуз Д. Межі зростання. 30 років потому. Київ : Пабулум, 2018. 464 с.
23. Мусієнко М.М., Серебряков В.В. Екологія і охорона природи. Словник-довідник. Київ : Знання, 2002. 550 с.
24. Олійник Я.Б., Шищенко П.Г., Гавриленко О.П. Основи екології: підручник. Київ : Знання, 2012. 560 с.
25. Петрук В.Г., Турчик П.М., Бобко О.О. Екологія людини. Частина 1: навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2011. 148 с.
26. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. Москва : Мысль, 1990. 637 с.
27. Семенюк Н.В. Екологія людини: навч. посіб. Хмельницький : ТУП, 2002. 171 с.
28. Скиннер Б. Хватит ли человечеству земных ресурсов? Москва : Мир, 1989. 264 с.
29. Соломенко Л.І. Екологія людини: навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2016. 120 с.
30. Тейяр де Шарден П. Феномен человека. Москва : Наука, 1987. 240 с.
31. Хижняк М.І., Нагорна А.М. Здоров'я людини та екологія. Київ : Здоров'я, 1995. 232 с.

ГЛОСАРІЙ

- Адаптація** – пристосування організму на індивідуальному і популяційному рівнях до змін умов зовнішнього середовища, вироблене у процесі еволюції.
- Акліматизація** – форма адаптації, пристосування організму до нових або змінених умов існування.
- Алергія** (від грец. *alios* – інший і *ergon* – дія) – підвищена чутливість організму до впливу подразників (алергенів), що обумовлює утворення в ньому антитіл.
- Аменсалізм** – тип взаємозв'язку, коли один вид «безкорисливо» шкодить іншому, не маючи з цього безпосередньої вигоди і не відчуваючи протидії.
- Антропоєкологічна безпека** – сукупність умов, за яких досягається обмеження чи усунення шкідливого впливу будь-якого природного, антропогенного, військового, біотехнічного, санітарно-епідеміологічного, соціального, економічного фактору чи процесу на життєдіяльність і здоров'я населення.
- Антропоєкосистема** – заселений простір, якому властиві однорідні для певного часу форми взаємодії людей з довкіллям; територіальна система, у межах якої однотипна (міська чи сільська) людська популяція взаємодіє з відносно однорідним навколишнім середовищем, а критерієм ефективності її функціонування є високий рівень здоров'я населення.
- Антропология** – наука про походження і еволюцію людини, утворення людських рас.
- Атмосферне забруднення** – надходження у повітря різних газів, частинок рідких або твердих речовин, парів, що перевищує нормальний фон концентрації речовин і негативно впливає на організми, погіршуючи їхні життєві умови;
несприятливі зміни стану атмосферного повітря, цілком або частково викликані діяльністю людини, які безпосередньо чи опосередковано змінюють розподіл енергії, рівні радіації, фізико-хімічні властивості атмосфери і умови існування живих організмів.
- Атмосферне повітря** – життєво важливий компонент навколишнього природного середовища, природна суміш газів за межами житлових, виробничих та інших приміщень.
- Біологічно активні добавки** – композиції натуральних чи ідентичних натуральним біологічно активних речовин, призначених для безпосереднього вживання з їжею чи внесення до складу харчових продуктів з метою збагачення раціону певними харчовими біологічно активними речовинами та їх комплексами.

Біомаса – сумарна жива вага організмів у екосистемі, або кількість живої органічної речовини в екосистемі, накопиченої всією сукупністю рослинних, тваринних, грибних і бактеріальних організмів, виражена у одиницях маси або енергії на одиницю площі чи об'єму.

Біопродуктивність – швидкість виробництва біомаси на певній площі за одиницю часу.

Біорізноманіття – сукупність всіх живих організмів, їхньої мінливості та біологічних процесів. Рівні організації Б. включають гени, популяції, види, ареали мешкання, екосистеми, а також природні процеси, що їх підтримують.

Біота – всі види живих істот у сукупності.

Біотичний потенціал – генетично зумовлена здатність організмів, видів, популяцій, структурних чи функціональних блоків екосистем існувати у певному діапазоні екологічних умов та підтримувати структурно-функціональну організацію екосистеми, у складі якої вони знаходяться.

Біосфера – загальнопланетна оболонка, до складу якої належать нижні шари атмосфери, ціла гідросфера і верхні шари літосфери. Її склад і будова зумовлені сучасною і минулою діяльністю живої речовини.

Відходи – будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються в процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їхній власник має позбутися шляхом утилізації або видалення.

Відходи небезпечні – відходи, що мають такі фізичні, хімічні, біологічні чи інші властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього середовища і здоров'я людини і тому потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними.

Вірус – мікроскопічний неклітинний інфекційний агент, утворений нуклеїновою кислотою (ДНК або РНК) і вкритий захисною білковою оболонкою (капсидом); може відтворюватися лише всередині живих клітин.

Водокористування – використання вод (водних об'єктів) для задоволення потреб населення, промисловості, сільського господарства, транспорту та інших галузей господарства, включаючи право на забір води і скидання стічних вод.

Ген – молекулярний носій спадкових властивостей організму; ділянка молекули ДНК, що містить інформацію, необхідну для синтезу білка; займає певну позицію на хромосомі.

Генофонд – закодована в молекулах ДНК генетична пам'ять популяції, що передається з покоління в покоління у процесі природного відтворення населення.

Гігієна (від грец. *hygieinos* – здоровий) – галузь медицини, яка вивчає вплив чинників довкілля на здоров'я і працездатність людини.

Гомеостаз (від грец. *homoios* – подібний і *stasis* – стояння) – здатність організму, популяції або системи протистояти зовнішнім і внутрішнім впливам, зберігаючи при цьому динамічну рівновагу в змінних умовах середовища за допомогою скоординованих реакцій.

Демографічний вибух – безмежний вибухоподібний темп зростання населення.

Демографічний перехід – послідовна зміна типів відтворення населення, що призводить до стабілізації його чисельності.

Демографічна політика – діяльність органів державного управління і соціальних інститутів, спрямована на створення сталих кількісних і якісних параметрів відтворення населення.

Депопуляція – зменшення чисельності популяції або населення.

Еволюція (від лат. *evolutio* – розвиток) – незворотний процес історичного розвитку живих організмів, природи, суспільства.

Екологічна безпека – комплекс станів, явищ і дій, що забезпечують екологічний баланс на Землі та в її окремих регіонах на рівні, до якого фізично, соціально-економічно, технологічно і політично готове людство.

Екологічна небезпека – імовірність розвитку негативних чинників або явищ, які спричиняють незворотну деградацію природних систем, у т. ч. в системі «населення – навколишнє середовище».

Екологічна проблема – який-небудь невивчений або слабо вивчений аспект взаємодії людини і природи, що потребує подальшого дослідження і вирішення.

Екологічна ситуація – сукупність станів екологічних об'єктів у межах певної території у певний проміжок часу.

Екологічна ситуація надзвичайна – ситуація, що виникає внаслідок раптових природних лих або техногенних аварій і супроводжується великими збитками.

Екологічний потенціал території – здатність природного середовища відновлювати певний рівень якості протягом досить довгого часу; сукупність речовинно-енергетичних ресурсів і властивостей екосистем, що забезпечують максимально можливі структурно-функціональні параметри і корисні функції, які можуть бути використані людиною.

Екологічний ризик – рівень імовірності виникнення несприятливих для навколишнього середовища наслідків, пов'язаних з природними катастрофами, функціонуванням екологічно небезпечних виробничих об'єктів чи ухваленням рішення про спорудження подібних об'єктів.

- Екологічні проблеми** – протиріччя, які виникають в системі речовинних, енергетичних, інформаційних зв'язків суспільства з природним середовищем, вплив цих протиріч на людину та умови її життєдіяльності.
- Екологічні фактори** – усі складові (елементи) природного середовища, що впливають на існування та розвиток організмів, і на які живі істоти реагують реакціями пристосування.
- Екологія** – наука про закономірності формування, розвитку і функціонування біологічних систем різного рангу у їхніх зв'язках між собою та з умовами середовища;
міждисциплінарна область знань (синтез наук) про структуру і функціонування природних і суспільних систем у їхньому взаємозв'язку.
- Екологія людини** – комплексна наука, що вивчає взаємовідносини людини і навколишнього середовища з погляду сприяння збереженню здоров'я, а також розвитку фізичних і психічних можливостей людини.
- Екосистема** – сукупність різних видів рослин, тварин і мікроорганізмів, які взаємодіють між собою та довкіллям таким чином, що вся ця сукупність може зберігатися невизначено довгий час.
- Енергетична безпека** – стан готовності паливно-енергетичного комплексу країни щодо максимально надійного, технічно безпечного, екологічно прийняттого, економічно ефективного і обґрунтовано достатнього енергозабезпечення економіки і населення, а також щодо здійснення політики захисту національних інтересів у сфері енергетики без зовнішнього і внутрішнього тиску.
- Енергозбереження** – діяльність, спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної і перетвореної енергії, а також природних енергетичних ресурсів, яка реалізується з використанням технічних, економічних і правових методів.
- Епідемія** – масове розповсюдження інфекційної хвороби людей у часі й просторі, що перевищує звичайний рівень захворюваності на цій території, у 1,5 рази протягом 3-х днів.
- Епізоотії** – одночасне поширення інфекційної хвороби серед великої кількості одного чи багатьох видів тварин, що значно перевищує звичайний зареєстрований рівень захворюваності на певній території.
- Епіфітотії** – масове інфекційне захворювання рослин, що супроводжується чисельною загибеллю культур і зниженням їхньої продуктивності.
- Забруднення водних ресурсів** – внесення людиною прямо чи опосередковано речовин та енергії у водне середовище, що викликає збитки живим ресурсам, небезпеку для здоров'я людей, ускладнення морської діяльності, погіршення якості морської води та зменшення її корисних властивостей.

Забруднення ґрунтів – процес привнесення у ґрунт нових, нехарактерних для нього, фізичних, хімічних чи біологічних агентів, або перевищення за певний час середнього багаторічного природного рівня концентрації цих агентів.

Зона оптимуму – сила впливу екологічного фактору, в межах якої зростає життєздатність і чисельність організмів.

Інтоксикація – хворобливий стан організму, спричинений впливом екзогенних токсинів (надходять ззовні) або шкідливих речовин ендogenousного походження (виробляються в організмі).

Імунітет (від лат. *immunitatis* – звільнення від чогось) – здатність живих істот протистояти дії інфекційних агентів, зберігаючи свою діяльність і біологічну індивідуальність; захисна реакція організму.

Індивідуальне здоров'я – стан організму, за якого він здатний повноцінно виконувати свої функції; фізичне та духовне благополуччя; відсутність хвороб.

Канцероген (від лат. *cancer* – рак і грец. *genês* – народжений) – хімічна речовина, вплив якої на організм людини за певних умов спричиняє розвиток злоякісних новоутворень.

Катастрофа – раптове лихо чи велика подія, що тягне за собою тяжкі наслідки для людини, тваринного і рослинного світу, змінюючи умови середовища існування.

Клімат – характерний для конкретної території багаторічний режим погоди, зумовлений сонячною радіацією, її перетвореннями у діяльному шарі земної поверхні та пов'язаною з нею циркуляцією атмосфери і океанів.

Коменсалізм – тип взаємозв'язку організмів, коли один вид має суттєву вигоду, а для іншого зв'язок є нейтральним (однобічне сприяння).

Конкуренція – безкомпромісна боротьба видів за ресурси, коли «сили» видів близькі й обидва потерпають втрати.

Консументи – організми, які споживають готову органічну речовину інших організмів та продуктів їхньої життєдіяльності.

Ландшафтне різноманіття – реально існуюча на земній поверхні множинність створених природою цілісних дискретно-континуальних структур – ландшафтних комплексів будь-якого розміру чи ієрархічного рангу.

Лімітуючий фактор – фактор, який за межами свого оптимуму призводить до стресового стану організму.

Ліс – сукупність землі, рослинності (у якій домінують дерева і чагарники), тварин, мікроорганізмів та інших природних компонентів, що у своєму розвитку впливають один на одного і на довколишнє середовище.

- Лісові ресурси** – сукупність матеріальних благ лісу, які можна використати без шкоди навколишньому середовищу з найбільшою господарською ефективністю.
- Медична екологія** – наука, що вивчає питання екології, пов’язані з морфологічними і генетичними формами адаптації людини до навколишнього середовища.
- Метаболізм** (від грец. *metabole* – зміна) – процес обміну речовин у живому організмі, клітині.
- Міграція** (від лат. *migratio* – переселення) – процес зміни постійного місця мешкання індивідів або соціальних груп, що виражається переміщенням в інший регіон або країну.
- Мутагени** (від лат. *mutatio* – змінюю і грец. *genês* – народжений) – фізичні, хімічні та інші чинники, які збільшують частоту мутацій.
- Мутагенез** – утворення мутацій, що полягає у стрибкоподібних успадкованих змінах генетичного матеріалу (кількості або структури ДНК).
- Мутація** – раптова різка зміна ознак організму, зумовлена зміною кількості й структури хромосом чи окремого гена, яка передається спадково.
- Мутуалізм** – тип взаємокорисного впливу видів, або взаємний позитивний вплив.
- Навколишнє природне середовище** – частина географічної оболонки, яка оточує людину, і з якою безпосередньо пов’язані життя і виробнича діяльність суспільства.
- Народонаселення** – сукупність людей, що мешкають в межах конкретної території (континенту, країни, області) з урахуванням расово-етнічного і статевовікового складу.
- Небезпека** – явища, процеси, об’єкти, властивості, здатні за певних умов завдати шкоди здоров’ю чи життю людини прямо чи опосередковано.
- Небезпечна ситуація** – умови, за яких небезпека може реалізуватися у подію.
- Нейтралізм** – тип взаємовідносин, коли обидва види існують незалежно, не впливаючи істотно один на одного.
- Ноосфера** (за В. Вернадським) – новий етап еволюції біосфери, на якому розумна людська діяльність є основним чинником еволюції біосфери.
- Обмін речовин** – закономірний порядок перетворення речовин у живих системах, що є основою життя.
- Органічна їжа** – харчова продукція, вироблена без використання пестицидів, іонізуючої радіації, генетично модифікованих організмів (ГМО), мінеральних добрив чи гною для продуктів рослинництва.
- Паразитизм** – взаємовідносини організмів, за яких один з них (паразит) використовує іншого (хазяїна) як середовище проживання або джерело їжі.

- Парниковий ефект** – здатність атмосфери, що пропускає короткохвильове електромагнітне випромінювання від Сонця, затримувати тепловий потік від земної поверхні, повертаючи його до Землі у вигляді «зустрічного випромінювання».
- Пестициди** – токсичні речовини, їхні сполуки або суміші речовин хімічного чи біологічного походження, призначені для знищення, регуляції і припинення розвитку шкідливих організмів, внаслідок діяльності яких уражаються рослини, тварини, люди і завдається шкода матеріальним цінностям.
- Популяція** – сукупність особин одного виду з однаковим генофондом, яка живе на спільній території протягом багатьох поколінь.
- Потреби людини** – необхідність у будь-чому для підтримання життєдіяльності людини і задоволення її інтересів як особистості, яка належить до певної соціальної групи і суспільства.
- Природні ресурси** – компоненти природного середовища, що використовуються або можуть бути використані у процесі господарської чи іншої діяльності як джерела енергії, продукти виробництва і предмети споживання і мають споживчу цінність.
- Природно-ресурсний потенціал** – сукупність природних ресурсів і природних умов, які знаходяться в певних географічних межах і забезпечують задоволення економічних, екологічних, соціальних, культурно-оздоровчих і естетичних потреб суспільства.
- Природні умови** – сукупність явищ, об'єктів і факторів природного середовища, які впливають на існування людського суспільства та можуть полегшувати або ускладнювати розвиток суспільного виробництва.
- Природокористування** – сфера виробничої і наукової діяльності, спрямованої на комплексне вивчення, освоєння, використання, відновлення, поліпшення і охорону природного середовища і природних ресурсів з метою розвитку продуктивних сил, забезпечення сприятливих умов життєдіяльності.
- Природокористування раціональне** – високоефективне господарювання, що не призводить до різких змін природно-ресурсного потенціалу та несприятливих змін у природному середовищі, які можуть нанести шкоди здоров'ю і самому життю людини.
- Продуценти (автотрофи)** – організми, які виробляють органічну речовину з неорганічних сполук.
- Редуценти (деструктори)** – організми, які перетворюють (розкладають) органічні рештки на неорганічні сполуки.
- Резистентність** (від лат. *resistens* – протидіючий) – стійкість організму (популяції, біоценозу) до впливу різних чинників (хвороб, паразитів, пестицидів тощо).

- Рекультивация земель** – відтворення продуктивності територій, порушених гірничою промисловістю, та їх повернення у різні види використання, що передбачає проведення комплексу інженерних, гірничотехнічних, меліоративних, сільськогосподарських чи лісогосподарських робіт.
- Ризик антропоєкологічний** – ступінь можливої небезпеки для життєдіяльності людей внаслідок стихійних лих, техногенних аварій і катастроф, діяльності екологічно шкідливих виробництв, а також розміщення комунальних та інших об'єктів у зонах можливого екологічного неблагополуччя.
- Рівень життя** – інтегральний показник, що характеризує споживання населенням матеріальних і духовних благ та ступінь задоволення потреб у них в певний момент розвитку суспільства.
- Рівень здоров'я** – сукупність усереднених медико-статистичних, демографічних, антропометричних, генетичних, фізіологічних, імунологічних, нервово-психічних ознак окремих людей у складі спільноти.
- Система життєзабезпечення** – комплекс особливостей виробничої діяльності, демографічної структури і розселення, трудової кооперації, традицій споживання і поділу благ.
- Смертність** – частота випадків смерті у певній сукупності людей (населення регіону, країни тощо).
- Спадковість** – здатність живої матерії передавати потомству ознаки батьків.
- Спосіб життя** – сукупність типових видів життєдіяльності людських спільнот.
- Стічна вода** – вода, яка утворилася в процесі господарсько-побутової і виробничої діяльності, а також відведена із забудованої території, на якій вона утворилася внаслідок випадання атмосферних опадів.
- Стихійне лихо** – природне явище, яке характеризується стрімким розвитком і призводить до загибелі людей і руйнування об'єктів інфраструктури.
- Стрес** – сукупність захисних фізіологічних реакцій, які виникають в організмі у відповідь на вплив несприятливих зовнішніх чинників.
- Токсикологія** (від грец. *toxikon* – отрута і *logos* – вчення) – наука, що вивчає отруйні, токсичні й шкідливі речовини, потенційну небезпеку їх впливу на організми і екосистеми, механізми токсичної дії, а також методи діагностики, профілактики і лікування захворювань внаслідок такого впливу.
- Токсини** – поліпептиди і білки, що виділяються отруйними рослинами, бактеріями, вірусами, деякими тваринами для захисту від ворогів.
- Толерантність** (від лат. *tolerans* – терплячий) – спроможність організму переносити вплив певної лікарської речовини або отрути без проявів токсичного або терапевтичного ефекту.
- Ультразвук** – коливання і хвилі, частота яких перевищує частоту звуку, що сприймає вухо (15-20 кГц).

Умови життя – сукупність необхідних організму умов існування, елементів середовища, без яких він не може існувати.

Штучна їжа – харчові продукти, одержані з різних харчових речовин (білків, амінокислот, ліпідів, вуглеводів), заздалегідь виділених з природної сировини або отриманих шляхом синтезу з мінеральної сировини, з додаванням харчових добавок, вітамінів, мінеральних кислот, мікроелементів тощо.

Якість води – ступінь відповідності показників якості води потребам людей і/або технологічним вимогам.

Якість життя – комплексна характеристика економічних, політичних, соціальних та ідеологічних чинників, що визначають становище людини в суспільстві.

Якість повітря – ступінь відповідності фізико-хімічних і біологічних характеристик повітря потребам людини і технологічним вимогам.

Навчальне видання

ГАВРИЛЕНКО Олена Петрівна
ЦИГАНЮК Євген Юрійович

ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

Навчальний посібник

Видавництво «ЛАТ & К»
Приватне виробничо-торгове підприємство «ЛАТ & К / LAT & K»
вул. Леонтовича, 9, к. 18, м. Київ, 01601
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників
і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 181 від 15.09.2000 р.
тел./ факс: +38 044 235 000 9
моб.: +38 050 3102204
e-mail: lk@ukr.net

Віддруковано у поліграфії «VRM».
Підп. до друку 29.09.2020 р. Формат 297x210/10
Друк цифровий. Наклад 300 прим.