

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

Донбаська державна машинобудівна академія

В. А. Зеленська

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

Навчальний посібник

для студентів вищих навчальних закладів

Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України

Краматорськ 2011

ББК 20.1
УДК 502.3
Г 54

Рецензенти:

Присяник А. В., д-р хім. наук, професор, завідувач кафедри охорони праці, Український державний хіміко-технологічний інститут;

Гетьман Є. І., д-р хім. наук, професор, завідувач кафедри неорганічної хімії, Донецький національний університет;

Шабанов В. І., канд. біол. наук, доцент кафедри гуманітарної освіти, Краматорський економіко-гуманітарний інститут.

Рекомендовано

Міністерством освіти і науки, молоді і спорту України
(лист № 14/18.2-67 від 13.01.2008)

Зеленська, В. А.

Г 54 **Основи екології : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В. А. Зеленська. – Краматорськ : ДДМА, 2011. – 208 с. ISBN 978-966-379-510-2.**

Навчальний посібник є стислим ознайомчим курсом, який висвітлює основні екологічні проблеми глобального та регіонального характеру. Матеріал представлений лаконічно і в той же час достатньо, що дозволяє сформулювати елементарні знання в галузі загальної екології, а також привернути увагу майбутніх інженерів до питань енергетики як підґрунтя багатьох сучасних екологічних проблем, спрямувати творчу технічну думку на шлях створення енергоекономних, безвідхідних і екологічно оптимізованих технологій. Посібник не претендує на фундаментальність і є, у певній мірі, популяризатором сучасних наукових поглядів провідних вітчизняних і зарубіжних екологів.

ББК 20.1
УДК 502.3

ISBN 978-966-379-510-2

© В. А. Зеленська, 2011

© ДДМА, 2011

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 НАЙБІЛЬШ ГОСТРІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ.....	8
1.1 Основні прояви глобальної екологічної кризи.....	9
1.1.1 «Парниковий ефект».....	9
1.1.2 Руйнування озонового шару Землі.....	10
1.1.3 Кислотні опади.....	11
1.1.4 Забруднення гідросфери, у тому числі Світового океану.....	11
1.1.5 Інтенсивне спустелювання й знезліснення планети.....	12
1.1.6 Ерозія ґрунтів.....	13
1.1.7 Накопичення відходів антропогенної діяльності.....	14
1.1.8 Руйнування екологічних ніш багатьох видів рослин і тварин...	15
1.1.9 Різка зміна санітарно-гігієнічних умов життя людини.....	16
1.2 Причини екологічної кризи.....	16
1.2.1 Демографічний вибух.....	17
1.2.2 Урбанізація суспільства.....	18
1.2.3 Активне впровадження досягнень хімічної науки в різних сферах життя і, насамперед, сільському господарстві.....	19
1.2.4 Наслідки науково-технічного «прогресу».....	20
1.2.5 Відсутність міри в експлуатації природних ресурсів (використання природних багатств без урахування законів природи).....	20
1.2.6 Загальна автомобілізація й будівництво нових транспортних магістралей.....	21
1.2.7 Мілітаризаційна політика деяких держав.....	21
1.3 Шляхи подолання кризового стану.....	22
2 ОСНОВИ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЕКОЛОГІЇ.....	26
2.1 Сучасна екологія – наука про виживання.....	25
2.2 Взаємодія живих організмів із навколишнім середовищем.....	28
2.2.1 Середовище існування. Екологічні фактори.....	27
2.2.2 Популяція як основна форма існування виду й структурна одиниця екосистеми.....	30
2.2.3 Будова, види й властивості екосистем. Узагальнені закони функціонування екосистем. Порушення в екосистемах.....	33
2.2.4 Основні закони екології.....	37
2.3 Біосфера – жива оболонка планети.....	38
2.3.1 Біосфера і її межі. Вчення В. І. Вернадського про біосферу....	38

2.3.2 Основи стійкості біосфери та антропогенний вплив.....	40
2.3.3 Кругообіг речовин і енергії в біосфері та його порушення.....	42
2.3.4 Раціональне природокористування як основа для підтримання рівноваги біосфери.....	44
2.3.5 Біорізноманіття й генофонд біосфери та їх збереження.....	45
3 ОСНОВИ ГЕОЕКОЛОГІЇ.....	49
3.1 Проблеми гідросфери.....	49
3.1.1 Характеристика гідросфери, її значення.....	49
3.1.2 Водні ресурси: класифікація, критерії якості. Водокористування. Водоспоживання.....	50
3.1.3 Використання води в промисловості. Промислова водопідготовка.....	52
3.1.4 Стічні води.....	53
3.1.5 Забруднення гідросфери.....	54
3.1.6 Очищення промислових стічних вод.....	59
3.1.7 Шляхи зниження забруднення гідросфери.....	61
3.2 Проблеми атмосфери.....	61
3.2.1 Газовий склад, будова й значення атмосфери.....	61
3.2.2 Джерела й види забруднення атмосфери.....	63
3.2.3 Негативні процеси і явища в атмосфері.....	66
3.2.4 Захист повітряного басейну.....	73
3.2.5 Санітарно-технічні заходи щодо захисту повітряного басейну..	76
3.2.6 Самовідновлення атмосфери.....	86
3.3 Літосфера.....	87
3.3.1 Будова й склад літосфери.....	87
3.3.2 Земні надра.....	88
3.3.3 Ґрунт. Антропогенний пресинг на ґрунт.....	88
3.3.4 Охорона земельних ресурсів.....	97
4 ОСНОВИ СОЦІОЕКОЛОГІЇ.....	101
4.1 Урбоекологія.....	101
4.2 Міжнародні природоохоронні організації.....	104
4.3 Правові основи природокористування.....	109
4.3.1 Основи екологічного права.....	109
4.3.2 Міжнародні й міждержавні документи.....	109
4.3.3 Державні природоохоронні документи.....	110
4.3.4 Основні напрями екологічної політики в Україні.....	111
4.3.5 Керування в галузі охорони навколишнього середовища.....	111
4.4 Моніторинг об'єктів. Методи й критерії оцінювання стану навколишнього середовища.....	112

4.4.1 Моніторинг об'єктів.....	112
4.4.2 Методи й критерії оцінювання стану навколишнього середовища.....	113
4.5 Екологічна експертиза.....	116
5 ОСНОВИ ТЕХНОЕКОЛОГІЇ.....	119
5.1 Проблеми енергетики.....	119
5.1.1 Основні джерела енергії.....	119
5.1.2 Альтернативні джерела енергії.....	125
5.2 Промисловість.....	128
5.2.1 Гірничовидобувні підприємства.....	129
5.2.2 Підприємства чорної металургії.....	130
5.2.3 Машинобудівні підприємства.....	132
5.2.4 Хімічна й нафтохімічна промисловість.....	133
5.3 Транспорт.....	136
5.4 Агроекологія.....	138
6 РЕГІОНАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ (ЕКОЛОГІЧНА КРИЗА В УКРАЇНІ).....	140
6.1 Техногенно-екологічна ситуація.....	140
6.2 Спадщина Чорнобиля.....	141
6.3 Проблеми головної водної артерії України – Дніпра.....	142
6.4 Проблеми Азовського й Чорного морів.....	144
6.5 Проблеми лісів Карпат.....	147
6.6 Проблеми промислових регіонів.....	148
6.7 Соціально-екологічна криза.....	151
ЛІТЕРАТУРА.....	154
ДОДАТОК А. Екологічний словник.....	162

ВСТУП

Людство, незважаючи на досягнення науково-технічного прогресу, увійшло в третє тисячоріччя з купою проблем теплової й атомної енергетики й застарілими, екологічно брудними технологіями промисловості й сільського господарства.

Населення планети в 7 млрд осіб вимагає величезних обсягів енергогенерації й виробництва валового продукту. Якщо кількість землян буде збільшуватися й надалі (за прогнозами ООН у найближчі 50 років сягне 8 млрд людей) і, відповідно, енергоспоживання буде зростати, нескладно передбачити розміри збитку довкіллю через викиди й відходи.

Проголошене ООН положення сталого розвитку поки що багато в чому залишається декларативним і не супроводжується масштабним впровадженням ресурсозберігальних технологій.

У зв'язку з цим виникає низка питань. Чи вистачить існуючих природних ресурсів для задоволення зростаючих потреб сучасної цивілізації? Чи витримає біосфера техногенний пресинг економіки й енергетики? Чи будуть надалі працювати механізми, що забезпечують гомеостаз? Чи можлива подальша еволюція людини від *Homo sapiens* до *Homo doctus*?

Малоймовірним бачиться, що при збереженні існуючих технологій виробництва енергії й господарювання, при темпах зростання населення планети, які намітилися, біосфера все-таки збереже свою стійкість.

На думку вчених-екологів, можливі два варіанти розвитку ситуації:

- збереження гомеостазу біосфери (за рахунок таких властивостей живої матерії, як здатність до адаптації, мінливість і ін.) за умови залучення для рішення проблеми інформаційних, енергетичних і матеріальних ресурсів і наявності для цього часу;

- катастрофічні зміни в біосфері.

Який шлях обере людство?!

Сьогодні щось дивне відбувається у світі: небувалі морози недавно стояли в південній півкулі – Бразилії й Австралії, де випадав навіть сніг; розбушувалися зливи в Китаї й Індії. Надзвичайна спека (липень – серпень 2005 р.) була в Португалії, де все літо палали ліси. Величезної сили урагани Катрина і Офелія пронеслися узбережжям Сполучених Штатів Америки, забравши життя сотень людей і заподіявши матеріальний збиток на мільярди доларів. І цей невеселий список можна продовжити...

Квітень 2006 р., квітень – травень 2010 р. Європа вся у воді. Складна ситуація в Німеччині, Чехії, Польщі, в Угорщині оголошена надзвичайна ситуація. Особливо постраждав Будапешт.

Вересень 2009 р. Стамбул. 37 людей загинуло через повінь за два дні, рясні паводки в центральному й східному Чорноморському регіонах Т у-реччини, а також у її південній частині.

Торнадо страшної сили пронісся над Ізраїлем, хоча на цій території такі явища – велика рідкість. Причини формування стихії невідомі.

На картині одного середньовічного художника зображений чернець, який підійшов до краю диска-Землі й акуратно, стоячи на колінах, заглядає за зоряну завісу: а що ж далі? Картина називається «На краю Землі». Людство зараз нагадує того ченця, оскільки стоїть на краю прірви. І від нас залежить, чи зможемо ми надалі бачити зоряне небо.

1 НАЙБІЛЬШ ГОСТРІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ

Наука екологія стала обов'язковою для вивчення в усіх вищих навчальних закладах і школах України, близького й далекого зарубіжжя. У людства назріла гостра необхідність займатися активною просвітницькою діяльністю в цій галузі, тому що вчені-екологи стверджують, що на планеті в останні 30–50 років сформувалася *глобальна екологічна криза*.

Глобальна екологічна криза – це глибоке порушення природної екологічної рівноваги, напружені відносини між людиною й природою, пов'язані з невідповідністю виробничих сил і виробничих відносин у людському суспільстві ресурсним можливостям біосфери.

Визначення «глобальний» відбиває суть явищ, які відбуваються: низка екологічних проблем характерна не для окремо взятої країни або регіону, а охоплює всю земну кулю.

В історії розвитку людства явище екологічної кризи не нове. Кризи, які раніше виникали, мали локальний характер. Їх причиною був конфлікт між людиною й природою, а результатом – загибель цивілізацій (за однією з версій). Так, з обличчя Землі зникли цивілізація майя, цивілізація острова Великодня, середземноморська цивілізація. Цивілізація острова Великодня залишила людству багату культурну спадщину, однак загинула через банальний голод: у результаті нераціонального випасу худоби були знищені пасовища, знань щодо їхнього відновлення не було, і наслідки для жителів острова виявилися катастрофічними.

Якщо на територію, яку покинула цивілізація майя, подивитися з висоти пташиного польоту, то вона вздовж і впоперек покреслена специфічними лініями-каналами для подання води, що, на думку американських екологів, й викликало дуже сильну ерозію ґрунтів і різке скорочення ресурсно-харчової бази.

За 2 тис. років до нашої ери в Єгипті й Месопотамії людина створила грандіозні зрошувальні системи, які принципово змінили навколишній світ. Зміни природних умов, які відбувалися в результаті господарської діяльності, призвели до ерозії ґрунтів, їх засолення, спустелювання, а в остаточному підсумку – до регіональних екологічних криз і зникнення цивілізацій, що їх створили.

Однак в основі сучасної глобальної кризи лежить конфлікт між *біосферою* – живою оболонкою планети й *техносферою* – сукупністю всього технічного (заводів, електростанцій, залізничних переїздів і ін.). Сучасне людство розвивається таким чином, що не уявляє себе без техносфери. Активно використовує всілякі електроприлади, аудіовізуальні системи, комп'ютери, розбудовує потужну будівельну індустрію. Для функціонування техносфери необхідна електроенергія, яку людство виробляє, по-варварськи витрачаючи паливні ресурси, викидаючи в навколишнє середовище величезну кількість токсичних відходів, що суттєво пригнічує біосферу.

З іншого боку, техносфера розвивається тільки завдяки біосфері (у вигляді людини) і на пряму від неї залежить.

Людству потрібно буде розв'язати завдання колосальної важливості: знайти компроміси, примирити конфліктуючі сторони, направити їхню еволюцію в одному руслі, не дати змоги глобальній екологічній кризі набути незворотних наслідків, тобто перерости в глобальну екологічну катастрофу.

Екологічна катастрофа – це явище незворотного характеру, що виникає на підставі прямого або опосередкованого впливу антропогенної діяльності на природні процеси й призводить до гостронесприятливих наслідків, коли людина є вимушено пасивною, стражденною стороною.

Щоб розібратися в питаннях кризи, необхідно з'ясувати, за якими ж ознаками вчені-екологи роблять висновок, що екологічна криза дійсно існує, що це – не міф і не вигадка філософів або фантастів; які причини призвели до такого жалюгідного стану справ і, нарешті, визначити шляхи подолання виниклої кризової ситуації.

1.1 Основні прояви глобальної екологічної кризи

Учені з різних галузей науки сходяться в єдиній думці, що планетарного масштабу набули негативні явища й процеси, про які піде мова в наступних пунктах.

1.1.1 «Парниковий ефект»

Причини

Проблему «парникового» або «оранжерейного» ефекту викликало скупчення великих обсягів парникових газів (серед яких домінує вуглекислий газ), що надходять до атмосфери внаслідок спалювання різних видів палива. За минулі 100 років концентрація CO₂ зросла на 30 %, причому близько 10 % – за останні 30 років (більш детально це питання розглядається в пункті 3.2.3).

Механізм «парникового ефекту»

Вуглекислий газ піднімається у верхні шари тропосфери й діє за принципом плівки (скла) в парнику, яка пропускає ультрафіолетові промені сонця до земної поверхні, а для віддзеркалюваного інфрачервоного випромінювання не прозора. Таким чином, тепло Землі затримується шаром CO₂, що призводить до низки несприятливих наслідків.

Такому стану сприяли:

- інтенсивне знищення лісів;
- порушення діяльності ґрунтових мікроорганізмів тундри, які переробляли до 40 % вуглекислого газу, що викидається в атмосферу.

Наслідки:

а) глобальні зміни клімату на планеті (за останні 100 років температура повітря підвищилася на 0,5...0,6 °С.);

б) танення льодовиків Арктики, Антарктики, снігових шапок гір (підвищення температури всього на 2 °С може спровокувати танення всіх льодовиків планети, а значить – втрату запасів прісної води);

в) підвищення рівня води у Світовому океані внаслідок танення льодовиків (за останні 100 років рівень води піднявся на 15 см, а за останнє десятиріччя – у десятки разів);

г) підтоплення територій, що розташовані нижче від рівня моря (Санкт-Петербург, Венеція, Голландія, Бангладеш і ін.);

д) зсув кліматичних зон від екватора до полюсів на 400 км (Україна в результаті «парникового ефекту» потрапляє в зону напівпустель з усіма наслідками. Якщо врахувати, що основним її природним ресурсом вважаються найродючіші у світі чорноземи, то їх пересушення й виснаження, за прогнозами вчених-екологів, можуть уже в найближчі роки призвести до голоду).

Переговори з питань клімату: 1992 р. – Ріо-де-Жанейро, 1997 р. – Кіото, 2009 р. – Копенгаген. Кіотський протокол ставить чіткі й обов'язкові для досягнення цілі зі скорочення викидів парникових газів. Термін Кіотського протоколу минає у 2012 р. – час для ратифікації нового документа.

1.1.2 Руйнування озонового шару Землі

Місцезнаходження

Озонасфера – це шар, який складається з молекул O₃ та розташовується в атмосфері на висоті від 15 до 55 км (найбільше скупчення озону – на висоті 30...33 км); у стисненому вигляді досягає товщини 1,2...1,5 см.

Значення: озоновий шар затримує згубні для всього живого космічні потоки, насамперед твердий ультрафіолет (тобто УФ(В) і УФ(З) із довжиною хвилі 315...100 нм). Життя на планеті стало можливим тільки після формування озонового шару.

Причина руйнування – потрапляння в атмосферу *фреонів* (хлорфторвуглеводнів, далі – ХФВ). Їх вже понад 60 років використовують у холодильниках, кондиціонерах як складники аерозольних сумішей, як піноутворювачі у вогнегасниках, очисники для електронних приладів при хімічному очищенні одягу тощо. У минулому вони розглядалися як ідеальні для практичного використання хімічні речовини, оскільки вони дуже стабільні й неактивні. Як не парадоксально, але якраз їх вважають найбільшою з агрозною для озонового шару. ХФВ не розкладаються швидко в атмосфері і проникають до стратосфери. Для людського організму фреони нешкідливі. Однак один атом хлору здатний зруйнувати 100 000 молекул озону (більш детально це питання розглядається в пункті 3.2.3).

Наслідки – формування озонових дір. Найбільш великі озонові діри відзначені в Південній півкулі над Антарктидою, Новою Зеландією, частиною Австралії, у Північній – над Шпіцбергенем, окремими районами Сибіру. Проникаючі космічні випромінювання призводять до виникнення

різноманітних мутацій у всіх без винятку живих організмів. У людей спостерігається збільшення кількості онкологічних захворювань (насамперед на рак шкіри), а також катаракти (помутніння кришталика ока).

Заходи щодо захисту: підписано в 1985 р. Монреальський протокол про скорочення використання фреонів на 50 % (до 2000 р. й термін дії протоколу подовжено); у 1996 р. – Декларацію, яка забороняє використання найнебезпечніших фреонів.

1.1.3 Кислотні опади

Причини

Кислотні опади виникають унаслідок потрапляння в атмосферу кислих оксидів SO_2 і NO_2 , які піднімаються у верхні шари тропосфери, де в результаті складних фізико-хімічних процесів поєднуються з парами води й випадають на землю у вигляді сумішей кислот (сірчаної й сірчистої, нітратної й нітритної). Джерела SO_2 і NO_2 – викиди ТЕС, автомобільний транспорт, металургійні заводи й ін. (більш детально це питання розглядається в пункті 3.2.3).

Наслідки:

- а) виснаження ґрунтів (зв'язуються в реакціях Ca, K, Mg);
- б) зниження врожайності сільськогосподарських культур через ушкодження листя;
- в) загибель лісів (особливо чутливі хвойні породи);
- г) зміна кислотного балансу водних екосистем, отже – загибель риби, водоплавних птахів тощо;
- д) руйнування пам'яток культури, архітектурних споруд (напр и-клад, у Римі скульптури з гіпсу «тануть як льодяники»);
- е) збільшення кількості захворювань у людей (подрознюється слизова оболонка верхніх дихальних шляхів, очей, пошкоджується шкіра), руйнується одяг, взуття тощо.

1.1.4 Забруднення гідросфери, у тому числі Світового океану

Однією з актуальних проблем сучасності є цілеспрямоване комплексне вивчення й раціональне використання ресурсів Світового океану (більш детально це питання розглядається в пункті 3.1.5). Однак дослідження останніх років свідчать про тиск антропогенних факторів на екосистему, який підсилюється. У цей час уже скинуто в океан більш ніж 25 млрд т різних відходів. Найнебезпечнішим вважається забруднення нафтою. Експерти ЮНЕСКО підраховали, що в морські акваторії щорічно надходить від 6 до 15 млн т нафти [49]. Одночасне потрапляння в океан 25 млн т нафти здатне повністю знищити в ньому життя [4].

Класифікація забруднень:

а) фізичне:

- механічне (сміття: пластикові пляшки, пінопласт тощо);
- теплове або енергетичне (скидання нагрітих стічних вод);

б) хімічне:

• органічне (нафта, пестициди, фенол, СПАР – синтетичні поверхнево активні речовини);

• неорганічне (солі важких металів; мінеральні добрива);

в) біологічне (забруднення води макро- і мікроорганізмами);

г) радіоактивне (у тому числі *дампінг* – скидання токсичних відходів на дно Світового океану з метою заховання).

1.1.5 Інтенсивне спустелювання й знелісення планети

Спустелювання – процес інтенсивного руйнування всіх природних систем життєзабезпечення, що виражається в руйнуванні структури ґрунтів, виснаженні їх верхніх шарів, зниженні рівня ґрунтових вод, зміні водно-сольового балансу, насиченні мінеральними солями (більш детально це питання розглядається в пункті 3.3.3).

Причини

Спустелювання викликається сукупною дією природи й людини (випас худоби, розорювання земель, малопридатних для землеробства, вир убування деревинно-чагарникових порід і інші види діяльності, що порушують тендітну рівновагу в природі).

Території, що зазнають спустелювання

Цей процес стрімкими темпами йде в Африці, Азії, Латинській Америці, Австралії й Росії – майже в 100 країнах. Лідирують Намібія, Індія, Мексика, Калмикія (Росія).

Швидкість спустелювання

Цей процес рухається зі швидкістю 6 млн га на рік, що характеризує його вже як *катастрофічний* (близько від порога незворотних перетворень). За останні 25 років на планеті 43 % від загальної поверхні суші перетворилися на пустелі.

Знелісення йде не менш динамічно. В усьому світі вже не одне сторіччя триває інтенсивне знищення лісів. Сьогодні їх масиви зменшуються майже на 100 тис. км² на рік, що дорівнює площі Швейцарії й Голландії разом. Протягом останніх 300 років людство втратило 6 млн км² лісів (це більше, ніж площа Європи), за останні 100 років загублено 40 % лісових масивів, які існували на планеті, за останні 50 років втрачено більш за 10 %, у XXI сторіччі знищується 10 % лісів щороку. Темпи деградації природи набирають силу в Амазонії, Сибіру, Карпатах тощо. Лише в США за XX сторіччя площа лісів скоротилася більш ніж на 66 %. Істотні збитки наносяться лісам кислотними опадами. Так, наприклад, страждає 2/3 лісових масивів Великобританії. За даними Інституту спостережень за станом

світу, в найближчі 30 років площа лісів на планеті може скоротитися на 440 млн га. Але є один позитивний приклад: у Франції в 1810 році ліси займали 15 % території країни, а зараз – більш ніж 25 % [70].

Ліси забезпечують виділення в процесі фотосинтезу кисню в атмосферу й поглинання вуглекислого газу (за сонячний день один гектар лісу виділяє до 200 кг кисню) [6]. Тому знищення лісів призводить до зростання дефіциту кисню в атмосфері. На територіях промислових конгломерацій концентрація кисню в атмосфері може падати до 17 %, тоді як у нормі вона становить 20,9 %. Концентрація кисню 16 % вважається небезпечною. Наслідками можуть бути передчасні пологи у вагітних жінок, невиношування вагітності, мутагенний і ембріотропний вплив на плід, високий рівень неонатальної смертності. Зменшення вмісту кисню до 10...13 % викликає у людини ослаблення розумової діяльності, ураження центральної нервової системи, а концентрація в 7...8 % є критичною для виживання [23]. Така вкрай низька концентрація кисню в атмосфері реєструвалась у 2010 році (за даними ЗМІ) в Лос-Анджелесі.

1.1.6 Ерозія ґрунтів

Процес руйнування поверхневого родючого шару ґрунту в наш час набув загального характеру (більш детально це питання розглядається в пункті 3.3.3). Більш ніж 68 % розораних земель еродовані. Водна ерозія провокує щорічне потрапляння у Світовий океан близько 25 млрд т ґрунту. Вона зруйнувала 6,6 млн га земель, перетворивши їх у яри. У США ерозії потерпає близько 44 % оброблюваних земель; у Росії площі родючих земель скоротилися в 5 разів; зникли чорноземи із вмістом гумусу 14...16 %. За даними Інституту всесвітнього спостереження, у найближчі 30 років родючої землі буде менше майже на 960 млн т [4; 6; 36; 47].

Останнім часом багато проблем людства виникли у зв'язку з безжалісною експлуатацією земельних угідь. У всьому світі швидкими темпами відбуваються деградація й ерозія ґрунтів і руйнування природних ландшафтів. Як відомо, для утворення шару родючого ґрунту потрібні тисячі, навіть мільйони (залежно від клімату й складу материнської породи) років. А сучасне людство здатне зруйнувати товщу ґрунту за 1...2 роки. Підраховано: щорічно з оброблюваних земель виноситься понад 25 млрд т корисних речовин. За оцінкою Міжнародного ґрунтового центру (Нідерланди), у результаті діяльності людини вже деградувало більш ніж 15 % усієї площі світової суші, причому близько 6 % землі знищені водною ерозією, 28 % – вітровою, 12 % – засолено через неправильне зрошування, близько 5 % виведено з обігу внаслідок перехімізації й фізичної деструкції (витоптування худобою, розроблення кар'єрів, екстенсивне переорювання й ін.). Таким чином, людина сама себе позбавила багатьох мільйонів гектарів родючої землі.

Особливо це актуально для України з її традиційно багатими чорноземами. Щороку землі України втрачають 24 млн т гумусу (перегною), який визначає родючість ґрунтів. Сильне руйнування природних ландшафтів відбувається на Сході країни, у промислових регіонах [4; 6; 36; 47].

1.1.7 Накопичення відходів антропогенної діяльності

Однією із найгостріших екологічних проблем є накопичення в навколишньому середовищі різних відходів, насамперед токсичних. Відходи є джерелом забруднення всіх сфер планети, концентруючись на смітниках, у відстійниках, відвалах (більш детально це питання розглядається в пункті 3.3.3).

Із накопиченням сміття пов'язані супутні екологічні проблеми: механічне забруднення природи, вимивання речовин і забруднення ґрунтових вод, утворення метану, просідання та ерозія ґрунту, утворення епіцентрів розповсюдження небезпечних епідемій (пташиного грипу, холери), розпліднення мух і пацюків [41].

Найпоширеніше явище, у тому числі й в Україні, – відкриті звалища. Сміття з населених пунктів просто звалюється на землю. Горезвісна практика – це підпалювання звалищ, що дозволяє зменшити обсяг сміття (майже на 30 %) й подовжити термін роботи звалища. Вони нещадно димлять, поширюючи сморід. Разом із димовими газами у повітря потрапляють речовини, відомі як стійкі органічні забруднювачі. Ці синтетичні речовини, зокрема діоксин, є найбільш токсичними та небезпечними хімічними сполуками. Вони стійкі до розкладання, переносяться на великі відстані з повітрям і водою, акумулюються в жирових тканинах живих істот. Полігони швидко переповнюються за відсутності сортувальних, переробних і спалювальних потужностей. Захоронення (могильники) використовуються як альтернатива відкритих звалищ. При цьому сміття просто закопують у землю або висипають на поверхню та зверху присипають шаром ґрунту. За відсутності рослинного покриву починається ерозія ґрунту, захоронені відходи оголюються й виходять на поверхню.

Проте із захороненням сміття пов'язана найсерйозніша проблема – забруднення ґрунтових вод. Вода є універсальним розчинником. Просочуючись крізь шари захоронених відходів, дощова вода «збагачується» різними хімічними речовинами, які утворюються в процесі розкладання сміття. Така вода з розчиненими в ній забруднювальними речовинами називається *фільтратом*. Коли вона проходить крізь необроблені відходи, утворюється особливо токсичний (отруйний) фільтрат, у якому поряд із органічними рештками наявні залізо, ртуть, цинк, свинець та інші метали з консервних бляшанок, батарейок та інших електроприладів, причому все це приправлено барвниками, пестицидами, мийними засобами та іншими хімікатами. Невдалий вибір місць захоронення та нехтування засобами безпеки дозволяє цій отруйній суміші досягти водоносних горизонтів,

унаслідок чого забруднюється питна вода. Зокрема, у поверхневих водах і донних відкладеннях біля захоронень відходів концентрація свинцю перевищує фонові показники в 436 разів, цинку – у 214 разів, міді – у 23 рази, ртуті – в 950 разів, вісмуту – в 180 разів.

Друга проблема – утворення газу метану – пов'язана з процесами, які відбуваються в закритих шарах сміття без доступу кисню [41; 46].

Утворюючись, метан може поширюватися горизонтально, накопичуватись у підвалах приміщень і вибухати там при запалюванні. Поширюючись у вертикальному напрямку, метан спричинює отруєння й загибель рослинності.

1.1.8 Руйнування екологічних ніш багатьох видів рослин і тварин

Деградація природного середовища існування призводить до зникнення багатьох живих організмів. Під загрозою вимирання перебувають 34 % існуючих видів риб (налічується близько 20 тис. видів), 11 % усіх видів птахів (з 8,6 тис. відомих), 25 % видів ссавців (з 4,5 тис.). Це приводить до зниження стійкості біоценозу планети в цілому.

За даними Міжнародного союзу охорони природи (МСОП), майже чверті ссавців і восьмій частині птахів загрожує зникнення [11]. З 1997 року з 242 тис. видів рослин 33 тис. (14 %) стали рідкісними. І це інформація лише за тими видами, за якими ведеться моніторинг. За останні 100 років повністю знищено 20 видів ссавців.

Міжнародна комісія зі збереження видової різноманітності застерігає, що 12,5 % видам рослин, 44 % видам птахів, 57 % видам амфібій, 67 % видам рептилій і 75 % видам ссавців світу загрожує загибель унаслідок скорочення площ лісів [11].

Багато вчених говорять про те, що різноманіття живих форм назавжди зникає з обличчя планети зі швидкістю, яка порівнюється з тією, з якою його описують (у середньому 140...300 видів щоденно) [11; 90].

Динамічна зміна параметрів навколишнього середовища спричинює руйнування природних екологічних ніш і створення нових раніше не характерних для планети. Вони досить великі й за законами глобальної екології не можуть залишатися порожніми. Спостерігається інтенсивний процес освоєння цих ніш тваринами, багато з яких шкідливі для людини й перешкоджають господарській діяльності. Так, класичним прикладом тварин урбанізованих біоценозів є рудий тарган *Blattella germanica*. На початку ХХ століття ці комахи позначалися як одиничні, а зараз стали повсюдними. Завдяки феромональному способу обміну інформацією, ці комахи здатні збиратися в певних сприятливих для них місцях у величезній кількості. Крім того, повсюдно наступають пацюки *Rattus rattus* і *Rattus norvegicus*, розширюють свою нішу менш традиційні для міст фараонові мурахи *Monomorium pharaonis*, терміти *Coptotermes formosanus*, *Cryptotermes brevis* тощо. Наступають на міста іксодові кліщі, що колись жили лише

в лісовій зоні. Тільки в Празі зареєстровано 22 види з п'яти родів комарів [68]. Часом у нетрадиційних місцях з'являються такі паразити (наприклад, воші), які вважалися майже вимерлими, але розплодилися в останні роки в Німеччині й Ізраїлі. При цьому тварини, що адаптувалися до нових екологічних ніш, набувають істотних біологічних відмінностей від своїх диких родичів.

1.1.9 Різка зміна санітарно-гігієнічних умов життя людини

Сьогодні стало очевидним, що діяльність людини може привести до настільки глибокої трансформації довкілля, що умови її існування можуть стати не тільки несприятливими, але й згубними для людини. Експерти ВООЗ офіційно констатують, що 80 % захворювань людей обумовлені саме несприятливим екологічним станом навколишнього середовища [11].

Встановлено прямий зв'язок між зростанням кількості людей, що хворіють на алергію, бронхіальну астму, рак, і погіршенням екологічної ситуації в цьому регіоні. Накопичуючись в організмі людини, хімічні забруднювачі викликають різні порушення: зміну діяльності ферментних систем, що регулюють процеси обміну, імунологічної реактивності, порушення нормальної роботи окремих органів і їх систем. Так, через біологічне і хімічне забруднення питної води щорічно 1,2 млрд людей хворіють на кишкові розлади, понад 25 млн людей помирають, з них 5 млн дітей.

Сучасне людство змушене пристосовуватися до змінених параметрів навколишнього середовища: дихати забрудненим повітрям, пити неякісну воду, споживати продукти харчування, які перенасичені токсичними компонентами. Усе це, насамперед, пригнічує імунну систему, викликаючи імунодефіцитні стани (алергії, онкологічні захворювання тощо).

Так, поширення хвороб серцево-судинної системи провокують забруднення атмосферного повітря хімічними речовинами, підвищений рівень шуму, утворення електромагнітних полів, зміна складу питної води (у ній містяться хлориди, нітрати, нітрити, підвищена жорсткість, наявні мікроелементи кальцій, магній, мідь, фтор, йод та ін.), а також дефіцит мікроелементів і забруднення продуктів харчування токсикантами. Зростання злоякісних новоутворень пов'язують із забрудненням повітря канцерогенними речовинами, їжі і води – нітратами і нітритами, пестицидами й наявністю іонізуючої радіації.

Поданий перелік проявів глобальної екологічної кризи далеко неостаточний. До нього можна додати:

- радіоактивне забруднення окремих територій;
- розрив природних зв'язків між океаном і водами суші в результаті будівництва гребель на ріках (зарегульованість річкового стоку);
- забруднення підземного простору, у тому числі ґрунтових вод тощо.

1.2 Причини виникнення екологічної кризи

1.2.1 Демографічний вибух

Демографічний вибух – стрімке збільшення кількості населення на планеті. Людству необхідно було 20 тис. років для того, щоб досягти кількості 200 млн (у часи Римської імперії). У наступні 1500 років (до 1500 р. н. е.) населення земної кулі зросло до 500 млн, через 200 років більш ніж подвоїлося (близько 1 млрд у 1800 р.) [11]. За переписом, проведеним у 1960 році, кількість людей на земній кулі досягла 3 млрд осіб. Лише за 40 років людство збільшилося у 2 рази. У третє тисячоліття планета Земля увійшла з населенням у 6 млрд людей, а у 2011 р. нас стало 7 млрд.

Такому становищу сприяло широке застосування антибіотиків, які частково й за невеликий термін допомогли подолати раніше невиліковні хвороби, а також використання штучних добрив і пестицидів, що дозволило зменшити проблему голоду на планеті. Але ці впровадження повертаються людству на початку нового сторіччя бумерангом у вигляді нових невиліковних хвороб і порушення рівноваги планетарної екосистеми.

Населення нашої планети зростає дуже швидко. Більше від половини населення земної кулі концентрується в Азії – 60 %. Понад 95 % загального приросту населення припадає на менш розвинені регіони й країни Азії, Африки, Латинської Америки, і на перспективу ці країни збережуть високі темпи приросту [4; 23]. Динамічне зростання населення цих країн – одна з найважливіших соціально-економічних проблем загальносвітового значення. Воно отримало голосну назву «демографічний вибух» і вдало підкреслює суть процесу відтворення населення в цих країнах – вихід його з-під контролю суспільства.

При цьому треба мати на увазі, що соціально-демографічна ситуація в розвиненому світі й світі, що розвивається, носить діаметрально протилежний характер. Лише 5 % приросту світового населення припадає на економічно розвинені країни, більшість із яких розташовані в північній півкулі. Цей приріст відбувається завдяки зниженню рівня смертності й збільшенню очікуваної тривалості життя.

У наш час наслідки приросту населення набули такої актуальності, що розглядаються багатьма вченими як один із факторів, що загрожують самому виживанню цивілізації, тому що з урахуванням зростання споживання ресурсів природи, технічної й енергетичної оснащеності тиск населення на територію буде безупинно зростати.

Наслідки різкого зростання народонаселення планети:

- а) різке збільшення витрат природних ресурсів;
- б) негативний антропогенний вплив на природне середовище, погіршення екологічних умов життя людей;
- б) зростання кількості онкологічних, генетичних, алергійних, серцево-судинних захворювань;
- в) голод (голодує й недоїдає 20 % населення планети);
- г) соціальні лиха (тероризм, війни, стреси).

Потужний демографічний вибух супроводжується тотальним забрудненням навколишнього середовища, виснаженням природних ресурсів у планетарному масштабі, у тому числі енергетичних. Він призвів до злиднів мільярди людей, які вимушені вести боротьбу за виживання. Кількість народжених дітей зворотно пропорційна доходам на душу населення. Це означає, що висока народжуваність є супутником бідності. Лише незначна кількість населення Землі живе благополучно, і, як зазначають експерти, «менше ніж 20 % землян споживають більше за 80 % усіх ресурсів – від продовольства до бензину» [11; 90]. Близько 80 % забруднень на планеті дають промислово розвинені країни з населенням менш ніж 1 млрд людей. Індія, наприклад, з її мільярдним населенням, вносить у парниковий ефект лише 2 % від долі США. Співвідношення доходів 20 % найбагатшої частини населення Землі до 20 % найбіднішої становило: у 1960 р. – 30:1; у 1980 р. – 45:1, у 1990 р. – 60:1. Зараз це співвідношення досягло 140:1, незважаючи на те, що ООН у 1974 р. прийняла «Декларацію про встановлення міжнародного економічного порядку», що рекомендує максимальний розрив між багатими й бідними не більший, ніж 3:1.

1.2.2 Урбанізація суспільства

Урбанізація – зростання кількості міст; зростання кількості населення в містах. І якщо процес створення нових міст на планеті припинився, то тенденція укрупнення міст набирає силу. Так, у сучасних містах вже проживає понад 75...80 % людства [3; 4; 11]. Сучасний світ стає все більш урбанізованим (більш детально це питання розглядається в підрозділі 4.1).

На порівняно невеликих територіях формуються гігантські мегаполіси з багатомільйонним населенням і високим антропогенним пресингом, який виражається в інтенсивному споживанні всіх природних ресурсів, надмірній концентрації транспорту й промислових підприємств, формуванні техногенних ландшафтів. Так, міста споживають у 10 і більше разів більше води, із розрахунку на одну людину, ніж сільські райони, а забруднення водою досягає катастрофічних розмірів. Обсяги стічних вод становлять 2 м³ на добу на одну людину. Тому практично всі великі міста відчувають дефіцит водних ресурсів і багато які з них одержують воду з віддалених джерел. Атмосфера над великими містами містить у 10 разів більше аерозолів і в 25 разів більше токсичних газів. Рослинний покрив міст практично повністю представлений «культурними насадженнями» і розвивається в умовах сильного пригнічення [62].

Велике місто – це місто, де й переваги, і вади сучасної технологічної цивілізації, на думку американського еколога П. Селфа, виступають зримо й найсильніше [4]. До найхарактерніших рис розвитку людської цивілізації належить урбанізація, що проявляється в зростанні населення міст і відповідному зменшенні кількості сільського населення. Ця фаза розвитку людства, яку можна назвати індустріально-міською, триває всього

200...300 років, а техногенне перетворення ландшафтів у містах досягло вже критичного рівня. Доміські екосистеми за цей час максимально перероблені й антропізовані. На початку ХХ ст. в містах проживало 13 % населення Землі, у середині століття – 28 %, а на початку ХХІ ст. – вже близько 50 %.

Швидко зростає кількість «міст-мільйонників», а кількість жителів у найбільших із них – мегаполісах – сьогодні становить: у Мехіко – 27,5 млн, Шанхаї – 25,8, агломерації Токіо – Йокогама – 23,8, Пекіні – 22,8, Сан-Пауло – 21,5, Нью-Йорку – 19,5 млн. У великих містах зараз проживає більшість міського населення (у Росії, наприклад, 71,3 %). Середня густина населення в таких містах Росії, як Москва і Санкт-Петербург, досягає 15–20 тис. осіб на 1 км².

В Україні міське населення становить 68 %. Понад третини (33,7 %) усіх міських жителів України зосереджено в чотирьох областях: Донецькій, Луганській, Дніпропетровській і Запорізькій. Частка мешканців Києва в міському населенні України – 7,8 % [4].

Нестримне зростання міст зумовлене передусім соціально-економічними факторами. У великих містах сконцентровано матеріально-технічне виробництво, вони є місцями нагромадження й розподілення речовини, енергії та інформації, центрами духовного життя суспільства. У великих містах створюються кращі можливості для задоволення індивідуальних матеріальних і духовних запитів, причому чим більше місто, тим ширший спектр послуг, які воно може надати людині. Неконтрольоване зростання населення мегаполісів супроводжується істотним зниженням якості життя в них (погіршення водопостачання, збільшення кількості неочищених стоків і твердих відходів, зростання забрудненості повітря тощо).

За сумарними екологічними показниками міста поділяються на п'ять категорій: 1 – благополучні; 2 – задовільні; 3 – помірно напружені; 4 – напружені; 5 – критичні. Статистичні дані свідчать, що екологічне неблагополуччя починається тоді, коли кількість населення міст перевищує 300 тис. осіб. Особливо це стосується великих міст у країнах, що розвиваються (Калькутта, Карачі, Бомбей, Лагос, Мехіко та ін.).

1.2.3 Активне впровадження досягнень хімічної науки в різних сферах життя і, насамперед, сільському господарстві

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) повідомляє, що на світовий ринок сьогодні надходить близько 100 тис. найменувань хімічних речовин і щороку виробляється 2000 нових.

Масштабне забруднення всіх сфер планети спровокувало використання пестицидів і хімічних добрив, що викликало порушення геохімічного кругообігу речовин й бумерангом повернулося до людини у вигляді порушень здоров'я. Сьогодні виявлено 60 пестицидів, які порушують функцію ендокринної системи, пов'язану з ростом, розвитком і репродуктивною

здатністю організму [11] (більш детально це питання розглядається в пункті 3.3.3). Щорічно пестицидами отруюються 500 тис. осіб, більше ніж 5 тис. – помирають від них. Токсична дія нітратів на організм людини полягає у гіпоксії (кисневому голодуванні тканин), пригніченні активності ферментних систем і, як наслідок, серцевій недостатності.

Інтенсивно в навколишньому середовищі накопичуються поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), які при горінні виділяють фосген, діо ксини. Забруднення ПАВ екосистем приводить до циркуляції їх у водному середовищі й включення до трофічних ланцюгів, акумуляції в ґрунті та рослинах.

1.2.4 Наслідки науково-технічного «прогресу»

Чи може прогрес бути причиною кризи? Або те, що вважали прогресом, таким, дійсно, не є?

Науково-технічний прогрес, з одного боку, привів до зростання виробництва продуктів харчування, зниження смертності, а отже, збільшення кількості населення на планеті. З іншого боку, це викликало якісне й кількісне виснаження природних ресурсів. Кількісне виснаження пов'язане зі зменшенням їх загальних запасів унаслідок стрімкої витрати, якісне виснаження – із надходженням у навколишнє середовище забруднювачів. За таких темпів споживання стало очевидним вичерпання багатьох природних ресурсів найближчим часом. Одночасно відходи гігантських виробництв усе більше забруднюють навколишнє природне середовище, руйнуючи здоров'я населення.

1.2.5 Відсутність міри в експлуатації природних ресурсів (використання природних багатств без урахування законів природи)

Величезні масштаби використання природних ресурсів призвели до різкого збідніння мінерально-сировинної бази планети. Продовження розвитку багатьох галузей необґрунтоване. Економіка розвивається без урахування розмірів екологічних збитків. Наприклад, в Україні Криворізький залізорудний басейн дає понад 90 % видобутку залізної руди. До сьогодні діють 20 шахт потужністю від 300 т до 3,5 млн т на рік. Темпи видобутку не знижуються навіть у зв'язку з економічною кризою. Але чи потребує сучасна Україна в такій кількості залізної руди, якщо враховувати, які обсяги металобрухту були вивезені за межі країни за останні 10 років? Хто враховує жахливий стан навколишнього середовища в Криворіжжі, де навіть листи рослин не бувають зеленими, а завжди з буро-жовтогарячим нальотом промислового пилу?! Маємо конфлікт: те, що зручно для економіки, не завжди прийнятне для екології. Потрібно вибрати пріоритети.

1.2.6 Загальна автомобілізація й будівництво нових транспортних магістралей

У цей час у світі дуже динамічно розвивається автомобільний транспорт, який виконує провідну роль у перевезеннях пасажирів і транспортуванні вантажів. У США й Німеччині на його частку доводиться більше за 25 %, у Великобританії – до 80 % перевезень усередині країни. Це супроводжується інтенсивним забрудненням повітряного басейну, яке на територіях промислових центрів перевищує викиди теплоелектростанцій і промислових об'єктів.

У сучасному світі в перевезеннях пасажирів і вантажів зростає роль трансконтинентальних магістралей. Найбільш відомі шосейні шляхи простягнулися через пустелю Сахара в Африці, через усю територію США – від Атлантичного до Тихого океану, а також між Канадою й США й далі через країни Латинської Америки (Панамериканське шосе проходить через Північну й Південну Америку й з'єднане із Трансамазонською магістраллю). Реалізація таких масштабних проектів завжди відбувається за рахунок руйнування природних екосистем, яких на планеті залишилося в незайманому вигляді не більше ніж 30 %.

1.2.7 Мілітаризаційна політика деяких держав

Про мілітаризацію прийнято говорити, коли розвиток економіки в державі пов'язують із нарощуванням військового потенціалу. Але, зміцнюючи економіку, людство зовсім забуває про екологічну рівновагу.

1991 р. Під час військової операції «Буря в пустелі» (конфлікт між Кувейтом і Іраком) нафта, що вирвалася з нафтопроводів і танкерів, покрила 1500 км² акваторії Перської затоки. Це призвело до загибелі величезної кількості морських мешканців (черепак, крабів тощо) і птахів.

2001 р. Усі пам'ятають про сумну подію – відомий усьому світу масштабний теракт, що відбувся 11 вересня в США. Економіка Штатів сильно похитнулася. Щоб загальмувати лавиноподібні економічні зміни, був обраний курс на нарощування озброєнь. Де були реалізовані ці військові потужності, усім відомо – в Іраку. Але кому достеменно відомо, які обсяги нафти згоріли під час військових подій? У скільки разів це підсилило й без того інтенсивну планетарну екологічну кризу?

2006 р. Військовий конфлікт між Ізраїлем і Ліваном призвів до того, що 12 тис. т нафти нагромадилося біля Бейрута. Нафта дійшла до Сирії й Туреччини. На поверхні води зібрався метровий шар нафти. Загинули всі живі організми. Катастрофа могла набути планетарних масштабів.

1.3 Шляхи подолання кризового стану

Ставлення різних вчених до глобальних екологічних проблем різне. Діаметральні точки зору такі:

- абсолютизація глобальних проблем і фаталізм, що зводиться до думки про неможливість розв'язати глобальні проблеми, проповідь ідей катастрофізму й неминучості загибелі людства;
- повне заперечення існування глобальних проблем і визнання лише проблем локальних.

Істина лежить між крайніми думками. Однак пошук «золотої середини», яка обумовлює правильне розуміння глобальних проблем сучасності, триває донині. Шлях вироблення основних міжнародних домовленостей щодо розв'язання проблем з навколишнього середовища пролягає крізь Ріо-де-Жанейро (Бразилія), 1992 р.; Кіото (Японія), 1997 р.; Копенгаген (Данія), 2009 р.; Канкун (Мексика), 2010 р.

На сьогоднішній день провідні світові й вітчизняні вчені-екологи пропонують такі підходи до вирішення глобальних екологічних проблем [4; 6; 16; 36; 63]:

1 Організація загальної екологічної освіти

Дослідження соціологів показують, що більшість людей на планеті, незалежно від регіону, у якому вони проживають, розглядають екологію як науку, покликану створювати екологічно чисті продукти харчування, не зіпсовані хімією або добривами, у крайньому разі, як охорону природи й практично ніколи як науку, завданням якої є гармонізація взаємин людини й природи. Учені з подивом для себе виявили, що антинаукове, технократичне й споживче ставлення до природи характерне не тільки для малоосвічених людей, але практично для всіх категорій населення. Саме тому пропаганда екологічних знань стає однією з найнагальніших завдань сучасності.

2 Формування екологічної свідомості, «екофільного» мислення. Впровадження нової життєвої філософії (ідеї розумного співіснування біосфери й техносфери)

«Екофільне» мислення (від грец. – любити наше місцеперебування, будинок) – мислення, спрямоване на досягнення гуманних, природоохоронних цілей, а також на відкриття законів природи й фундаментальних властивостей природних об'єктів [84]. В основі такого мислення повинні лежати три тези:

- «Я єдиний з усім людством». Ця теза спирається, відповідно до В. І. Вернадського [8], на єдність людей, «на вільно мисляче людство як єдине ціле». Люди, що дотримуються таких поглядів, не можуть бути ні расистами, ні націоналістами всіх мастей – вони можуть бути тільки гуманістами. Такі погляди йдуть коріннями в глибоке минуле. Сьогодні інтелектуальна думка розглядає людство як єдиний організм, як велику систему [66].

- *«Людство єдине з усіма живими організмами»*. Ця теза несе, на-самперед, природоохоронне навантаження. Вона заперечує ставлення до інших живих організмів як до «менших братів», «нерозумних тварин». Ми всі – єдине ціле, «жива речовина планети» (за В. І. Вернадським) [8]. Єдність усіх живих організмів полягає в їхніх загальних функціях, властивостях і роботі.

- *«Земля – живий організм»*. Ця теза є логічним продовженням попередніх. Вона – вершина «екофільного» мислення, тому що екологія в сучасному розумінні – це біологія планети, це комплекс наук про всі процеси, що протікають на Землі [84]. Природно, що при такому ставленні до планети вплив людини на природу повинен перейти на новий рівень, щоб не виправдалися слова великого французького біолога Жана Батиста П'єра Антуана де Моне Ламарка (1744–1829 рр.): «Можна часом сказати, що призначення людини наче полягає в тому, щоб знищити свій рід, попередньо зробивши земну кулю непридатною для існування».

3 Планетарний підхід до вирішення соціально-економічних (насамперед енергетичних) і екологічних проблем

Нове сторіччя справедливо називають «сторіччям трьох Е»: «Енергетика – Економіка – Екологія». Більшість проблем екології безпосередньо пов'язані з енергетикою – «парниковий ефект», кислотні дощі, руйнування озонового шару тощо. І поки енергетичні проблеми не будуть розв'язані, екологічну кризу не буде подолано. Так, зараз людство споживає в рік $4 \cdot 10^{17}$ кДж енергії, а населення Землі становить більш ніж 7 млрд людей. Енергетичні потреби покриваються за рахунок нафти на 33 %, вугілля – на 27 %, газу – 18 % [90]. Більше того, темпи споживання цих ресурсів неухильно зростають. Спостерігається динамічна витрата надзвичайно обмежених енергетичних ресурсів Землі, запасів яких, на думку низки вчених, залишилося всього на кілька десятків років, причому нафти – не більше ніж на 15 років [55]. Поновлювані енергетичні ресурси (вітрова й сонячна енергія, енергія біопалива, геотермальна й гідроенергія) у загальному балансі енергетичних витрат людини становлять лише 3–7 % (більш детально це питання розглядається у підрозділі 5.1).

Основним завданням людства на нинішньому етапі є створення економіки й енергетики, які б базувались на раціональному витрачанні енергетичних ресурсів та не завдавали шкоди навколишньому середовищу. Одним із можливих шляхів вирішення екологічних проблем є обмеження тих видів господарської діяльності, які їх викликають. Наприклад, у Німеччині уряд знизив на 2,5 % податок на заробітну плату й настільки ж збільшив податок на користування електроенергією. Більш кардинальний захід – введення значних податків на використання вугілля та пального для двигунів внутрішнього згорання робить конкурентоспроможним впровадження екологічно чистих носіїв [11].

4 Оптимальне використання всіх ресурсів Землі на підставі впровадження ресурсозберігальних і маловідходних технологій

За оцінками фахівців, більш ніж 60 % міських відходів – це потенційна вторинна сировина, яку можна переробити й з вигодою реалізувати. Ще близько 30 % відходів – органічна сировина, яку можна переробити на компост. Тверді побутові відходи – це багате джерело чорних, кольорових і рідких металів, а також «безкоштовний» енергоносіє, оскільки побутове сміття – відновлювана енергетична сировина для паливної енергетики, що містить вуглець.

Використання технологій прямого спалювання твердих побутових відходів (реалізація термічних методів) дозволяє при спалюванні 1000 кг ТПВ одержати енергію, еквівалентну спалюванню 250 кг мазуту.

5 Збереження й примноження біорозмаїття

Проблема збереження біорозмаїття й генофонду вкрай актуальна в сучасних умовах некерованого впливу господарської діяльності людини на середовище існування, фауну й флору (більш детально це питання розглядається у пункті 3.2.5). Втрата кожного біологічного виду або окремої популяції, адаптованої до конкретних умов існування, не тільки порушує функціонування екосистем, але й завдає шкоди економічним інтересам суспільства в сучасності і може призвести до непоправних втрат у майбутньому.

Основою збереження біорозмаїття є охорона й відновлення максимального обсягу різноманітних екосистем, зокрема лісів – природних резерватів, які підтримують видову, генетичну та інформаційну різноманітність живих організмів на планеті, забезпечують їм оптимальне життєве середовище.

6 Зміна стратегії й тактики користування навколишньою природою. Тотальна екологізація життя, перехід до екотехнологій

Перехід на нові, екологічно чисті технології може дати значні прибутки майбутнім інвесторам. Наприклад, виробництво сонячних фотоелементів вже подвоїлося за останні п'ять років. Майбутнє за водневими паливними елементами, які використовуються з різною метою – від теплоелектростанцій до двигунів внутрішнього згорання.

Питання для перевірки якості засвоєних знань

- 1 Як відбивається зростання кількості населення на природних умовах?
- 2 Які масштабні екологічні проблеми існують на планеті?
- 3 Як пов'язані глобальна екологічна криза та бездуховність цивілізації?
- 4 Чим відрізняються екологічна криза від екологічної катастрофи?
- 5 Які шляхи подолання екологічної кризи бачать вчені?

Література для додаткового ознайомлення

1 Основи екології: теорія та практикум : навч. посіб. / Г. О. Білявський, Л. І. Бутченко, В. М. Навроцький. – К. : Лібра, 2002. – 352 с.

2 **Хотунцев, Ю. Л.** Экология и экологическая безопасность : учеб. пособ. для студ. высш. пед. учеб. завед. / Ю. Л. Хотунцев. – М. : Академия, 2002. – 480 с.

3 Экология : учеб. пособ. / под ред. В. В. Денисова. – Ростов н/Д : Март, 2002. – 640 с. – (Серия. Учебный курс).

4 Экология и безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для вузов / Д. А. Кривошеин [и др.] ; под ред. Л. А. Муравья. – М. : ЮНИТИ – ДАНА, 2000. – 447 с.

5 **Степановских, А. С.** Экология : учебник для вузов / А. С. Степановских. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 703 с.

2 ОСНОВИ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЕКОЛОГІЇ

2.1 Сучасна екологія – наука про виживання

Екологія» (грец. *oikos* – будинок, житло, середовище і *logos* – наука) – наука про середовище, простір, який когось оточує.

Термін «екологія» уперше використав німецький учений Ернст Геккель (1866 р.) для позначення науки, що вивчає взаємини організмів із навколишнім середовищем.

Як самостійна біологічна дисципліна *екологія* сформувалася наприкінці 80-х років XIX століття як *наука про взаємини й взаємозв'язки живих істот між собою й з оточуючою їх неорганічною природою, про структуру й функціонування надорганізмових систем*.

Однак у останні 30...50 років екологія як наука суттєво змінилася й із традиційної біоекології виросла в складну, багатогранну інтегральну науку-лідера.

Сучасна екологія – нова комплексна наука про виживання в навколишньому середовищі [4].

Цілі сучасної екології:

1) пізнання законів розвитку й функціонування біосфери як цілісної системи під впливом природних і антропогенних факторів;

2) визначення шляхів ефективної коеволюції техносфери й біосфери
Об'єкт досліджень – екосистеми планети і їх елементи.

Основні завдання сучасної екології:

- вивчення сучасного стану біосфери, умов його формування й причин зміни під впливом природних і антропогенних факторів;

- розроблення шляхів гармонізації взаємин людського суспільства й природи; збереження можливості самовідновлення й саморегуляції біосфери;

- прогнозування динаміки стану біосфери в часі й просторі.

Структура екології

Деякі автори пропонують таку структуру. Усі напрями екологічних досліджень умовно об'єднані за галузевим принципом, пріоритетністю, приналежністю до геосфер і їх компонентів, підпорядкованістю, соціально-економічною значущістю з урахуванням прямих і зворотних зв'язків (рис. 2.1).

Найвищим за рангом, узагальненим поняттям у класифікації екологічних напрямів є *мегаекологія* (або *загальна екологія, панекоекологія, неоекологія*). Вона поєднує два напрями екологічних наук: теоретичний (класичний) і прикладний.

Теоретична екологія – наука про вивчення основних законів природи на основі вивчення структури й функціонування різнорівневих біологічних систем. Вона містить у собі всі розділи сучасної біоекології, *палеоекологію, радіоекологію, теорію штучних екосистем, біоіндикацію, заповідну справу, екологічну токсикологію, рекреаційну екологію, екологічну генетику, молекулярну екологію* тощо.

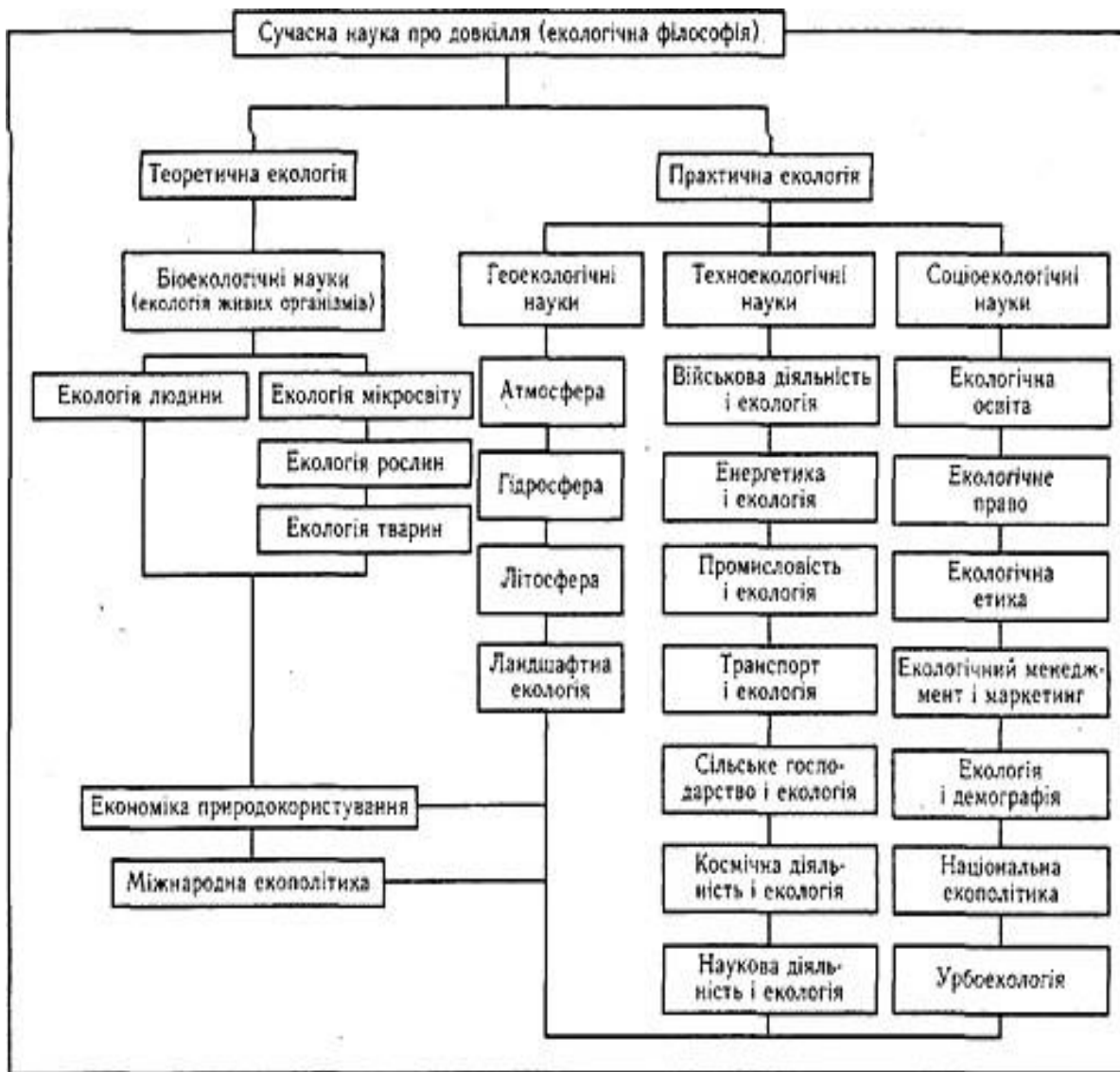


Рисунок 2.1 – Структурна схема науки екології
(автори: Г. О. Білявський та ін.) [4]

Прикладна екологія – наука про можливість практичного застосування екологічних знань і законів природи в техногенній діяльності людини. Вона поєднує геоекотлогію, соціоекотлогію, техноекотлогію.

Геоекотлогія – наука про охорону й раціональне використання природних ресурсів. Вона включає:

- екологію атмосфери;
- екологію гідросфери;
- екологію літосфери;
- ландшафтну екологію;
- природокористування;
- охорону навколишнього середовища.

Соціоекотлогія – наука про соціально-економічні фактори впливу на навколишнє середовище. Вона має такі структурні елементи:

- екологічна освіта;

- екологічне право;
- урбоекологія;
- екологія народонаселення;
- національна й міжнародна екологія.

Техноекологія – наука про техногенні фактори забруднення навколишнього середовища. Вона поєднує:

- екологію промисловості;
- екологію енергетики;
- агроєкологію;
- екологію транспорту;
- екологію військової справи;
- екологічну експертизу.

2.2 Взаємодія живих організмів із навколишнім середовищем

2.2.1 Середовище існування. Екологічні фактори

Природне середовище – комбінація природних і змінених діяльністю людини факторів живої й неживої природи, які впливають на організм.

Середовище проживання – простір, де організм існує. Розрізняють чотири середовища проживання, які освоїли організми нашої планети: водне, наземно-повітряне, ґрунтове й внутрішнє середовище інших організмів (наприклад, при паразитизмі).

Організм постійно відчуває потребу в притоці речовин, енергії, інформації, тобто повністю залежить від навколишнього середовища. Здатність організму пристосовуватися до умов зовнішнього середовища, що виражається в змінах його зовнішніх і внутрішніх характеристик, називається *адаптацією*. Здатність до адаптації – одна з основних властивостей життя взагалі, тому що забезпечує саму можливість її існування, можливість організмів вижити й розмножуватися.

Організми зазнають впливу постійно мінливих умов, але також самі здатні суттєво впливати на середовище. Наприклад, життєдіяльність організмів впливає на орґано-мінеральний склад природних вод, на газовий склад атмосферного повітря й ін.

Для сукупної характеристики фізичного простору, займаного організмами певного виду, їх функціональної ролі в біотичному середовищі існування, включаючи спосіб харчування (трофічний статус), спосіб життя й взаємини з іншими видами, американським ученим Дж. Гриннеллем у 1928 р. введений термін «екологічна ніша» [4].

Екологічна ніша — це сукупність усіх вимог організму до умов середовища проживання (складу й режимів екологічних факторів) і місце, де ці вимоги задовольняються; «усієї безлічі біологічних характеристик і фізичних параметрів середовища, що визначають умови існування того

або іншого виду, перетворення ним енергії, обмін інформацією із середовищем і собі подібними.

Таким чином, під екологічною нішею розуміють не територіальне розміщення виду, а його функціональне значення в екосистемі. О. Одум (1975 р.) вважає, що поняття «екологічна ніша» виражає, яку роль відіграє організм в екосистемі, наголошуючи, що місце проживання – це «адреса», тоді як екологічна ніша — його «рід занять» або «стиль життя», або «професія» [6; 53].

Екологічний фактор – це будь-яка умова середовища, яка здатна чинити прямий або непрямий вплив на організми, популяції, природні угруповання та викликає пристосувальні реакції (адаптації). Вплив екологічних факторів відбивається на всіх процесах життєдіяльності організмів і, насамперед, на їхньому обміні речовин.

Екологічні фактори мають різну природу й специфіку дії. Вони поділяються на такі групи:

- 1) *абіотичні* – фактори неживої природи:
 - кліматичні (світло, вологість, температура, тиск, рух повітря);
 - едафічні (механічний склад ґрунтів, вологоємкість, повітропроникність, щільність ґрунтів);
 - орографічні (рельєф місцевості, висота над рівнем моря);
 - хімічні (газовий склад атмосфери, сольовий склад вод, концентрація, кислотність, склад ґрунтових розчинів);
 - геологічні (виверження вулканів, землетруси, зсуви тощо);
- 2) *біотичні* – фактори живої природи:
 - прямі (пов'язані з безпосереднім впливом одних організмів на інші, наприклад: конкуренція, паразитизм, симбіоз, хижацтво тощо);
 - непрямі (коли одні організми змінюють параметри середовища існування інших організмів, наприклад: евтрофікація – бурхливе розростання водоростей);
- 3) *антропогенні* – фактори, обумовлені різними формами діяльності людини, що спричинює вплив на природу:
 - механічні (вирубка лісу, оранка земель, випас худоби тощо);
 - фізичні (тепло, електромагнітні хвилі, радіохвилі, інфра- і ультразвук, шум, іонізуючі випромінювання тощо);
 - хімічні (хімічні елементи та їх сполуки – пестициди, нітрати, солі важких металів, діоксини тощо);
 - біологічні (штучний добір у популяціях диких організмів, насадження лісів, роботи з інтродукції та селекції).

Однак ця класифікація тією чи іншою мірою умовна, тому що всі екологічні фактори пов'язані між собою найтіснішим чином і обумовлюють спільний вплив на організми, популяції та природні угруповання.

Усю складність впливу на організм екологічних факторів відбиває «Закон толерантності», сформульований американським зоологом В. Шелфордом (1913 р.). *Толерантність* – це здатність організму переносити

несприятливий вплив якого-небудь фактора. *Фактори, присутні як у надлишку, так і в нестачі стосовно оптимальних вимог організму, є факторами, що лімітують процвітання виду.* Так, концентрація кисню в ґрунті – не лімітувальний фактор, а у воді – лімітувальний.

Здатність організму витримувати певну амплітуду коливань фактора називають *екологічною валентністю*.

Одним зі способів упорядкованого опису живої природи, заснованим на виявленні ієрархічної структури її елементів, є поділ усього різноманіття тварин і рослин на *види*.

У більшості випадків особини різних видів розрізняють за зовнішнім виглядом, поведінкою, фізіологією.

Однак одних зовнішніх відмінностей, навіть значних, для виділення виду недостатньо. Якщо особини двох різних груп організмів при самій значній відмінності зовнішнього вигляду здатні, схрещуючись, давати потомство (тобто можливий обмін генами), то вони є одним видом. Навпаки, особин, які не здатні дати потомство при схрещуванні, відносять до різних видів.

Вид – сукупність особин, здатних до схрещування й утворення плідного потомства, які населяють певний ареал, мають низку загальних морфологічних ознак і типів взаємин з абіотичним і біотичним середовищем, відділених від інших таких же груп особин практично повною відсутністю гібридних форм. Вид – якісний етап процесу еволюції.

Наведене правило визначення видів (як і всі інші наукові схеми, що описують безмежно різноманітні прояви життя) має виключення.

Будь-який живий організм пристосований (адаптований) до певних умов навколишнього середовища. Зміна його параметрів, їх вихід за деякі межі пригнічує життєдіяльність організмів і може викликати їхню загибель. Вимоги того або іншого організму до екологічних факторів середовища обумовлюють *ареал* (область географічного поширення) того виду, до якого організм належить, а в межах ареалу — конкретні місця проживання.

2.2.2 Популяція як основна форма існування виду й структурна одиниця екосистеми

Екологи встановили, що окремі особини серед різних видів рослин і тварин рідко розподіляються рівномірно на місцеперебуванні певного виду. Обираючи найбільш сприятливі умови, вони утворюють різні за величиною скупчення [6]. Такі скупчення можуть бути територіально віддалені один від одного, дуже рідко контактувати між собою або тільки зберігати можливість такого контакту. Сукупності спільно існуючих, контактуючих між собою організмів отримали назву *популяцій* (від лат. *populus* – народ). Особини у популяціях здатні до вільного схрещування.

Популяція є формою життя конкретного виду живих організмів в умовах середовища їх існування. Тому найважливішою функцією популяції є забезпечення виживання організмів, які її складають, і відтворення виду в певних умовах [6].

Історично складену сукупність популяцій різних видів, що населяють той чи інший біотоп – ділянку суші або водойми з більш-менш однотипними умовами існування, називають *біоценозом* (від грец. *bios* – життя, *koinos* – загальний) [6].

Видова структура біоценозу характеризується видовим різноманіттям і кількісним співвідношенням видів, що залежить від ряду факторів. Головними лімітувальними факторами є температура, вологість і нестача кормових ресурсів. Тому біоценози високих широт, пустель, високогірних районів найбільш бідні видами. Тут виживають лише ті організми, життєві форми яких пристосовані до таких умов. Дуже багатими на види є тропічні ліси.

Види, які переважають за кількістю, називають домінантними. Наприклад, ковила й тирса є домінантами степів. Між членами біоценозу стосунки можуть мати форму конкуренції, симбіозу, паразитизму, хижацтва тощо.

З точки зору харчових взаємодій організмів *трофічна структура біоценозу* поділяється на два яруси [6]:

- *автотрофний* (верхній), або «зелений» – фотосинтезуювальні організми, які створюють складні органічні молекули з простих неорганічних сполук;
- *гетеротрофний* (нижній), або «коричневий пояс» ґрунтів, у якому переважає розкладання відмерлих органічних речовин до простих мінеральних.

Організми, які шляхом фото- і хемосинтезу накопичують потенційну енергію у вигляді органічних речовин, створених із мінеральних сполук, називають продуцентами [6]. Ними починаються трофічні ланцюги (ланцюги живлення), у яких одні організми є їжею інших, а їх, у свою чергу, поїдають треті. Організми, які складають такі трофічні ланцюги, можна класифікувати так:

1 *Продуценти* – це перш за все зелені рослини (так звані фотосинтетики), які за рахунок енергії сонячних променів будують все різноманіття органічних речовин (білки, жири, вуглеводи), використовуючи для цього неорганічні речовини – вуглекислий газ і воду, які знаходяться в навколишньому абіотичному середовищі. Крім того, до цієї групи належать деякі бактерії (так звані хемосинтетики), які можуть створювати органічну речовину без участі сонячної енергії за рахунок енергії, що виділяється у разі розкладання деяких хімічних сполук. Але їхня роль у біосфері не така значна, як зелених рослин.

2 *Консументи* – організми, які живляться створеними складними органічними речовинами. Виділяють три групи консументів:

а) *першого порядку*, які існують безпосередньо за рахунок продуцентів. Перш за все це – рослиноїдні тварини, які поїдають тканини продуцентів;

б) *другого порядку*, які живляться консументами першого порядку. До них належать хижаки, що поїдають рослиноїдних;

в) *третього порядку*, які живляться консументами другого порядку. Це хижаки, які живляться хижакками.

3 *Редуценти* – мікроорганізми і гриби, які розкладають до мінеральних сполук тіла рослин і тварин, що відмирають. Завдяки їм рослини знову отримують солі, необхідні для побудови органічних речовин.

Ланцюги живлення поділяють на *пасовищні* та *детритні*, або ланцюги поїдання та розкладання. Пасовищні ланцюги живлення охоплюють зелені рослини, рослиноїдних тварин і хижаків, що поїдають травоядних. Детритні ланцюги живлення – мертву органічну речовину, детритофагів (організмів, які живляться мертвою або частково розкладеною речовиною водного середовища, наприклад: двостулкові молюски, коловертки, планктонні ракоподібні, деякі черви, лин, бички тощо) та їх хижаків.

Трофічні ланцюги можуть переплітатися таким чином, що утворюється *трофічна мережа*.

Усі компоненти біоценозу – продуценти, консументи і редуценти – складають *загальну біомасу угруповання* в цілому або його окремих частин, тих чи інших груп організмів. У стабільних угрупованнях практично вся продукція витрачається в трофічних мережах і біомаса залишається постійною.

При продуктивному використанні енергії кожною наступною ланкою трофічного ланцюга доступна для неї енергія зменшується приблизно в 10 разів, тобто лише 1/10 частина йде на утворення біомаси ланки, а решта випадає з трофічного ланцюга. Схематично цей принцип зображують у вигляді екологічної піраміди (рис. 2.2). Встановлено основне правило, за яким у будь-якій екосистемі рослин більше, ніж тварин, травоядних більше, ніж хижаків, комах більше, ніж птахів.

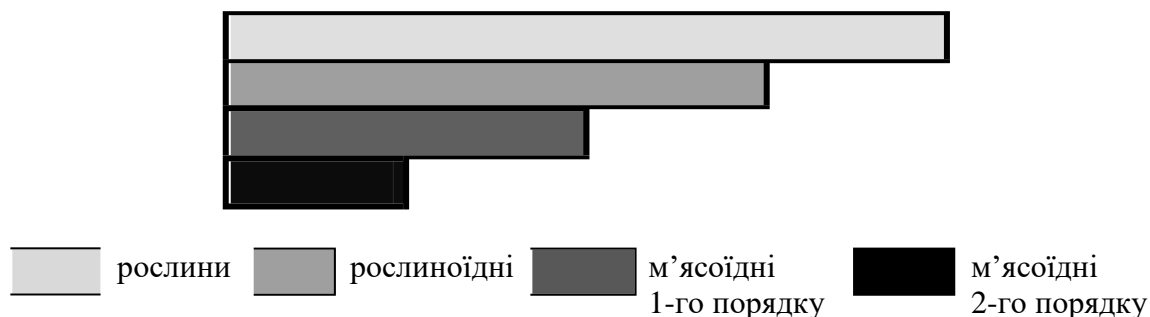


Рисунок 2.2. – Екологічна піраміда
(автори: Ю. Д. Бойчук, Е. М. Солошенко, О. В. Бугай) [6]

Розрізняють три типи екологічних пірамід [6]:

1) *піраміда чисел* враховує кількість окремих організмів на кожному рівні. Піраміда чисел відображає закономірність: кількість особин, що складають послідовний ряд ланок від продуцентів до консументів, неухильно зменшується;

2) *піраміда біомас* характеризує загальну суху або сиру масу організмів різних рівнів. Правило піраміди біомас говорить, що сумарна маса рослин перевищує всю біомасу травоядних, а маса травоядних перевищує всю масу хижаків;

3) *піраміда енергії* або продукції показує закони витрачання енергії в трофічних ланцюгах. На кожному попередньому трофічному рівні кількість біомаси (або енергії), що створюється за одиницю часу, більша, ніж на наступному.

Біоценоз існує за рахунок використання не тільки сонячної енергії, але й кисню, вуглекислоти, азоту, фосфору та інших речовин, розчинених у воді, або таких, що знаходяться в ґрунті. Отже, біоценоз не може існувати без багатьох факторів неживої природи, які безперервно надходять до нього і, зазнавши складних перетворень, знову повертаються до навколишнього середовища [6]. Такі системи взаємодії живої (біоценоз) і неживої природи отримали назву *екологічних систем*.

2.2.3 Будова, види й властивості екосистем. Узагальнені закони функціонування екосистем. Порушення в екосистемах

Екосистема – середовище існування певної групи організмів разом із сукупністю цих організмів, пов'язаних обміном речовин, енергії й інформації таким чином, що ця єдина система зберігає стійкість протягом тривалого часу.

Поняття екосистеми ввів англійський ботанік А. Тенслі (1871–1955 рр.). Надалі воно трансформувалося багатьма авторами.

Будова екосистеми:

- *неживий компонент* (екотоп) – сукупність на певній території абіотичних факторів;

- *живий компонент* (біоценоз) – сукупність живих організмів, які перебувають у різних відносинах: симбіоз, паразитизм, конкуренція й ін.

Неживий компонент може бути представлений ґрунтом, водою й кліматичними показниками. Ґрунт і вода містять суміш неорганічних і органічних речовин. Властивості ґрунту залежать від материнської породи, на якій він лежить і з якої частково утворюється. До кліматичних характеристик відносять освітленість, температуру, вологість, що визначають видовий склад організмів у певній екосистемі. Для водних екосистем особливе значення має ступінь солоності води.

Живий компонент підрозділяють на автотрофні й гетеротрофні організми. Автотрофи синтезують у процесі фотосинтезу необхідні їм органічні

речовини з простих неорганічних, використовуючи енергію сонця (за винятком хемотрофних бактерій). Гетеротрофи потребують джерела органічної речовини й (за винятком деяких бактерій) використовують хімічну енергію, що міститься в споживаній їжі. Гетеротрофи у своєму існуванні залежать від автотрофів, і ця залежність знаходить висвітлення в понятті екосистеми.

Як приклад можна розглянути озеро. Його екотоп представлений водою, донними відкладеннями з їх фізико-хімічними характеристиками. Біоценоз озера містить у собі фітопланктон, зоопланктон, риби тощо, тобто всю сукупність живих істот у воді.

Види екосистем

За розмірами виділяють:

- мікроекосистеми (крапля річкової води, волосяний фолікул вії);
- мезоекосистеми (ліс, озеро);
- макроекосистеми (океан, континент).

Глобальна наземна природна екосистема має складну ієрархічну структуру і постає сукупністю материкових регіональних систем. Вона характеризується такими даними [16]:

- площа території – 149 млн км²;
- маса рослин – 1341, 3 млрд т, з них 84 % складають ліси;
- маса тварин – 10,9 млрд т;
- біотичний кругообіг – 8 млрд т за рік;
- потужність чистої первинної продукції рослин – 10^{11} кВт/рік.

Зовнішні зв'язки системи визначають вплив атмосфери у вигляді космічного та приземного повітряного впливу, а також вплив гідросфери. У наземній природній екосистемі виділяють три рівні життя: наземний, ґрунтовий і підземний. Перший рівень містить головну частину біомаси.

За походженням екосистеми бувають:

- природні, що створені самою природою й функціонують без втручання людини (ліс, озеро, ділянка цілинного степу);
- штучні, що створені за особистої участі людини й потребують постійного притоку енергії ззовні для підтримання в нормі певних параметрів (сад, парк, ставок, агроценоз).

Біосфера в цілому є екосистемою вищого порядку.

Властивість екосистеми – взаємозв'язок і взаємозалежність усіх її компонентів.

Узагальнені закони функціонування екосистем:

- природні екосистеми існують за рахунок притоку сонячної енергії, кількість якої надлишкова й відносно постійна;
- перенесення енергії й речовини відбувається по харчовому ланцюгу; усі види живих організмів діляться за виконуваними функціями на продуцентів, консументів і редуцентів, які є біотичною структурою екосистеми; кількісне співвідношення кількості живих організмів між трофічними рівнями визначає продуктивність екосистеми;

- природні екосистеми завдяки своїй структурі невизначено довго підтримують стійкий стан, не зазнаючи дефіциту ресурсів і забруднення власними відходами; рятування від відходів відбувається в рамках кругообігу всіх елементів.

Порушення в екосистемах

На сучасному етапі розвитку людства можна констатувати, що антропогенна діяльність приводить до зміни складу біосфери, порушення її енергетичного балансу й кругообігу речовин. Такий стан характеризується як кризовий.

На рівні екосистеми екологічна криза проявляється у вигляді спрощення її структури, зниження енергетичного й екологічного потенціалу.

Критерії порушень екосистеми:

- *для непорушених територій* – наявність природного рослинного покриву, дуже низька щільність населення (менш ніж 10 людей на 1 км² і менше за одну людину на 1 км² у пустелях, напівпустелях, тундрі);

- *для частково порушених територій* – наявність змінюваних або постійних сільськогосподарських земель, вторинної рослинності, яка природно відновлюється, підвищена щільність домашньої худоби, що перевищує можливості пасовищ, інші сліди діяльності людини (наприклад, вирубка лісу) і неможливість віднесення до першого й третього класів класифікації;

- *для порушених територій* – наявність постійних сільськогосподарських територій і міських поселень, відсутність природної рослинності, відмінність існуючої рослинності від природної, властивої певному регіону, прояви спустелювання й інших видів постійної деградації.

З урахуванням цієї класифікації можна зазначити, що на планеті сформувалося *три центри дестабілізації навколишнього середовища*, у кожному з яких сформувався єдиний простір із практично повністю зруйнованими екосистемами з площею в кілька мільйонів квадратних кілометрів [12; 13]. Вони знаходяться у Північній півкулі:

1 Північноамериканський центр включає в основному США, частково Канаду й Мексику. На цій території тільки 10 % площі зайнято природними екосистемами (близько 6 млн км²), зруйновані східні ліси, прерії, гірські екосистеми.

2 Європейський центр дестабілізації навколишнього середовища включає Західну, Центральну й Східну Європу (республіки колишнього СРСР та країни Балтики без Норвегії та Ісландії) та має загальну площу 8 млн км² (збереглися 8 % природних екосистем).

3 Азіатський центр включає країни субконтиненту Індостан, Цейлон, Малайзію, Бірму, Індонезію (без острова Суматра), Китай із Тайванем (без Тибету й пустель Такла-Макан і Гобі), Японію, Корейський півострів, Філіппіни. Загальна площа цього центру перевищує 7 млн км². Тут збереглося значно менше ніж 5 % природних екосистем.

Разом з тим у Північній півкулі збереглися досить великі території з природними екосистемами, які можна позначити як *центри стабілізації навколишнього середовища*:

1 Північний Євразійський центр включає біогеографічні провінції Скандинавії, Півночі європейської частини Росії, значну частину Сибіру, майже весь Східний Сибір і Далекий Схід за винятком південних районів. Площа цього центру становить приблизно 13 млн км² і містить близько 9,5 млн км² Східної Євразійської й Східносибірської тайги, а іншу частину займають лісотундра, високоарктична тундра й арктичні пустелі.

2 Північноамериканський центр включає Канаду й Аляску. Площа центру перевищує 9 млн км², з яких близько 6,5 млн км² займає Канадська і Юконська тайга, а інша частина відноситься до тундри й лісотундри.

У Південній півкулі також виділено два центри стабілізації:

1 Південноамериканський центр включає Амазонію й прилеглі території, а також гірські екосистеми. Загальна площа центру наближується до 10 млн км², де значну частку становлять тропічні ліси.

2 Австралійський центр включає територію Австралії (крім інтенсивно освоєних східної й південної частин). Площа центру перевищує 4 млн км², але майже половину його займає Центральна пустеля.

Поза сушею найпотужнішим центром стабілізації навколишнього середовища є Світовий океан з його поки ще відносно збереженими екосистемами.

Усі перераховані трансформації глобальної екосистеми носять винятково антропогенний характер і стосуються змін від біохімічних до генетичних.

Екосистеми Західної, Центральної й півдня Східної Європи були зруйновані ще в середньовіччі, коли інтенсивно вирубувалися ліси з метою розвитку сільського господарства, будівництва домів, флоту, виплавляння заліза й ін. Відомим прикладом є Великобританія, де розвиток суконної промисловості вимагав великої кількості вовни, і пасовища для овець створювалися на місці знищених лісів (у ті часи з'явився відомий вираз «Вівці з'їли Англію»). У цей час Великобританія є переважно безлісою країною. Ліси збереглися тільки на 12 % її території (в основному в горах Шотландії).

В Україні після приєднання земель до Великого Князівства Литовського почалося безжалісне вирубування лісів, деревина вивозилася до Західної Європи. Результатом такого господарювання стало знищення величезних лісових масивів у верхів'ях Південного Бугу, басейну Дністра, Росі, малих річок Волині. Уже в XVI столітті в цих районах практично не залишилося лісів, що відбилося на поголів'ї звірів.

Промислова революція поглибила процес руйнування природних екосистем у Європі, доповнивши його впровадженням потоку хімічних речовин. Це призвело до деградації повітряного, водного й ґрунтового середовищ, вплинуло на природні й штучні ценози, а також на саму людину.

Країни, які розвиваються, з їхньою високою народжуваністю суттєво прискорили процеси руйнування екосистем і дестабілізації навколишнього середовища.

2.2.4 Основні закони екології

На початку 70-х років ХХ-го сторіччя американський вчений Баррі Коммонер сформулював *закони-правила екології*, які звучать досить нетрадиційно й для їх реалізації необхідна нова, екофільна свідомість [6; 84].

Закон перший: усе пов'язане з усім.

Закон про біосферу й екосистеми. Екологія розглядає біосферу нашої планети як складну систему з багатьма взаємопов'язаними елементами, де сформовані гармонійні системи кругообігу речовин та енергії. Будь-яке втручання в роботу збалансованого механізму біосфери викликає відповідь одразу за багатьма напрямками, що робить прогнозування в екології надзвичайно складною справою.

Закон другий: усе має кудись подітися.

Закон господарської діяльності людини, відходи від якої неминучі. Тому потрібно думати про зменшення відходів. На прикладі біологічного кругообігу видно, як рештки й продукти життєдіяльності одних організмів є в природі джерелом існування для інших. Але людина поки ще не створила такого гармонійного кругообігу у своїй господарській діяльності. Відходи самі собою не зникають: вони нагромаджуються, знову втягуються в кругообіг речовин і призводять до непередбачуваних наслідків.

Закон третій: природа знає краще.

Найбільш важливий закон природокористування. Він означає, що не можна намагатися підкорити природу, а треба співпрацювати з нею, використовуючи біологічні механізми і для очищення стоків, і для підвищення врожаїв культурних рослин, а також не забувати про те, що сама людина – біологічний вид, що вона – дитя природи, а не її господар.

Закон четвертий: ніщо не дається задарма.

Загальний закон раціонального природокористування: платити потрібно енергією – за додаткове очищення відходів, добривами – за підвищення врожаю, санаторіями й ліками – за погіршення здоров'я людини.

Коментуючи ці закони, відомий російський еколог, академік РАН А. В. Яблоков висловив думку, що людству потрібна нова екологічна мораль. Її основні принципи:

- природа може бути «переможена» тільки підпорядкуванням її законам (Ф. Бекон);
- виділившись із природи, людина одержала можливість керувати природою, але це керування обмежене;
- збереження генетичної різноманітності на Землі важливіше від політичних проблем;

- необмежене зростання кількості людей і задоволення всіх їхніх потреб неможливо;
- першорядне завдання – збільшення обмежень при розв'язанні виробничих задач.

2.3 Біосфера – жива оболонка планети

2.3.1 Біосфера і її межі. Вчення В. І. Вернадського про біосферу

Біосфера – своєрідна оболонка Землі, яка містить усю сукупність живих організмів і ту частину речовини планети, яка перебуває в безперервній взаємодії з цими організмами.

Уперше термін «біосфера» використовував австрійський учений Е. Зюсс (1875 р.), але широке поширення він одержав завдяки працям академіка Володимира Івановича Вернадського – нашого великого співвітчизника, засновника й першого президента Академії наук України. Вчення В. І. Вернадського про біосферу опубліковане в праці «Наукова думка як планетарне явище» [8].

Він довів наявність широкомасштабного впливу живих організмів на абіотичне середовище та своєчасно запропонував вчення про біосферу як про одну з оболонок Землі, що визначається присутністю живої речовини. В. І. Вернадський вперше увів у вивчення біосфери кількісний підхід, що дозволило об'єктивно оцінити масштаби біогеохімічного кругообігу речовин.

Межі біосфери

За В. І. Вернадським (1926 р.), границі біосфери обумовлені «полем існування життя». Біосфера не має власних меж і проникає в усі оболонки планети.

Значному поширенню живих організмів сприяє їх здатність пристосовуватися до різноманітних умов. Суттєвим є температурний фактор. Наприклад, в ісландських гейзерах були виявлені організми, що витримують температуру води +93 °С, і навпаки, спори окремих бактерій зберігають життєздатність за температури -253 °С [72]. Концентрація кисню для забезпечення дихання має значення для більшості живих істот, але зустрічаються бактерії, здатні жити глибоко під землею в анаеробних умовах. Щодо ролі тиску, то мешканці океанічних глибин витримують величезні навантаження від тиску товщі води. Іноді жива речовина здатна витримати й не загинути під впливом рідкого азоту. У надсолоних озерах витримують ціанобактерії та один із видів креветок [22]. Деякі організми, наприклад синьо-зелені водорості, не гинуть під дією потужного іонізувального випромінювання й оселяються в епіцентрі ядерного вибуху вже через кілька днів після його здійснення.

З урахуванням цього спробуємо визначити межі біосфери в інших оболонках Землі.

Верхня межа визначається озоновим шаром, який на висоті 25–30 км поглинає більшу частину ультрафіолетового випромінювання Сонця. Але переважна частина живих істот концентрується на висоті не вище за 1,5 км.

Нижня межа простирається до глибини 7...11 км (на дні Маріанської западини, де температура близько 0 °С, виявлені анаеробні форми бактерій; у глибокій, до 7 км, нафтовій свердловині реєструються нафтоутворювальні бактерії). Взагалі нижня межа обмежена температурою підземних вод і гірських порід, яка поступово зростає й на глибині 1,5–15 км перевищує 100 °С (гейзери – материнська порода).

У середньому товщина біосфери сягає 40...50 км. В. І. Вернадський визначив біосферу як термодинамічну оболонку з температурами +50...-50 °С и тиском 10 000 Па, що відповідає межах життя більшості організмів.

До висоти 20...22 км розповсюджуються бактерії, спори грибів, найпростіших. Під час запусків геофізичних ракет було виявлено, що у стратосфері на висоті 85 км у пробах повітря можуть знаходитися спори мікроорганізмів у латентному (сплячому) стані. У горах межа розповсюдження наземного життя сягає біля 6 км над рівнем моря.

Отже, біосфера проникає в шари атмосфери, гідросферу та верхні частини земної кори. Найсприятливіші умови для життя – у місцях зіткнення всіх оболонок Землі.

Основні складові біосфери

В. І. Вернадський виділяв такі шість типів речовин у біосфері:

- *жива речовина* – уся сукупність живих організмів на планеті (у якості основних характеристик розглядалися маса, хімічний склад, енергія);
- *косна (нежива) речовина* – сукупність тих речовин у біосфері, в утворенні яких живі організми не беруть участі;
- *біогенна речовина* створюється й переробляється живими організмами; є джерелом потенційної енергії (кам'яне вугілля, вапняки, нафта);
- *біокосна речовина* «створюється в біосфері одночасно живими організмами й косними процесами, представляючи системи динамічної рівноваги тих і інших», причому живі організми відіграють провідну роль (грунт, природні води тощо);
- *радіоактивна речовина*;
- *космічна речовина* (наприклад, метеорити).

Функції біосфери

Біосфера виконує низку вкрай важливих функцій, які забезпечують певну планетарну стабільність:

- акумулювання й трансформування сонячної енергії;
- формування клімату й погоди;
- переміщення на планеті різних хімічних сполук і елементів;
- регулювання кругообігу води;

- виділення кисню в процесі фотосинтезу;
- зв'язування вуглекислого газу;
- розкладання хімічних сполук величезної маси відмерлих організмів на прості речовини;
- участь в утворенні й відновленні ґрунтів;
- очищення повітряного й водного середовища від усіляких забруднювачів тощо.

Значення організмів обумовлено:

- їхньою великою різноманітністю;
- повсюдним поширенням;
- тривалістю існування в історії Землі;
- виборчим характером біохімічної діяльності;
- винятково високою хімічною активністю в порівнянні з іншими компонентами природи.

Біосфера нашої планети як глобальна екосистема постійно розвивається.

Перший етап розвитку біосфери – *геологічний* (від виникнення життя на Землі до початку ХІХ сторіччя). На цьому етапі біосфера сама переробляла відходи діяльності людей.

У другому періоді розвитку біосфери – *біологічному* (від початку ХІХ до середини ХХ сторіччя) – утворилася сукупність фабрик, заводів, міст, транспортних і інженерних споруд, виникла техносфера. Техносфера – частина біосфери, охоплена впливом технічних засобів і споруд, створених людиною.

Третій період розвитку біосфери – *соціальний* – сучасний. У цей період виникла необхідність доцільної гармонійної взаємодії суспільства з природою.

Вища стадія розвитку біосфери – *ноосфера* – «сфера розуму». Це період розумного регулювання взаємовідносин людини й природи, який характеризується зростанням ролі людини в керуванні біосферою та збереженням усіх природних закономірностей, властивих біосфері. Вчення В. І. Вернадського про ноосферу додатково узагальнило численні дані про нерозривність зв'язку людини з природним середовищем.

2.3.2 Основи стійкості біосфери та антропогенний вплив

Біосфера як досить динамічна планетарна екосистема в усі періоди свого еволюційного розвитку постійно змінювалась під впливом різних природних процесів. Наслідком тривалої еволюції біосфери стала її здатність до саморегуляції та нейтралізації негативних процесів [4; 6].

Основні фактори, які визначають стійкість біосфери:

- баланс енергій у біосфері (потоки енергії, що надходять до біосфери й видаляються з неї, врівноважені);

- досконалий механізм біогеохімічних циклів елементів (цикли відпрацьовані еволюційно, що не приводить до накопичення шкідливих речовин; у природі немає неутилізованих відходів);

- велике різноманіття видів живих організмів (близько 2 млрд; види пов'язані між собою різними відносинами: конкуренцією, паразитизмом, хижацтвом, симбіозом тощо, при цьому домінуючі види відсутні, що сприяє встановленню між видами рівноваги);

- адаптація видів до певних екологічних ніш (біосистеми пристосовуються до безупинно мінливих умов життя);

- стабільність чисельності популяцій (чисельність популяцій обмежена виснаженням харчових ресурсів і умов розмноження. З іншого боку, мінімальні розміри строго специфічні для кожної популяції. Вихід за межі мінімуму спричинює загибель популяції: вона вже не здатна самовідновитися).

Головною подією еволюції біосфери було пристосування організмів до змінених умов шляхом внутрішньовидової інформації. Гарантом динамічної стійкості біосфери впродовж мільярдів років була природна біота у вигляді угруповань і екосистем у необхідному об'ємі [6].

Вплив антропогенної діяльності на стійкість біосфери

Людство перетворило природні континентальні екосистеми, змінило ландшафти. Глобальне забруднення природного середовища в останні 30–50 років вийшло далеко за межі припустимого. Були порушені всі основні принципи природного функціонування біосфери.

Відомий еколог Б. Коммонер (1974 р.) виділив п'ять основних втручань людини в екологічні процеси [6]:

- спрощення екосистеми і розривання біологічних циклів;
- поява генетичних змін в організмах рослин і тварин;
- введення в екосистему нових видів;
- концентрація розсіяної енергії у вигляді теплового забруднення;
- збільшення отруйних відходів від хімічних виробництв.

Найбільш небезпечним і найбільш поширеним видом негативного впливу людини на біосферу є забруднення.

Забруднення – це надходження до навколишнього середовища будь-яких твердих, рідких або газоподібних хімічних речовин, мікроорганізмів або енергій (випромінювання, звуки й шуми) у кількостях, шкідливих для людей, тварин, рослин і загального стану екосистем [6].

В. І. Вернадський висунув тезу про те, що біосфера Землі перейде в новий стан – *ноосферу*. Людство візьме на себе керівництво всіма процесами в біосфері, спрямує їх розвиток у потрібному для себе напрямі. Отже, сформується нова оболонка, якісно новий стан біосфери, створений розумом людства і його роботою. Однак сьогодні біосфера різко змінюється під впливом людства й *витісняється техносферою*.

Гомеостаз (від грец. *homoios* – той самий, *statos* – стан) – здатність біологічних систем протистояти змінам і зберігати відносну динамічну

сталість своєї структури й властивостей. Підтримка гомеостазу – неодмінна умова існування як окремих клітин і організмів, так цілих і біологічних угруповань і екосистем.

У гомеостазі (стійкості) живих систем виділяють *витривалість* (живучість, толерантність) – здатність переносити зміни середовища без порушення основних властивостей системи; *пружність* (резистентність, опірність) – здатність швидко самотійно повертатися до нормального стану з нестійкого, який виник у результаті зовнішнього несприятливого впливу на систему.

Поняття «гомеостаз» широко використовується в екології для характеристики стійкості різних систем. Гомеостаз клітини визначається специфічними фізико-хімічними умовами, відмінними від умов зовнішнього середовища; гомеостаз багатоклітинного організму – підтриманням сталості внутрішнього середовища. Константами гомеостазу тварин є обсяг, склад крові й інших рідин організму [4].

2.3.3 *Кругообіг речовин і енергії у біосфері та його порушення*

Кругообіг речовин і енергії в природі – основа існування й розвитку живих істот.

Приплив на Землю енергії Сонця запускає два кругообіги речовин і енергії: *великий* (геологічний або абіотичний) і *малий* (біологічний або біотичний).

В основі *великого кругообігу* речовин лежить процес перенесення мінеральних сполук у масштабах планети. 50 % падаючої на Землю енергії витрачається на переміщення повітря, вивітрювання порід, випаровування води тощо; переміщення води й вітру приводить до осадження й накопичення опадів.

Малий кругообіг є частиною великого. Виражається в перетворенні органічних сполук, на що витрачається 1 % сонячної енергії, яка надійшла на Землю.

Цикли руху хімічних елементів називаються *біогенними*. Вони відшліфовані природою в процесі еволюції до точності годинникового механізму. Зі 100 хімічних елементів 40 є життєво необхідними.

Але сучасне людство своєю активною діяльністю порушило існуючий баланс біосфери, у результаті чого багато хімічних елементів «випали» зі своїх налагоджених циклів:

Вміст кисню в атмосфері промислових міст часто становить 17 % замість традиційних 20,9 %. Величезна кількість кисню витрачається на процеси окиснювання, горіння, розкладання. Ситуація погіршується різким скороченням площ лісів на планеті.

Обсяги вуглекислого газу, навпаки, багаторазово збільшуються. Порушення циклів кругообігу вуглецю в природі пов'язане з вивільненням його з геологічних структур (паливні копалини, вапняки), зміною площ

і продуктивності рослинних угруповань, зокрема тропічних лісів, руйнацією органічної речовини ґрунтів. Щорічно в атмосферу вноситься близько $5 \cdot 10^{11}$ т CO_2 . Його обсяг зріс в останнє десятиріччя майже у 29 разів, що спровокувало глобальні кліматичні зміни.

Вплив людини на кругообіг азоту пов'язаний із переведенням його в засвоювані форми з атмосферного повітря в результаті техногенних процесів. Так, атоми азоту не повертаються до своїх природних циклів, тому що містяться в складі різних мінеральних добрив на сільськогосподарських сховищах, накопичуються у вигляді донних відкладень. Дія високих температур від двигунів внутрішнього згорання чи промислових установок і руйнація органічної речовини ґрунту викликають забруднення атмосферного повітря й природних вод окислами азоту, аміаком, сприяють накопиченню нітратів у сільськогосподарській продукції.

Порушення кругообігу сірки виникають через спалювання органічних речовин, добування і перероблення сірковмісних руд [11]. Сірка накопичується в атмосфері у вигляді надзвичайно агресивних окислів та інших сполук. На поверхню ґрунту вони потрапляють у результаті сухого осадження та кислотних опадів.

Початковою ланкою в циклі фосфору є живі організми [10]. Негативним наслідком порушення його кругообігу є надходження фосфору у водні екосистеми з мінеральними добривами і мийними синтетичними речовинами.

Зараз складаються нові відносини в системі «людина – біосфера» [4]:

- за рахунок роботи тисяч радіо-, телестанцій, релейних ліній і інших об'єктів планета зараз випромінює енергії в радіодіапазоні більше, ніж Сонце;
- щорічно людство тільки в сільському господарстві перевертає плугами й культиваторами таку масу ґрунту, яка у 200 разів більша, ніж маса піску, глини, мулу, які виносяться у Світовий океан усіма ріками Землі;
- людство провокує справжні землетруси в результаті підземних ядерних вибухів, а також будівництва великих водоймищ у сейсмічно небезпечних зонах;
- людство не тільки використовує всі елементи таблиці Менделєєва, але й створює нові, яких немає на Землі; воно вносить у біосферу нові сполуки, шкідливі для біосфери (вироблено більш ніж 50 тис. нових хімічних речовин, не властивих природі);
- усе добуте з надр Землі людство розсіює на поверхні, багаторазово прискорюючи переміщення хімічних елементів у біосфері, руйнуючи ті цикли, які формувалися протягом мільйонів років;
- запаси енергетичної сировини, металів, які природа накопичувала протягом геологічних періодів, людство витрачає за лічені десятиріччя.

2.3.4 Раціональне природокористування як основа для підтримання рівноваги біосфери

Природні ресурси – найважливіший компонент навколишнього природного середовища; вони використовуються для створення матеріальних і духовних потреб суспільства [6]. До природних ресурсів відносять: атмосферне повітря, воду, ґрунт, сонячну й космічну радіацію, корисні копалини, клімат, рослинний і тваринний світ. Багато природних ресурсів складаються з ряду компонентів.

За походженням виділяють ресурси природних компонентів і ресурси природно-територіальних комплексів.

Ресурси природних компонентів

Кожний вид природних ресурсів формується в одному з компонентів ландшафтної оболонки. За належністю до компонентів ландшафтної оболонки виділяють такі ресурси:

- мінеральні;
- кліматичні;
- водні;
- рослинні;
- земельні;
- ґрунтові;
- тваринного походження.

Ресурси природно-територіальних комплексів:

- гірничопромислові;
- сільськогосподарські;
- водогосподарські;
- лісогосподарські;
- селітебні;
- рекреаційні тощо.

За ознакою вичерпності природні ресурси поділяють на дві категорії: вичерпні та невичерпні.

Як видно, ці класифікації природних ресурсів мають умовний характер, але незважаючи на це вони орієнтують на організацію правильної їх експлуатації та охорони.

Кожна з груп природних ресурсів вимагає відповідного ставлення до них на практиці. В основі охорони одних повинен бути ресурсообіг за принципом розширеного відтворення, других – економне використання, третіх – боротьба із забрудненням, втратами в процесі добування, перевезення, оброблення й використання, пошук відповідних замінників.

Раціональне використання й охорона природних ресурсів потребують кількісного обліку. Ретельний і систематичний облік ресурсів дозволяє помітити наближення критичної межі їхньої кількісної зміни та вжити відповідних заходів щодо їх збереження.

2.3.5 Біорізноманіття й генофонд біосфери та їх збереження

Розмаїтість природно-кліматичних і геофізичних умов планети визначає унікальну за розмахом різноманітність форм життя.

Біорізноманіття – це варіабельність живих організмів на всіх рівнях її організації: генетичному, видовому й більш високих таксономічних, включаючи різноманітність місцеперебувань і екосистем (ландшафтів).

Високе біологічне різноманіття зумовлене перш за все великою кількістю видів живих організмів. Іноді саме цей показник розглядається як головна характеристика біорізноманіття [6].

Форми біорізноманіття:

- видове (таксономічне);
- екологічне (життєвих форм, екологічних і функціонально-трофічних груп, екологічних ніш тощо);
- структурне (рівні організації життя);
- генетичне (генофонд диких живих організмів і культурних, створених людиною);
- інтенсивність і збалансованість біологічного кругообігу.

Біорізноманіття є результатом тривалої еволюції біосфери. Незважаючи на 4 млрд років еволюції, таксономічний склад систем ще не стабілізувався. Біорізноманіття біосфери продовжує вдосконалюватися за рахунок великого резерву в еволюції угруповань.

Генофонд живих організмів – сукупність спадкових властивостей усіх існуючих на Землі організмів. Охорона генофонду необхідна з господарських, наукових, етичних і естетичних позицій.

Охорона природи – це створення природно-заповідних територій, боротьба з ерозією ґрунтів, управління погодою, рекультивация ландшафтів, очищення стічних вод і викидів в атмосферу, селекція в дикій природі, біотехнічні заходи, припинення використання або відтворення деяких об'єктів тощо.

Сьогодні у світі швидкість вимирання видів живих організмів значно вища за середню, вища, ніж для більшості масових вимирань, і становить, за надійними оцінками екологів, близько 1...2 % видів [26]. На цей момент на межі зникнення перебувають 10...20 тис. видів рослин і тварин [84]. За сучасними оцінками, сьогодні темпи вимирання видів унаслідок антропогенного пресингу перевищують темпи природного вимирання в 100...1000 разів, і навіть якщо ці темпи залишаться на нинішньому рівні (поки що вони нарастають), через 50...100 років планета втратить 25...50 % сучасної видового різноманіття [4]. Так, за даними журналу *Nature* (2010 р.), у Європі, Африці й Австралії за останні два десятиліття суттєво скоротилися популяції змії, і причини цього поки не зрозумілі. Вже до 2050 р. потепління практично неминуче призведе до вимирання 6 % видів ящірок, а якщо не вжити необхідних заходів, то до 2080 р. може зникнути кожний п'ятий їхній вид. За останнє сторіччя суттєво знизилася

чисельність амурського тигра (з 100 тис. на початку ХХ ст. – до 3...3,5 тис. на початку ХХІ ст.), причому скорочення триває й донині, незважаючи на всі запевнення в захисті тигрів [21]. У Росії останнім часом відзначається падіння чисельності на 15...40 % (5 років тому нараховувалося 400...500 особин). Американського журавля в 1941 р. нараховувалося всього 22 особи [58]. Кількість цих великих птахів, які у безлічі гніздувалися колись на території Північної Америки, навіть зараз, після багаторічних зусиль, тільки досягає 300.

Екологи розрізняють два рівні охорони живої природи:

- популяційно-видовий (об'єктами є конкретні види рослин і тварин);
- екосистемний (охороняються окремі території).

Для організації охорони біорізноманіття виявляють види, яким з агрожує зникнення й вносять їх до Червоних книг. Перша Червона книга з'явилась у 1966 році завдяки Міжнародному союзу з охорони природи та природних ресурсів (МСОП). До неї внесено (четверте видання) 321 вид і підвид ссавців, близько 485 видів птахів, 141 вид плазунів, 41 вид земноводних, понад 250 видів вищих рослин [79].

Охорона біорозмаїття на популяційно-видовому рівні проводиться в тих екосистемах, які постійно відвідуються й використовуються людиною. Так, наприклад, забороняється збирання окремих красивоквітучих представників сімейства орхідних (черевички зозулині, любка дволиста) або лілейних (тюльпан змієлистий, гіацинтик блідий, шафран сітчастий, рябчик руський), заготівля лікарських трав; забороняється полювання на рідкі види птахів і звірів, виловлення окремих видів риб (осетрових, форелі й ін.) і рідких видів жуків і метеликів. Однак охорона популяцій в екосистемах, що експлуатуються людиною, часто буває малоефективною. У зв'язку з цим здійснюється охорона цілого комплексу факторів існування популяцій і екосистем на природоохоронних територіях.

До *природоохоронних територій* відносять: національні природні парки, природні заповідники, біосферні заповідники, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятники природи, урочища, ботанічні сади, зоологічні й дендрологічні парки.

У 124 країнах світу площа природоохоронних територій складає більш ніж 4 млн км (майже 3 % території планети) [84]. В Україні площа природоохоронних територій складала на 2005 рік 4255 тис. га з перспективою зростання до 6275 тис. га до 2015 року [16].

Національні парки в більшості країн є основною категорією природоохоронних територій. Вони представляють собою ділянки, відокремленні для збереження природи з науковими, оздоровчими й естетичними цілями. Перший у світі національний парк був створений у США у верхів'ях ріки Йеллоустон ще в 1872 році, а за ним виникли національні парки в Канаді, Новій Зеландії, Африці й Австралії. Зараз у світі їх створено більше за 2300. В Україні функціонують національні природні парки: Галицький, Синевир, Карпатський, Джарилгач, Кінбурнська коса, Тростянецько-Волинський, Приазовський, Дністровський каньйон та ін. У Донецькій

області з 1997 року створено національний парк Святі Гори, площею більшою за 40 тис. га [84]. За загальнодержавною Програмою формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки (прийнята у 2000 році) планується створення 29 національних природних парків [16].

Заповідники – це території або акваторії, у межах яких існують природні об'єкти, що представляють особливу екологічну, генетичну, наукову й культурну цінність (типові природні ландшафти, геологічні утворення, угруповання рослин й тварин з характерним генофондом тощо [69]. В Україні це – головний тип особливо охоронних територій (ООТ). У світі зараз їх більше за 2600. В Україні природні заповідники, серед яких Кримський, Ялтинський, Карадазький, Дніпровський, Деснянський, Медобори, Горгани та ін. охоплюють територію 350 тис. га. На території Донецької області функціонує Український степовий природний заповідник, яких обіймає такі ділянки, як Хомутовський степ, Кам'яні могили та Крейдяну флору.

Людство переймається збереженням біорізноманіття та прикладає зусилля на міжнародному рівні. Так, Програма ООН з навколишнього середовища (UNEP) організувала в 1988 р. Спеціальну робочу групу експертів з метою вивчення необхідності розроблення міжнародної конвенції про біорізноманіття [5]. У Найробі (1992 р.) було узгоджено текст Конвенції про біорізноманіття. У Ріо-де-Жанейро (1992 р.) одним із основних досягнень стала Рамкова конвенція про охорону біорізноманіття. У Джакарті (1995 р.) відбулася Друга Конференція про охорону біологічного різноманіття. У Софії (1995р.) Пан-Європейська стратегія збереження біологічного та ландшафтного різноманіття стала механізмом впровадження Рамкової конвенції на Європейському континенті. У Йоганезбурзі (2002 р.) на Всесвітньому самміті з невиснажливого розвитку збереження та невиснажливе використання біорізноманіття та впровадження екосистемного підходу до збереження природи було включено до п'яти пріоритетних проблем людства (інші чотири – вода, енергія, здоров'я та атмосфера).

Питання для перевірки якості засвоєних знань

1 Визначте, до якої групи чинників належать:

- коливання температури;
- здичавілі домашні тварини;
- магнітні бурі;
- стійкі хімічні речовини у воді внаслідок аварії на виробництві;
- знищення лісів;
- електромагнітне поле;
- створення водосховищ;
- змінення рН ґрунтів.

- 2 Чим відрізняється сучасна екологія від екології, яку уявляв Е. Геккель?
- 3 Що розуміють під біотичним кругообігом?
- 4 Чому маса рослинного світу набагато більша за масу тваринного світу?
- 5 Що таке природокористування? Які особливості має національне природокористування в історичному ракурсі?
- 6 Чим зумовлена стійкість біосфери? Які антропогенні чинники її порушують?
- 7 Які природні об'єкти мають особливий статус охорони?
- 8 Чим національні парки відрізняються від заповідників? Назвіть, які з них вам відомі?

Література для додаткового ознайомлення

- 1 **Одум, Ю.** Экология : в 2 т. / Одум Ю. – М. : Мир, 1986. – 704 с.
- 2 **Білявський, О. Г.** Основи екології : підручник / О. Г. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. – 2-е вид. – К. : Либідь, 2005. – 408 с.
- 3 **Хотунцев, Ю. Л.** Экология и экологическая безопасность : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. завед. / Ю. Л. Хотунцев. – М. : Академия, 2002. – 480 с.
- 4 Экология : учеб. пособие / под ред. В. В. Денисова. – Ростов н/Д : Март, 2002. – 640 с. – (Сер. Учебный курс).
- 5 Основи екології та охорони навколишнього середовища / В. С. Джигерей, В. В. Сторожук, Р. А. Яцюк. – Львів : Афіша, 2000. – 272 с.
- 6 **Горелов, А. А.** Экология : учеб. пособие / А. А. Горелов. – М. : Центр, 2000. – 240 с.

3. ОСНОВИ ГЕОЕКОЛОГІЇ

3.1 Проблеми гідросфери

3.1.1 Характеристика гідросфери, її значення

Гідросфера – водна оболонка нашої планети, яка покриває більш ніж 70,8 % її поверхні та тісно пов'язана з атмосферою й літосферою.

Значення води:

- кліматоутворювальний фактор;
- формує рельєф місцевості;
- універсальний розчинник;
- середовище проживання багатьох живих організмів;
- формує внутрішнє середовище організмів. Тіло дорослої людини складається з води на 60 %, немовляти – на 70 %, м'язи складаються з води на 1/3, хрящі – на 80 %, кістки – на 20 %, нирки – на 82 %, печінка – на 69 %, мозок – на 74...90 %. Рослини гинуть при втраті близько 50 % води, людина – при втраті 20...30 %.
- необхідна для проходження процесу фотосинтезу;
- універсальний носій інформації.

У таблиці 3.1 наведені дані щодо запасів й розподілу води на планеті [15]:

Таблиця 3.1 – Світові запаси води й їх динаміка

Види води	Об'єм, км ³	Доля від світових запасів, %	Період поновлення
Світовий океан	1 338,0*10 ⁶	96,5	2 500 років
Підземні води	23,4*10 ⁶	1,7	1 400 років
Ґрунтова волога	16,5*10 ³	0,001	1 рік
Льодовики	24,1*10 ⁶	1,74	9 700 років
Підземний лід зони мерзлоти	0,3*10 ⁶	0,022	10 000 років
Озера	176,4*10 ³	0,013	17 років
Болота	11,5*10 ³	0,0008	5 років
Ріки	2,1*10 ³	0,0002	16 діб
Біологічна вода	1,1*10 ³	0,0001	декілька годин
Вода в атмосфері	12,9*10 ³	0,001	8 діб
Прісні води	35,0*10 ⁶	2,5	
Загальні запаси воли	1,4*10 ⁹	100	

Розподіл єдиного запасу води в руслах рік (км³): Австралія й Океанія – 25; Європа – 80; Африка – 195; Північна Америка – 250; Азія 565; Південна Америка – 1000.

Розподіл річкової води по території України:

- 70 % води припадає на Північно-Західний економічний район (45 % території);

- 30 % води зосереджено в Донецько-Придніпровському й Південному економічних районах (проживає 60 % населення).

Найбільш повноводними ріками України є Дніпро, Дністер, Південний Буг, Тиса, Прут. Однак сільське господарство України розвивається завдяки малим рікам. Їх налічується близько 63 000, більш ніж 200 000 малих рік уже зникли. Українські екологи вже більше за 10 років працюють над реалізацією проекту щодо збереження малих річок країни.

Дефіцит прісної води відчувається в промислових районах Донбасу й Придніпров'я, у Кримській і інших південних областях.

3.1.2 Водні ресурси: класифікація, критерії якості. Водокористування. Водоспоживання

Водні ресурси – це та вода, яку людина використовує у своїй життєдіяльності. Оскільки практичне значення мають в основному річкові води (води озер використовуються менше, а льодовики практично не використовуються), то під *водними ресурсами* розуміють запас прісної води на планеті. Прісні води становлять 2,5 % від загальної кількості води в біосфері, причому 85 % цих запасів припадає на льодовики й тільки 1 % – на ріки, озера й ґрунтові води.

Класифікація водних ресурсів (за походженням):

- *атмосферна вода* – вода дощових і снігових опадів. Характеризується найменшим вмістом домішок. У ній містяться розчинені гази O_2 , CO_2 , H_2S , окисли азоту й сірки, органічні речовини, які забруднюють атмосферу в промислових районах. Атмосферна вода не містить розчинених солей;

- *поверхнева вода* – вода рік, озер, морів, океанів. Відрізняється різноманітним складом домішок: містить гази (O_2 , CO_2 тощо), солі, бікарбонати, сульфати, хлориди кальцію, магнію, натрію й калію. Найбільшим вмістом солей відрізняється морська вода – 35 г/л (у Чорному морі – 18 г/л, в Азовському – 12 г/л, у Мертвому морі – 260 г/л);

- *підземна вода* – вода артезіанських свердловин, колодязів, ключів, гейзерів. Характеризується різним складом розчинених солей, який залежить від структури ґрунтів і характеру гірських порід. Зазвичай відсутні домішки органічного походження.

Під *якістю води* в техніці розуміють сукупність фізичних, хімічних, біологічних і бактеріологічних показників, що обумовлюють її придатність для різних цілей водокористування.

Критерії якості води:

- *прозорість* – обумовлена присутністю грубодисперсних домішок; одиниці вимірювання – мг/л; методи визначення: гравіметрія й нефелометрія;

- *кольоровість* – виражається в градусах (один градус кольоровості відповідає вмісту в 1 мл води 0,1 мг кобальту); визначається за платиново-кобальтовою шкалою;

- *запах* – обумовлений розчиненими у воді органічними сполуками; метод визначення – органолептичний (за допомогою органів чуттів); оцінюють за 5-бальною шкалою (0 – відсутність запаху, 1 – дуже слабкий, 2 – слабкий, 3 – помітний, 4 – виразний, 5 – дуже сильний);

- *смак* – буває гірким, солоним, кислим, солодким; інші відчуття визначаються як присмаки; метод визначення – органолептичний;

- загальний *солевміст* – наявність у воді мінеральних і органічних домішок;

- *твердість* – обумовлена присутністю у воді солей магнію й кальцію; виражається в міліграмах-еквівалентах іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} в одному літрі води (мг-екв./л); розрізняють твердість *тимчасову*, *постійну* й *загальну* (сума тимчасової і постійної);

- *окисність* – характеризується наявністю у воді органічних домішок і виражається в мг кисню, який витрачається на окиснювання речовин, що містяться в 1 літрі води;

- *активна реакція води* – ступінь її кислотності або лужності, характеризується концентрацією іонів водню. Для оцінювання використовують водневий показник (рН). Реакція природних вод близька до нейтральної, рН коливається в межах 6,8...7,3.

Основна нормативна вимога до якості води – відповідність її встановленим гранично допустимим концентраціям.

Гранично допустима концентрація (ГДК) – це така концентрація речовини, за умови перевищенні якої вода стає непридатною для одного або декількох видів водокористування.

Державний стандарт якості питної води містить 633 нормативи, які визначають можливу присутність тих або інших речовин, за наявності яких вода не спричинює негативного впливу на організм людини. При цьому враховується, що води бувають забруднені одночасно декількома забруднювачами. Тому гігієнічне нормування проводиться з урахуванням комбінованої дії шкідливих речовин, для кожної з яких розроблені й обґрунтовані ГДК.

Водокористування – це використання води без вилучення її з місць природної локалізації. Водокористування в основному здійснюють рибне господарство, водний транспорт, гідроенергетика.

Водоспоживання – це використання води, пов'язане з вилученням її з місць локалізації з частковою або повною безповоротною витратою або повернення в джерела водозабору в зміненому (забрудненому) стані. Найбільші водоспоживачі – сільське господарство, промисловість і культурно-побутове господарство.

Цілі використання води:

- для потреб сільського господарства (70...80 %). Зрошуване землеробство займає лише 15...17 % від площі сільськогосподарських угідь, а дає половину всієї продукції. Майже 70 % посівів бавовнику у світі вирощується завдяки зрошенню;

- для потреб промисловості (близько 20 % від загального рівня використання води). Найбільші споживачі води в промисловості – атомна енергетика, сталеливарна, хімічна, нафтохімічна, целюлозно-паперова й харчова галузі;

- для потреб комунальних служб;
- для потреб транспорту;
- для потреб рибного господарства.

Обсяг споживаної води залежить від регіону й рівня життя й становить від 3 до 700 літрів на добу на одну людину.

3.1.3 Використання води в промисловості. Промислова водопідготовка

Використання води в промисловості:

- у якості хімічного реагенту;
- у якості розчинника;
- у якості тепло- або холодоносія.

Якість води на виробництві встановлюють залежно від:

- призначення води;
- вимог технологічного процесу;
- з урахуванням використаної сировини;
- застосовуваного обладнання;
- готового продукту виробництва.

Шкідливість домішок залежить від їхнього хімічного складу, дисперсності, технології виробництва. Припустимі кількості домішок у воді регламентуються відповідними державними стандартами. Вода повинна бути нешкідливою для здоров'я (при можливому контакті з нею обслуговувального персоналу) і не мати органолептичних властивостей. Використана для охолодження вода не повинна створювати механічних, карбонатних і інших відкладань, сприяти розвитку корозії й біологічних обростань. Для цього потрібне очищення води.

Основні операції водопідготовки:

- очищення від зважених домішок *відстоюванням* і *фільтруванням*,
- пом'якшення й знесолення,
- нейтралізація,
- дегазація,
- знезараження.

Відстоювання води здійснюють у безперервно діючих бетонованих резервуарах. Для досягнення повного посвітління й знебарвлення воду

з відстійника піддають *коагуляції* (коагулянт, адсорбуючись на поверхні колоїдної частки, нейтралізує її заряд, що призводить до злипання окремих часток – коагуляції й утворення осаду). Осад, який формується при коагуляції, видаляється з *води* відстоюванням і фільтруванням (найбільше значення має поверхня фільтрувального матеріалу).

Пом'якшення й знесолення води полягає у видаленні солей кальцію, магнію й інших металів.

Методи пом'якшення: 1) вапняний (гашене вапно), 2) содовий (кальцинована сода), 3) натронний (NaOH), 4) фосфатний (тринатрій фосфат), 4) комбінований метод; 5) іонообмінний (видалення з води іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} за допомогою іонітів). Повне знесолення може бути досягнуте також шляхом перегонки води на перегінних установках – *дистиляції*.

Нейтралізування застосовується, головним чином, для очищення кислих оборотних вод (оброблення води CaO, $\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Дегазацію води – видалення розчинених корозійних газів (H_2S , CO_2 , SO_2) – здійснюють в основному *аеруванням* (процес інтенсивного зіткнення води з повітрям при розбризуванні води або продувці її стисненим повітрям – *барботуванням*). У разі потреби видалити розчинений у воді O_2 (виробництво пари високого тиску) або залізо (шовкофарбувальне виробництво) воду обробляють реагентами: Na_2SO_3 , залізними ошурками – для видалення O_2 ; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – для видалення іонів заліза (II) і CO_2 .

Знезаражування – знищення хвороботворних мікроорганізмів і окиснювання органічних домішок у воді, використовуваної для побутових потреб. В основному проводять хлорування за допомогою газоподібного хлору, хлорного вапна (CaOCl_2), а також гіпохлориту кальцію [$\text{Ca}(\text{ClO})_2$].

3.1.4 Стічні води

Стічні води – це води, які були використані на різні потреби й забруднені різними домішками, що змінили свій первісний хімічний склад і фізичні властивості.

Класифікації стічних вод

1 *За походженням*:

- *побутові* – води туалетних кімнат, душових, кухонь, лазень, пралень, їдалень, лікарень, води побутових приміщень промислових підприємств;
- *виробничі* – води технологічних процесів, які більше не відповідають вимогам до їхньої якості; до цієї категорії відносять води, які відкачують на поверхню землі при видобутку корисних копалин;
- *атмосферні* – дощові й поталі води, води після поливання вулиць, води фонтанів тощо.

2 Залежно від технологічного процесу:

- води хімічних реакцій (забруднені вихідними речовинами й продуктами реакцій);
- сировинні води (перебувають у вигляді вільної й зв'язаної вологи в сировині або виділяються в процесах перероблення);
- промивні води (після промивання сировини, продуктів і обладнання);
- водяні розчини (містять вихідні речовини);
- водні екстракти й абсорбенти;
- води охолодження;
- інші стічні води (води вакуум-насосів, конденсаторів змішування, гідрозоловидалення, після миття тари тощо).

3 За фазово-дисперсним станом:

- суспензії (10^{-5} см);
- колоїдні ($10^{-5} \dots 10^{-6}$ см);
- молекулярні розчини ($10^{-6} \dots 10^{-7}$ см);
- іонні розчини ($< 10^{-7}$ см).

4 За типом забруднення:

- забруднені переважно *мінеральними домішками* (підприємства металургійної, машинобудівної, рудо- і вуглевидобувної промисловості, заводи з виробництва кислот, будівельних виробів і матеріалів, мінеральних добрив тощо);
- забруднені переважно *органічними домішками* (підприємства м'ясної, рибної, молочної, харчової, целюлозно-паперової, мікробіологічної, хімічної промисловості, заводи з перероблення каучуку, пластмас тощо);
- забруднені *мінеральними й органічними домішками* (підприємства нафтовидобувної, нафтопереробної, текстильної, легкої, фармацевтичної промисловості, заводи з виробництва цукру, консервів, продуктів органічного синтезу тощо);
- *термічно* забруднені стічні води (підприємства, які здійснюють скидання нагрітої води).

Крім забруднених стічних вод, на промислових підприємствах утворюються *умовно чисті води*, які після охолодження в градирнях використовуються в оборотних системах.

Важливим показником забруднення стічних вод є *біохімічне споживання кисню* (БСК). Виражається кількістю кисню (мг/л), який витрачається на біохімічний розпад органічних речовин в аеробних умовах за певний відрізок часу.

3.1.5 Забруднення гідросфери

Забруднення гідросфери – це зміна фізико-хімічних і біологічних параметрів водного середовища, що знижує якість води.

Забруднення, які надходять у водне середовище, класифікують із урахуванням різних підходів, критеріїв і завдань.

Класифікація забруднень:

1 *Фізичне* – зміна фізичних властивості води (підвищується температура, зменшується прозорість, з'являється забарвлення, присмак, запах):

а) *механічне*:

- збільшення донних відкладень – їх кількість у ріках і водоймах постійно підвищується в результаті зростання еродованих територій, знищення лісів, зарегульованості річкового стоку. Призводить до порушення екологічної рівноваги у водних екосистемах. За температури води 36°C настає масова загибель риби;

- накопичення різного сміття – пластикових пляшок, пінопласту й ін.;

б) *теплове або енергетичне* – скидання нагрітих стічних вод теплоелектростанцій і промисловості. Підвищення температури води викликає перетворення параметрів водного середовища проживання, знижує кількість розчиненого кисню, змінює швидкість обміну речовин живих організмів. Так, зниження вмісту кисню у воді викликає зменшення споживання рибою корму майже у 2...3 рази [16].

2 *Хімічне* – зміна хімічного складу води (збільшується вміст різних речовин, у тому числі токсичних, зменшується концентрація кисню, змінюється активна реакція середовища й ін.):

а) *органічне*:

- нафта – у Світовий океан щорічно надходить до 10 млн т нафти. Майже половина цієї кількості пов'язана з транспортуванням нафти й розробленням родовищ нафти на шельфі. Ріки світу щорічно виносять у морські й океанічні води більше ніж 1,8 млн т нафтопродуктів. Близько 2...4 % водної поверхні Тихого й Атлантичного океанів постійно покрито нафтовою плівкою);

- пестициди – хлоровані вуглеводні, що застосовуються в сільському господарстві для боротьби зі шкідниками. Є речовинами штучного походження (ксенобіотиками), не мають серед мікроорганізмів своїх редуцентів і тому не розкладаються в природних умовах, а тільки накопичуються. Зараз вони виявляються всюди у Світовому океані, Арктиці й Антарктиці. Вони легко розчинні в жирах і тому акумулюються в органах риб, морських птахів і ссавців. Ці з'єднання гостротоксичні: впливають на кровотворну систему й на спадковість, пригнічують ферментативну активність. До цього класу речовин відноситься відомий пестицид ДДТ (дихлордифенілтрихлорметилметан);

- синтетичні поверхнево активні речовини (СПАР) – входять до складу синтетичних мийних засобів; знижують поверхневий натяг води; містять інгредієнти, токсичні для живих організмів – поліфосфати натрію, перборати, персульфати;

б) *неорганічне*:

- сполуки важких металів: ртуті, кадмію, свинцю, міді, цинку, хрому, миш'яку й ін. Мають токсичні властивості. Надходять до океану разом із річковим стоком і переносяться через атмосферу. Щороку разом

до Світового океану з річковим стоком надходять до 200 тис. т свинцю, до 20 тис. т кадмію й до 5...10 тис. т ртуті, 320 млн т заліза. Біля 30 % від усієї ртуті й 50 % свинцю потрапляють до океану з атмосфери;

- мінеральні добрива (щорічно до Світового океану надходить до 62 млн т азотно-фосфорних і 6,5 млн т фосфорних добрив.

3 *Біологічне* – забруднення води макро- і мікроорганізмами:

а) *зростання кількості хвороботворних мікроорганізмів* – вони містяться в погано оброблених або зовсім не оброблених каналізаційних стоках населених пунктів і тваринницьких ферм. Викликають епідемії гепатиту, сальмонельозу, гастроентериту, спалахи черевного тифу й холери. Можуть бути заражені сільськогосподарські культури, вирощувані на полях, які удобрюються шламами після очищення побутових стічних вод;

б) *евтрофікація* є наслідком хімічного забруднення. Надлишок органічних компонентів викликає бурхливе розростання водоростей, яке супроводжується інтенсивним споживанням розчиненого у воді кисню й накопиченням продуктів життєдіяльності. Якщо кисню у воді достатньо й кількість відходів невелика, то аеробні бактерії досить швидко перетворюють їх у порівняно нешкідливі залишки. А якщо ні, то діяльність аеробних бактерій пригнічується, вміст кисню різко падає, розвиваються процеси гниття. При вмісті кисню у воді нижчому за 5 мг на 1 літр, а в районах нересту – нижче ніж 7 мг на літр, багато видів риб гинуть;

в) *аномальні (тератогенні) зміни* високоорганізованих водних мешканців (наприклад, поява «акул-мутантів») викликані сильними інтоксикаціями або мутаційними перебудовами й часто супроводжуються нетиповою поведінкою тварин.

4 *Радіоактивне* – надходження величезної кількості радіоактивних компонентів унаслідок випробування атомної зброї, роботи атомних підводних човнів, *дампінгу* (скидання відходів на дно Світового океану з метою заховання). Зараз у Світовому океані $1,5 \cdot 10^9$ Кі радіоактивних відходів, що становить «30 Чорнобилів» ($5 \cdot 10^7$ Кі) [4].

Найнебезпечнішим вважають *нафтове забруднення*.

Вплив нафти на морські екосистеми:

- нафта у вигляді плівки перебуває на поверхні води, що змінює світлопропускну здатність, процес розчинення кисню й теплообмін;

- впливає на структуру морських угруповань: при нафтовому забрудненні змінюється співвідношення видів і зменшується їхня різноманітність. Так, активно розвиваються мікроорганізми, які харчуються нафтовими вуглеводнями, але біомаса цих мікроорганізмів отруйна для багатьох морських мешканців;

- небезпечним є тривалий вплив навіть невеликих концентрацій нафти: призводить до поступового зниження первинної біологічної продуктивності моря;

- нафта є розчинником для багатьох компонентів, нерозчинних у воді (таких як пестициди, солі важких металів), що різко підсилює інтоксикацію водних екосистем;

- ароматична фракція нафти містить речовини мутагенної й канцерогенної природи (наприклад, бенз[α]пірен), які активно циркулюють морськими ланцюгами харчування й потрапляють у їжу людей;

- при розливах нафти товщина її покриття спочатку може досягати декількох сантиметрів. Під дією коливань води утворюється емульсія нафти у воді, а пізніше виникають грудочки важкої фракції нафти, здатні довго плавати по поверхні моря. До плаваючих грудочок мазуту можуть прикріплюватися різні дрібні тварини, якими харчуються риби й вусаті кити. Разом з ними вони заковтують і нафту. Одні риби від цього гинуть, інші наскрізь просочуються нафтою й стають непридатними для вживання в їжу через неприємний запах і смак. Усі компоненти нафти – токсичні для морських організмів.

Так, унаслідок аварії танкера «Еххон Valdez», що сталася в 1990 р. поблизу узбережжя Аляски, у море потрапило 40 тис. т нафти. Величезні нафтові плями рознесли морськими течіями й вітром далеко від місця аварії, забруднивши великі ділянки узбережжя материка та островів і спричинивши загибель тисяч тюленів, морських птахів, риби тощо [3]. На деяких пляжах у піску Аляски й досі є від 80 000 до 120 000 літрів сирої нафти [32]. Серед 30 видів риб і тварин після катастрофи «Еххон Valdez» відновилися лише третина. Класичним прикладом вважається тихоокеанський оселедець. Під час катастрофи були знищені всі його личинки. Це мало кого здивувало. Однак дорослі риби наступного після катастрофи року повернулися, але через два-три роки популяція загинула. З'ясувалося, що від контакту з нафтою риби помирають не одразу, а через деякий час, інколи – через роки.

У 1991 р. під час війни між Кувейтом та Іраком (відомої як операція «Буря в пустелі») нафта, що вилілася з підірваних танкерів і нафтопроводів, покрила 1550 км² поверхні Перської затоки й 450 км берегової смуги, де загинуло багато морських черепах, птахів, крабів та інших тварин [4].

20 квітня 2010 року в Мексиканській затоці вибухнула нафтовидобувна платформа Deepwater Horizon, що орендована для видобутку нафти британською корпорацією British Petroleum (BP). Аварія призвела до витоків нафти. Представник міжнародної організації Greenpeace заявив, що цю катастрофу можна з повним правом назвати «нафтовим Чорнобилем». З моменту аварії до Мексиканської затоки, за різними даними, потрапило від 354 до 698 млн л нафти, що зробило її найбільшою нафтовою катастрофою в історії США. Екосистемі штатів Алабама, Міссісіпі, Луїзіана й Флорида заповдіяний серйозний збиток [32]. Яка доля спіткає синьоплавникового тунця, невідомо. Період викиду личинок припав саме на пік нафтової катастрофи в Мексиканській затоці. За деякими оцінками, щонайменше 20 % популяції знищено. Також невідомо, що станеться з багатьма видами морських ссавців. Сотні мертвих дельфінів було знайдено на забруднених пляжах півдня США. Скільки дельфінів загинули в морі, ніхто порахувати не може.

Червоні припливи – викликаються нашествиям напіврослинних, напівтваринних організмів – *дінофлагелатів*. Бурхливому розмноженню цих паразитів сприяє підвищення концентрації кобальту, фосфору, азоту й вітаміну В₁₂. Таке «цвітіння» води супроводжується виділенням величезної кількості отруту.

В Україні за останні 10 років зафіксовано постійне збагачення вод мінеральними формами азоту. Так, аналіз забруднення води в Донецькій області на прикладі ріки Кальміус показує, що відхилення показників якості води від прийнятих санітарних нормативів охорони поверхневих вод від забруднення спостерігаються за нафтопродуктами, сполуками кобальту, магнієм, сульфатами зважених речовин і сухим залишком. Екологічну оцінку якості води ріки Кальміус наведено в таблиці 3.2 [17].

Таблиця 3.2 – Динаміка зміни якості води в річці Кальміус

Показник	1947–1949	1994–1996	2004–2006
Мінералізація, мг/дм ³	3160	3750	4590
Азот амонійний, мг/дм ³	19,8	0,24	0,58
Азот нітратний, мг/дм ³	36,0	2,2	19,8
Азот нітритний, мг/дм ³	20	0,10	0,4
Фосфати, мг/дм ³	-	0,32	0,83
БСК	-	2,4	3,2

Подані дані демонструють тенденцію до зростання в річковій воді біогенних речовин у вигляді сполук азоту й фосфору. Це здатне викликати зростання біологічної продуктивності у водній системі ріки Кальміус і надалі спровокувати евтрофікацію й зміни в екосистемі Азовського моря, водний режим якого прямо залежить від притоки прісних річкових вод.

Самоочищення води – це сукупність взаємозалежних гідродинамічних, фізико-хімічних, мікробіологічних і гідробіологічних процесів, які ведуть до відновлення первісного стану водного об'єкта. Зниження рівня забруднення вод відбувається в результаті здатності водойм до самоочищення. Але це можливо в умовах невеликих обсягів забруднення і його органічної природи.

Здатність до самоочищення природних водойм [4]:

- Світовий океан – 2500 років;
- підземні води – 1400 років;
- льодовики Арктики – 9700 років;
- вода в руслах рік – 16 днів.

Зарегульованість річкового стоку сприяла зниженню швидкості водообміну, а тому – й здатності водних екосистем до самоочищення. Сьогодні повне самоочищення води не можливе. Тому підтримка необхідної якості води в джерелах вимагає вживання спеціальних заходів щодо обмеження потрапляння у водойми токсичних речовин, а також їхнього знешкодження.

3.1.6 Очищення промислових стічних вод

Характер і склад стічних вод, які скидаються промисловими підприємствами, досить різноманітні, тому й методи очищення їх від забруднень значно варіюються.

Вибір методу очищення обумовлений:

- технологічними особливостями виробництва;
- фізичним станом забруднень, які містяться в стоках;
- концентрацією забруднювальних речовин;
- станом (молекулярним, іонним) розчинених речовин;
- санітарними й технічними вимогами до якості очищених вод і їх подальшого використання;
- кількістю стічних вод;
- наявністю в підприємства необхідних для процесу знешкодження енергетичних і матеріальних ресурсів (водяна пара, паливо, стиснене повітря, електроенергія, сорбенти, реагенти), а також необхідної площі для будівництва очисних установок;
- ефективністю процесу знешкодження тощо.

Необхідний ступінь очищення вибирають так, щоб якість очищеної стічної води відповідала стандартним вимогам.

Виділяють п'ять методів очищення стічних вод:

- 1) механічний,
- 2) фізико-хімічний,
- 3) хімічний,
- 4) біохімічний,
- 5) термічний.

Механічне очищення застосовується для видалення зі стічних вод нерозчинних грубодисперсних домішок. Використовують методи *проціджування, фільтрування, відстоювання*. Для затримання великих забруднень воду проціджують через *решітки*. Частики, що мають щільність більшу, ніж щільність води, видаляються *відстоюванням*. Речовини, більш легкі, ніж вода, – нафтопродукти, смоли, жири – виділяються *уловлювачами*, (*смоло-, жирууловлювачами*). Частики мінерального походження, головним чином пісок, видаляють осадженням в уловлювачах піску. Для звільнення стічних вод від дуже дрібних часток застосовують *фільтри* (наприклад, із шару зернистого матеріалу – піщані фільтри).

Очищення механічними способами зазвичай застосовують у якості першої стадії в загальній системі очищення стічних вод. Ефективність методу – 50...70 %.

Фізико-хімічне очищення вимагає застосування спеціальних реагентів. Засноване на зміні фізичного стану забруднень, який полегшує їхнє видалення зі стоків шляхом *коагулювання* (збільшення розміру забруднювальних часток, що полегшує їхнє осадження) або *флотація* (домішкам надають більшу плавучість, вони спливають на поверхню води, після чого

видаляються з допомогою різних уловлювачів). Забруднення поглинаються твердими або рідкими сорбентами й видаляються з ними при застосуванні методу *евапорації* (відгону з розчину при нагріванні більш летучих речовин, ніж вода).

Позитивні сторони цього методу: достатня ефективність, яка становить майже 90...95 %. Цей метод широко застосовують у промисловості особливо для очищення багатокомпонентних стічних вод з малою концентрацією забруднювачів. Недоліком є те, що метод вимагає використання досить дорогих реактивів.

Хімічне очищення застосовується в разі, коли видалення забруднювачів можливе тільки в результаті хімічних реакцій між забруднювачами й реагентами з утворенням нових речовин, які можна легко вилучити зі стічних вод. При хімічному очищенні протікають реакції конденсації, окиснювання, нейтралізування, у результаті яких утворюються нетоксичні або менш токсичні речовини, розчинні у воді сполуки перетворюються в нерозчинні й легко виділяються, кислі й лужні стоки – нейтралізуються.

Недоліком методу є те, що потрібні великі кількості реагентів, крім того, нові сполуки, які утворюються, вимагають додаткового очищення іншими способами. Однак у ряді випадків застосування хімічного методу очищення неминуче.

Біологічне очищення стічних вод засноване на здатності деяких мікроорганізмів руйнувати органічні й деякі неорганічні сполуки (наприклад, сульфідів й солі амонію), перетворюючи їх у нешкідливі продукти окиснювання: воду, вуглекислий газ, нітрат- і сульфатіони тощо.

Мікроорганізми можуть окиснювати органічні речовини при невеликій їхній концентрації, що є важливою перевагою способу біохімічного очищення. Недоліком біохімічного очищення є мала швидкість окисних процесів, унаслідок чого вони потребують будівництва очисних споруд значних обсягів. Ефективність методу – 85...95 %.

Термічне очищення стічних вод полягає у повному окисненні забруднювальних речовин при високій температурі (при згорянні) з одержанням нетоксичних продуктів згоряння й твердого залишку. Можливі різні варіанти застосування термічного способу, починаючи від повного знищення стоків із невеликою кількістю твердого залишку й до значного зменшення (випарювання) їх, після чого концентровані розчини можна або ховати у відвалах, або використовувати для одержання коштовних продуктів.

Термічне очищення виключає забруднення стоками водоєм – це є його великою перевагою. Недоліки методу: при термічному очищенні потрібно випаровувати величезну кількість води, що пов'язано з великими витратами тепла й вимагає апаратів великого обсягу. Цей спосіб економічно недоцільний при великих обсягах стічних вод і при малих концентраціях забруднювачів. Однак у ряді випадків вдається зменшити витрати частковим регенеруванням тепла при отриманні «вторинної» пари або окупити витрати на очищення одержанням коштовних продуктів.

3.1.7 Шляхи зниження забруднення гідросфери

Навіть при найдосконалішому очищенні, включаючи біологічне, до 10 % розчинених неорганічних і органічних забруднювальних речовин залишаються в очищених стічних водах. Така вода може стати придатною для споживання тільки після багаторазового розведення чистою природною водою. І тут важливе співвідношення абсолютної кількості стічних вод і водного стоку рік. Світовий водогосподарчий баланс показав, що на всі види водоспоживання витрачається 2200 км³ прісної води на рік. На розведення стоків іде майже 20 % ресурсів прісних вод світу. Лише 1 км³ очищеної стічної води «псує» 10 км³ річкової води, а неочищеної – у 3...5 разів більше. Кількість прісної води не зменшується, але її якість різко падає.

Людству необхідно змінити стратегію водокористування. Необхідність змушує ізолювати антропогенний водний цикл від природного. Практично це означає перехід на: 1) замкнене водопостачання, 2) маловодну або маловідходну, а потім «суху», або безвідхідну технологію, яка супроводжується різким зменшенням обсягів споживання води й спуску очищених стічних вод.

Часто витрати на очищення стічних вод з метою їх повторного використання в системах промислового водопостачання значно менші, ніж витрати на очищення їх відповідно до ГДК для скидання у водойму.

Існує кілька перспективних шляхів зниження об'ємів забруднених стічних вод:

- розроблення й впровадження безводних технологічних процесів;
- удосконалення існуючих процесів;
- розроблення й впровадження більш досконалого обладнання;
- впровадження апаратів повітряного охолодження;
- повторне використання очищених стічних вод у оборотних системах охолоджуваної води.

Найбільш раціональний спосіб скорочення обсягу стічних вод – це створення оборотних і замкнених систем водопостачання, які виключають скидання води у водойми. Це дозволяє у 20...50 разів зменшити споживання природної води. Наприклад, для вироблення однієї тонни каучуку при прямоточному водопостачанні в старих виробництвах потрібно 2100 м³ свіжої води, а при оборотному водопостачанні – лише 165 м³.

3.2 Проблеми атмосфери

3.2.1 Газовий склад, будова й значення атмосфери

Будова атмосфери

Повітряну оболонку Землі – атмосферу – поділяють на *тропосферу*, *стратосферу*, *мезосферу*, *термосферу* й *екзосферу*.

Ці сфери різняться між собою за: 1) газовим складом, 2) температурою, 3) вологістю, 4) тиском, 5) інтенсивністю проникаючого сонячного випромінювання. Границі між ними виражені не чітко й перебувають на різних висотах залежно від широти місцевості.

До висоти 90...100 км гази атмосфери не розділяються – це *гомосфера*. Вище 100 км відбувається дифузійний поділ газів – це *гетеросфера*.

Тропосфера простягається на полюсах до висоти 8 км, на екваторі – до 18 км. Виконує роль «шуби», яка охороняє земну поверхню від надмірного остигання ночами й узимку. Майже все випромінюване Землею тепло вловлюється й затримується тропосферою. Такий ефект приводить до підвищення температури поверхні Землі приблизно на 30 °С у порівнянні з температурою за відсутності атмосфери. Температура в тропосфері з висотою знижується на 0,6 °С на кожні 100 м і досягає -75...-80 °С (*перший температурний мінімум*). Метеорологи називають тропосферу «кухнею погоди».

Стратосфера простягається до висоти 55 км. На відміну від тропосфери стратосфера бідніша на вологу, тут не утворюються хмари, температура повільно зростає з висотою (на 1...2 °С через кожний кілометр) і на верхній межі сягає 0 °С (*перший температурний максимум*). У стратосфері на висоті 30...33 км простягається *озоновий шар*, який залежно від широти й пори року має товщину 1,23...1,52 см. Озоновий шар поглинає приблизно 97 % ультрафіолетового сонячного випромінювання, небезпечного для живих організмів.

Мезосфера простягається до висоти 80 км. Тут температура знову знижується до -90 °С (*другий температурний мінімум*).

Термосфера (іоносфера) розташована на висоті від 80 до 800 км. У її складі панують зруйновані космічним випромінюванням атоми – іони (в основному кисню й азоту). У термосфері на висоті 320...400 км виникають полярні саява.

Екзосфера (вакуумосфера) – зовнішня оболонка атмосфери, яка простягається від 800 до 2000 км і складається в основному з атомарних газів гелію й водню. Температура досягає 1500...3000 К.

Газовий склад

Основні компоненти атмосфери – азот (78 %), кисень (20,9 %), вуглекислий газ (0,03 %) – відіграють дуже важливу роль у біосфері. Азот – обов'язкова складова частина білків, кисень – активний окиснювач, вуглекислий газ – найважливіша основа для фотосинтезу. У малих кількостях в атмосфері містяться також O₃, SO₂, NO₂.

Значення атмосфери (обумовлюється її функціями):

1 *Терморегулювальна* функція полягає в затримуванні атмосферою теплового випромінювання Землі у зв'язку з присутністю вуглекислого газу й парів води. Завдяки атмосфері добові перепади температури не є різкими, як, наприклад, на Місяці, де вночі температура сягає 200 °С.

2 *Захисна* функція:

а) озоносфера затримує жорстке ультрафіолетове, короткохвильове рентгенівське й γ -випромінювання, що виключно важливо для живих організмів планети: верхня межа розповсюдження життя саме й обумовлена променевою енергією, яка потрапляє на планету (до висоти 20...22 км розповсюджуються бактерії, спори грибів, найпростіших). Атмосфера поглинає 52 % усієї енергії сонячного випромінювання;

б) атмосфера охороняє поверхню Землі від метеоритних часток, які згорають у щільних шарах повітря. Протягом доби можна зареєструвати вторгнення в земну атмосферу близько 28 000 метеоритів. Швидкості руху метеоритних тіл щодо Землі можуть бути різними – від 11 до 75 км/с залежно від того, наздоганяє метеорне тіло Землю при її обертанні навколо Сонця або ж рухається їй назустріч. Більш за 5 % метеоритів практично повністю складаються з нікелістого заліза (містять до 40 % нікелю), 85,7 % – кам'яні хондрити.

3 *Енергетична* функція полягає в розподіленні сонячного випромінювання й повітряної вологи на поверхні Землі.

4 *Атмосфера є сховищем газів*, що є вкрай важливим для здійснення процесів фотосинтезу, дихання, у розвитку життя на планеті.

5 *Геохімічна й геофізична* функції полягають у розвитку навколишнього наземного середовища, в утворенні твердих, рідких і газоподібних неорганічних і органічних речовин.

3.2.2 *Джерела й види забруднення*

атмосфери Джерела забруднення атмосфери:

1) *природного походження*: рослинний, вулканічний, космічний пил, тумани, дими й гази від лісових і степових пожеж, вулканічні гази. Рівень забруднення атмосфери природними джерелами є фоновим і мало змінюється з перебігом часу);

2) *антропогенні* (пов'язані з життєдіяльністю людини):

- автотранспорт – 40 % викидів;
- теплоенергетика – 30 %;
- промисловість – 30 %.

У містах на частку автотранспорту припадає, залежно від розвитку в цьому місті промисловості й кількості автомобілів, від 30 до 70 % від загального обсягу викидів. У США, Україні, Росії близько 40 % загальної маси забруднювальних речовин становлять викиди рухомих джерел. Але якщо в США це пов'язано із загальною автомобілізацією, то в Україні – із незадовільним технічним станом машин, які експлуатуються, з великою кількістю автомобілів, які відпрацювали свій ресурс.

Підприємства *металургії й енергетики* – головні забруднювачі повітря в Україні (дають відповідно 35 і 32 % усіх забруднень від стаціонарних джерел). Центрами металургії й енергетики є міста Макіївка, Маріуполь,

Алчевськ, Харцизьк, Дніпропетровськ, Запоріжжя, Дніпродзержинськ. Металургійні комбінати оснащені очисним обладнанням лише на 30...50 %. Основні забруднювачі *важкими металами* (ртуттю, свинцем) – підприємства кольорової металургії. Це Дніпровський ртутний завод у Запоріжжі, Микитівський ртутний комбінат тощо.

Хімічна промисловість у надлишку поставляє в атмосферу сірчистий ангідрид, оксиди азоту, вуглеводні тощо. Найбільші підприємства хімічної промисловості розташовані в Прикарпатті (Новороздільський сірчаний комбінат), у Донбасі, у Присивашші (м. Красноперекіпськ), в Одесі й ін.

Види забруднення атмосфери

Найпоширенішими газами, які забруднюють атмосферу, є оксиди сірки, азоту, вуглецю, аміак, сполуки фтору, хлору, сірководень, вуглеводні. Усі ці компоненти є *токсичними*, тобто здатними навіть у невеликих концентраціях чинити інтенсивний негативний вплив на організм людини, а також рослинні й тваринні організми. Американський закон «Про чисте повітря» (Clean Air Act) визначає 188 таких речовин, які викидаються промисловими підприємствами, 21 речовину, що міститься у вихлопних газах автомобілів і 33 сполуки, характерні для міського повітря [60].

За токсичним (небезпечним) ефектом впливу на організм людини хімічні речовини поділяють на загальнотоксичні, подразнювальні, сенсibiliзувальні, канцерогенні, мутагенні й такі, що впливають на репродуктивну функцію.

До *небезпечних речовин* насамперед відносяться хімічні елементи чи сполуки, які викликають захворювання організму людини. У виробництві знаходиться більш ніж 50 тисяч таких сполук. Більшість цих речовин синтезовано людиною і не зустрічається в природі.

Відповідно до ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» за ступенем впливу на організм людини небезпечні речовини поділені на чотири класи безпеки:

- 1) надзвичайно небезпечні;
- 2) високо небезпечні;
- 3) помірно небезпечні;
- 4) мало небезпечні.

Більшість токсинів є канцерогенними (провокують розвиток онкологічних захворювань) або мутагенними (викликають зміну структури ДНК). Вони особливо небезпечні, якщо осідають на поверхні зважених часток. Нещодавно було встановлено, що викликані токсинами мутації навіть є спадковими. Враховуючи їхню маленьку концентрацію, вміст токсинів без спеціальних приладів встановити не можна. Проте саме концентрація цих речовин є одним із головних критеріїв для оцінювання екологічної обстановки.

Вплив різних видів забруднення атмосфери на живі організми [75; 88]:

- *сірчистий ангідрид (SO₂)*. У великих кількостях викидається підприємствами чорної металургії, коксохімічними, цементними заводами,

теплоелектростанціями. Це один із найтоксичніших компонентів промислового забруднення навколишнього середовища. Його дія виявляється в ураженні органів дихання людей і тварин, зміні складу крові, підвищенні сприйнятливості до інфекцій, порушенні обміну речовин. Він легко поглинається рослинами, порушуючи їх життєдіяльність, згубно впливає на зелені насадження;

- *окси́ди азоту* (NO , NO_2) викидаються в атмосферу хімічними підприємствами, теплоелектростанціями, двигунами внутрішнього згорання. Ці речовини подразнювально діють на органи дихання, у великих концентраціях можуть викликати набряк легенів. Легко поглинаються рослинами, погіршуючи їх кормові якості;

- *оксид вуглецю* (CO) виділяється в атмосферу при неповному згоранні речовин, які містять вуглець (вугілля, природний газ, рідке паливо). Його викидають в атмосферу підприємства чорної металургії, промислові енергоустановки, автотранспорт. Токсична дія чадного газу заснована на його взаємодії з гемоглобіном крові з утворенням карбоксигемоглобіну, нездатного транспортувати кисень із легенів до клітин;

- *сірководень* (H_2S) викидають в атмосферу коксохімічні, нафтопереробні підприємства. Має задушливу та загальноотруйну дію (є високотоксичною нервовою отрутою, впливає на органи дихання й травлення, серцево-судинну систему);

- *леткі органічні сполуки*, насамперед бензол, формальдегід, 1-3-бутадієн, утворюються при неповному згоранні автомобільного палива або при випаровуванні паливно-мастильних матеріалів. При відносно невеликих концентраціях ці речовини можуть викликати онкологічні захворювання, ураження серцево-судинної системи, печінки, нирок. Крім того, вони приводять до вроджених каліцтв або безплідності. Леткі органічні речовини досить легко вступають у хімічні реакції з киснем і іншими окиснювачами, що приводить до утворення ще більших токсинів;

- *бенз[а]пірен* є речовиною групи поліциклічних ароматичних вуглеводнів, які утворюються при горінні й сухій перегонці палива (чорна металургія). Є найсильнішим канцерогеном і мутагеном, хімічною речовиною, яка відноситься до першого класу небезпеки;

- *хлор і його сполуки* надходять від хімічних підприємств, які виробляють соляну кислоту, органічні барвники, хлормістки пестициди, водочисних споруд, де застосовують рідкий хлор. Хлор – речовина з домінують задушливою дією. Головним об'єктом ураження в організмі людини є дихальні шляхи (спостерігається розвиток гострого токсичного набряку легень і гіпоксії). Хлор має виражену подразнювальну дію на шкіру, очі, слизові оболонки дихальних шляхів;

- *сполуки фтору* надходять до атмосфери від підприємств з виробництва алюмінію, скла, кераміки, сталі. Фтор відносяться до загальноотруйних речовин, які порушують переважно енергетичний обмін людини;

- *пил* (тверді частки, які надходять до атмосфери) у великих кількостях викидається в атмосферу підприємствами чорної металургії. Пил утворюється як від основних технологічних процесів виробництва (доменні, сталеливарні, прокатні цехи), так і від джерел одержання тепла й пари (ТЕЦ, котельні). До складу пилу входять оксиди заліза, діоксид кремнію, оксиди марганцю, оксид ванадію, нікель. *Кварцовий пил* здатний проникати в лімфатичні вузли та вражати легені (силікоз легенів). Марганець у складі пилу приводить до виникнення важких захворювань нервової системи, функціональних розладів у корі головного мозку;

- *свинець* (Pb). Цей важкий метал не одне десятиліття викидався в атмосферу в складі вихлопних газів. Провиною тому – етильований бензин. З 1980-х на Заході вийшла заборона на таке паливо, викиди свинцю автотранспортом суттєво скоротилися. Однак відходи промислових виробництв, як і раніше, містять цей елемент у небезпечних кількостях. В Україні етильований бензин заборонений не дуже давно, і зниження вмісту свинцю в атмосфері пояснюється спадом роботи промислових підприємств.

Свинець надходить до організму людини при вдиханні повітря, з їжею й водою. Крім того, цей метал може бути присутнім у складі пилу. Він накопичується в крові, кістках, м'яких тканинах. Вплив свинцю приводить до серйозних захворювань нирок, печінки, нервової системи, викликає розлади психіки й розумову відсталість. Україн небезпечний цей метал для здоров'я дітей. Свинець, як і інші важкі метали, здатний накопичуватися в речовині рослин. Тому осіннє спалювання опалого листя приводить до повернення цього небезпечного токсину до складу атмосферного повітря.

Домішки, які забруднюють атмосферу, викликають величезні незворотні зміни: 1) зменшують прозорість, 2) поглинають сонячну енергію, 3) порушують геофізичні процеси переміщення повітряних мас, 4) завдають шкоди здоров'ю людей; 5) змінюють мікроклімат міст, 6) викликають численні негативні процеси в атмосфері.

3.2.3 Негативні процеси і явища в атмосфері

Негативні процеси і явища в атмосфері як правило обумовлені сукупним впливом цілого ряду факторів. Окремі з них розвиваються вкрай динамічно й мають загрозливі наслідки для всіх сфер планети. Такі проблеми як «парниковий ефект», кислотні опади, руйнування озонового шару не мають державних кордонів і вимагають об'єднаних зусиль у пошуках виходу із ситуації глобальної екологічної кризи.

«Парниковий ефект»

Спалювання величезних обсягів вуглецевмісного палива сприяє розвитку «парникового ефекту», який визначається присутністю парникових газів: діоксиду вуглецю (CO₂), водяної пари, оксидів азоту, метану, озону й водню. У результаті спалювання органічного палива в атмосферу щорічно викидається 5,9 млрд т вуглекислого газу [34].

Частки сажі – компонент димових викидів – поглинають теплові промені, чим сприяють підвищенню температури планети, на відміну від більшості аерозолів, які охолоджують атмосферу через їхню здатність відбивати сонячне випромінювання в космос. Однак, на думку екологів, роль сажі в «парниковому ефекті» не значна й поступається CO₂.

Група вчених з Інституту космічних досліджень ім. Годдарда (НАСА) і Національного наукового фонду КНР створили математичну модель, яка показала, що викиди сажі (в основному, Китаєм і Індією) є причиною похолодання посух у останні 20 років на північному сході Китаю й літніх паводків у його південно-східній частині. Це пов'язано з тим, що сажа, змінюючи мусонну циркуляцію в атмосфері влітку над Азією, формує систему випадання опадів у Китаї. Однак подальше збільшення обсягів газоаерозольних викидів може призвести до похолодання на території Китаю, поширення процесів спустелювання у Північній Африці й зниження середніх температур на півдні США. Слід враховувати, що згадані регіональні зміни клімату накладаються на процес глобального потепління [71].

При збереженні темпів збільшення обсягів енергоспоживання видобуток енергії сягне 100 тис. ТВт (terra – $1 \cdot 10^{12}$). Це наблизить нас до критичної межі, тому що може призвести до перегрівання Землі з непередбачуваними наслідками для біосфери.

Проблемі «парникового ефекту» присвячена величезна кількість повідомлень у всіх засобах масової інформації. Необхідно зазначити, що така точка зору не є одностайною [55]. Окремі вчені вважають проблему надуманою, вивертом для політичних і економічних маніпуляцій. Інші стверджують, що зміни клімату корелюють із сонячною активністю, яка змінюється відповідно до циклів різної тривалості. Отже, це ніяк не пов'язано з «парниковим ефектом», більше того, він може врятувати планету від чергового льодовикового періоду. Грунтуючись на такій думці, президент астрономічного товариства Фред Хойл і професор Кардифського університету Чандра Викрамашинг (Великобританія) стверджують, що не потрібно перешкоджати глобальному потеплінню: земна атмосфера поступово забруднюється космічним пилом, і це згодом призведе до нового всесвітнього заледеніння й загибелі цивілізації [71].

І все-таки домінуюча більшість учених, які спираються на сучасні спостереження й великий палеонтологічний матеріал, переконані, що «парниковий ефект» несе серйозну загрозу людству й біосфері. Реальність глобального потепління підтверджується сучасною моделлю довгострокового прогнозу зміни клімату, розробленою в Інституті обчислювальної математики РАН. Створено модель загальної циркуляції атмосфери, що охоплює весь спектр кліматоутворювальних чинників. З її допомогою насамперед оцінюється вплив на клімат вмісту в атмосфері вуглекислого газу, водяної пари, метану, оксидів азоту, озону й аерозолів. Крім того, для прогнозування подальшого розвитку ситуації застосовують ще модель океану, яка враховує показники щодо температури води, солоності, швидкості течій, турбулентності тощо. Ці дослідження визнані міжнародною

програмою СМІР (Coupled Model Intercomparison Project), у якій задіяні США, Німеччина, Франція, Австралія, Великобританія, Канада, Китай [71].

Ну а на сьогоднішній день глобальні кліматичні зміни очевидні. Унаслідок потепління клімату почастишали природні стихійні явища. Збитки, які були завдані зміною погодних умов, глобальним потеплінням, склали десятки мільярдів доларів, що перевищує аналогічні витрати за всі попередні десятиріччя.

Ось як виглядає в світлі подій один місяць із життя планети:

- початок серпня 2006 року. Нью-Йорк потерпає від небаченої спеки; загинули 40 людей. На півдні Африки (ПАР) тримаються сильні морози, випав сніг (останній раз такі явища тут спостерігалися 25 років тому). Китай і Мексика страждають від ураганів і повеней;

- середина серпня 2006 року. У Португалії й Іспанії горять ліси. Усього за рік у Китаї було 6 тайфунів. Тропічний шторм Проперун забрав людські життя й завдав серйозних збитків економіці країни. Аналогічна проблема турбує Індію. Пляжі Владивостока потерпають від нашествия отруйної медузи-хрестовика, яке викликане низьким розпрісненням води в Амурській затоці внаслідок небачувано спекотного літа;

- кінець серпня 2006 року. Пожежі охопили знамениті курорти Туреччини. В Анталії від вогню намагаються врятувати парк із реліктовими рослинами. Отруйні медузи атакують східне узбережжя Іспанії. Причина: цього року море на 8 °С тепліше, ніж у середньому за останні 10 років, що активізувало розмноження планктону.

Через чотири роки природні стихійні явища почастишали:

- початок листопада 2010 року. Аномально тепла осінь. Надзвичайно тепла погода встановилася в Україні, Росії й Білорусі через те, що прийшло тепле повітря з Північної Африки й Західної Атлантики. Там зараз теж спостерігаються температурні аномалії. У Лівії встановилася аномально спекотна погода. Наприклад, в Україні 10 листопада 2010 року температура повітря була 19 °С, а в Білорусії кліматична норма місцями перевищила 10 °С;

- початок листопада 2010 року Сильний піщаний буревій, що розпочався на Північному заході Китаю, охопив східну частину країни, а також на деякі райони Південної Кореї і Японії;

- початок листопада 2010 року. Синоптики Підмосков'я здивовані не менше ніж жителі унікальним погодним феноменом цієї осені – грозами, що пройшли по Московській області. За даними Гідрометеобюро Москви й Московської області, такі погодні явища, як грім і блискавки, цілком можуть спостерігатися навіть у зимові місяці, але грози наприкінці осені – дуже рідкісне явище.

Цілком очевидно, що наблизитися до вирішення проблеми глобальної зміни клімату можна тільки спільними міжнародними зусиллями.

Основні міжнародні домовленості щодо проблем навколишнього середовища, у тому числі з питань клімату:

- Декларація Ріо-де-Жанейро (Бразилія) щодо навколишнього середовища й розвитку — декларація, що містить основні принципи

екологічного права, прийнята на конференції ООН з навколишнього середовища й розвитку в червні 1992 р. [14]. Декларація розвиває положення, які містяться в декларації конференції ООН із проблем навколишнього середовища, прийнятій в Стокгольмі в червні 1972 р., і містить у собі 27 принципів екологічно коректної поведінки світового співтовариства.

- Кіотський протокол — міжнародний документ, прийнятий у Кіото (Японія) у грудні 1997 р. на додаток до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (РКЗК) [33]. Він ставить за обов'язок розвиненим країнам і країнам з перехідною економікою скоротити або стабілізувати викиди парникових газів (CO_2 , CH_4 , гідрофторвуглеводні, перфторвуглеводні, N_2O , SF_6) у 2008–2012 роках у порівнянні з 1990 р. Протокол було ратифіковано 181 країною світу (за станом на березень 2009 р.). На ці країни сукупно припадає більш ніж 61 % загальносвітових викидів парникових газів. Основні зобов'язання взяли на себе індустриальні країни: Євросоюз повинен скоротити викиди на 8 %, Японія й Канада — на 6 %, країни Східної Європи й Прибалтики — у середньому на 8 %, Росія й Україна — зберегти середньорічні викиди у 2008—2012 рр. на рівні 1990 р. Виключенням із цього списку є США й країни, що розвиваються, включаючи Китай і Індію, які зобов'язань на себе не брали.

- У Копенгагені (Данія) у грудні 2009 р. відбулася 15-а Конференція сторін Рамкової конвенції ООН щодо змін клімату [91]. П'ять держав уклали угоду щодо боротьби з глобальним потеплінням. Серед них країни, які більше за інші забруднюють атмосферу: США й Китай, а також Бразилія, Південна Африка й Індія. Досягнута угода не має юридичної чинності, а, по суті, є декларацією про наміри. Уперше країни погодилися обмежити підвищення глобальної температури до 2° за Цельсієм. Вони завірили, що уживуть заходів щодо фінансування, необхідного для запобігання з нелисення й виродження лісів, і підтримають зусилля з адаптації до змін клімату за рахунок наростаючого фінансування, яке буде здійснюватися через новий Копенгагенський фонд зеленого клімату.

- У Мексичі (м. Канкун) із 29 листопада по 10 грудня 2010 р. пройшла 16-а Конференція сторін Рамкової конвенції ООН щодо змін клімату (UNFCCC) і 6-а сесія Конференції сторін Кіотського протоколу [78]. Протягом зустрічі представники 192 країн продовжили переговори за новою угодою, яка замінить Кіотський протокол, термін якого спливає у 2012 р. Конференція завершилася прийняттям пакета рішень, спрямованих на боротьбу із глобальним потеплінням на планеті й просування до зниження рівня викидів парникових газів у атмосферу. Канкунські домовленості передбачають створення механізму передання бідним країнам технологій із освоєння поновлюваних джерел енергії й підвищення енергоефективності, заснування «зеленого кліматичного фонду» із внесенням у нього 30 мільярдів доларів США до 2012 р. й 100 мільярдів доларів — до 2020 р.

Таким чином, подолати проблеми можна тільки спираючись на принципи сталого розвитку. Насамперед мова йде про ресурсозберігальні технології промисловості й енергетики, які дозволять скоротити

викиди парникових газів, а також про способи їх уловлювання. В арсеналі методів боротьби з глобальним потеплінням не останнє місце посідає відновлення природних екосистем (лісових, болотних, лугових, морських і прісноводних), скорочення орних земель, удосконалювання біологічних агротехнологій, пошук й селекція високоврожайних сортів сільськогосподарських культур тощо.

Кислотні опади

При спалюванні органічного палива в атмосферу надходять оксиди сірки, азоту, вуглецю. При цьому антропогенними джерелами цих оксидів є промислові підприємства (металургійного комплексу, з переробки нафти, з виробництва сірчаної кислоти тощо), транспорт, теплоенергетика та ін. Вступаючи в реакцію з атмосферною вологою, кислі оксиди перетворюються в розчини кислот (сірчаної, сірчистої, азотної, азотистої), які знижують рН дощової води.

Звичайний дощ являє собою слабкокислий розчин ($pH = 5,6 \dots 5,7$), оскільки в атмосфері завжди присутній вуглекислий газ, який вступає в реакцію з дощовою водою з утворенням слабкої вугільної кислоти. Якщо значення рН дощу стає нижчим від зазначеного, то дощ характеризується вже як кислотний.

До негативного впливу кислотних опадів сприйнятливі як геосфери планети, включаючи біосферу, так і техносфера. Вплив кислотності може бути прямим і опосередкованим (коли небезпеку представляють процеси, що запускаються кислотними опадами).

Кислотні дощі змінюють будову ґрунту, його біохімічний склад, що відбивається на стані рослин (від загального пошкодження, генетичних змін, зниження врожайності, аж до їхньої повної загибелі). Випадання кислотних опадів на лісові масиви спричинює їхнє висихання, ураження верхівок і кори, пожовтіння крони, пригнічення кореневої системи з усіма наслідками. Хвойні породи дерев найбільш вразливі до дії кислотних опадів. Серед оброблюваних сільськогосподарських культур найбільш чутливими є соняшник, соя, бавовник, тютюн і томати.

При потраплянні кислотних опадів у водойми відбувається їх закислення. Мінімальна концентрація кислотності води для виживання різних організмів характеризується такими значеннями рН [16]:

- менше ніж 6,0 – гинуть ракоподібні, молюски, форель, сич, харіус, фіто- і зоопланктон, комахи;
- менше ніж 5,5 – гинуть окунь і щука;
- менше ніж 5,0 – гинуть вугрі й гольці.

Крім того, збільшується розчинність різних токсичних сполук, наприклад солей важких металів у складі донних відкладень. При цьому виникає реальна загроза передання токсинів ланцюгами живлення, аж до людини.

Кислотний дощ може стати причиною ушкодження, а при тривалому впливі – руйнування будівель, інженерних конструкцій і комунікацій (наприклад: мостів, ліній електропередач, транспорту). Під впливом опадів інтенсифікуються процеси корозії металів (сталь іржавіє у 20 разів

швидше). У всіх світових історико-культурних центрах піддаються кислотному роз'їданню шедеври мистецтва й архітектури, особливо виконані з мармуру й гіпсу.

У людини при прямому впливі кислотного дощу спостерігається подразнення слизових оболонок очей, верхніх дихальних шляхів (викликаючи першіння й кашель), можуть ушкоджуватися шкірні покриви. Більш серйозні захворювання реєструються при комплексному забрудненні атмосфери регіону.

Рішення проблеми полягає в попередньому очищенні видів палива, що містять сполучення сірки або їх заміні на екологічно чисті, у зниженні обсягів викидів шляхом раціоналізації й удосконалення технологічних процесів.

Руйнування озонового шару

Озоновий «щит» розташований на висоті від 8 до 55 км, з найбільшою концентрацією молекул на висоті 25...33 км від поверхні Землі. Він утворюється у верхніх шарах атмосфери з атомарного кисню в результаті реакції дисоціації його молекул під впливом енергії Сонця. Захищає життя на планеті від жорсткого ультрафіолетового випромінювання (тобто з довжиною хвилі менше ніж 400 нм). Якщо концентрація озону зменшується (формується озонова діра), то інтенсивний вплив жорстких космічних потоків приводить до численних морфо-генетичних змін у живих організмах. Збільшення кількості людей, які зазнають проблем зі здоров'ям, починаючи від загального ослаблення імунної системи, появи катаракти, аж до онкологічних захворювань, учені пов'язують зі змінами в озоновому шарі планети. Спостереження багатьох років показали, що озоносфера перебуває в стані постійного балансування з періодичним ослабленням над окремими територіями Земної кулі. Найбільша озонова діра виявлена над Антарктидою, що викликає серйозні побоювання. Навіть періодичне розкриття такої діри спричинює значні втрати фітопланктону – основи майже всіх харчових ланцюгів цього регіону.

Причини руйнування озонового шару:

- щорічне надходження до атмосфери величезної кількості *фреонів* (хлорфторвуглеводнів – ХФВ), які широко використовуються в якості холодоагентів у холодильних установках. У стратосфері за дуже низьких температур ХФВ стають активними. Під впливом сонячного випромінювання в ході складних реакцій вони виділяють атомарний хлор, який руйнує озон у співвідношенні один атом хлору на сто тисяч молекул озону. Ця версія знаходить найбільшу підтримку у вчених;

- потрапляння до атмосфери оксидів азоту в результаті функціонування промисловості, теплоенергетики, транспорту, розкладання азотних добрив тощо;

- запуски космічних ракет через використання надпотужного палива супроводжується випалюванням в озоновому шарі дір, які довго не затягуються;

- реактивні літаки під час польотів викидають речовини, які руйнують озон, що особливо актуально на висоті 15 км.

Враховуючи величезне значення озонового шару планети й перелічені сучасні тенденції його руйнування, цивілізована частина людства в особі цілого ряду країн підписала міжнародні угоди (Монреальський протокол і ін.), які передбачають скорочення виробництва фреонів, заборону застосування найнебезпечніших ХФВ і т.д. Однак, використання фреонів триває, повністю проблема ще не вирішена.

Смог

Смог – гетерогенна суміш повітря, туману й токсичних речовин. Викликається скупченням шкідливих газоподібних і аерозольних домішок у приземному шарі повітря. За певних погодних умов можуть формуватися два види смогу: *чорний (лондонський)* або *білий (лос-анджелеський)*. В умовах безвітряної й дуже холодної погоди при скупченні в приземному шарі повітря шкідливих газоподібних і аерозольних домішок формується чорний смог. Аерозольні частки й сірчистий газ сорбуються на поверхні крапель туману з наступним утворенням сірчаної кислоти з домішками шкідливих речовин. Такий смог викликає в людини опіки слизових оболонок носоглотки, очей, може приводити до задухи. Це явище періодично спостерігається у великих промислових центрах: у Чикаго, Токіо, Нью-Йорку, Мелані, Мадрид і інших містах.

Якщо ж установлюється спекотна погода й, у результаті інверсії холодне повітря піднімається над теплим, у промислових містах виникає *білий смог*. Обов'язковим компонентом будь-якого смогу є озон, який на відміну від озону в озоносфері захисної функції не виконує. Це найсильніший окиснювач, небезпечний для всього живого. При впливі такого озону людина одержує сильні опіки слизових оболонок дихальних шляхів, очей й ін. Для утворення озону необхідні леткі органічні сполуки, оксиди азоту й спекотна погода. Сонячна радіація викликає розщеплення молекул діоксиду азоту з утворенням атомарного кисню й оксиду азоту. Атомарний кисень, з'єднуючись із молекулярним, дає озон. Найбільші концентрації озону спостерігаються в потужних промислових центрах із активним автомобільним рухом. В Україні ця проблема характерна для Запоріжжя, Києва, Харкова, Одеси, Дніпропетровська й інших індустріальних міст.

Зниження концентрації кисню

У складі атмосферного повітря різко зменшується концентрація кисню внаслідок його активного споживання промисловістю, ТЕС, транспортом. В індустріальних центрах його частка в складі атмосферного повітря знижується до 17 %, тоді як у нормі становить майже 21 %. На деяких територіях його споживається більше, ніж виробляється в результаті фотосинтезу. Щорічно у світі спалюється близько 8...9 млрд т органічного палива, на що витрачається близько 15 млрд т кисню атмосфери. Реактивний лайнер при перельоті з Америки в Європу за 8 годин витрачає 70...75 т кисню. Щоб відновити цю втрачену кількість, повинні працювати за той же час 25...50 тис. га лісу. Особливо великим є споживання кисню в Японії, цим можна пояснити зменшення кількості птахів у цій країні за 15...30 років у 10 разів.

Тільки за умови реалізації під контролем структур ООН і широкого залучення громадських організацій глобальних, національних і регіональних програм енерговидобування, енергоспоживання й природоохоронної роботи можлива стабілізація негативних процесів, які набрали силу в атмосфері. Захист повітряного басейну від забруднення є найважливішою соціальною й науково-технічною проблемою, що стоїть перед людством.

3.2.4 Захист повітряного басейну

Захист атмосфери включає комплекс заходів, прямо або побічно спрямованих на припинення або зменшення забруднення атмосфери внаслідок розвитку й функціонування техносфери. Захист не може бути ефективним при половинчастих заходах. Кращі результати можуть бути отримані лише при об'єктивному, багатобічному підході до виявлення причин забруднення, ролі окремих джерел, визначенні шляхів обмеження викидів.

Заходи щодо захисту повітряного басейну включають п'ять напрямів, зазначених на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Заходи з захисту повітряного басейну

Вони включають:

1 *Технологічні:*

- удосконалення технологічних процесів (заміна перервних процесів на безперервні; заміна сухих способів перероблення);
- заміна палива на екологічно чисте (переведення ТЕС на газоподібне паливо);
- очищення сировини від шкідливих компонентів;
- удосконалювання обладнання (розроблення нового з меншим рівнем викидів або поліпшення його герметизації);
- раціоналізація процесів спалювання;

- заміна шкідливих компонентів у виробництві на нешкідливі;
- додаткові засоби захисту на транспорті й пересувних енергоустановках (глушители, уловлювачі, нейтралізатори відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згоряння тощо).

2 Архітектурно-планувальні:

- вибір місця для розміщення промислового об'єкта (необхідно враховувати аерокліматичні характеристики й рельєф місцевості, тобто промисловий об'єкт повинен бути розташований на рівному піднятому місці, яке добре продувається вітрами тощо);

- правильне планування житлових мікрорайонів (майданчик житлової забудови не повинен бути вищим від майданчика підприємства, інакше втрачається перевага високих труб для розсіювання промислових викидів. Надвисотні димарі (150...200 м) себе не виправдовують, тому що вони направляють шкідливі речовини в більш високі шари атмосфери, звідки останні переносяться на далекі відстані, часто – на території суміжних держав. Тому це питання вже розглядається на законодавчому рівні);

- зонування території міста (винесення промислових об'єктів за межі міста; відокремлення центральної частини міста від виробництв; раціональне розташування дорожньої мережі з урахуванням якості самих доріг);

- створення санітарно-захисних зон (тобто відділювання промислових об'єктів від житлової забудови. Розміри СЗЗ залежать від потужності підприємства, умов проведення технологічного процесу, характеру й кількості шкідливих речовин, що надходять у повітря. СЗЗ озеленюють стійкими до димогазових викидів деревно-чагарниковими рослинами. При проведенні озеленувальних робіт урахують нерівномірність розподілення забруднювачів на території підприємства. Так, наприклад, у зоні підвищених концентрацій традиційно висаджують акацію білу (робінію псевдоакацію), тополлю канадську, абрикос звичайний, шовковицю білу тощо);

- озеленення населених пунктів (найбільш ефективним в умовах задимленої атмосфери є створення потужного трав'янистого покриву, який має більш виражену спроможність поглинати шкідливі компоненти в порівнянні з деревно-чагарниковими рослинами).

3 Санітарно-технічні:

- аналізування проб викидів;

- очищення промислових викидів різними методами.

4 Адміністративно-економічні:

- перепрофілювання або закриття підприємства-забруднювача;

- уведення штрафних санкцій тощо.

5 Законодавчі:

- спостереження, контролювання, прогнозування й керування станом атмосферного повітря (система отримала назву *атмосферного моніторингу*);

- введення стандартів на сировину;

- нормування емісій (для оцінювання стану атмосферного повітря встановлюються стандарти гранично допустимих концентрацій забрудню-

вальних речовин і гранично допустимих викидів. Ці нормативи повинні відповідати інтересам охорони здоров'я людей і охорони навколишнього природного середовища).

Гранично допустима концентрація (ГДК) забруднювальних речовин – це максимальна маса шкідливої речовини в одиниці об'єму повітря ($\text{мг}/\text{м}^3$), вплив якої (прямо або опосередковано) на організм людей, тварин і рослин не викликає ніяких відхилень у нормальному їхньому функціонуванні протягом усього життя цього й наступного покоління.

Для кожної речовини, яка забруднює атмосферне повітря, виділяють *ГДК середньодобову й максимальну разову*.

Середньодобова ГДК встановлюється для попередження загального оксичного, канцерогенного, мутагенного й іншого прямого й опосередкованого шкідливих впливів на людину в умовах необмежено тривалого цілодобового вдихання.

Максимальна разова ГДК встановлюється для попередження рефлекторних реакцій у людини через подразнення рецепторів органів чуттів (відчуття неприємних запахів, чихання, алергійні реакції, світлова чутливість очей тощо) при короткочасному впливі (до 20 хв.) атмосферних забруднень.

Найбільша концентрація кожної шкідливої речовини в приземному шарі при 20-хвилинному впливі не повинна перевищувати максимальну разову ГДК, тобто $C \leq \text{ГДК}_{\text{макс разова}}$.

Якщо час впливу більший за 20 хвилин, то $C \leq \text{ГДК}_{\text{доб}}$.

При спільній присутності в атмосферному повітрі декількох речовин, що мають односпрямовану дію (компоненти суміші діють на ті самі системи в організмі), їх загальна концентрація повинна задовольняти умові:

$$C_1/\text{ГДК}_1 + C_2/\text{ГДК}_2 + \dots + C_n/\text{ГДК}_n \leq 1,$$

де $C_1, C_2 \dots C_n$ – фактичні концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі при відборі в одній і тій же точці місцевості, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$\text{ГДК}_1, \text{ГДК}_2, \dots \text{ГДК}_n$ – гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі, $\text{мг}/\text{м}^3$ (табл. 3.3)

Таблиця 3.3 – ГДК деяких забруднювальних речовин в атмосферному повітрі для населених місць

Речовина	ГДК, $\text{мг}/\text{м}^3$	
	Максимальна разова	Середньодобова
Свинець	-	0,0003
Ртуть	-	0,0003
Оксид азоту (IV)	0,085	0,04
Сажа	0,15	0,05
Цемент	0,3	0,1
Чадний газ	5,0	3,0
Бензин	5,0	1,5
Бенз[α]пірен	-	$1 \cdot 10^{-6}$

Односпрямовану дію мають комбінації таких шкідливих речовин: 1) SO₂, NO₂; 2) CO, NO₂; 3) SO₂, H₂S; 4) формальдегід і гексан; 5) ацетон і фенол тощо.

Поряд із ГДК важливу роль у забезпеченні чистоти повітряного басейну відіграє регулювання й нормування *гранично допустимих викидів* (ГДВ) забруднювальних речовин у атмосфері. Розрахунок ГДВ проводять у тоннах за рік.

До групи санітарно-технічних заходів захисту повітряного басейну відносять аналізування проб викидів.

Викиди в атмосферу класифікуються:

- за агрегатним станом (газоподібні, рідкі й тверді);
- за хімічним складом (SO₂, NO₂, CO, H₂S, фтор, хлор, аміак, кислоти, луги, сажа, метали і їх сполуки тощо);
- за розмірами часток (< 0,5 · 10⁻⁶ м; 0,5 · 10⁻⁶...3 · 10⁻⁶ м; 3 · 10⁻⁶...10 · 10⁻⁶ м; 10 · 10⁻⁶...50 · 10⁻⁶ м; > 50 · 10⁻⁶ м);
- за масою речовини, що викидається в атмосферу в одиницю часу (< 1 кг/год; 1...10 кг/год; 10...100 кг/год; 100...1000 кг/год; 1000...10000 кг/год; > 10 000 кг/год).

Для кожного діючого й проектного підприємства встановлюється межа гранично допустимих викидів шкідливих речовин у атмосферу за умови, що викиди шкідливих речовин від цього джерела в сукупності з іншими джерелами не створять приземну концентрацію, що перевищує ГДК, тобто повинна виконуватися умова:

$$C + C_{\phi} \leq \text{ГДК},$$

де C – концентрація речовини в приземному шарі, яка створюється розрахунковим джерелом викиду;

C_φ – фонові концентрації речовини.

3.2.5 Санітарно-технічні заходи щодо захисту повітряного басейну

Підприємства й організації, діяльність яких пов'язана з викидами забруднювальних речовин в атмосферу, повинні бути оснащені:

- 1) засобами контролю над кількістю й складом забруднювальних речовин, які викидаються;
- 2) устаткуванням, апаратурою, спорудженнями для очищення викидів у атмосферу.

Об'єктивне оцінювання стану атмосфери дозволяє створити реальні плани й прогнози забруднення повітря, формує основу для розроблення програми захисту. Одним із основних факторів у визначенні заходів щодо захисту атмосфери є кількісний аналіз проб викидів.

Виділяють такі *методи аналізу проб повітря*:

- *гравіметричний метод* (полягає у виділенні часток пилу з пилегазового потоку, визначенні їх маси з наступним розрахуванням концентрації. *Недоліками методу* є його велика трудомісткість і тривалість процесу вимірювання);

- *радіоізотопний метод* (масу пилу в пробі визначають за ступенем ослаблення радіоактивного випромінювання (звичайно β -випромінювання) при проходженні його крізь запилене повітря);

- *оптичний метод* (ураховують зміну оптичної густини повітря за ступенем поглинання світла або його розсіювання);

- *використання газоаналізаторів* (контроль концентрацій газів і пароподібних домішок, заснований на лінійно-колористичному методі аналізування. При просочуванні повітря через індикаторні трубки, заповнені твердою речовиною-поглиначем, відбувається зміна забарвлення індикаторного порошку. Довжина пофарбованого шару пропорційна концентрації досліджуваної речовини й вимірюється за шкалою в мг/л. Універсальний газовий аналізатор УГ-2 дозволяє визначити концентрацію 16 різних газів і парів);

- *лазерний метод* (у дослідженнях забруднення атмосфери враховується розсіювання випромінювання лазера частками аерозолів і молекулами газів. Розшифровуючи сліди взаємодії лазерних імпульсів із атмосферними шарами, одержують інформацію про тиск, густину, температуру, концентрації різних складових атмосфери).

Методи очищення промислових викидів в атмосферу

Очищення промислових викидів відбувається завдяки *газоочисним апаратам* – елементам газоочисного обладнання, у яких виконується певний виборчий процес вловлювання твердих, рідких і газоподібних речовин [48; 80].

Основні фактори, які визначають доцільність вибору того чи іншого типу апарата для пиловловлення: розмір частинок пилу, їх концентрація в очищеному газі та необхідний ступінь уловлення. У першому наближенні тип апарата можна вибрати за даними рис. 3.2 залежно від діаметра частинок, які підлягають уловленню.

Спосіб, яким доцільно проводити пилогазоочищення, можна оцінити за схемою, поданою на рисунку 3.3, залежно від виду очищення.

При виборі типу пиловловлювача слід враховувати його можливості та особливості. Для висококонцентрованого пилу, а також у разі, коли тверда фаза є цінним продуктом, слід вибирати сухе очищення. Пилові камери, циклони та інші інерційні пиловловлювачі найбільш прості та дешеві, але уловлюють тільки великі частинки. Їх застосовують на аспіраційних установках при дробарках, при транспортуванні сипких матеріалів у двоступеневих установках для попереднього очищення перед вентиляторами для захисту лопаток роторів від ерозії, встановлюють перед електрофільтрами або рукавними фільтрами (наприклад, у системах пневмотранспорту), а також у разі, коли необхідно вловлений пил розподілити на фракції за розміром частинок.

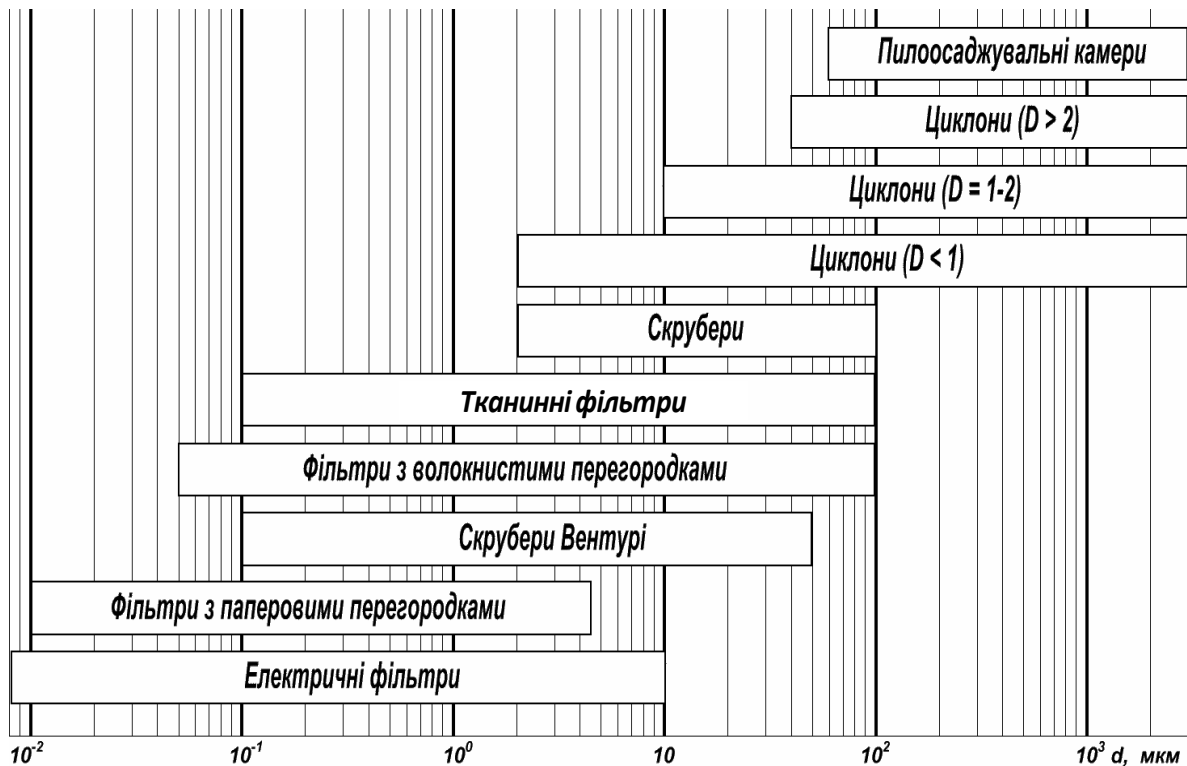


Рисунок 3.2 – Типи пилогазоочищувального обладнання залежно від діаметра частинок пилу

За методами очищення газоочисні та пиловловлювальні установки розділяють на такі групи:

- сухого інерційного очищення газів від пилу;
- вологого очищення газів від пилу, рідких і газоподібних речовин;
- очищення газів методом фільтрації від пилу (туману);
- електричне очищення газів;
- хімічне очищення від газоподібних викидів;
- термічне та термokatалітичне очищення.

1 Апарати сухого інерційного очищення газів від пилу

У цій групі апаратів відділення домішок від газового потоку здійснюється механічним шляхом при використанні гравітаційних, інерційних відцентрових сил (що лежить у основі їх класифікації за типом).

Вони порівняно прості в конструкційному відношенні, але часто їх ефективність є недостатньою, тому їх варто використовувати в комплексі з іншими видами очисного обладнання. Ці апарати використовуються в основному для грубого очищення газів у якості першого ступеня перед електричним і хімічним очищенням. Вони поділяються на:

• *гравітаційні апарати*: пилоосаджувальні камери (прості, багатополицеві, перегородкові з ланцюговими або дротяними завісами) споряджаються дифузорами, газорозподільувальними решітками, горизонтальними або похилими полицями, деколи мають дротяні завіси або відхиляючі перегородки. Ступінь очистки газів не більше ніж 40...50 % при розмірі частинок 40...50 мкм;



Рисунок 3.3 – Методи проведення пилогазоочищення та апарати, які при цьому використовуються

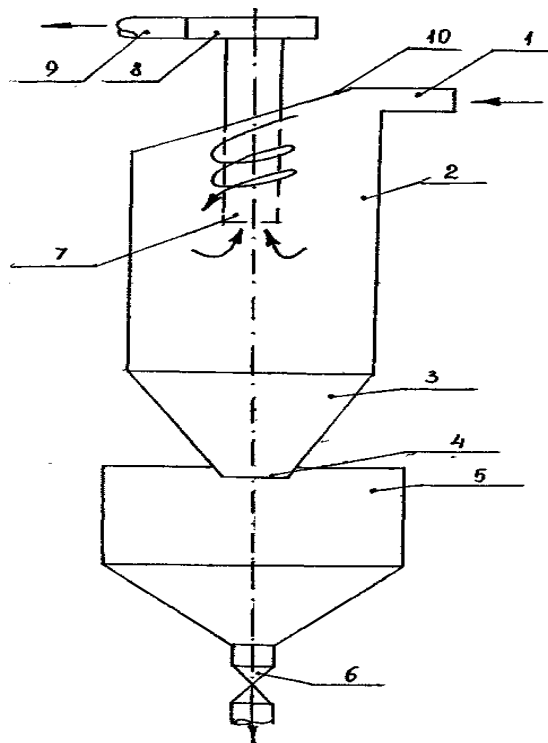
- *інерційні апарати*: інерційні пиловловлювачі, пилоосаджувачі з відбивальними перегородками й жалюзійні пиловловлювачі (при швидкості руху газів 1...10 м/с ефективність сягає 65...85 %, розмір частинок – 25...30 мкм);

- *відцентрові апарати*: циклони, вихрові і відцентрові ротаційні пиловловлювачі. Використовується сила обертального руху газового потоку (це апарати 1-го і 2-го ступенів очищення).

Принцип роботи відцентрового апарата на прикладі циклону

Циклони застосовуються для грубого сухого видалення з повітря та сумішей газів пилу фракційного складу більше за 10...20 мкм і мають ступінь очищення до 70...90 %. Циклони застосовуються для пиловловлювання при запиленості 200...400 г/м³ і забезпечують продуктивність від 1500 до 15 000 м³/год.

На рисунку 3.4 показана типова конструкція циклону.



- 1 – вхідний патрубок; 2 – циліндрична частина корпусу;
 3 – конічна частина корпусу; 4 – пиловипускний отвір; 5 – бункер для пилу;
 6 – пиловий затвор; 7 – вихлопна труба; 8 – розкручувальний завиток;
 9 – вихідний патрубок, 10 – похила кришка

Рисунок 3.4 – Схема циклону

Запилене повітря з великою швидкістю вводиться тангенціально у верхню частину циклону. Обертальний потік спочатку опускається по кільцевому простору в конічну частину, далі, продовжуючи обертатися, виходить крізь вихлопну трубу. Під дією гравітаційних сил тверді частки опускаються в бункер циклону.

2 Апарати мокро́го очищення газів від твердих і рідких домішок

Принцип дії апаратів цієї групи базується на використанні явищ, що виникають при подаванні рідини у запилений газовий потік або при проходженні газів через шар рідини. Їх застосовують не тільки для очищення газів від пилу й краплин рідини, але також для очищення газоподібних складників забруднювачів і охолодження газів. У якості рідини найчастіше використовується звичайна вода. Вологі пиловловлювачі за ефективністю наближаються до батарейних циклів, тканинних і електричних фільтрів. Але вони мають низку вад: утворення відходів, туманів, створення спеціальних систем водопостачання, відведення й перероблення.

Найбільш розповсюдженими з них є:

- *пустотілі газопромивачі*. У цих апаратах запилені гази проходять через завісу розпиленої речовини, частинки пилу захоплюються краплинами речовини й випадають разом із ними в осад, а очищені гази виходять з апарата. У цю групу включають зрошувальні газоходи (ефективність – 50...60 %, розмір частинок 20 мкм; промивні камери – час перебування газу до 3 с при швидкості руху 1,5...2,5 м/с; пустотілі форсунчаті скрубери – за напрямом руху води їх поділяють на протиточні, прямоточні та з поперечним підведенням рідини). Вони є найбільш ефективними для вловлювання частинок розміром 10 мкм;

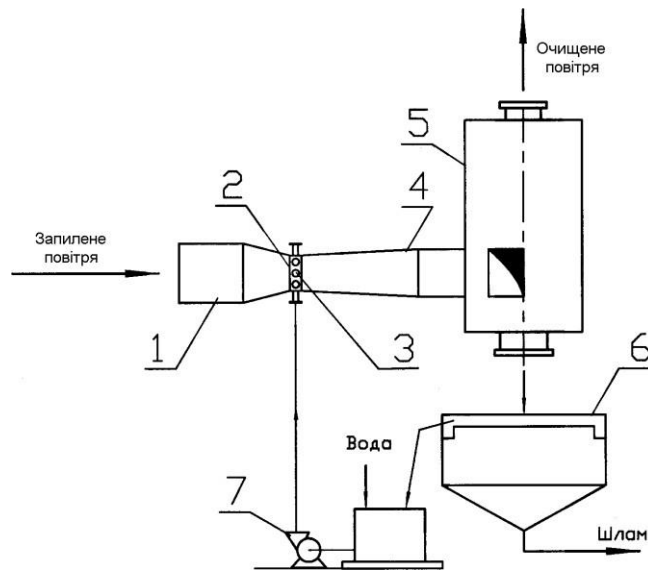
- *насадні газопромивачі* – це скрубери, всередині яких розміщені насадки-заповнювачі (галька, кокс, полімерні кульки, скло, гума і т. п.). Вони поділяються на апарати з нерухомою та рухомою насадками. А також сюди відносять барбатажно-пінні апарати, де забруднювачі осідають на рідкій піні або плівці під дією сил інерції, гравітації або дифузії при проходженні пухирців газу через шар рідини товщиною 50...100 мм. При цьому ефективність очищення – 95...96 %;

- *ударно-інерційні* – контакт газів із речовиною здійснюється за рахунок удару газового потоку о поверхню речовини з поступовим пропусканням газоречовинної завислої суміші через отвори різної конфігурації;

- *відцентрові апарати* – принцип дії подібний до циклону з використанням води (циклони з водяною плівкою, швидкісний промивач, відцентровий скрубер, відцентровий скрубер батарейного типу). Ефективність – 99,5 % при розмірі частинок до 30 мкм і 85 % – до 5 мкм.

- *турбулентні пиловловлювачі* – скрубер Вентурі. Складається з турбулентного промивача (трубки Вентурі), інерційного пило- і бризковловлювача та вологого прямоточного циклону. Продуктивність сягає 250 000 м³/год, ефективність при розмірі частинок 1...2 мкм – 96...98 %, а води використовується 0,4...0,6 кг/м³ (рис. 3.5).

Принцип роботи скрубера Вентурі. У конфузори труби Вентурі вводиться запилений газ, швидкість газового потоку збільшується до 150 м/с у міру зменшення поперечного перерізу. Крізь відцентрові форсунки подається рідина для зрошення. Рідина в потоці газу розпорошується на дрібні крапельки й перемішується з пилом, змочуючи його. У дифузори сопла Вентурі потік гальмується до 15...20 м/с і подається в краплеуловлювач. Коагульований пил видаляється у вигляді шламу.



1 – конфузор; 2 – горловина; 3 – отвори для введення рідини; 4 – дифузор;
5 – циклонний сепаратор; 6 – відстійник; 7 – насос

Рисунок 3.5 – Скрубер Вентури

Очищення газів від твердих або рідких часток за допомогою пористих середовищ. Частинки, що зависли в газовому потоці, осідають на поверхні чи в об'ємі пористих засобів за рахунок броунівської дифузії, ефекту щеплення, інерційних, електростатичних і гравітаційних сил. Ефективність – до 99,9 % при розмірі частинок 0,05...0,5 мкм, потужність – до 150 000 м³/год.

Типи фільтрів:

1 Зернисті. Можуть працювати при 700...1100 °К в умовах агресивних середовищ, витримують механічні навантаження, перепади температур і тисків. Бувають трьох типів:

- *зернисті*, у яких уловлювальні елементи не зв'язані жорстко один із одним (галька, гравій, пісок, гранули);
- *тверді пористі*, у яких зерна міцно зв'язані один із одним у результаті спікання або склеювання (пориста кераміка, пластмаси);
- *напівжорсткі* (плетені й ткані).

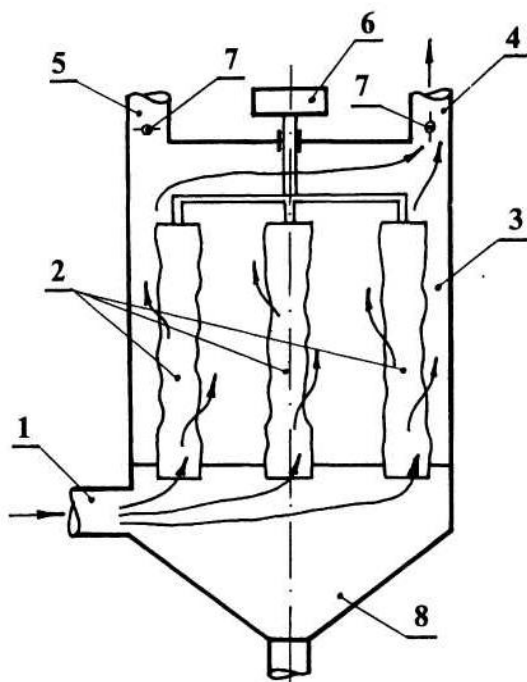
2 Волокнисті. Виготовляють із шарів волокнистих матеріалів різної товщини:

- *тонковолокнисті* являють собою шари синтетичних волокон діаметром 1...2 мкм, нанесені на марлеву підкладку або основу з більш товстих волокон. Застосовуються для тонкого очищення високодисперсних аерозолів. Регенерація їх практично неможлива;

- *грубоволокнисті* застосовуються для грубого очищення, їх можна легко регенерувати або замінити.

3 Тканинні. Фільтрувальним матеріалом є різні тканини: бавовняні, вовняні, лавсанові й інші.

Найбільш розповсюдженим типом тканинного фільтра є рукавний фільтр (рис. 3.6).



1 – вхід запиленого газу; 2 – рукава; 3 – корпус фільтра;
4 – повітровід очищеного газу; 5 – повітровід продувального повітря;
6 – механізм струшування; 7 – клапани; 8 – бункер для збирання пилу

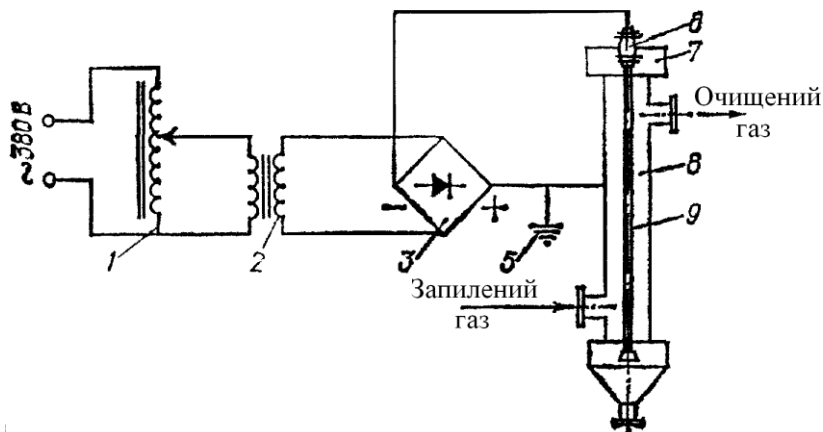
Рисунок 3.6 – Рукавний фільтр

Запилений газ, що надходить через вхідний патрубок у нижню частину корпусу фільтра, підводиться всередину рукавів. Після проходження через фільтрувальну тканину очищене повітря видаляється з апарата.

Частки пилу осідають на фільтрувальній поверхні рукава, у результаті чого його опір поступово збільшується. Коли він досягає деякого граничного значення, фільтр переводиться в режим регенерації. Часто регенерація здійснюється зворотним продуванням. Для підвищення ефективності регенерування рукавів їх можуть струшувати за допомогою спеціальних механізмів. Камери фільтра переводять у режим регенерації по черзі й у такий спосіб забезпечують його безперервну роботу. Ступінь очищення від дрібнодисперсного пилу в рукавному фільтрі може досягати 99,9%. Швидкість проходження очищеного газу через фільтрувальну тканину складає 0,5...1 м/с.

4 Апарати електричного очищення газів від шкідливих і рідких домішок

Електричне очищення – один із найбільш досконалих видів очищення газів, який заснований на ударній іонізації газу в зоні коронувального розряду, переданні заряду іонів часткам домішок і осадженні останніх на осадковому й коронувальному електродах (рис. 3.7).



- 1 – регулятор напруги; 2 – підвищувальний трансформатор;
 3 – високовольтний випрямляч; 4 – високовольтний кабель;
 5 – заземлення; 6 – ізолятор; 7 – електрофільтр;
 8 – осаджувальний електрод; 9 – коронувальний електрод

Рисунок 3.7 – Схема розташування електродів у електрофільтрі

Аерозольні частки забруднювачів адсорбують на своїй поверхні іони, одержують заряд і рухаються у бік електрода з протилежним знаком заряду. По мірі накопичення на електродах частки видаляються струшуванням або за допомогою промивання електродів.

5 Апарати хімічного очищення газів від газоподібних домішок
 Методи очищення промислових викидів від газоподібних забруднювачів (за характером протікання фізико-хімічних процесів):

- адсорбування – поглинання газоподібних домішок твердими активними речовинами;
- абсорбування – поглинання викидів розчинниками домішок;
- хемосорбування – поглинання викидів розчинами реагентів, які зв'язують домішки хімічно.

Метод адсорбування заснований на властивостях деяких твердих тіл вибірково поглинати й концентрувати на своїй поверхні окремі компоненти з газової суміші. У якості адсорбентів застосовують речовини, що мають більшу площу поверхні на одиницю маси. Наприклад, активоване вугілля має питому поверхню 105...106 м²/кг. Їх застосовують для очищення газів від органічних парів. Гарними адсорбентами є також оксиди (активованій глинозем, силікагель).

Конструктивно адсорбери виконуються у вигляді вертикальних, горизонтальних або кільцевих ємкостей, заповнених нерухомим або рухомим шаром, крізь який фільтрується потік очищеного газу. Адсорбенти застосовуються для очищення: 1) вихлопних газів автомобілів, 2) видалення отрутих компонентів, 3) радіоактивних парів при експлуатації ядерних реакторів, а саме, радіоактивного йоду.

Недоліки методу: 1) велика кількість шлаків, 2) чималі габарити установок.

Метод абсорбції полягає в розподіленні газоповітряної суміші на складники шляхом поглинання одного або декількох газових компонентів (абсорбатів) суміші рідким поглиначем (абсорбентом). Вирішальною умовою при виборі абсорбенту є розчинність у ньому добуваного компонента і залежність розчинності від температури й тиску. Якщо розчинність газів за нормальних умов більше ніж 100 г на 1 кг розчинника, то такі гази відносять до добрерозчинних.

Контакт газового потоку з рідким розчинником здійснюється або розпиленням рідини, або барботуванням газу крізь шар рідини, або пропусканням газу через насадкову колонку.

Метод хемосорбування заснований на поглинанні газів і парів твердими або рідкими поглиначами з утворенням малолетких або малорозчинних хімічних сполук. Хемосорбування застосовують в основному для очищення технологічних газів від сірководню, хлору, сірчистого ангідриду. У якості рідких поглиначів застосовують розчини аміаку, карбонату натрію, карбонату калію, ортофосфату калію, моно- і діетаноламіну.

Переваги цих методів: 1) економічність очищення великої кількості газів і 2) здійснення безперервних технологічних процесів.

Недоліки: 1) громіздке обладнання, 2) утворення великої кількості відходів.

Біохімічні методи засновані на здатності мікроорганізмів руйнувати й перетворювати різні сполуки. Розкладання речовин відбувається за наявності ферментів, вироблюваних мікроорганізмами під впливом сполук, що містяться в очищуваних газах.

Біоскруберами називають абсорбційні апарати, у яких абсорбентом є водяна суспензія активного мулу. Шкідливі компоненти вловлюються абсорбентом і розщеплюються мікроорганізмами активного мулу.

У *біофільтрах* очищуваний газ пропускають крізь шар фільтра – насадки, які зрошуються водою. Насадкою служать ґрунт, торф, компост, на якому попередньо вирощують біологічно активну плівку.

При виборі апаратного оформлення для процесів газоочищення необхідно керуватися такими вимогами:

- максимальна ефективність за малих енерговитрат;
- простота конструкції і її обслуговування;
- компактність;
- можливість виготовлення окремих вузлів із полімерних матеріалів;
- максимально можливий вміст шкідливих речовин і теплоти;
- повернення неочищених газів, теплоти в технологічний процес.

б Апарати термокаталітичного очищення газів від газоподібних домішок

Термічне нейтралізування засноване на здатності токсичних компонентів окиснюватися до менш токсичних. Метод має переваги перед методами адсорбування й абсорбування: 1) відсутність шламів; 2) малі габарити установок; 3) простота їх обслуговування; 3) висока ефективність знешкодження за низької вартості очищення. Недоліки: галузь застосування методу

обмежується характером продуктів, утворюваних при реакції окиснювання. Він може застосовуватися для викидів, які містять токсичні компоненти органічного походження, але не містять галогени, сірку, фосфор (оксиди цих елементів за токсичністю перевершують первісний газовий викид).

Каталітичний метод використовують для окиснювання токсичних компонентів промислових викидів з використанням додаткових речовин – каталізаторів. Переваги методу: 1) короткочасність протікання процесу (іноді частки секунди); 2) малі габарити реактора; 3) низькі температури в порівнянні з термічним нейтралізуванням; 4) незначні кількості каталізатора.

Каталізаторами можуть бути метали (Pt, Pd) або їх сполуки (CuO, MnO₂). Методи підбору індикатора, як правило, емпіричні. Для проведення очищення необхідні незначні кількості каталізатора, розташованого так, щоб забезпечити максимальну поверхню контакту з газовим потоком.

3.2.6 Самовідновлення атмосфери

Здатність атмосфери до самоочищення визначається за метеорологічним потенціалом забруднення атмосфери та метеорологічним потенціалом атмосфери, які встановлюються на основі аналізу метеорологічних характеристик: приземних інверсій, штилів, туманів, опадів, швидкості вітру тощо [76]. Розраховується метеорологічний коефіцієнт (КМ), який характеризує переважання тих або інших процесів (накопичення або розсіювання) протягом року на певній території. Якщо $КМ > 1$, то переважають процеси, які сприяють накопиченню шкідливих речовин; за $КМ < 1$, навпаки – самоочищенню атмосфери. На процеси самоочищення впливають:

- ультрафіолетова радіація й кількість гроз обумовлюють розкладання в атмосфері шкідливих домішок;
- опади й вітер сприяють очищенню атмосфери від домішок і продуктів розкладання;
- рослинність забезпечує біологічну продуктивність, адсорбувальну фітонцидну здатність;
- форми рельєфу також впливають на накопичення й розсіювання забруднювачів тощо.

Аналіз метеорологічного потенціалу атмосфери України свідчить про те, що процеси накопичення токсичних компонентів переважають у гірських районах Криму й Карпат, у долині річки Дністер і інших районах, що зумовлено мікрокліматичними особливостями території. На рівнинній місцевості домінують процеси самоочищення атмосфери.

3.3 Літосфера

3.3.1 Будова й склад літосфери

Літосфера – це верхній твердий покрив нашої планети, що включає в себе земну кору й верхню частину мантії – астеносферу. Глибина літосфери досягає 50...200 км. Нижче літосфери – до 3000 км – розташована *мантія* (складає 67 % маси Землі), внутрішня частина Землі – це *ядро* (близько 32 %). Із глибиною збільшується температура й тиск. Емпіричним шляхом встановлено, що на глибині ядра (6370 км) температура досягає 3000 °С, тиск – $3 \cdot 10^6$ атм.

Земна кора буває *континентальною* (потужністю до 40...70 км; покриває близько 45 % поверхні Землі) і *океанічною* (потужністю до 5...12 км).

Склад літосфери

Літосфера утворена різними осадовими, гранітними й базальтовими породами. Найпоширенішими в літосфері елементами є:

- кисень – 47 %,
- кремній – 29,5 %,
- алюміній – 8,05 %,
- залізо – 4,65 %,
- кальцій – 2,96 %.

На долю цих п'яти елементів припадає понад 92 % маси літосфери. Якщо до них додати ще три елементи – *натрій* (2,5 %), *калій* (2,6 %) і *магній* (1,87 %), то їх маса в сумі перевищує 99 %.

З літосферою пов'язані найграндіозніші й найруйнівніші стихійні лиха: землетруси, вулканічні виверження, зсуви.

В останні роки внаслідок будівництва великих водоймищ при гідроелектростанціях і випробування ядерної зброї загальна сейсмологічна активність суттєво зросла.

В Україні цей процес охоплює 70 % території.

Поверхневий ефект землетрусів оцінюється за 12-бальною шкалою Ріхтера: 7-бальний землетрус оцінюється як дуже сильний, 8-бальний – руйнівний, 9-бальний – спустошливий, 10-бальний – нищівний, 11-бальний – катастрофа, 12-бальний – сильна катастрофа.

В Україні найбільш знижена сейсмостійкість у південних районах. Приріст сейсмічності в Одеській, Миколаївській і Херсонській областях становить від 1 до 3 балів, і загальна сейсмонебезпека підвищилася до 7...8 балів. У Донецькій і Луганської областях приріст в 2 бали збільшив сейсмонебезпеку до 6...7 балів, у раніше благополучних Дніпропетровській, Запорізькій, Кіровоградській областях приріст сейсмічності на 3 бали привів до сейсмоактивності у 8 балів, у Ровенській області – до 8, а в Прикарпатті – до 9 балів, на території Києва – до 7 балів.

До складу літосфери входять два найбільш важливі компоненти: *земні надра й ґрунт*.

3.3.2 Земні надра

Надра Землі – це верхня частина земної кори (від нижньої границі гумусового шару ґрунту до горизонтів, де ще можливий видобуток корисних копалин), яка містить мінеральні ресурси: вугілля, нафту, газ, корисні копалини, металеві руди, сировину для будівельних матеріалів, термальні й мінеральні води.

Значення земних надр полягає у їх використанні:

- для розміщення технічних і транспортних комунікацій;
- видобутку мінеральних ресурсів;
- заховання промислових і побутових відходів тощо.

Корисні копалини – скупчення металевих, неметалевих і горючих продуктів, які можуть бути використані в якості мінеральної сировини. Виділяють паливні ресурси (нафта, природний газ, вугілля, горючі сланці), метали (Fe, Cr, Mn, Ni, Al, Zn, Cu, Pb, Sn, Au, Ag), неметали (гіпс, барит, сірка, фосфорити, апатити), ядерні ресурси (U, Th, Ra). *Руди* – сукупність елементів і мінералів у земній корі, які на нинішньому рівні розвитку науки й техніки економічно вигідно розробляти.

У цей час у світі видобувається близько 400 видів мінеральної сировини. В основному це горючі корисні копалини (85 % світового видобутку); більше ніж 10 % – це видобуток кольорових і чорних металів.

Корисні копалини відносять до невідновних природних ресурсів. У зв'язку з тим що сфера їх застосування увесь час розширюється й потреба в них безупинно зростає, виникає загроза їх гострого дефіциту вже в найближчому майбутньому. Підраховано, що з кінця 50-х років ХХ століття з надр Землі витягнуто приблизно стільки мінеральної сировини, скільки було витрачено за всю попередню історію людства. Щорічно з надр Землі добувається майже 100 млрд т мінеральних ресурсів, спалюється близько 30 млн т органічного палива.

3.3.3 Ґрунт. Антропогенний пресинг на ґрунт

Ґрунт – поверхневий родючий шар Землі органо-мінерального походження, що виникає в результаті тривалого впливу природних і антропогенних факторів і має специфічні морфо-генетичні властивості [69].

У ґрунті складним чином взаємодіють основні компоненти [6]:

- мінеральні частини (пісок, глина), вода, повітря;
- детрит – відмерла органічна речовина, залишки життєдіяльності рослин і тварин;
- велика кількість живих організмів, які розкладають детрит до гумусу.

Значення ґрунту:

- основа господарської діяльності людини (землеробства, лісового господарства, будівництва й ін.);

- бере участь у кругообігу речовин і енергії;
- бере активну участь у очищенні природних і стічних вод;
- ґрунтово-рослинний покрив планети – регулятор водного балансу;
- універсальний біологічний фільтр і нейтралізатор антропогенних забруднень тощо.

Ґрунт характеризується *родючістю* – здатністю забезпечувати рослини живильними речовинами. Найбільш родючі ґрунти – чорноземи. 25...50 % світових площ чорноземів зосереджено в Україні.

Родючість ґрунтів визначається:

- наявністю *гумусу* – речовини, що утворюється в результаті перероблення мікроорганізмами рослинних залишків;
- кількістю азоту, фосфору, вуглекислого газу, води й інших компонентів гумусу;
- товщиною ґрунтового шару.

Унаслідок антропогенного навантаження вміст гумусу в чорноземах України знизився з 12...14 % до 5...7 %. Але й у такому стані наші ґрунти залишаються «ласим шматочком» для фермерів усього світу.

Деградація ґрунтів

В останні десятиліття в результаті антропогенної діяльності на території степової й посушливої зон ґрунти зазнали істотних змін:

- втратили здатність вбирати вологу;
- змінилася їхня структура;
- суттєво знизилася родючість.

Земельний фонд України становить 60,4 млн га. Господарське освоєння – 92...95 %, сільськогосподарське – більш ніж 70 % (одне з найбільших у світі). Втрати сільськогосподарських угідь – 2 млн га [6].

Україна щорічно втрачає 100 тис. га природних ґрунтів і кількість гумусу знижується в 6 разів [6]. Інтенсивність зниження родючості ґрунтів України відображена на рис. 3.8.

За відносно короткий проміжок часу *природні ґрунти* під впливом оранки втратили частину властивих їм генетичних особливостей і трансформувалися в *антропогенно перетворені ґрунти*. Про це свідчать глибокі структурні зміни, формування орного й підорного шарів, принципово інші ґрунтові структури й паровий простір.

Нормальні родючі ґрунти мають пухку, грудкувато-зернисту структуру і характеризуються щільністю 1,2...1,3 г/см³. Рух важких машин і оброблення полів у перезволоженому стані за декілька років переущільнюють ґрунти й суттєво зменшують їх біопродуктивність. Особливо переущільнюються ґрунти по периферії поля, де техніка активніше маневрує та зупиняється на тривалий час. Щільність орного горизонту зростає до 1,5...1,8 г/см³. При оранці та інших видах оброблення ґрунти на цих ділянках погано розпушуються на структурні агрегати, і формують брили, які ускладнюють усі технологічні операції та екологічні умови росту й розвитку рослин [52].

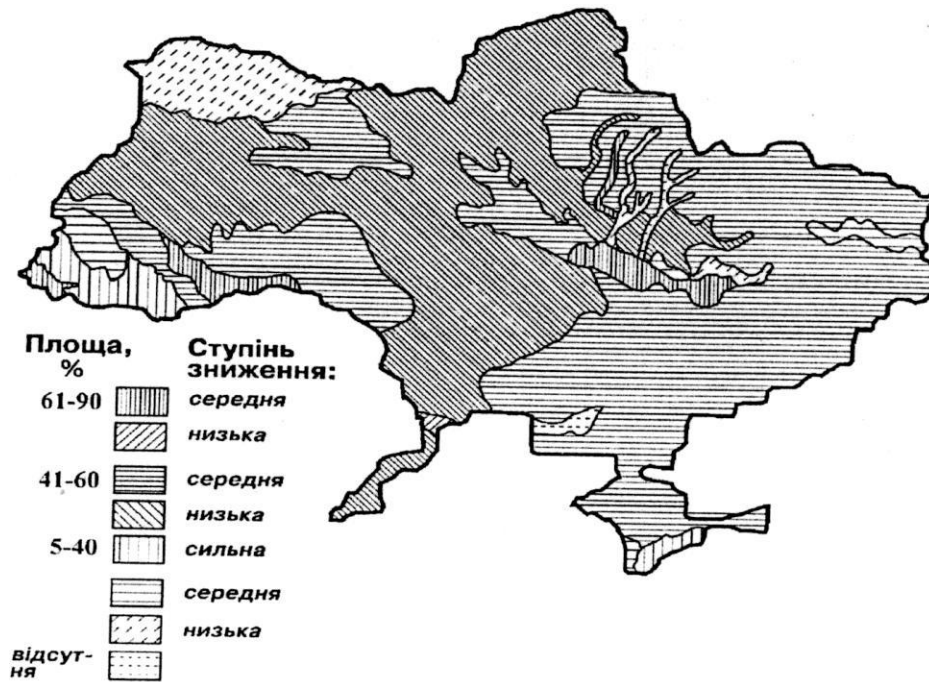


Рисунок 3.8 – Площі й ступінь зниження родючості орних земель України (автори: В. В. Медведєва, Т. М. Лактионова, Н. М. Бреус. Відповідно до методики G. W. J. Van Lynden) [47]

Зрошення переущільнених сільськогосподарською технікою ґрунтів майже неефективне, оскільки в таких едафотобах погіршується водопроникність, відбувається застій води на поверхні, а деколи цементування й коркування поверхні. Інтенсивне пересихання переущільнених горизонтів веде до утворення системи широких магістральних тріщин, які розмежовують поверхню на безструктурні полігони. Розвиток рослин у подібних умовах сильно пригнічений [52]. В Україні переущільнення ґрунтів особливо виражене в західному Лісостепу і в цілому охоплює 40 % орних земель [47].

Виник новий тип перетворення речовини й енергії з дефіцитним балансом гумусу, азоту, фосфору, калію, кальцію, зміною рН і мікробіологічних особливостей. Інтенсивно протікає дегуміфікування розораних ґрунтів. В Україні швидкість цього процесу досягає 0,5...1,5 т/га на рік [47].

Зростає дефіцит балансу рухомих живильних речовин, особливо азоту й калію (в Україні – зі швидкістю 41,5...56,4 кг/га на рік) [47]. Стає вираженою сезонна динаміка.

Стан техногенних ґрунтів характеризує виражена тенденція до посилення в коренезаселеному шарі вмісту Cu, Zn, Cd, Hg та Ni. Так, у Донецькій області концентрації цих речовин перевищують ГДК у 2,9...16,3 рази [9].

Локально спостерігаються забруднення ґрунтів радіонуклідами, підтоплення, озалізнення, алюмінізація, кальцинування, залуження й утворення соди, аридизація. Ряд процесів набув стійкого незворотного характеру, що викликає зниження врожайності сільськогосподарських культур, а тому інтерпретується як морфологічна й функціональна деградація ґрунтів. Результати ґрунтового моніторингу України представлено на рисунку 3.9.

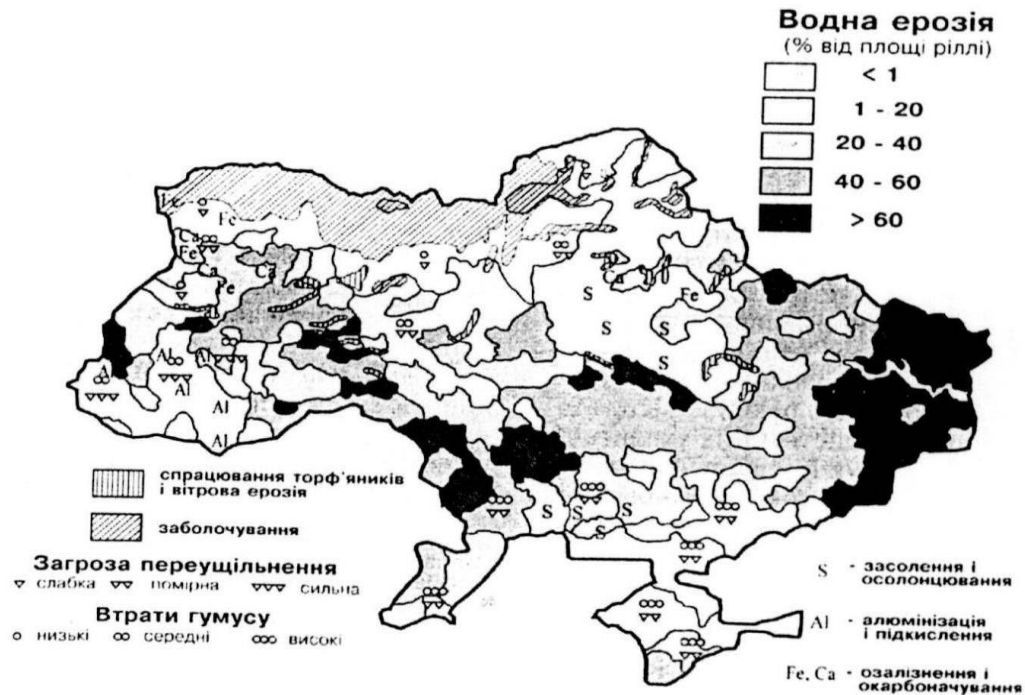


Рисунок 3.9 – Деградація ґрунтів в Україні (автори: В. В. Медведєв, Р. С. Трускавецький, Г. Я. Чесняк, Т. М. Лактионова, О. П. Канащ) [47]

Негативні наслідки антропогенного пресингу:

1 Підкислення ґрунтів

Виникає внаслідок впливу кислотних опадів, розмивання смітників промислових і побутових відходів, шламовідстійників. У результаті змінюється будова ґрунту, його біохімічні особливості, що різко знижує врожайність. Присутні в ґрунті сполуки важких металів під впливом кислоти набувають більшої токсичності, що може призвести до загибелі найбільш чутливих організмів (ґрунтова мікрофлора, гриби, хвойні породи дерев, дуби тощо). В Україні інтенсивне підкислення чорноземів спостерігається в Черкаській і Сумській областях ($\Delta pH = 0,3 \dots 0,5$) [47].

2 Вторинне засолення

Засолення – підвищення концентрації солей у верхніх шарах ґрунту внаслідок неправильного зрошення земель, що відбивається на родючості. У світі площі засолених земель становлять не менш ніж 20...25 млн га (близько 30 % зрошуваних земель).

У Криворізькому залізорудному басейні при видобутку залізної руди одночасно із земних надр щороку відкачується близько 60 млн м³ високо-мінералізованих вод, які накопичуються у відстійниках. З них у ріки Інгулець і Саксагань скидається до 50 тис. т солей, серед яких 75 % становить NaCl [6]. Використання такої води протягом десятиліть через Інгулецьку зрошувальну систему для поливання сільськогосподарських культур призвело до деградації близько 60 тис. га зрошуваних земель.

Найбільш токсичним є содове засолення, коли ґрунти мають $pH = 9 \dots 10$. Початкова водотривка структура гумусу руйнується,

з'являється глибокiсть, схильнiсть до утворення поверхневої кiрки пiсля поливiв (концентрацiя солей складає майже 1 г/л), погiршується повітрообмін. Унаслідок цих процесiв змінюється карбонатно-кальцiєвий i сульфатно-магнiєвий склад ґрунтiв i надалі потрібна хiмiчна мелiорацiя (внесення гiпсу).

3 Заболочування

Ґрунтоутворювальний процес, пов'язаний зi змiною водного режиму ґрунтiв унаслідок застоювання поверхневих вод або пiдняття ґрунтових [69]. Значний вплив на заболочування чинить господарська дiяльнiсть людини (знищення деревної рослинностi, будiвництво гiдротехнiчних споруд, невідрегульоване зрошення земель тощо). Заболочування супроводжується виникненням у ґрунті анаеробних умов, змiною рослинностi, тваринного свiту, ґрунтових фауни й флори, режиму хiмiчних реакцiй. Змінюється характер ґрунту, який полягає в перезволоженi, заболоченнi, появі ознак оглеїння, накопиченнi на поверхнi ґрунту нерозкладених органiчних речовин i торфу. Заболочування погiршує агрономiчнi властивостi ґрунтiв i знижує продуктивнiсть лiсiв. Для боротьби зi заболочуванням застосовуються вiдведення поверхневих вод тимчасовими канавами, борознами, дренаж i iншi мелiоративнi заходи.

4 Накопичення пестицидiв

Пестициди – штучно створенi хiмiчнi сполуки, призначенi для боротьби зi шкiдниками сiльського господарства. Їх подiляють на пестициди:

- першого поколiння (сiрка, сполуки миш'яку, свинцю, ртутi, нiкотин сульфат, пiретрум);
- другого поколiння (фосфорорганiчнi, ртутьорганiчнi сполуки, карбонати, цiанiди й речовини, якi мiстять мiдь).

До групи пестицидiв вiдносять iнсектициди (засоби для знищення шкiдливих комах), гербiциди (засоби для знищення бур'янiв), фунгiциди (засоби для боротьби з грибковими захворюваннями), дефолiанти (засоби для видалення листя), бактерициди (засоби для боротьби з мiкробами), арборициди (засоби для знищення небажаної деревної рослинностi) тощо.

Пестициди мають здатнiсть зберiгатися в бiосферi тривалий час i акумулюватися в живих органiзмах. Препарати кочують по ланцюгах харчування тварин i людей.

Щорiчно у свiтi використовують до 2,3 млн т пестицидiв [23].

У ґрунт пестициди потрапляють зi протруєним насiнням, у процесi хiмiчного оброблення рослин, зi рослинними залишками, а також зi поверхневим стоком i органiчними добривами. Пестициди викликають загибель багатьох живих органiзмiв i можуть при накопиченнi у ґрунті й сiльськогосподарській продукцiї погiршувати стан здоров'я людини. Найчастiше в продуктах харчування зустрічаються алдрiн, тiофос, карбофос i давно заборонений ДДТ, якого ще багато на сiльськогосподарських сховищах України.

Застосування пестицидiв другого поколiння в сiльськогосподарському виробництвi спричинює iнтотоксикацiю людини, загальне її отруєння. Так, фосфорорганiчнi сполуки зумовлюють порушення функцiй серцево-судинної системи, розширення кровоносних судин, викликають головнi

болі тощо. Хлорорганічні сполуки негативно впливають на центральну нервову систему, верхні дихальні шляхи й роботу печінки.

Попри шкідливу дію пестицидів, вони є основним засобом боротьби зі шкідниками, хворобами сільськогосподарських культур і бур'янами. На сучасному етапі в сільськогосподарському виробництві використовується до 25 000 пестицидних препаратів. Окупність їх використання становить 3,5...7 одиниць на одиницю витрат [23].

Застосування пестицидів ставить перед нами чотири основні проблеми. Перша з них пов'язана з тим, що певні пестициди (головним чином хлоровані вуглеводні, такі як ДДТ і ртутьмісткі сполуки) мають тенденцію накопичуватися в живих організмах [63]. У деяких випадках пестициди не тільки накопичуються в кількості, більшій, ніж у самому навколишньому середовищі, але їх концентрація зростає в міру просування по харчових ланцюгах. Це явище називається *ефектом біологічного посилення*.

ДДТ є прикладом пестициду, що біологічно підсилюється. Коли в організм тварини потрапляє ДДТ – з водою, із залишками оброблених рослин, з комахами, які харчувалися такими рослинами – він концентрується в жирових тканинах. З жирових тканин він виводиться дуже повільно. Якщо будь-який інший організм у харчовому ланцюзі поїдає перший, то він поглинає вже більш концентровану порцію ДДТ.

Друга проблема пов'язана з тривалістю збереження пестицидів у ґрунті або на культурних рослинах після оброблення. ДДТ, пестициди, які містять миш'як, свинець і ртуть відносяться до групи стійких. Це означає, що вони не руйнуються під час одного вегетаційного сезону під дією сонця й бактерій. Період напівжиття в ДДТ, наприклад, може тривати 20 років (тобто через 20 років тільки половина спочатку використаного ДДТ розкладеться до простих сполук). У деяких фруктових садах, де для боротьби з комахами зазвичай користувалися миш'яковистим свинцем, миш'як зосередився в ґрунті в таких кількостях, що самі фруктові дерева загинули.

Третя проблема – здатність шкідників ставати стійкими до пестицидів, тобто пестициди перестають їх убивати. Це може відбуватися в результаті мутацій, що виникають у деяких особин серед незліченного потомства, що з'являється щорічно. Будь-який пестицид може знищити більшу частину комах на певній території. Однак деяка кількість особин, які в результаті мутацій набули трохи інших ознак, може вижити. Комахи, що вижили, здатні знову заселити оброблену територію, передавши в спадок своєму потомству стійкість до цього пестициду.

Із четвертою проблемою вчені зіткнулися, коли намагалися з'ясувати причини неефективності деяких пестицидів на початку й наступне її зниження. Виявилось, що справа не в стійкості бур'янів або комах, а скоріше – у руйнуванні пестицидів ґрунтовими мікроорганізмами. Ці мікроорганізми адаптуються до пестицидів таким чином, що починають руйнувати або використовувати їх. У результаті пестициди стають неефективними в боротьбі з бур'янами або комахами.

Натепер розпочато застосування біологічних і інтегрованих методів боротьби зі шкідниками й хворобами рослин, які є безпечними для навколишнього середовища й людини. Крім того, за даними досліджень, використання ресурсозберігальної енергонасиченої технології підвищує здатність території до самоочищення.

5 Ерозія ґрунтів

Ерозія ґрунтів – це руйнування й зношення ґрунтового покриву під впливом природних і антропогенних факторів.

Види ерозії (залежно від характеру діючих сил):

1 *Природна* – природний, невідворотний геологічний процес руйнування ґрунтового покриву:

а) *водна*:

- *яружна* – форма водної ерозії, яка найбільш швидко розвивається, коли при більших ухилах поверхні й на довгих схилах дрібні струмочки об'єднуються в єдиний потік, який поглиблює дно, розмиває береги й формує яр. Швидкість утворення ярів може досягати 25 м/рік. Одна з найнебезпечніших форм водної ерозії в горах – селеві потоки й зсуви;

- *площинна* – поступове змивання ґрунту струмочками поталої або дощової води, що призводить до збідніння ґрунту на живильну речовину й до зникнення рослинності;

- б) *вітрова* (дефляція) – видування верхнього родючого шару ґрунту в результаті пилових бур. При цьому ґрунт втрачає дрібнозем, гумус, хімічні речовини; оголює коріння рослин. Така ерозія спостерігається в степових і лісостепових районах. Інтенсивність видування може досягати 400 т/га.

2 *Антропогенна* – прискорене руйнування ґрунту під впливом транспорту, землерийних машин і техніки, надмірного зрошування, вирубки лісів, випасу худоби й ін. (іноді використовують терміни «технічна ерозія», «іригаційна ерозія»).

Основні причини ерозії:

- видобуток корисних копалин кар'єрним способом;
- будівництво транспортних магістралей, підземних комунікацій;
- вирубка лісів;
- оранка цілинних земель;
- випасання худоби.

Щорічно з полів вимиваються тисячі тонн ґрунту, який містить азот, фосфор, кальцій, калій, сірку. Урожай на еродованих ґрунтах в 3... 4 рази нижчий, вони частіше заболочуються. За одне сторіччя через ерозію у світі вибуло з обігу 23 % оброблюваних земель. При прискореній ерозії ґрунтів повне руйнування верхнього родючого шару товщиною близько 20 см, на формування якого природа витратила тисячоріччя, може відбутися за 10...30 років. У результаті водної ерозії щорічно у Світовий океан потрапляє близько 25 млрд т ґрунту (тільки з території Китаю по руслу ріки Хуанхе зноситься 2 млрд т). Українські екологи Г. О. Білявський, Л. І. Бутченко наводять дані, що загальна площа еродованих земель у світі становить 700 млрд га [3].

6 Спустелювання

Природні пустелі займають 1/3 земної поверхні, і вони вкрай важливі для підтримання енергоінформаційного балансу планети.

Спустелювання – процес деградації ґрунту, який проявляється у виснаженні його верхніх шарів, руйнуванні структури, порушенні водно-сольового балансу, зміні рівня ґрунтових вод, при спільному природно-антропогенному впливі на тендітні, легкоруйнівні екосистеми. Цей процес може відбуватися в різних кліматичних умовах, але більш інтенсивно – в аридних (посушливих) районах. Аридні території зосереджені у Африці (спустелювання зазнають 34 країни континенту: Сенегал, Гамбія, Мавританія, Малі тощо), Азії, Латинській Америці, Австралії й Росії (Нижнє Поволжя, Калмикія). Швидкість спустелювання досягає 6 млн га на рік, темпи переміщення границь пустелі в Африці можуть досягати 10 км на рік.

Площа антропогенних пустель становить 9115 тис. км² або 6,7 % поверхні суші. Під погрозою спустелювання перебувають ще 30 млн км² Землі (19 % суші) [69].

Його причинами є невинуватене випасання худоби, яка витоπτує рослиний покрив; оранка земель, малоприсдатних для землеробства, вирубування деревно-чагарникових порід і інші види діяльності, що порушують рівновагу в природі.

7 Накопичення побутових і промислових відходів

Причини накопичення величезної кількості відходів вчені пов'язують зі зростанням народонаселення планети, а головне – зі способом життя людей, які безглуздо використовують все більше природних ресурсів.

Вилучаючи з природи чимало речовин, людина змінює їх до невпізнанності й повертає в природу у вигляді відходів, які не розкладаються на вихідні речовини природним шляхом. Наприклад, в умовах лісу папір розкладається протягом 2 років, консервна бляшанка – понад 90 років, поліетиленовий пакет – понад 200 років, скло – понад 1000 років [59].

Під *відходами* розуміють залишки сировини, матеріалів або напівфабрикатів, а також речовини та матеріали, утворені в процесі перероблення сировини, непридатні для використання за безпосереднім призначенням, отримання яких не є метою цього виробництва.

Сміття – тверда частина побутових відходів, утворених у житлових масивах. Воно включає матеріали та вироби, починаючи від старих газет, порожніх консервних бляшанок, пляшок, харчових відходів, обгортки і пакувальних матеріалів, закінчуючи битим посудом, зношеним одягом, поламаною побутовою чи офісною технікою тощо.

Види відходів:

1) *побутові* – усе, що викидається з житлових будинків (харчові відходи, папір, пластмаса, деревина, скло, металеві відходи тощо);

2) *промислові (виробничі)* – залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, які утворювалися при виробництві продукції або виконанні робіт і повністю або частково втратили початкові споживчі властивості. Вони діляться на:

- тверді (відходи металів, пластмас, деревини);
- рідкі (виробничі стічні води, відпрацьовані розчинники);
- газоподібні (викиди промислових печей, автотранспорту);

3) *сільськогосподарські* – відходи рослинництва, тваринництва (солома, стебла соняшника, кукурудзи, гній тощо);

4) *радіоактивні* – тверді, рідкі або газоподібні продукти ядерної енергетики, військового виробництва, інших галузей промисловості, радіоактивні ізотопи у концентрації, що перевищує норми.

Найбільшу погрозу для навколишнього середовища представляють *небезпечні відходи* – відходи, які містять у своєму складі речовини, що мають небезпечні властивості (токсичність, пожежонебезпечність, інфекційність, вибуховість). Наприклад, радіоактивні відходи, що утворилися після аварії на Чорнобильській АЕС, хімічна зброя, у тому числі снаряди часів другої світової війни з давно минулим терміном придатності

В Україні, за даними Міністерства охорони навколишнього середовища, загальні обсяги накопичення відходів сягають 35 млрд т, у тому числі промислових – 10 млрд т, близько 2,6 млрд т з яких є високотоксичними [37; 50; 54]. Під відходами зайнято близько 160 тис. га, і це – один із найвищих показників накопичення відходів у світі. Тверді побутові відходи зберігаються на 3 тис. смітників і полігонів загальною площею близько 5 тис. га. Найбільші площі під полігони відведено в Дніпропетровській – 140 гектарів, Донецькій – 330 га, Одеській – 195 га, Запорізькій – 153 га, Луганській – 129 га областях. Через відсутність належної системи збирання твердих побутових відходів щорічно утворюється 3,3 тис. несанкціонованих смітників, які займають територію близько 400 га. Із загальної кількості утворених відходів 38 % розміщені в місцях організованого складування відходів, а 16 % – у сховищах, які експлуатуються з порушенням вимог екологічної безпеки або не відповідають чинним нормативам, 5 % від загальної кількості смітників перевантажені, а 14 % – не відповідають нормам екологічної безпеки.

Основна маса промислових відходів країни утворюється на підприємствах вугільної промисловості, металургійних, машинобудівних, паливно-енергетичних, будівельних і агропромислового комплексу. Токсичні промислові відходи складуються на території підприємств або вивозяться на полігони для твердих побутових відходів. На території країни близько 63 % місць заховань твердих побутових і промислових відходів III та IV класу небезпеки не відповідають санітарним вимогам [37]. Здебільшого вони працюють у режимі перевантаження.

Забруднення довкілля токсичними відходами досягло такого рівня, що стало чинити загрозу здоров'ю та життю людини. Україна, у тому числі через сміття, стає найбільш хворою нацією в Європі. Спостерігається зростання онкозахворювань, інфекційних хвороб і хворих на туберкульоз.

В Україні з чотирьох сміттєспалювальних заводів (у Києві, Харкові, Севастополі та Дніпропетровську) працюють лише Київський і Дніпропетровський, обладнання яких застаріле й не відповідає сучасним екологічним вимогам, унаслідок чого вони стають джерелом забруднення довкілля токсичними газами.

Для подолання проблеми відходів необхідне обов'язкове проведення їх інвентаризації, ідентифікації та паспортизації. Це дозволить визначити кількість неврахованих відходів, організувати їх збирання і утилізування, знизити обсяги використання первинної сировини, збільшити надходження коштів до екологічних фондів усіх рівнів. Кількість і якість відходів повинна бути такою, що їх повністю зможе переробити, асимілювати без шкоди для себе жива природа.

Отже, вихід полягає в упровадженні екологічних технологій у промислові й сільськогосподарські виробництва. Крім цього, необхідна зміна моральних стосунків з Природою, зміна панівного руйнівального потоку свідомості, заснованого на принципі «беру, скільки можу, як можу і що хочу», який примушує людину бути стосовно Природи «зłodієм, насильником і вбивцею», на новий потік свідомості, який дозволяє Людині стати дійсно часткою – сином Матері-Природи [94].

3.3.4 Охорона земельних ресурсів

1 Нормування хімічного забруднення ґрунтів

Встановлюється за гранично допустимими концентраціями (ГДК ґрунту).

ГДК ґрунту (мг/кг) – це концентрація хімічних речовин ґрунту в орному її шарі, яка не повинна чинити прямий або побічний негативний вплив на середовища, що контактують із ґрунтом, і на здоров'я людини, а також на здатність ґрунтів до самоочищення. ГДК ґрунту значно відрізняються за величиною від ГДК води й повітря, тому що надходження шкідливих речовин у організм безпосередньо з ґрунту відбувається в основному через середовища, що контактують із ґрунтом (повітря, воду, рослини).

Різновиди ГДК (залежно від шляху міграції хімічних речовин до певних середовищ):

ТР – *транслокаційний показник*, що характеризує перехід хімічної речовини з ґрунту крізь кореневу систему в зелену масу й плоди рослин;

МА – *міграційний показник*, який характеризує перехід хімічної речовини з ґрунту в атмосферу;

МВ – *міграційний показник*, що характеризує перехід хімічної речовини з ґрунту в ґрунтові води й інші водні джерела;

ЗС – *загальносанітарний показник*, який характеризує вплив хімічних речовин на здатність ґрунту до самоочищення.

2 *Рекультивація земель* – відновлення після відкритого способу видобутку корисних копалин, коли на місці родючих земель утворюються безплідні, позбавлені рослинності «індустріальні пустелі». Розрізняють ділянки з незруйнованим ґрунтом у результаті вилучення ґрунту (кар'єри, відвали, шламовідстійники) і земельні ділянки з насипним ґрунтом (промислові відходи, відвали шахт – терикони).

Рекультивація земель — це комплекс різноманітних інженерних, гірничотехнічних, меліоративних, сільськогосподарських і правових заходів, спрямованих на відновлення продуктивності порушених земель [35; 61].

Етапи рекультивації:

- *гірничотехнічний* – перший етап відновлення ґрунтового покриву земельних ділянок. Здійснюється підготовка території. Вона передбачає засипання деформованої поверхні материнськими породами, планування, очищення, вирівнювання поверхні порушеної ділянки та ін.

- *біологічний* – завершальний етапом відновлення ґрунтового покриву земельної ділянки. У рамках біологічної рекультивації проводяться роботи щодо нанесення знятого раніше шару родючого ґрунту на порушену земельну ділянку в певній послідовності, висадження деревно-чагарникових порід тощо. Кінцевим результатом рекультивації порушеної земельної ділянки має бути приведення її до стану, придатного для використання в сільському, лісовому господарстві або інших галузях економіки.

Види рекультивації: сільськогосподарська, лісогосподарська й водогосподарська, рекреаційна, санітарно-гігієнічна й будівельна.

В Україні технологічні питання здійснення рекультивації земель регулюються державними стандартами, до яких належать ГОСТ 17.4.2.01-81 «Охорона природи. Ґрунти. Номенклатура показників придатності порушеного шару ґрунтів для землювання»; ГОСТ 17.5.3.04-83 «Охорона природи. Землі. Загальні вимоги до рекультивації земель»; ГОСТ 17.5.1.02-85 «Охорона природи. Землі. Класифікація порушених земель для рекультивації»; ГОСТ 17.5.3.06-85 «Охорона природи. Землі. Вимоги до визначення норм зняття родючого шару ґрунту при здійсненні земляних робіт» [67].

У Донецькому регіоні території, порушені промисловістю, займають суттєві площі [61]. Це ґрунти двох категорій:

- ґрунти, порушені відкритими розробками корисних копалин (вогнестійких глин, каоліну, пегматиту, вермикуліту, цегляної сировини, гіпсу, плавікового шпату, доломіту, вапняку флюсового й будівельного, піску, крейди тощо). Під відкриті гірничорудні розробки відведено більш ніж 14 183 га ґрунтів, з яких рекультивуванню підлягає 7041 га;

- ґрунти, порушені підземними розробками корисних копалин (кам'яного вугілля, ртуті тощо). При цьому побічні матеріали виносяться на поверхню та відсипаються у вигляді конусоподібних і плоскопорідних відвалів – териконів. Загальна площа відвалів у Донбасі складає більше за 1468 га. Це майже 1259 териконів вугільних шахт і біля 2000 відвалів дореволюційного періоду.

3 Раціональне використання мінеральних ресурсів

Основні напрями:

- перехід до альтернативних джерел енергії;
- заміна дефіцитних матеріалів більш доступними й широко розповсюдженими;
 - одержання сировини шляхом хімічного синтезування; розширення виробництва штучних будівельних матеріалів (цегли, бетону), вогнетривів, алмазів, рубінів, азбесту, графіту й ін.;
 - розроблення технологій раціонального видобутку корисних копалин із великих глибин і комплексне їхнє використання;
 - одержання мінеральної сировини з бідних руд, придатних порід, морських глибин;
 - широке використання рециркуляції й вторинного використання деяких металів;
 - розроблення методів ефективного уловлювання коштовних компонентів із газоподібних і рідких відходів промисловості, транспорту, побуту тощо.

4 Захист родючості ґрунтів:

- правильний вибір мінеральних добрив;
- помірне використання пестицидів;
- удосконалювання очисних споруд.

Питання для перевірки якості засвоєних знань

- 1 Які методи очищення води доцільно використовувати при наданні комунальних послуг?
- 2 Чому забруднення гідросфери нафтою вважається найбільш небезпечним?
- 3 Які водяні істоти найбільш потерпають від дампінгу? Наведіть приклади.
- 4 Який термін потрібен для повного самоочищення Світового океану?
- 5 Де на планеті розташовані найбільші «озонові діри»?
- 6 Чим відрізняються різні види смогу?
- 7 Як можна захистити атмосферу від забруднень?
- 8 Чим викликане інтенсивне спустелювання на планеті?
- 9 Яка різниця існує між природною та антропогенною ерозією?
- 10 До якої глибини поширюється в літосфері життя? Наведіть приклади.
- 11 Чим відрізняється ГДК для ґрунту від ГДК для атмосферного повітря та води?
- 12 Що таке літосфера і яку будову вона має?

Література для додаткового ознайомлення

1 Охрана окружающей среды : учеб. для техн. спец. вузов / С. В. Белов, Ф. А. Барбинов, А. Ф. Козьяков [и др.] ; под ред. С. В. Белова. – М. : Высш. школа, 1991. – 319 с.

2 **Новиков, Ю. В.** Охрана окружающей среды : учеб. пособие для учащихся техникумов / Ю. В. Новиков. – М. : Высш. школа, 1987. – 287 с.

3 **Киселев, В. Н.** Основы экологии : учеб. пособие / В. Н. Киселев. – Минск : Университетия, 2000. – 383 с.

4 Основы екології : підручник / О. Г. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. – 2-е вид. – К. : Либідь, 2005. – 408 с.

5 **Злобін, Ю. А.** Основы екології / Ю. А. Злобін. – К. : Лібра, ТОВ, 1998. – 248 с.

4 ОСНОВИ СОЦІОЕКОЛОГІЇ

4.1 Урбоекологія

Урбанізація – зростання кількості міст, зростання кількості населення в містах, розростання складних систем і мереж міст.

Більше ніж половина населення земної кулі живе в містах. За прогнозами вчених, на початку ХХІ століття ця кількість зросте на 2 млрд людей.

Високоурбанізованими є території пострадянського простору, Європи, Північної Америки, ПАР, Австралії й Південної Америки. Слабкоурбанізованими є Західна й Східна Африка, Мадагаскар, деякі країни Азії, які, однак, відрізняються найбільшою динамічністю цього процесу. У країнах, що розвиваються, урбанізація в 4,5...5 разів вища, ніж в індустріальних.

Понад 30 міст планети мають населення кількістю більше за 5 млн людей. Частка міського населення в США становить 73 %, у Франції – 78 %, у Німеччині – близько 85 %, у Великобританії – 91 %.

Вважається, що місто з кількістю населення вже в 250...300 тис. жителів спричинює серйозний негативний вплив на довкілля. Навколо великих міст виникають пояси міст-супутників, називані *агломераціями*. Найбільші з них склалися навколо Токіо (26 млн осіб), Мехіко, Сан-Пауло, Нью-Йорка. У США, по суті, сформувалися три гігантські мегаполіси, перший із яких поєднує Нью-Йорк, Бостон і Вашингтон (майже 800 км і близько 80 млн жителів), другий – Чикаго й Пітсбург (близько 20 млн) і третій – Сан-Франциско й Сан-Дієго (20 млн). Мегаполіси, що представляють собою смугу суцільної забудови, справляють найбільш масштабний вплив на стан довкілля і є акумуляторами більшості глобальних проблем людства.

Сучасна урбанізація характеризується тісним переплетенням природи й міського середовища. В економічно розвинених країнах вона досягла високого рівня й продовжує зростати вглиб, набуваючи нових форм. У країнах, які розвиваються, урбанізація зростає вшир, кількість міського населення неконтрольовано збільшується, що характеризує це становище як кризове й стає одним із основних факторів забруднення навколишнього середовища. 75 % обсягів загального забруднення пов'язують саме з урбанізацією. У великих містах усі компоненти біосфери потерпають від потужного фізико-хімічного й біологічного впливів.

Негативні наслідки урбанізації:

- погіршення якості поверхневих і ґрунтових вод. Хімічні речовини, що надходять до навколишнього середовища в результаті антропогенного навантаження, за якісним й кількісним складом перевершують природну геохімічну міграцію. Комбінована система каналізаційних стоків (побутові й зливові води разом) є причиною потрапляння нечистот у ріки. В Україні 80 % водойм класифікуються як брудні, 20 % – як умовно чисті;

- забруднення повітряного басейну. Порушення теплового й енергетичного балансів пов'язане з домінуванням в енергетиці більшості країн теплоелектростанцій. У 18 найбільших центрах Латинської Америки в атмосфері присутні особливо небезпечні концентрації забруднювачів.

У більшості центрів лідером забруднення є автотранспорт (у Каракасі на його частку доводиться 4/5 від загального обсягу забруднення), не поступається їй промисловий конгломерат. Результат загазованості агломерації Сан-Паулу відчувається у внутрішніх далеко розташованих регіонах Бразилії, а також над Атлантичним океаном. Високогірні агломерації Мексики, Центральної Америки через розрідженість повітря (і неповноти згоряння палива) дають збільшення обсягів викидів оксиду вуглецю на 60 %, оксидів азоту – на 50 %;

- поглинання містами сільськогосподарських земель (у Єгипті міста займають 1/10 площі родючих земель, столиця Перу за 10 років розрослася на 14 тис. га цінних зрошуваних земель у долині ріки Римакс);

- знищення лісів (іноді для задоволення потреб у паливі); осушення заболочених територій;

- в умовах гіперурбанізації (формування суцільних забудованих міських територій) відзначається гостра нестача зелених насаджень;

- високий рівень енергоспоживання. У великих містах на кожного жителя припадає значно більший, у порівнянні із сільською місцевістю, обсяг енергії;

- високий рівень шуму у зв'язку зі збільшенням індустріалізації, автомобілізації, функціонуванням залізниць, шосе, вокзалів, енергетичних об'єктів, а також телевізорів, радіоприймачів тощо. Сильне шумове забруднення впливає на стан організму людини, діяльність її окремих органів;

- електромагнітні поля (ЕМП) короткохвильового, ультракороткохвильового й надвисокочастотного діапазону. Їхні основні джерела (телецентри, радіолокатори, коротко-, середньохвильові й надвисокочастотні передавачі) знаходяться саме в містах;

- радіоактивне забруднення;

- виникнення взаємодіювальних ефектів на територіях великих урбосистем унаслідок високого ступеня концентрації промисловості, транспорту, які дають надто великий рівень забруднення;

- порушення гідрологічного режиму, і, як наслідок, руйнування екосистем мангрових заростей, коралових рифів, що викликає потужний вплив на екосистему Світового океану й планети в цілому;

- накопичення величезної кількості відходів. Непродумане заховання відходів призвело до формування спустелених, занедбаних і забруднених територій, рекультивация яких ускладнена й пов'язана з цілим рядом екологічних проблем;

- посилений і концентрований антропогенний вплив на біосферу приводить до масштабної екотоксикації, просторової неоднорідності екологічного стану міст;

- антропогенно перетворене середовище породжує естетично неприємні пейзажі, запахи, які позначаються на психічному стані й здоров'ї населення.

У сучасних містах дуже чітко простежується залежність між станом природного середовища й характером соціально-економічного освоєння

території. Формується специфічна еколого-соціо-економічна система, у якій антропогенний вплив на природний комплекс поєднаний зі зворотним впливом перетвореного середовища на населення й господарювання. Відмінність природних ландшафтів, їх територіальна неоднорідність, особливості їх стійкості до впливів створюють різні екологічні ситуації.

У промислово розвинених країнах кризовий стан навколишнього середовища в містах є платою за комфорт, країнах, що розвиваються, – платою за господарську відсталість.

В Україні, яка є високоурбанізованою країною, найбільша щільність населення спостерігається в Донецькій, Дніпропетровській, Луганській і Харківській областях. Містами-мільонерами є Київ, Донецьк, Запоріжжя, Львів, Кривий Ріг, Маріуполь, Миколаїв, хоча з 2000 р. спостерігається різкий спад кількості населення в Одесі, Харкові, Дніпропетровську, Луганську (останні втратили статус найбільшого міста).

На цих територіях сформувалися потужні промислові конгломерати, де поруч розташовані підприємства основних галузей: чорної й кольорової металургії, хімічної й нафтохімічної, вугільної, гірничодобувної. Сумарний вплив цих об'єктів перевищує 80 % усіх обсягів викидів токсичних речовин в атмосферу, за що Україна здобула назву «чорної діри Європи».

За рівнем забруднення на душу населення лідирують центри металургійної й хімічної промисловості: Кривий Ріг, Маріуполь, Донецьк, Запоріжжя, Макіївка, Дніпродзержинськ тощо, небезпечні в екологічному відношенні Жовті Води, Нікополь.

Тривале скидання стічних вод призвело до забруднення рік. Найбільш забрудненими є р. Сіверський Донець (на ділянці Лисичансько-Рубежанського промрайону), р. Інгулець (у районі Кривого Рогу), р. Дніпро (райони Запоріжжя, Дніпропетровська, Дніпродзержинська), р. Кальміус (у районі Маріуполя).

Додатковим фактором забруднення стало функціонування в ряді областей нелегальних (закритих) міських цвинтарів на територіях із високим рівнем ґрунтових вод. Це приводить до потрапляння цвинтарної води з несприятливим органо-бактеріологічним вмістом у єдину підземну систему ґрунтових вод, артезіанські колодязі, ріки.

Фактори, які обумовлюють незадовільний стан навколишнього середовища в містах:

- неконтрольоване й нерегульоване зростання кількості населення;
- обмеженість міського планування, хаотичність міської забудови; сусідство густонаселених житлових районів із промисловими підприємствами;
- створення автостоянок і асфальтованих майданчиків у «зеленій» зоні;
- створення забудови в несприятливих за своїми гідро-, інженерно-геологічними й екологічними умовами ділянках, які підтоплюються, заболочені, еродовані тощо; посилення тиску на окремі території, провали, просідання;
- соціально-економічна відсталість, бідність населення;
- недосконалість екологічного законодавства;
- недостатній рівень освіченості основної маси населення;

- відсутність очисних споруд;
- проблема збирання, зберігання, утилізуванню твердих відходів;
- застарілі технології на підприємствах, їх компактне розміщення.

В урбосистемі вплив на людину природного компонента є ослабленим, тоді як антропогенний вплив є різко посиленним. Високий ступінь забруднення повітряного басейну, джерел водопостачання, функціонування великих промислових комплексів, автотранспорту, антисанітарні умови сприяють розвитку цілому ряду хронічних і інфекційних захворювань дихальних шляхів, глистяних захворювань, зниженню тривалості життя, збільшенню смертності. Простежується чіткий зв'язок між геохімічною структурою забрудненої міської території й станом здоров'я населення.

Наприклад, у Калькутті 3/5 міських жителів страждають від захворювань верхніх дихальних шляхів, в Україні – 73,5 %. Викиди оксидів вуглецю приводять до масових отруєнь. Різко падає рівень гемоглобіну в крові, виникають напади задухи. В Іраку донедавна водоочисні споруди функціонували лише в Багдаді, що після спускання величезного обсягу неочищених стоків робило воду непридатною для водоспоживання й створювало підґрунтя для зростання величезної кількості хвороботворних мікроорганізмів.

Комбінований вплив факторів навколишнього середовища на здоров'я людини може давати різні ефекти. Якщо інтенсивність дії мала, відбувається безсимптомне накопичення патологічних змін у організмі.

Таким чином, сучасні міста є специфічним екологічним середовищем із вираженою дією антропогенного фактора. Людина постійно зазнає на собі шкідливого впливу забрудненого повітря й води, вібрацій, шуму, обмеженої площі проживання (особистого життєвого простору), необхідності взаємодіяти з безліччю знайомих і незнайомих людей. І ці негативні прояви, які підривають основи фізичного й психічного здоров'я людини, на жаль суттєво переважають блага цивілізації суспільно-економічного, соціально-побутового й культурно-інтелектуального характеру.

4.2 Міжнародні природоохоронні організації

Види міжнародних організацій, що займаються охороною навколишнього середовища:

- спеціалізовані установи й органи *Організації Об'єднаних Націй* (ООН);
- міжурядові організації;
- міжнародні неурядові організації універсального типу;
- регіональні й субрегіональні органи.

Міжнародні організації за змістом охоплюваних екологічних проблем діляться на групи:

- природоохоронного напрямку (ЮНЕП – *спеціалізована організація під назвою Програма ООН з навколишнього середовища*, МСОП – *Міжнародний союз охорони природи й природних ресурсів*);

- комплексного природоохоронного профілю (структури Організації Об'єднаних Націй: ЮНЕСКО – *Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури*, ФАО – *Організація з продовольства й сільського господарства*, ВООЗ – *Всесвітня організація охорони здоров'я*, МАГАТЕ – *Міжнародне агентство з атомної енергетики*, *Глобальний екологічний фонд* тощо);

- спеціального природоохоронного профілю (охорона перелітних птахів, рибних запасів, міжнародних рік тощо).

Провідна роль у міжнародному екологічному співробітництві належить *Організації Об'єднаних Націй*, її спеціалізованим установам. Захист навколишнього середовища безпосередньо впливає зі Статуту ООН. Її мета і завдання – надання допомоги в розв'язанні міжнародних проблем у галузі економічного, соціального життя, охорони здоров'я, підвищення рівня життя населення, дотримання прав людини.

Генеральна Асамблея ООН визначає основні напрями екологічної політики міжнародного співтовариства; розробляє принципи взаємостосунків держав з охорони навколишнього середовища; ухвалює рішення щодо проведення міжнародних конференцій ООН з найважливіших проблем навколишнього середовища; розробляє проекти міжнародних конвенцій, рекомендації з охорони навколишнього середовища; створює нові природоохоронні органи, сприяє розвитку багатобічного й двостороннього співробітництва держав з метою захисту навколишнього середовища.

Природоохоронна діяльність ООН здійснюється безпосередньо через її головні й допоміжні органи або систему спеціалізованих установ. Одним із головних економічних органів ООН є *Економічна і Соціальна Рада* (ЕКОСОП), у рамках якої діють функціональні й регіональні комісії й комітети. Усі ці органи поряд із іншими політичними, економічними й соціальними питаннями вирішують екологічні проблеми [92].

Разом з тим система ООН має спеціальний центральний орган, який займається винятково охороною навколишнього середовища. Програма ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) створена резолюцією Генеральної Асамблеї ООН 15 грудня 1972 р. відповідно до рекомендацій Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища (1972 р.) [20; 44]. ЮНЕП за короткий термін стала головним координатором міжнародних зусиль у галузі охорони довкілля. Вона має *Раду керуючих*, куди входять представники держав, *Раду з координації охорони навколишнього середовища*, *Фонд навколишнього середовища*. Основні напрями діяльності ЮНЕП визначаються на Раді керуючих. У якості першочергових на найближчу перспективу названі такі напрями:

- населені пункти, здоров'я людини, санітарія навколишнього середовища;
- охорона земель, вод, запобігання спустелюванню;
- океани;
- охорона природи, диких тварин, генетичних ресурсів;
- енергія;

- освіта, професійна підготовка;
- торгівля, економіка, технологія.

По мірі розвитку діяльності організації кількість пріоритетних напрямів може зростати. Зокрема, до таких вже пропонується включити проблеми кодифікації й уніфікації міжнародного й внутрішнього екологічного законодавства.

У вирішенні цих проблем ЮНЕП виступає, як правило, разом із іншими міжнародними природоохоронними організаціями. Наприклад, при підготовці й проведенні двох міжнародних конференцій з освіти в галузі навколишнього середовища в Тбілісі в 1977 і 1987 рр. ЮНЕП активно співробітничав з ЮНЕСКО.

За ступенем екологічної близькості до ЮНЕП як центрального органу з охорони навколишнього середовища стоїть ще одна організація ООН – ЮНЕСКО – *Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури* (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization), створена в 1948 р. зі штаб-квартирою в Парижі.

Напрями природоохоронної діяльності ЮНЕСКО:

- керівництво екологічними програмами, у яких зайнято понад 100 держав. Серед програм можна зазначити: довгострокову, міжурядову й міждисциплінарну програму «Людина і біосфера» (МАБ), Міжнародну програму з освіти в галузі навколишнього середовища, Міжнародну гідрологічну програму тощо;
- облік і організація охорони природних об'єктів, віднесених до всесвітньої спадщини;
- надання допомоги країнам, що розвиваються, й іншим у розвитку екологічної освіти й підготовці фахівців-екологів.

Міжнародний союз охорони природи й природних ресурсів (МСОП) – заснований у 1948 р. Це – неурядова міжнародна організація, яка представляє понад 100 країн, неурядові організації й деякі міжнародні урядові організації (усього понад 500 членів). Основне завдання в діяльності МСОП полягає в розвитку міжнародного співробітництва держав, національних і міжнародних організацій, окремих громадян [20; 44]:

- збереження природних екосистем, рослинного й тваринного світу;
- збереження рідких і зникаючих видів рослин і тварин, пам'ятників природи;
- організація заповідників, резерватів, національних природних парків;
- екологічна освіта.

За сприяння МСОП проводяться міжнародні конференції з охорони природи, розробляються проекти міжнародних конвенцій з охорони пам'ятників природи, окремих природних об'єктів і комплексів. З ініціативи МСОП ведеться Червона книга рідкісних і зникаючих видів рослин і тварин, розроблено програму «Всесвітня стратегія охорони природи».

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) створена в 1946 р. Вона займається питаннями охорони здоров'я людини в аспекті її взаємодії з навколишнім середовищем. ВООЗ здійснює санітарно-епідеміологічний

моніторинг навколишнього середовища, узагальнює дані про захворюваність людей у зв'язку зі станом навколишнього середовища, проводить санітарно-гігієнічну експертизу навколишнього середовища й дає оцінку її якості. У зв'язку з цим ВООЗ вивчає проблеми оздоровлення міст, організації відпочинку й санаторно-курортного лікування громадян, бере участь у міжнародних програмах щодо поліпшення санітарно-гігієнічних умов життя людини. У своїй діяльності консолідується з ЮНЕП, МАГАТЕ, ВМО тощо.

Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ) створене в 1957 р. для виконання програми забезпечення ядерної безпеки й охорони навколишнього середовища від радіоактивного забруднення, забезпечуючи цим підтримання здоров'я й благополуччя людей. МАГАТЕ розробляє Правила будівництва й експлуатації атомних електростанцій, проводить експертизу проєктованих і діючих АЕС, дає оцінку впливу атомних матеріалів на навколишнє середовище, установлює норми радіаційної безпеки, перевіряє їхнє виконання. Непокора окремих держав цим вимогам, як показує світовий досвід, може викликати застосування за рішенням Ради Безпеки ООН економічних санкцій з боку світового співтовариства.

Продовольча й сільськогосподарська організація Об'єднаних Націй (ФАО) утворена в 1945 р. Сфера її діяльності – покращення харчування і підняття життєвого рівня народів засобами підвищення продуктивності сільського господарства. У зв'язку з цим вона займається екологічними проблемами в сільському господарстві: охороною й використанням земель, водних ресурсів, лісів, тваринного світу, біологічних ресурсів Світового океану. ФАО підготувала ґрунтову карту світу. Завдяки ініціативі ФАО прийнята Всесвітня ґрунтова хартія, проведені міжнародні конференції з народонаселення, продовольства, з боротьби зі спустелюванням земель, охорони водних ресурсів. ФАО позиціонується у світі як провідна установа в галузі аграрно-природничої інформації (функціонує система AGRIS/CARIS-FAO). Вона бере участь у розробці багатьох екологічних програм, активно співпрацює з ЮНЕП, ЮНЕСКО, МСОП.

Міжнародна морська організація (ІМО – International Maritime Organization) створена в 1948 р., має на меті сприяння міжнародному співробітництву в усіх технічних областях, пов'язаних із міжнародним торговельним судоплавством і охороною моря від забруднення; участь у розробці міжнародних конвенцій з боротьби із забрудненням моря нафтою й іншими шкідливими речовинами. До складу ІМО входить Комітет із захисту морського середовища. У цей час ІМО є однією з представницьких міжнародних організацій, у рамках якої розробляються й узгоджуються основні принципи міжнародної політики з захисту морів.

Всесвітня метеорологічна організація ООН (ВМО) створена в 1947 р. Її завдання: вивчення й узагальнення ступеню впливу людини на погоду й клімат планети в цілому й в окремих регіонах. Вона діє в рамках *Глобальної системи моніторингу навколишнього середовища (ГСМНС)*. Роботу системи координує ЮНЕП. Разом із ВМО в ГСМНС входять ВООЗ, ФАО, ЮНЕСКО. Головна мета ГСМНС – вивчення Землі.

ГСМНС має такі чинні програми:

- моніторингу стану атмосфери;
- перенесення забруднювальних речовин на великі відстані;
- здоров'я людини, Світового океану, поновлюваних ресурсів суші.

Задача вивчення Землі як цілісної природної системи поставлена *Міжнародною геосферо-біосферною програмою* (МГБП) і реалізується з 1990 р. на основі широкого застосування космічних засобів спостережень.

Крім названих провідних міжнародних організацій природоохороного профілю, у світовому співтоваристві функціонують численні міжнародні структури, які досліджують одну або декілька спеціальних екологічних проблем. Наприклад, *Міжнародний реєстр потенційно токсичних хімічних речовин* (МРПТХР) створений як частина ЮНЕП. Його завдання – вивчення й поширення інформації про токсичні хімічні речовини, включаючи інсектициди й гербіциди, і їх вплив на людину й навколишнє середовище. У базі даних МРПТХР міститься інформація про більш ніж 600 хімічних речовин, розповсюджених у всьому світі. Ця кількість продовжує зростати. *Бюро ООН з надання допомоги у випадку стихійних лих* (ЮНДРО) покликане мобілізувати й координувати надання допомоги різними державами й організаціями країнам, у яких сталося стихійне лихо. Бюро збирає й обробляє інформацію про стихійні лиха, розробляє заходи щодо запобігання нанесеного збитку.

Серед регіональних комісій *Економічної і Соціальної Ради* (ЕКОСОР) заслуговує на увагу насамперед робота *Європейської економічної комісії* (ЄЕК) [92]. У її складі є спеціальний орган з навколишнього середовища, що складається зі старших радників країн ЄЕК. Цей орган координує екологічну діяльність комітетів ЄЕК, попередньо розглядає питання охорони навколишнього середовища на своїх засіданнях і розробляє рекомендації сесії ЄЕК. Пріоритетними екологічними проблемами ЄЕК є впровадження маловідхідних і безвідхідних технологій, оцінювання впливу на навколишнє середовище, охорона екосистем, тваринного світу суші, боротьба з транскордонним забрудненням тощо.

Римський клуб заснований італійським бізнесменом Ауреліо Печчеї в 1968 р. Це міжнародна неурядова організація, яка поєднує вчених, суспільних діячів і ділових людей більш ніж з 30 країн світу, стурбованих розвитком людства. Зусилля членів клубу націлені на вирішення актуальних проблем сучасності шляхом розроблення нового напрямку в їхньому вивченні – *глобального моделювання*. Так виникла нова наука – *глобалістика*, яка вивчає з використанням комп'ютерних технологій проблеми всього людства без поділу на Захід і Схід, Північ і Південь.

4.3 Правові основи природокористування

4.3.1 Основи екологічного права

Правова екологія формується в складі соціальної екології як сукупність норм різних галузей права, які регулюють відносини у сфері взаємодії суспільства й природи.

Галузь екологічного права складається з підгалузей: земельного, водного, лісового, надрового, фауністичного, повітряохоронного, заповідного права й права екологічної безпеки.

Документи екологічного права класифікуються за чотирма ознаками: рівнем, статусом, призначенням, об'єктом захисту.

За рівнем правові документи можуть бути міжнародними, міждержавними, державними, галузевими й місцевими.

Статус документа визначається його назвою, яка може бути:

- для міжнародних і міждержавних – *Декларація, Конвенція, Пакт, Договір, Протокол, Заява*;
- для державних документів – *Конституція, Кодекс, Закон, Постанова, Указ, Державний стандарт*;
- окремі галузі видають *Правила, Норми, Галузеві стандарти*;
- місцеві органи самоврядування видають *Рішення*.

За призначенням правові документи бувають захисними, обвинувальними, універсальними (захисно-обвинувальними).

Об'єктом захисту може бути природне середовище, його частина або природний комплекс.

4.3.2 Міжнародні й міждержавні документи

Перші міжнародні екологічні документи захищали права людей на здорове навколишнє середовище й регламентували обмеження у використанні зброї. Це – Женевський протокол «Про заборону використання на війні задушливих, отруйних і їм подібних газів, а також бактеріологічних засобів» (1925 р.).

Документи, які захищають атмосферне повітря:

1968 р. – Договір «Про космічну діяльність держав».

1980 р. – Конвенція про транскордонне забруднення повітря на великих відстанях.

1986 р. – Протокол про скорочення викидів сірки на 30 %.

1988 р. – Віденська конвенція про охорону озонного шару. Монреальський протокол, який забороняє використання речовин, що руйнують озонний шар.

1989 р. – Протокол про обмеження викидів оксидів азоту і їх транскордонних потоків.

1992 р. – Рамкова Конвенція ООН про зміну клімату й Кіотський протокол до Конвенції (Україна приєдналася до Конвенції ООН про зміни клімату в 1997).

Документи, які захищають гідросферу й Світовий океан:

1954 р. – Лондонська конвенція про попередження забруднення моря нафтою.

1960 р. – Конвенції «Про відкрите море», «Про континентальний шельф», «Про територіальну й прилеглу зони».

1982 р. – «Конвенція морського права» (уточнила поняття «забруднення моря»).

1992 р. – Конвенція про захист Чорного моря від забруднення, м. Бухарест (в Україні ратифікована в 1994 р.).

Документи, які захищають природні сфери від ядерної зброї:

1959 р. – Договір про Антарктиду, згідно з яким цей континент оголошений спільним надбанням людства й без'ядерною територією.

1963 р. – Договір «Про заборону випробувань ядерної зброї в атмосфері, космічному просторі й під водою».

1971 р. – Договір «Про заборону розміщення на дні морів і океанів і в їхніх надрах ядерної зброї й інших видів зброї масового ураження».

1977 р. – Конвенція про заборону військового або якого-небудь іншого ворожого використання засобів впливу на природне середовище.

1997 р. – Конвенція про радіоактивні відходи.

Документи, які захищають мігруючі види тварин:

1971 р. – Конвенція про водно-болотні угіддя як середовища проживання водоплавних птахів, Рамсар (Україна приєдналася в 1997 р.).

1979 р. – Конвенція про охорону дикої флори й фауни й природних середовищ проживання в Європі (Україна приєдналася до Конвенції в 1996 р.).

1992 р. – Конвенція про біорозмаїття, Ріо-де-Жанейро (ратифікована в Україні в 1994 р.).

1997 р. – Конвенція про збереження мігруючих диких тварин.

1991 р. – Договір про збереження кажанів у Європі.

4.3.3 Державні природоохоронні документи

Основним джерелом екологічного законодавства й права є Конституція України. Питанням захисту навколишнього середовища присвячено 12 статей. У статті 16 передбачається, що забезпечення екологічної безпеки й підтримання екологічної рівноваги на території України, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи – катастрофи планетарного масштабу, збереження генофонду українського народу є обов'язком держави.

Природоохоронне законодавство включає:

- *Кодекси:* Земельний (1992 р.), Лісовий (1994 р.), Водний (1995 р.), «Про надра» (1994 р.) (визначають правила користування, керування, охорони, питання стандартизації й термінології відносно окремих сфер природного середовища);

- *Закони України:* «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991 р.), «Про природно-заповідний фонд» (1992 р.), «Про охорону

атмосферного повітря» (1992 р.), «Про тваринний світ» (1993 р.), «Про екологічну експертизу» (1995 р.), «Про використання ядерної енергії й радіаційної безпеки» (1995 р.), «Про поводження з радіоактивними відходами» (1995 р.), «Про відходи» (1998 р.), «Про рослинний світ» (1999 р.), «Про зону надзвичайної екологічної ситуації», «Про захист населення й території від надзвичайних ситуацій природного й техногенного характеру», «Про об'єкти підвищеної небезпеки» (2000 р.) тощо.

4.3.4 Основні напрями екологічної політики в Україні

Екологічна політика України за роки незалежності в цілому сформована. У березні 1998 р. Верховна Рада України затвердила «Основні напрями державної політики в галузі охорони навколишнього середовища, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки». Цей документ на державному рівні оголосив довгострокову стратегію вирішення екологічних проблем України.

В умовах існування значної кількості проблем різного рівня складності й у край обмежених ресурсів, доступних для їхнього вирішення, до національних пріоритетів охорони навколишнього середовища й раціонального використання природних ресурсів віднесено:

- гарантування екологічної безпеки ядерних об'єктів і радіаційного захисту населення й навколишнього середовища, зведення до мінімуму шкідливого впливу наслідків аварії на ЧАЕС;
- поліпшення екологічного стану басейну ріки Дніпро і якості питної води;
- стабілізація й поліпшення екологічного стану в містах і промислових центрах Донецько-Придніпровського регіону;
- будівництво нових і реконструкція діючих потужностей комунальних очисних каналізаційних споруд;
- попередження забруднення Чорного й Азовського морів і поліпшення їх стану;
- формування збалансованої системи природокористування й адекватна структурна перебудова виробничого потенціалу економіки, екологізація технологій у промисловості, енергетиці, будівництві, сільському господарстві й транспорті; збереження біологічної й ландшафтної різноманітності, розвиток природно-заповідної справи.

4.3.5 Керування в галузі охорони навколишнього середовища

Здійснюється державними органами виконавчої влади загальної й спеціальної компетенції.

Загальні функції керування здійснює Кабінет Міністрів України, який забезпечує розроблення загальнодержавних і регіональних екологічних

програм, регламентує порядок і визначення плати і її максимальних розмірів за використання природних ресурсів, затверджує рішення про організацію територій і об'єктів природно-заповідного фонду, припиняє або забороняє діяльність підприємств і організацій у випадку порушення ними екологічного законодавства й виконує інші управлінські функції в галузі охорони навколишнього середовища.

Спеціальним державним органом керування в галузі охорони навколишнього середовища й використання природних ресурсів є Міністерство охорони навколишнього середовища і ядерної безпеки, його місцеві органи екобезпеки й інші соціально уповноважені державні органи. До їхньої компетенції входить здійснення державного контролю над використанням земель, надр, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, лісів і нелісової рослинності, тваринного світу, морського середовища, континентального шельфу, над виконанням норм екологічної безпеки, здійснення державної екологічної експертизи, організація й проведення екологічного моніторингу природного середовища, керівництво заповідною справою в країні, складання протоколів і розгляд справ відносно адміністративних правопорушень, звертання з позовами про відшкодування збитків і витрат, заподіяних унаслідок порушень законодавства про охорону навколишнього середовища.

Виконання міжнародних, державних природоохоронних норм перевіряється *системою екологічного контролю*, до якої входять:

- екологічна експертиза;
- екологічна паспортизація;
- екологічний моніторинг.

4.4 Моніторинг об'єктів. Методи й критерії оцінювання стану навколишнього середовища

4.4.1 Моніторинг об'єктів

Екологічний моніторинг – це комплекс наукових, технічних, технологічних, організаційних і інших заходів, що забезпечують систематичний контроль за станом й тенденціями розвитку природних і техногенних процесів.

Цей термін з'явився перед проведенням Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища (червень 1972 р.) на додаток до поняття «контроль». Великий внесок у розробку теорії моніторингу внесли І. П. Герасимов, Ю. А. Ізраель, В. Д. Федоров [27].

Основні завдання екологічного моніторингу:

- спостереження за станом біосфери;
- оцінювання й прогнозування стану природного середовища;
- виявлення факторів і джерел антропогенного впливу на навколишнє середовище.

Основні типи екологічного моніторингу:

- глобальний (біосферний);
- геофізичний;

- кліматичний;
- біологічний;
- екологічний.

При організації моніторингу виникає необхідність вирішення декількох завдань різного рівня. І. Т. Герасимов запропонував розрізняти три рівні моніторингу:

- на першому рівні головна увага приділяється спостереженню за станом навколишнього середовища з погляду його впливу на здоров'я населення. Цей рівень моніторингу спирається на систему спостережних постів і роботу санітарно-гігієнічних служб;

- на другому рівні основним об'єктом спостережень і контролю є природно-територіальні комплекси;

- на третьому рівні основне завдання – спостереження за глобальними параметрами навколишнього середовища з метою оцінювання наслідків цих змін для здоров'я й діяльності людей. Основу мережі глобального моніторингу становлять біосферні станції, які включають як біосферні заповідники, так і зони антропогенних впливів людини.

Вивчення й моніторинг навколишнього середовища повинні надавати своєчасну інформацію про те, де, як і з якою інтенсивністю змінюється біосфера під впливом техногенезу й природних факторів, яку шкоду людині, тварині й рослинному світуносять або можуть нанести ці зміни.

Останнім часом під глобальним моніторингом розуміють *фоновий моніторинг*, або *моніторинг фонового забруднення навколишнього природного середовища*. Під егідою ЮНЕП створена світова мережа станцій фонового моніторингу, на яких здійснюються спостереження за певними параметрами стану навколишнього природного середовища. Спостереження охоплюють усі типи екосистем: водні (морські й прісноводні) і наземні (лісові, степові, пустельні, високогірні). В Україні станції комплексного фонового моніторингу розташовані в біосферних заповідниках Чорноморський і Асканія-Нова і є частиною глобальних міжнародних мереж спостереження.

4.4.2 Методи й критерії оцінювання стану навколишнього середовища

В оцінюванні стану навколишнього середовища застосовують дві групи методів: *дистанційні й наземні*.

До *дистанційних методів* відносяться:

- багатозональна зйомка в оптичному діапазоні,
- зйомка в короткохвильовому й довгохвильовому діапазонах спектра.

Дистанційні методи застосовують у космічному моніторингу з метою:

- 1) спостерігати й реєструвати дані про об'єкти природи глобального й регіонального масштабу;
- 2) одержувати інформацію про важкодоступні райони;

3) миттєво відображати великі площі (що зводить до мінімуму вплив змінних факторів);

4) одержувати інформацію комплексного характеру, що дає можливість вивчення складних процесів взаємодії компонентів природи.

Наземні методи дослідження:

- геофізичний;
- геохімічний;
- індикаційний.

Геофізичний метод полягає у вивченні процесів надходження й перетворення речовини й енергії в гео- і екосистемах на підставі використання балансового підходу. У ході спостережень визначають елементи радіаційного, теплового й водного балансів, досліджують тепло - і вологообмін між компонентами природного середовища і його вплив на продуктивність екосистем. Порівняння структури балансів трансформованої й непорушеної території дозволяє виявити напрям і ступінь змін.

Геохімічний метод полягає у вивченні функціонування природних систем за допомогою аналізування міграції хімічних елементів. Вивчається потрапляння елементів природним шляхом і в результаті господарської діяльності людини, виявляється інтенсивність їх водної й повітряної міграції, аналізується біологічний кругообіг елементів і його зміни під впливом техногенезу.

Геохімічний метод дає можливість:

- визначити закономірності зміни хімічного складу навколишнього середовища;
- виявити напрямки потоків забруднювальних речовин;
- визначити здатність природних систем до самоочищення.

Індикаційний метод заснований на можливості визначення стану одного об'єкта за іншим. Провідну роль відіграє біоіндикація, а головним біоіндикатором є рослинний покрив. Він дозволяє виявити зміни за чотирма ознаками: фізіологічними, морфологічними, фітоценотичними й флористичними. Не менш важливими індикаторами є показники, що характеризують тваринний світ: структура популяцій, особливості розмноження, динаміка кількості видів.

Оцінювання навколишнього середовища припускає порівняння його стану з певними нормами. У якості критеріїв можуть виступати показники природного непорушеного стану природних комплексів або фонові параметри середовища. Для оцінювання навколишнього середовища розробляються нормативні показники, які характеризують ступінь можливого впливу людини на природу.

Нормативні показники встановлюються на підставі спеціальних досліджень або в результаті експертних оцінювань. Оскільки економічно, а нерідко й технологічно, неможливо виключити викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище, вводяться норми *гранично допустимих концентрацій (ГДК)* шкідливих речовин. Усі існуючі норми ГДК являють собою компроміс між допустимим і реально існуючим рівнем забруднення навколишнього середовища.

У практиці моніторингових спостережень використовуються дві основні *групи нормативних показників*:

- 1) санітарно-гігієнічні;
- 2) екологічні.

Санітарно-гігієнічні показники

Установлюються, виходячи з вимог екологічної безпеки населення. До них у першу чергу відносяться ГДК забруднювальних речовин у повітрі, воді, ґрунті й продуктах харчування, а також норми гранично допустимих викидів (ГДВ) забруднювальних речовин у повітря й водойми. Існує велика кількість нормативів допустимого вмісту речовин різного походження. ГДК хімічних речовин у водоймах встановлені для 1550 речовин, в атмосферному повітрі більш ніж для 450, у ґрунті – більш ніж для 100. За наявності настільки значної кількості показників ГДК виникає необхідність виділення переліку найбільш важливих, які підлягають контролю в процесі моніторингу.

У ході цих досліджень враховується:

- по-перше, те, що спостереженню повинні підлягати речовини, викид і поширення яких має масовий характер. До них відносяться: SO₂, пил, СО, СО₂ – для атмосфери; нафтопродукти, феноли, сполуки важких металів – для поверхневих вод; пестициди – для ґрунтів;

- по-друге, спостереження повинні проводитися за найбільш токсичними сполуками, незважаючи на те що абсолютні значення ГДК для них досить низькі. У повітрі ГДК таких сполук не перевищує 5 мкг/м³ (V₂O₅, сірчистий ангідрид, свинець, ацетофенол тощо), у водоймах – 2 мкг/л (солі берилію й ртуті, феноли).

Ступінь забруднення навколишнього середовища оцінюється за:

- кратністю перевищення ГДК і ГДВ;
- класом небезпеки (токсичності) речовин;
- допустимою повторюваністю концентрацій заданого рівня, кількістю хімічних елементів і сполук.

У разі одночасної присутності декількох забруднювальних речовин використовуються сумарні показники. За наявності речовин із однаковим ступенем шкідливості сумарний показник забруднення C_s визначається за формулою

$$C_s = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК} ,$$

де C_i – фактична концентрація i -го забруднювача.

У процесі моніторингу слід враховувати, що санітарно-гігієнічні показники лише частково відповідають своєму призначенню, тому що ГДК територіально не диференційовані, вони не враховують впливу реальної ландшафтної ситуації. Наприклад, ртуть у вигляді неорганічних сполук при надходженні в повітря й ґрунт при невеликих концентраціях не становить великої загрози. Однак у воді вони переходять у високотоксичну метильовану форму, токсичність якої в 30...100 разів більша.

Санітарно-гігієнічні норми, установлені виходячи з впливу на організм людини, не враховують реакцію інших організмів. Допустиме для людини забруднення може призвести до порушення стану багатьох видів рослин і тварин і екосистеми в цілому.

Екологічні показники

Вони розглядаються як засіб антропогенного впливу на екосистеми й ландшафти, при якому їх основні функціонально-структурні характеристики (продуктивність, інтенсивність біотичного кругообігу, видова різноманітність, стійкість тощо) не виходять за межі природних змін.

Виділяють дві *основні групи екологічних показників*:

- покомпонентні;
- комплексні.

До першої групи відносяться індикатори стану повітря, вод, ґрунтів і біогеоценотичного покриву в цілому. Особливе місце в цьому ряді займають біоіндикатори. У якості екологічних показників виступають життєвість і продуктивність виду або угруповань, видова різноманітність, присутність або відсутність характерних видів. За коливаннями цих показників можна з великою вірогідністю встановити зміни природних комплексів під впливом природних і антропогенних факторів.

До другої групи екологічних критеріїв відносяться сумарні (інтегральні) показники, що характеризують природні системи в цілому.

До інтегральних показників можна віднести:

- інтенсивність біотичного кругообігу (визначається як відношення маси щорічної біологічної продукції до загальної маси);
- енерго-речовинний баланс природних систем;
- здоров'я населення (динаміка дитячої смертності, захворюваність дітей і дорослих, уроджені аномалії розвитку немовлят).

Один зі способів сумарного оцінювання стану території – розрахунок *екологічної цінності об'єкта* – потенційної корисності об'єкта.

4.5 Екологічна експертиза

Екологічна експертиза – вид експертної діяльності спеціально уповноважених державних органів, цивільних і інших формувань і об'єднань, що забезпечують дотримання вимог екологічної безпеки при розробці законопроектів, обґрунтуванні програм, концепцій, рішень, проектів і об'єктів, впровадження або реалізація яких може негативно впливати на стан навколишнього середовища, здоров'я й життя людей.

Цілі екологічної експертизи:

- на стадії проектування спрогнозувати потенційну небезпеку нам ічуваної господарської діяльності;
- оцінити достатність намічуваних заходів щодо раціонального використання природних ресурсів, охорони навколишнього середовища й здоров'я населення.

За оцінкою американських експертів, запобігання забрудненню навколишнього природного середовища на стадії розроблення проектної документації коштує в 4..5 разів дешевше, ніж ліквідація наслідків екологічно необґрунтованих рішень.

Завдання екологічної експертизи:

- державний перспективний контроль якості природного середовища й природокористування;

- здійснення комплексного екологічного й соціально-економічного розгляду документації, що обґрунтовує будь-яку господарську діяльність на території держави, для оцінювання допустимості й безпеки намічуваних рішень.

Основні принципи державної екологічної експертизи:

- обов'язковість;
- наукова відповідальність;
- позавідомчість;
- законність проведення;
- гласність;
- участь громадськості.

Провідним є принцип обов'язковості проведення екологічної експертизи. Гарантія обов'язковості проведення забезпечується неможливістю відкриття фінансування робіт із проектів і програмам без позитивного висновку екологічної експертизи.

Об'єкти екологічної експертизи:

- проекти програм;
- проекти будівництва й розміщення;
- техніка й технології;
- сировина й матеріали;
- продукція;
- хімічні речовини,
- проекти стандартів, технічних і правових норм.

Екологічна експертиза класифікується:

1) за типом:

- державна;
- суспільна;
- відомча;
- змішана;

2) за призначенням:

- первинна;
- вторинна;

3) за масштабами:

- міждержавна;
- державна;
- регіональна;
- районна;
- локальна.

В Україні серед найбільш значущої документації (еколого-експертні оцінки якої готувались Міністерством) були проекти будівництва Дніс-Туровської гідроакумуляційної станції, першочергових водоохоронних заходів у 10-кілометровій зоні відчуження ЧАЕС, «Державної програми розвитку каменевидобувної й каменепереробної галузі України на 1997–2006 рр.» і деякі інші.

Питання для перевірки якості засвоєних знань

- 1 Які методи досліджень використовуються в дистанційному та наземному моніторингу?
- 2 Які екологічні показники розглядають для оцінювання ступеня впливу антропогенної діяльності на екосистеми?
- 3 За якими критеріями встановлюють ступінь забруднення навколишнього середовища?
- 4 У чому полягає механізм еколого-експертного контролю?
- 5 Які екологічні організації є всесвітньо відомими?
- 6 Які групи нормативних показників використовуються в практиці моніторингових спостережень?
- 7 Які завдання ставляться перед екологічним моніторингом?

Література для додаткового ознайомлення

- 1 **Кучерявий, В. П.** Урбоекологія / В. П. Кучерявий. – Львів : Світ, 1999. – 119 с.
- 2 **Лосев, А. В.** Социальная экология / А. В. Лосев, Г. Г. Провадкин. – М. : Владос, 1998. – 312 с.
- 3 **Голубець, М. А.** Від біосфери до соціобіосфери / М. А. Голубець. – Львів : Поллі, 1997. – 251 с.
- 4 **Салтовський, О. І.** Основи соціальної екології / О. І. Салтовський. – К. : МАУП, 1997. – 168 с.
- 5 **Хотунцев, Ю. Л.** Экология и экологическая безопасность : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. завед. / Ю. Л. Хотунцев. – М. : Академия, 2002. – 480 с.
- 6 Экология : учеб. пособие / под ред. В. В. Денисова. – Ростов н/Д : Март, 2002. – 640 с. – (Сер. Учебный курс).

5 ОСНОВИ ТЕХНОЕКОЛОГІЇ

5.1 Проблеми енергетики

Джерела енергії на Землі ділять на дві великі групи: *основні й альтернативні*.

5.1.1 Основні джерела енергії

Основні джерела енергії – викопні види палива, ядерна й термоядерна енергія, гідроенергія. Важлива відмінність цих джерел полягає в їхньому величезному впливі на біосферу. Усі ці джерела в сукупності дають близько 93...97 % одержуваної електроенергії. Енергетика, заснована на невідновних джерелах, призводить до додаткового нагрівання середовища проживання (ТЕС, АЕС). Ці види джерел називають *додавальними*: їх енергія додається до енергії нагрівання планети, яка забезпечується Сонцем.

Використання невідновної енергії в кількості 1 % від тієї, яку отримує Земля від Сонця, може спричинити збільшення середньої температури біосфери приблизно на 1 °С. Це, у свою чергу, веде до глобальних катастрофічних наслідків для клімату Землі й для всіх живих організмів.

До XVIII ст. люди обходилися винятково відновними джерелами енергії, тобто сонячною, акумульованою в процесі фотосинтезу (деревина, енергія вітру й води тощо). Пізніше почалося активне використання викопного палива – кам'яного й бурого вугілля, нафти, торфу, сланців і природного газу (тобто енергії, законсервованої протягом геологічних епох).

З розвитком науково-технічного прогресу людство споживає усе більше енергії, і це загрожує чималими еколого-економічними проблемами й істотним зростанням ентропії. Світове споживання первинних енергоносіїв у 1998 р. склало 8,477 трлн т умовного палива (одна тонна умовного палива – 29 288 кДж енергії) [71]. При цьому на нафту припадає 40 %, природний газ – 24 %, вугілля – 27 % і на ядерне паливо – 9 %.

Більше за 3/5 усієї електроенергії виробляється в промислово розвинених країнах, серед яких за загальним виробленням виділяються США, Росія, Японія, Німеччина, Канада й Китай.

У сучасному світі на частку теплоелектростанцій припадає 63 % одержуваної електроенергії, гідроенергетика складає близько 20 % і більш ніж 17 % забезпечує атомна.

Ця картина змінюється в різних країнах: у Росії біля 68 % дає теплоенергетика; 20 % – гідроенергетика, 12 % – атомна. У ряді країн найбільший обсяг енергії виробляється на ГЕС: у Швеції і Єгипті – 50...60 %, Новій Зеландії – до 90 %, Норвегії – майже 100 %. Виробництво електроенергії на АЕС за останні 20 років зросло більш ніж у 10 разів. Атомна енергетика домінує у Франції – 76 %, Бельгії – 64 %, Швейцарії – 61 %. Україна з жовтня 2004 р. вийшла на так званий «французький тип енергозабезпечення»,

коли левову частину виробленої енергії (більш ніж 50,5 %) дає атомна енергетика. Атомні електростанції діють у 29 країнах світу [71].

Уже в найближчі п'ятнадцять років видобуток енергії сягне 100 тис. ТВт (терра – $1 \cdot 10^{12}$), що наблизить нас до критичної точки, тому що це може привести до перегріву Землі з непередбаченими наслідками для біосфери.

Теплова енергетика

ТЕС – електростанція, яка виробляє електричну енергію в результаті перетворення теплової енергії, що виділяється при спалюванні органічного палива (вугілля, торфу, газу, горючих сланців, мазуту). Теплові електростанції – основний постачальник електроенергії. У Росії ТЕС виробляють 75 %, у США – 80 %, в Україні – близько 46 % (на жовтень 2004 р.) [71].

Перші ТЕС з'явилися наприкінці ХІХ століття й одержали переважне поширення. Теплові електростанції поділяються на *конденсаційні* (КЕС), призначені тільки для виробництва електроенергії, і *теплоелектроцентрали* (ТЕЦ), крім електричної енергії виробляють теплову у вигляді гарячої води й пари. Великі КЕС одержали назву *державних районних електростанцій* (ДРЕС).

Взаємодія теплових електростанцій із навколишнім середовищем полягає у витраті палива, води, кисню з повітря, зміні рослинного покриву, у тепловому впливі й забрудненні різними викидами в геосфері.

Забруднення навколишнього середовища ТЕС залежить від використовуваного палива. Так, при спалюванні *твердого палива* в повітря виділяється зола з частками палива, що не згоріло, сірчистий і сірчаний ангідрид, оксиди азоту. Тверді частки, які надходять до атмосфери, найчастіше складаються з незгорілих часток вугілля, золи, сульфідів, сульфатів і сульфідів металів (заліза, міді, цинку, свинцю тощо), кремнезему, хлоридів, сполук кальцію, натрію, фосфору.

При спалюванні *рідкого палива* до атмосфери надходять оксиди азоту й сірки, сполуки ванадію, солі натрію, а також речовини, які видаляються з котлів при їхньому чищенні. Використання мазуту має такі переваги, як відсутність легкої золи в диму, немає проблем із золовідвалами.

Екологічно найчистішим паливом є природний газ. Він все ширше застосовується в інших виробництвах, незважаючи на те що є цінною технологічною сировиною.

ТЕС чинять значний вплив на ландшафт, а саме:

- змінюється рельєф;
- накопичуються шлаки й зола;
- порушуються характеристики поверхневого стоку;
- знищується структура ґрунтового шару й, в остаточному підсумку, екологічна рівновага;
- до водойм з охолоджувальними водами надходить велика кількість тепла.

Відомо, що теплова енергетика відноситься до екологічно найбрудніших джерел енергії. Це особливо стосується станцій, на яких як паливо використовують вугілля, торф, сланці й мазут. Наприклад, частка вугілля у виробництві електроенергії становить: у Польщі – 96 %, ПАР – 90 %, Австралії – 86 %, Китаї – 70 %, Німеччини – 58 %, США – 44 %, Україні – 27 %, Росії – 24 % [71].

В Україні теплові електростанції споживають переважно донецьке вугілля, горючий газ і мазут, у західній частині країни використовується львівсько-волинське паливо. Більші й середні ТЕС функціонують у всіх регіонах. Найбільшими серед них є Криворізька – 2, Зміївська (Харківська обл.), Запорізька, Старобешівська (Донецька обл.), Трипільська (Київська обл.), Ладжинська (Вінницька обл.), Бурштинська (Івано-Франківська обл.), Придніпровська (Дніпропетровська обл.).

Теплова електростанція потужністю 1 ГВт (гига – 10^9), що працює на вугіллі, залежно від технології і якості палива викидає в атмосферу протягом року від 10 до 120 тис. т оксидів сірки, 2...20 тис. т оксидів азоту, 3...7 млн т вуглекислоти, 700...1500 т золи й сажі й деякі інші токсичні продукти неповного згоряння – бенз[α]пирен і діоксини (канцерогени й мутагени найвищого порядку). Названі газоаерозольні викиди в повітряний басейн викликають порушення здоров'я людей і завдають шкоди рослинному й тваринному світу.

Крім того, в атмосферу в складі викидів надходить зола у вигляді дрібнодисперсних аерозолів, що змінює світлопропускну активність повітря й баланс сонячної радіації, яка надходить до земної поверхні. Протягом року на золовідвали йде близько 300 тис. т шлаків, які містять до декількох сотень тонн високотоксичних хімічних елементів (миш'як, кадмій, свинець, ртуть і марганець) і радіонукліди [71]. Складування золи здійснюється на значних за площею територіях, які випадають із використання в сільському господарстві.

Вважається, що ТЕС забруднює навколишнє середовище радіоактивними речовинами значно сильніше, ніж АЕС такої ж потужності. З твердими частками леткої золи до атмосфери надходить цілий ряд природних радіонуклідів уранового і торієвого рядів, а також ^{40}K [31]. Проектна ефективність очищення твердих часток на ТЕС дорівнює 98,5 %, але фактична складає не більше ніж 90 %. Унаслідок цього теплові електростанції, як і атомні електростанції, є джерелами надходження радіоактивних речовин до навколишнього середовища, що призводить до додаткового опромінювання населення.

У промислових викидах теплоелектростанцій містяться понад 60 металів і їх сполук у концентраціях, що значно перевищують ГДК [38]. Найбільш характерними є нікель, хром, марганець, а також кадмій, мідь, свинець і цинк. Кількість хімічних елементів залежить від їх вмісту у вихідній сировині, а також від ступеня сорбції золою і шлаком. Ступінь переходу, наприклад, фтору і ртуті в повітря в процесі горіння досягає 80...90 % від їх вмісту в паливі. Ступінь переходу в повітря летких форм свинцю,

кадмію і хлору перевищує 50 %. Для миш'яку і нікелю ця величина становить близько 20 %. У великих обсягах викиди теплоелектростанцій містять бенз[α]пірен і оксид кремнію (абразивний матеріал, що викликає силікоз легенів).

Теплові електростанції є потужними постачальниками вуглекислого газу в атмосферу й по праву вважаються винуватцями виникнення «парникового ефекту». Обсяги CO₂ досягають 6 млрд т/рік, а в майбутньому при прогнозованому зростанні частки вугілля викиди збільшаться до 20 млрд т/рік, що характеризується для планети як катастрофічне. ТЕС (за традиційно низьких ККД) розсіює в навколишній простір величезну кількість теплоти – до $42 * 10^{12}$ кДж.

Порушення теплового балансу посилюється скиданням термічних стічних вод, часто у відкриті водойми, у результаті чого відбувається зміна водних екосистем, аж до їх загибелі.

Проблема набуває ще більшої гостроти, якщо враховувати, що запаси паливних ресурсів на планеті закінчуються. Відомо, що в період з 1950 по 1990 роки світовий видобуток нафти виріс у 6,2 рази, природного газу – у 13, вугілля – у 2 рази [71]. Інтенсифікація видобутку органічного палива приводить до швидкого виснаження надр. За відомими оцінками, запасів нафти вистачить майже на 63...95 років, за деякими – менше, ніж на 30 років. Запасів кам'яного вугілля вистачить на 250...300 років, природного газу – на 100 років (при прогнозованих запасах у 360 млрд т умовного палива).

До останнього часу в теплоенергетиці домінували відносно екологічно чисті види палива (газ, нафта). За прогнозами вчених, їх роль уже в першій половині ХХІ століття суттєво зміниться, і у світовому енергобалансі зросте частка вугілля, а отже, і забруднення середовища.

У зв'язку з виснаженням доступних запасів органічного палива його видобуток постійно ускладнюється. Не слід забувати, що спалювання нафти, вугілля й газу з метою одержання електроенергії й тепла є вкрай бездумним й безгосподарним. Вони є незамінною сировиною для хімічного синтезу різноманітного асортименту важливої для народного господарства продукції: фармакологічних препаратів, пластмас, реагентів і розчинників, штучних волокон тощо.

При цьому знаходження шляхів вирішення завдання ведеться за такими напрямками:

- зниження токсичних викидів при існуючій технології;
- удосконалювання освоєних процесів і установок;
- освоєння більш досконалих процесів і установок;
- перехід на використання поновлюваних природних ресурсів.

Гідроенергетика

ГЕС – комплекс споруджень і устаткування, за допомогою яких енергія потоку води перетворюється в електроенергію. Відсутність потреби в паливі для ГЕС визначає низьку собівартість вироблюваної енергії. Тому спорудженню ГЕС, незважаючи на дорожнечу й тривалі терміни будівництва,

надавалося велике значення. Найважливіша особливість гідроенергетичних ресурсів у порівнянні з паливно-енергетичними – їхня відносна безперервність.

Вплив гідроелектростанцій на навколишнє середовище пов'язаний із будівництвом гребель, які необхідні для забезпечення концентрації потоку води, створення певного напору, підняття верхнього рівня води. У результаті перегороджування русла ріки створюються водоймища, значні за площею.

Вплив ГЕС на навколишнє середовище:

- відбувається трансформація ландшафту, переформування берегів, зміна ґрунтових умов;
- спостерігаються перепади температури водних мас у водоймищах;
- змінюється рівень і режим течій ріки;
- затоплення територій викликає зміну гідрохімічних і гідробіологічних характеристик (змінюється якість водного середовища);
- забруднення води через низьку якість санітарно-технічних робіт при створенні водоймищ, скидання підприємствами неочищених стоків і повільних процесів самоочищення водоймищ;
- посилення процесів евтрофікації (бурхливого розростання водоростей) у результаті порушень гідрохімічного (у надлишку накопичуються живильні речовини) і термічного режимів водоймищ. Це різко погіршує якість води (з'являється неприємний запах, смак), які роблять її непридатною для водокористування й водоспоживання;
- домінування процесів гниття у результаті низької концентрації кисню у воді, виділення парникових газів;
- змінюється видовий склад біоти (у першу чергу, планктонних угруповань), формуються нові біоценози.

Переваги гідроенергетики:

- тривалі терміни експлуатації;
- низькі експлуатаційні витрати;
- можливість накопичення енергії;
- відсутність забруднення гідросфери й повітряного басейну.

Гідроенергетика відіграє провідну роль у Норвегії, Новій Зеландії, Бразилії, Шрі-Ланці, Бразилії, Танзанії, Непалі (80...100 % загального вироблення електроенергії). Найбільшими гідроелектростанціями на планеті є бразильсько-парагвайська «Ітайпу» – функціонує на річці Парана (потужність – 12,6 млн кВт), венесуельська «Гурі» – на річці Кароні; російські Красноярська, Саяно-Шушинська – на річці Єнісей (потужність – більше ніж 6 млн кВт). В Україні основний обсяг виробництва гідроенергії дає каскад дніпровських ГЕС: Київська, Канівська, Кременчуцька, Дніпродзержинська, ДніпроГЕС (м. Запоріжжя), Каховська.

Атомна енергетика

АЕС – електростанція, у якій ядерна енергія перетворюється в електричну. Генератором енергії на АЕС є ядерний реактор. Виділене

в результаті ланцюгової реакції поділ ядер важких елементів тепло (як і на звичайних теплоелектростанціях) перетворюється в електричну енергію. АЕС працюють на ядерному паливі (урані, торії).

За даними Міжнародного агентства атомної енергетики, у 26 країнах світу експлуатуються 416 ядерних енергоблоків, які виробляють приблизно 16 % усієї електроенергії. Такі країни, як Франція, Швейцарія, Бельгія зробили основну ставку саме на АЕС, але інші країни, такі як Швеція, Данія, Австрія, Філіппіни, заявили про свій намір повністю відмовитися від атомної енергетики й демонтувати ядерні блоки, що працювали там.

Вплив АЕС на навколишнє середовище:

- теплове забруднення: джерела тепла (градирні, водойми-охолоджувачі) при експлуатації АЕС змінюють параметри мікроклімату прилеглих територій (особливо гідрологічних характеристик);

- утворення радіоактивних відходів, їх накопичення, зберігання, перевезення й поховання. Заховання радіоактивних відходів відбувається на спеціальних полігонах. Такі полігони повинні перебувати на великій відстані від населених пунктів і великих водойм. Дуже важливим фактором захисту від поширення радіації є тара, у якій містяться небезпечні відходи. Її розгерметизація або підвищена проникність можуть сприяти з забрудненню навколишнього середовища;

- поширення радіоактивних речовин у навколишньому просторі і їх вплив на екосистеми;

- потрапляння радіоактивних елементів у водойми в результаті сходження поверхневих вод (у тому числі після танення снігу);

- зміна характеру землекористування на прилеглих територіях;

- скидання технологічних вод, різноманітних за хімічним складом, впливає на живих мешканців водних екосистем;

- необхідність заховання устаткування, яке відпрацювало свій резерв і є радіоактивно забрудненим.

АЕС при експлуатації без аварій вважають екологічно чистим й економічно вигідним джерелом енергії. Однак у світі за час існування АЕС відбулося 150 аварій різного ступеня складності, найпотужніша з яких – катастрофа на Чорнобильській АЕС.

На сьогоднішній день в Україні функціонують 4 АЕС, які розташовуються в зонах збільшеної сейсмоактивності: Запорізька (м. Енергодар), Південноукраїнська (м. Південноукраїнськ Миколаївської обл.), Хмельницька (м. Нетешин), Ровенська (м. Кузнецовськ). П'ята АЕС – Чорнобильська – виведена з експлуатації в грудні 2000 р. Українські атомні електростанції працюють на вітчизняному (близько 50 %) і завезеному з Росії паливі (діоксиді урану).

Атомні електростанції можуть бути створені з високими показниками надійності й безпеки, що забезпечують виконання найсуворіших вимог наглядових органів, у тому числі з охорони біосфери від забруднення радіоактивними й іншими шкідливими речовинами.

Відомо, що АЕС потужністю 1000 МВт викидає в навколишнє середовище 7300 ГДж/г теплоти [71]. Враховуючи тенденцію невтримного нарощування потужностей АЕС, що найближчим часом досягнуть 6000 МВт на реактор, для охолодження конденсаторів таких станцій потрібно використовувати 300 м³/с води, що відповідає кількості води середньої ріки. Якщо температура води в охолоджувальних водоймах зростає на 8...10 °С, то в ній створюються несприятливі умови для життєдіяльності угруповань гідробіонтів, що зрештою приводить до трансформації водних екосистем, елімінації (загибелі) цінних видів (риб, раків, кормової фауни), *евтрофікації* (бурхливого розростання водоростей) і погіршення якості води.

Додаткове теплове навантаження на водойму на рівні 220 Вт/м² різко збільшує річкове випаровування води з її поверхні: на півдні України – у 2 рази, а на півночі – майже в 6 разів [71]. Для Харківської області, наприклад, місячний шар випару води при тепловому навантаженні 400 Вт/м² може досягати 447 мм.

Таким чином, очевидним є конфлікт двох таких складних об'єктів як енергетика й навколишнє середовище. З одного боку, темпи споживання паливних ресурсів у сучасному світі в багато разів випереджають темпи їх природного синтезу. З іншого – навколишнє середовище позначило границі стійкості від багатьох, різнопланових забруднень і в глобальних масштабах починає «коректувати» енергетику. Економічні й екологічні міркування вимагають усілякої економії невідновних енергоресурсів. Така економія дозволить зменшити витрати на виробництво продукції, зберегти енергоресурси для майбутніх поколінь, зменшити забруднення навколишнього середовища. Перспективи основної (паливної) енергетики пов'язані з принципами безвідходності, герметизації й енергозберігальними технологіями.

5.1.2 Альтернативні джерела енергії

До *альтернативних джерел* відносять усі види енергії, що безперервно діють в біосфері Землі: сонячну, вітрову, енергію океану, припливів і хвиль, течій, геотермальну енергію, енергію біомас тощо, які складають альтернативу основним (екологічно брудним) видам енергії. На нинішньому етапі розвитку людства ці джерела в сукупності дають близько 3...7 % виробленої електроенергії.

Екологічні недоліки невідновних джерел енергії приводять до розроблення й усе більш широкого використання нетрадиційних джерел енергії. Перелік відновних джерел енергії з розвитком науки й технологій безупинно зростає.

Найпотужнішим джерелом альтернативної енергії є потік сонячного випромінювання. Без шкоди для біосфери можна вилучити близько 3 % усього потоку, що надходить до Землі. Інші види енергії, такі як вітрова, енергія океану, можуть без шкоди для навколишнього середовища дати енергію, яка у кілька разів переважає ту, що сьогодні виробляється у світі.

Сонячна енергетика

Сонячна енергія має низку переваг. Вона є всюди, практично невичерпна й доступна в одній і тій же формі на нескінченно довгий час. Тривалість існування Сонця оцінюється приблизно в 5 млрд років. Щоб забезпечити свої енергетичні потреби в 2100 році, людству досить використовувати менше 0,1 % сонячної енергії, що падає на Землю, або сорокову частину сонячної енергії, що падає на пустелі. Крім того, використання сонячної енергії не викликає небажаних екологічних наслідків.

Однак сонячна енергія має низьку щільність потоку, її інтенсивність змінюється протягом доби, залежить від сезону тощо. Хоча кількість цієї енергії величезна, вона безконтрольно розсіюється. Отже, потрібні колекторні поверхні великої площі. Ще одна проблема пов'язана з нестабільністю надходження сонячної енергії. Навіть у пустелях, де переважає безхмарна погода, день змінюється ніччю. Тому необхідні спеціальні накопичувачі сонячної енергії.

Падаюча й розсіяна сонячна радіація відноситься до *прямих* видів сонячної енергії. *Непрямими* видами сонячної енергії є енергія хвиль, вітру, припливів, теплової градієнти океану, гідроенергія й енергія, отримана завдяки фотосинтезу.

Умовно можна виділити чотири напрями використання сонячної енергії: теплотехнічний, фотоелектричний, біологічний і хімічний. У цей час дослідження з використання сонячної енергії ведуться на всіх континентах. В Україні сонячна енергетика виробляється в Криму. Невелика експериментальна геліоустановка функціонує в Сімферополі.

Вітрова енергетика

Енергія вітру — це видозмінена активність сонячного випромінювання, і поки світить Сонце, дутимуть і вітри. Таким чином, вітер – це теж поновлюване джерело енергії.

Використання енергії вітру привертає усе більшу увагу, оскільки в масштабах планети енергія вітру в 1000 разів перевищує гідроенергію. Сьогодні в деяких промислово розвинених країнах частка вітрової енергетики досягає помітних значень. Так, вітрові електростанції в Данії виробляють близько 3 % спожитої країною енергії; найбільша потужність ВЕУ в Швеції, Нідерландах, Великобританії і Німеччині; у США виробляється більше за 1,5 млн кВт [93].

Переваги вітрових електростанцій (ВЕС) [56]:

- екологічно-чистий вид енергії – виробництво електроенергії за допомогою «вітряків» не супроводжується викидами вуглекислого чи будь-якого іншого газу;
- ергономіка – вітрові електростанції займають мало місця й легко вписуються в будь-який ландшафт, а також відмінно поєднуються з іншими видами господарського використання території;
- відновлювана енергія – енергія вітру, на відміну від викопного палива, невичерпна. Це краще рішення для важкодоступних місць, де встановлення вітрових електрогенераторів може бути найкращим і найдешевшим.

Недоліки:

- нестабільність – відсутність гарантій отримання необхідної кількості електроенергії. На деяких ділянках суші сили вітру може виявитися недостатньо для вироблення необхідної кількості електроенергії;
- відносно невисокий вихід електроенергії: вітрові генератори значно поступаються у виробленні електроенергії дизельним генераторам, що приводить до необхідності встановлення одразу декількох турбін. Крім того, вітрові турбіни неефективні в період пікових навантажень;
- висока вартість: вартість установки потужністю 1 МВт становить 1 мільйон доларів;
- шумове забруднення: головним екологічним недоліком вітрових електростанцій вважають генерацію ними інфразвукового шуму, тому території, де розташовані ВЕС великої потужності, виявляються практично непридатними для проживання. Шум від «вітряків» може викликати занепокоєння як диких тварин, так і людей, які проживають поблизу;
- небезпека для дикої природи: обертові елементи турбіни становлять потенційну небезпеку для деяких видів живих організмів. Згідно зі статистикою, лопаті кожної встановленої турбіни є причиною загибелі не менш як чотирьох особин птахів на рік;
- для розміщення турбін відводять величезні території часто родючих земель, які випадають із сільського господарства, що різко підсилює суперечки про доцільність будівництва вітрових електростанцій.

Незважаючи на перелічені недоліки, у багатьох країнах Західної Європи побудовані досить великі установки в 100...200 кВт. У Франції, Данії й у деяких інших країнах були введені в експлуатацію ВЕС із номінальними потужностями понад 1 МВт [93]. Одна з найбільш відомих установок цього класу «Гровіан» була створена в Німеччині, її номінальна потужність – 3 МВт. Але найбільший розвиток вітроенергетики отримала в США, де загальна потужність усіх вітроелектростанцій досягає 1300 МВт, причому серед них є гіганти з потужністю до 4 МВт.

Усього у світі сьогодні налічується приблизно 3 млн вітроустановок, із них лише 3,5 тис. – в країнах пострадянського простору. В Україні повноцінно функціонують ВЕС у районах з активним переміщенням повітряних мас: у Донецькій області (м. Новоазовськ), Криму (район Євпаторії), Карпатах (м. Сходмице).

Вітроенергетичні установки нині досягли рівня комерційної зрілості й у місцях зі сприятливими швидкостями вітру можуть змагатися з традиційними джерелами електропостачання. У переважній більшості випадків використовуються лопатеві машини з горизонтальним валом, що встановлюється згідно з напрямом вітру. Найбільшого розповсюдження з вітроустановок, які приєднуються до мережі, нині отримали вітроенергетичні установки (ВЕУ) з одиничною потужністю 100...500 кВт [77; 93].

У міру вдосконалення обладнання ВЕУ і наростання обсягу їх випуску вартість ВЕУ, а отже, і вартість виробленої ними електроенергії знижуються. Для стимулювання прискореного розвитку відновлюваної

енергетики впроваджується «зелений» тариф, який забезпечує повернення вкладених інвестицій на спорудження ВЕС. *«Зелений» тариф* – це спеціальний тариф, за яким закуповується електрична енергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, що використовують альтернативні джерела енергії [56]. Наприклад, в Україні «зелений» тариф на закупівлю електроенергії з альтернативних джерел був затверджений на рівні 66,24 копійки за 1 кВт/год (на 2009 рік).

Геотермальна енергетика

Геотермальна енергетика на базі термальних (гарячих підземних) вод. Своєрідні джерела – гейзери – періодично викидають гарячу воду й пару на висоту до 60 м. Вони утворюються в основному в областях сучасного вулканізму, де близько до поверхні залягає розпечена магма. Гейзери зустрічаються в Росії (на Камчатці), США, в Ісландії, Новій Зеландії. Геотермальна енергетика розвивається досить інтенсивно в США, на Філіппінах, у Мексиці, Італії, Японії, де побудовані геотермальні теплові електростанції.

Припливна енергетика

Океани містять величезний потенціал у вигляді теплової енергії температурної градієнти по глибині товщі води (різниці температур верхнього й нижнього шарів води), а також енергію океанічних течій, морських хвиль і припливів. У світі найбільш розвинені роботи на припливних електростанціях.

Енергія біопалива

Перспективне виробництво енергії біомаси, одержуваної в результаті перероблення органічних відходів. Розроблено технології виробництва біогазу й етанолу (які можна використовувати в якості палива) й компосту (у якості органічного добрива) з органічних відходів тваринницьких комплексів, міських стічних вод, побутових відходів, відходів деревообробної промисловості. Поширення цього напрямку в енергетиці спостерігається в США, активно використовується в Ісландії. В Україні перебуває в стадії аналізування потенційної ресурсної бази (експерименти проводяться у Вінницькій і Донецькій областях).

5.2 Промисловість

За характером виробництва виділяють видобувну й переробну промисловість. Шлях від природного ресурсу до споживача пролягає крізь ланцюг технологічних циклів, на кожному з яких спостерігається вплив на стан навколишнього середовища.

До найпоширеніших груп речовин хімічного забруднення промисловими підприємствами можна віднести:

- гази (CO_2 ; CO ; SO_2 ; NO_2 ; H_2S);
- важкі метали і їх сполуки (Hg ; Pb_2 ; Cd тощо);
- циклічні вуглеводні, бенз[α]пірен;
- радіоактивні речовини.

Промислові підприємства утворюють величезну кількість промислових і побутових відходів, які, потрапляючи в ґрунт, суттєво змінюють його хімічний склад і якість. Сильне забруднення ґрунту важкими металами в сукупності з осередками сірчистих забруднень приводить до виникнення техногенних пустель (наприклад, при взаємодії заліза із сіркою утворюється сірчисте залізо, яке є найсильнішою отрутою). У випадках, коли промислові відходи вивозяться на смітники, створюються реальні загрози значних забруднень атмосфери, а також поверхневих і ґрунтових вод, які в результаті взаємодії вологи й забруднень ґрунту закислюються.

Промислові відходи поділяють на *нетоксичні* й *токсичні*. Крім того, тверді відходи класифікують на *металеві*, *неметалеві* й *комбіновані*. Неметалеві відходи поділяють на *хімічно інертні* (відвали порожньої породи, зола тощо) і *хімічно активні* (гума, пластмаса тощо). До комбінованих відходів відноситься будь-яке промислове сміття.

За кількісним і якісним складом шкідливих викидів промислові виробництва можна розділити на:

- виробництва, що викидають в атмосферу умовно чисті технологічні й вентиляційні викиди шкідливих речовин, що не перевищують ГДК (наприклад, цехи з технологічними печами, що працюють на природному газі й малосірчистому мазуті);
- виробництва, що викидають гази, які мають неприємний запах (наприклад, виробництво азотної кислоти з каталітичним очищенням);
- виробництва зі значними викидами газу, що містить нетоксичні або інертні гази (наприклад, цехи і дробильно-помольним устаткуванням);
- виробництва, що викидають у атмосферу токсичні й канцерогенні речовини (наприклад, хімічне, нафтохімічне виробництва).

5.2.1 Гірничовидобувні підприємства

Інтенсивний видобуток і перероблення корисних копалин справляють потужний негативний вплив на навколишнє середовище, що виражається в активізації екзогенних геологічних процесів, зміні фізико-механічних властивостей і складу ґрунтів, погіршенні якості підземних і поверхневих вод. До атмосфери надходять величезні обсяги забруднювальних речовин і тепла, що викликає «парниковий ефект», кислотні дощі, смог.

Поверхня землі перетворюється під натиском кар'єрів, відвалів відпрацьованої породи, відстійників. Експлуатація вугільних шахт супроводжується просіданням земної поверхні над гірськими виробленнями, посиленням деформацій, ерозії, підтопленням. Якщо виробництво розробляє збіднені руди, то обсяги породи, яка витягається з літосфери, різко збільшуються.

За матеріалами доповіді про стан навколишнього середовища, в Донецькій області підприємства, які ведуть розробку родовищ корисних копалин, займають близько 20 тис. га родючих земель, породні відвали

й проммайданчики шахт – до 25 тис. га, що є величезною територією й джерелом постійного забруднення геосфери [25]. В області налічується 580 відвалів порід вугільних шахт і вуглезбагачувальних фабрик, 130 з яких ще горять (за даними за 2002 р.); в експлуатації перебувають 125 териконів (60 з них горять), які займають 5 тис. га земель (0,2 % від усієї території області). Відходами шахт виробничого об'єднання «Донецьквугілля» вже зайнято більш ніж 100 га сільськогосподарських угідь.

Гострою проблемою останнього десятиліття стало скидання неочищених шахтних вод високої мінералізації в ріки. За хімічним складом води шахт після закриття містять: сульфатів – до 4000 мг/дм³, зважених речовин – до 60 мг/дм³, сполук заліза – 30 г/дм³. Скидання стічних вод у місті Донецьку становить у середньому 160...170 млн м³ у рік, тоді як обсяги використовуваної прісної води складають у середньому 130...140 млн м³ у рік. Тобто кількість стічних вод, які скидаються, перевищує кількість використаної води, що пов'язано з надходженням значних обсягів стічних шахтних вод [18].

Всесвітньо відомий Криворізький залізорудний басейн простягається з півдня на північ на 100 км смугою від 2 до 7 км. За рік з надр Криворіжжя добувається до 30 млн т залізної руди [16]. У результаті використовуваної технології видобутку за багато десятиліть під містом Кривий Ріг сформувалися порожнечі загальним обсягом 6 км³. Це призвело до просідання земної кори й провалів багатометрової глибини. Інфільтрація в ґрунтові й підземні горизонти досягає 15 млн м³ на рік, що викликало засолення колодязів і земель. У ріки Інгулець і Саксагань скидалося з відстійників по 50 тис. т солей щорічно, серед яких 75 % становить NaCl. Крім того, з надр відкачується більше за 60 млн м³ високомінералізованих підземних вод, які накопичуються в поверхневих відстійниках і періодично скидаються у водойми.

В аграрній Полтавській області екологічну обстановку «коригує» Полтавський гірничозбагачувальний комбінат, який у 2002 році викинув у атмосферу 6705 т забруднень, у 2003 р. – на 300 т більше [2].

5.2.2 Підприємства чорної металургії

Згідно з технологією залізна руда в доменній печі під впливом високих температур перетворюється в чавун. Усі компоненти руди перемішуються, розплавляються, метал відокремлюється від баласту, який видаляється у вигляді газових і рідких, з подальшим тужавінням, відходів. Чавун являє собою сплав заліза й вуглецю (3...4,5 %). Він використовується для виробництва фасонного литва або для подальшого перероблення в сталь – сплав заліза, вуглецю (2 %) і легких металів.

Для одержання литва розплавлений чавун заливають у ливарну форму майбутнього виробу, порожнечі заповнюються ливарними стрижнями. Для виготовлення форми використовуються або формувальні матеріали, або, при масовому виробництві, метал і рознімна конструкція. Під час за-

ливання форми, її руйнування, відділення вилівка в атмосферу надходить величезна кількість пилу й шкідливих газів.

Сталь виготовляється з чавуну й сталевих брухту в мартенівських печах, конверторах або електропечах. З рідкого металу видаляються сірка, фосфор, кремній, вуглець і додаються легувальні елементи: хром, нікель, магній, барій. Сталь розливають у форми для лиття або у твердому гарячому стані відправляють на прокатний стан для виготовлення профільних металевих виробів: листів, труб, рейок, смуг, балок. Під час цього процесу атмосфера насичується оксидами азоту, пилом, оксидами вуглецю, сірководнем, фенолами, ціанідами, бензолом, толуолом; утворюється велика кількість твердих відходів; скидаються залізо-, хром-, мідь- і цинкмісні технологічні води. За даними В. В. Добровольського [16], найбільші обсяги забруднених вод – 97,1 млн м³ – скидає «Запоріжсталь».

Сталеві й чавунні вилівки й сталевий прокат проходять механічне оброблення (обрізання, фрезерування й ін.) і перетворюються в готові вироби, але при цьому стружка, пил, обрізки забруднюють навколишнє середовище.

Чорна металургія споживає величезні обсяги води – до 12...15 % від загального промислового водоспоживання. Причому на охолодження витрачається до 50 % води, на дегазифікацію – до 25 %, на оброблення металу – до 12 %.

У цілому на долю підприємств чорної металургії припадає до 20 % сумарних викидів забруднювальних речовин у атмосферу.

Так, в Україні викиди в атмосферу підприємствами чорної металургії в останні роки в середньому становлять: за оксидом вуглецю 66,6 %, пилом – 29,9 %, оксидами азоту – 19,7 %, сірчистим ангідридом – 10,9 % від загальної маси викидів зі стаціонарних джерел забруднення. Крім того, до атмосфери надходять вуглеводні, альдегіди, феноли, фтористі сполуки, сірководень і інші токсичні речовини. Через нерівномірний розподіл промислових комплексів на території України валові викиди підприємствами Донецької й Луганської областей складають понад третину всіх викидів, більше ніж половину цих викидів дає чорна металургія.

Найбільшим джерелом забруднення навколишнього середовища в чорній металургії є агломераційне виробництво. Так, аглофабрика заводу «Азовсталь» у середньому викидає в атмосферу близько 50 % усієї кількості оксиду вуглецю (CO) і сірчистого ангідриду (SO₂), понад 20 % оксидів азоту (NO₂) і пилу. Зазвичай аглофабрики викидають 1...6 млн м³/рік аглогазів, які містять 17 % кисню, а також шкідливі речовини: CO – 12,5, CO₂ – 0,8, NO₂ – 0,2, пил – 0,25 г/м³ [89].

У часи індустріалізації Радянського Союзу була сформована структура промисловості Донецько-Придніпровського району без урахування екологічних вимог: по два гігантські заводи в Дніпропетровську, Запоріжжі, Маріуполі (з урахуванням того, що тільки в Донецькій області є сім підприємств чорної металургії) і 15 коксохімічних заводів. Ці промислові центри лідирують у масштабах планети за рівнем забруднення в цій галузі, поділяючи пальму першості з російськими Магнітогорськом і Челябінськом.

Боротьба з пилегазовими викидами в чорній металургії вимагає великих капітальних і експлуатаційних витрат і ускладнюється тим, що викиди утворюються на всіх стадіях металургійного процесу й найчастіше мають неорганізований характер.

Зменшення негативного впливу металургійного виробництва вчені й фахівці бачать у таких заходах:

- створенні замкнених систем технологічних вод;
- очищенні димогазових викидів із використанням сучасних методів;
- використанні твердих відходів як сировини для інших виробництв (наприклад, будматеріалів);
- удосконалення технологій і устаткування з метою підвищення якості високотемпературних процесів (горіння, плавлення тощо).

5.2.3 Машинобудівні підприємства

Сучасне підприємство цього напрямку включає такі цехи й виробництва: ливарні, ковальсько-пресові, механічні й заготівельні, термічні й гальванічно-хімічних покриттів, зварювальні, збиральні, деревообробні, інструментальні та ін.

Найбільш активними джерелами пилегазових викидів є ливарні цехи, оснащені вагранками, електродуговими й індукційними печами, ділянками складування й перероблення шихти й формувальних матеріалів. При плавці однієї тонни металу у відкритих чавуноливарних вагранках виділяється до 1200 м³ колошникового газу, який складається з чадного газу, діоксидів сірки й азоту, парів масел і полідисперсного пилу [29]. У процесі лиття з формувальних сумішей можуть виділятися токсичні бензол, фенол, формальдегід і метанол.

У ковальсько-пресових і прокатних цехах при нагріванні й обробленні металу виділяються пил, кислотні й масляні аерозолі, оксиди вуглецю, діоксид сірки й ін. За даними Буториної М. В., Воробйова П. В. та ін. [29], викиди пилу становлять 200 г на одну тонну прокату, причому 20 % складають дрібнодисперсні частинки.

При травленні гарячекатаної смуги вміст соляної й сірчаної кислот може становити майже 2,5 г/м³.

Механічне оброблення металів на верстатах супроводжується виділенням пилу (100...300 г/год від круглошліфувальних верстатів), стружки, туманів масел, емульсій, які надходять до атмосфери.

Повітря термічних цехів забруднене аміаком, ціаністим воднем, оксидом вуглецю, окидами азоту, сполуками хлору й фтору, парами масел і іншими речовинами, які виділяються агрегатами термооброблення й ваннами.

На ділянках зварювання й різання металів склад і маса шкідливих речовин, які виділяються, залежить від виду й режиму технологічного процесу, властивостей застосовуваних зварювальних і зварюваних матеріалів.

У процесі ручного електродугового зварювання сталі при витраті 1 кг електродів утворюється 40 г пилу, 2 г фтористого водню, 1,5 г оксидів вуглецю й азоту, у процесі зварювання чавунів – до 45 г пилу й 1,9 г фтористого водню [29].

При газовому й плазмовому різанні в атмосферу виділяються токсичні сполуки марганцю, хрому, нікелю, чадний газ, оксиди азоту, озон (при плазмовому різанні).

Відходи підприємств машинобудування складають у середньому 260 кг на тонну металу, іноді досягаючи 50 % маси готового виробу. Заміна технологічного оснащення й інструмента приводить до утворення 55 % амортизаційного лому. Безповоротна втрата металу внаслідок стирання й корозії складає 25 % від загальної кількості амортизаційного лому.

Машинобудівні підприємства в основному формують відходи від таких виробництв:

- ковальсько-пресового й прокату (кінці, обрізки, обдирна стружка, ошурки, окалини й ін.);
- лиття (ливники, сплески, шлаки, сміття тощо);
- механічної обробки (висічки, обрізки, стружки, ошурки тощо).

В основній масі тверді відходи машинобудівного виробництва не токсичні й містять стружки й ошурки металів, деревини, пластмас тощо, шлаки, золи, шлами, амортизаційний брухт і пил (відходи систем очищення повітря тощо). У цілому машинобудування дає близько 2 % від загального обсягу промислових викидів.

Крім того, у кожній ланці машинобудівного виробництва використовується значна кількість води. Із загальної кількості стічних вод машинобудівних підприємств близько 75 % складають стічні води, що вміщують механічні забруднення; олія і нафтопродукти містяться в 20 % води, хімічні забруднення присутні в 5 % стоків [40]. У загальному споживанні води в машинобудуванні на частку гальванічного виробництва припадає близько 50 %. З цієї кількості 80 % води витрачається на промивання деталей. У гальванічному виробництві тільки 25...50 % металу йде на утворення покриття, а інша кількість виноситься з промивними водами. Стічні води травільних відділень і гальванічних цехів машинобудівного заводу утворюють рідкі відходи, серед яких неорганічні кислоти та їхні солі, луги, СПАР і неорганічні солі важких металів (хрому, цинку, нікелю, міді тощо), найбільш шкідливі в санітарному відношенні.

5.2.4 Хімічна й нафтохімічна промисловість

Найпоширенішими забруднювачами цієї галузі є оксиди сірки й азоту, соляна кислота, при використанні технологій із застосуванням органічних сполук викидаються ацетон, бензол, толуол, діетиловий ефір, дихлоретан, аерозолі.

Промислові емісії надходять до атмосфери в ході виробництва пластмас, гуми, добрив, барвників, кислот.

У Луганській області на порівняно невеликій території Лисичансько-Рубіжанського району зосереджені великі промислові підприємства хімії, нафтохімії, заводи з виробництва скла, у результаті чого рівень забруднення атмосфери перевищує санітарні норми в 3...50 разів. Рубіжне, Северодонецьк і Лисичанськ входять до списку найбрудніших міст України за станом повітряного басейну.

Екологічно небезпечні об'єкти – рубіжанський «Барвник», северодонецький «Азот», лисичанські содовий і нафтопереробний заводи – стали фактором, який викликав зміну екосистем головної водної артерії області – ріки Сіверський Донець. Там реєструється скорочення кількості багатьох видів риб, зміна ареалу їх проживання. Обсяги скидання неочищених стічних вод об'єднанням «Азот» складають 7874 т, ВАТ «Барвник» – 5215 т, що суттєво погіршує загальний стан поверхневих вод.

В Україні в структурі промислового потенціалу значна питома вага належить потенційно небезпечним виробництвам. Рівень техногенного навантаження на навколишнє середовище в 4...5 разів вищий, ніж в економічно розвинених країнах. Найбільший індустріальний пресинг виражений у Донецькій, Дніпропетровській, Запорізькій областях.

В Україні більш ніж 2500 промислових підприємств є основними джерелами токсичних відходів. Щорічний приріст відходів першого, другого й третього рівнів небезпеки сягає 3,5...8,1 млн т [30].

Для міста Донецька, великого промислового центру, основними забруднювачами атмосфери є підприємства вуглевидобувної, металургійної галузей і коксохімічного виробництва (близько 90 % викидів від стаціонарних джерел). Так, наприклад, виглядає перелік підприємств – основних забруднювачів навколишнього природного середовища в місті Донецьку [18]:

- 1) АП «Шахта імені Засядько»;
- 2) ККП «Донецькміськводоканал»;
- 3) ЗАТ «Донецьксталь – металургійний завод»;
- 4) Шахтоуправління Трудовське;
- 5) АП «Шахтоуправління імені Скочинського»;
- 6) АП «Жовтневий рудник»;
- 7) ВАТ «Донецький металургійний завод»;
- 8) ЗАТ «Металургійний завод "Істил"»;
- 9) АП «Шахта імені Горького»;
- 10) АП «Шахта імені Челюскінців»;
- 11) ГОАО «Шахта імені Калініна»;
- 12) АП «Шахта імені Абакумова»;
- 13) АП «Шахта "Лідієвка"»;
- 14) ВАТ «Донецьккокс»;
- 15) ГПП «Укрпромводчормет»;
- 16) Моспінське вуглевидобувне підприємство;
- 17) ГП «Шахта № 4-21»;

18) ГОАО «Шахта "Петровська"»;

19) ГП «Шахта № 17-17 "біс"»;

20) Шахта «Жовтнева».

Оптимізація параметрів середовища існування вимагає перегляду стратегії розвитку промислового виробництва з відмовою від екологічно небезпечних технологій. Цей шлях розвитку отримав назву *екологічної конверсії* промислового виробництва. Екологічна конверсія – багатоплановий і тривалий процес. Він пов'язаний, перш за все, з оцінюванням реальної необхідності продукту для суспільства, а сама продукція повинна відповідати високим екологічним вимогам.

Екологічної конверсії гостро потребує видобувна промисловість. Можливості для пом'якшення екологічних збитків від неї існують. Необхідно перш за все забезпечити повне вилучення корисних копалин. Втрати сировини при видобуванні та транспортуванні повинні бути мінімальними. Слід використовувати всі супутні продукти видобувної промисловості. Сировина та кінцеві продукти видобувної промисловості повинні правильно зберігатися.

Є технологічні можливості для зниження викидів оксидів сірки та азоту до атмосфери, їхнє впровадження дозволить зупинити прогресуюче забруднення атмосфери цими газами та знизить частоту випадання кислотних дощів. Необхідні для цього заходи нескладні. Слід:

а) надавати для спалювання попередньо збагачене вугілля;

б) здійснювати очищення нафти від сірки та азоту;

в) на усіх стаціонарних і пересувних установках оптимізувати режим спалювання кам'яного вугілля та палива, яке отримується з нафти, зокрема ефективного збагачення пального воднем;

г) проводити очищення продуктів горіння від оксидів сірки та азоту до того, як вони потраплять до атмосфери.

Технологічні процеси та типи відходів у різних галузях промисловості не однакові. Тому форми їхньої екологізації різні. У металургійній промисловості це – заміна мартенів, де виплавлення сталі йде 8...12 годин, на конвертори, що видають метал кожні півгодини. Впроваджуються установки безперервного розливання сталі, що також забезпечує зниження забруднення навколишнього середовища.

На підприємствах цукрової промисловості екологічну конверсію варто починати з очищення стічних вод, які забруднюють водойми. Найбільш ефективним вважається застосування біологічного очищення. На цукрових заводах Росії та України його почали застосовувати з другої половини ХІХ століття. Для цього створюються поля зрошення, поля фільтрування, біологічні ставки, а також штучні біоценози з найпростіших, мікробів і черв'яків, що значно прискорює розкладання осаду. Від важких металів можна позбутися шляхом осадження їх спеціальними реагентами.

5.3 Транспорт

Транспорт – один із найважливіших елементів сучасного індустріального суспільства, за допомогою якого здійснюється переміщення вантажів і пасажирів.

Види транспорту:

- автомобільний;
- сільськогосподарський (трактор, комбайн);
- залізничний;
- водний;
- повітряний;
- гужовий;
- трубопровідний.

У цілому у світі довжина магістралей автомобільних доріг із твердим покриттям перевищує 12 млн км, повітряних ліній – 5,6 млн км, залізниць – 1,5 млн км, магістральних трубопроводів – близько 1,1 млн км, внутрішніх водних шляхів – більш ніж 600 тис. км. Морські лінії простягаються на мільйони кілометрів [29].

Усі сучасні транспортні засоби впливають на навколишнє середовище, перетворюючи ґрунтовий покрив, водні об'єкти, повітряне середовище.

Хімічне забруднення атмосфери транспортними засобами:

- автомобільний – 85 %;
- водний – 5,3 %;
- повітряний – 3,7 %;
- залізничний – 3,5 %;
- сільськогосподарський – 2,5 %.

Фізичний вплив транспорту на атмосферу виражається в підвищенні рівня шумового впливу, інфразвукового, електромагнітного випромінювання, вібрації.

У великих містах рівень шуму досягає небезпечної межі у 80 дБ (відповідно до Закону України «Про охорону атмосферного повітря» нормативні рівні звуку для мешканців житлових кварталів повинні становити 55 дБ вдень і 45 дБ вночі) [19].

До негативних фізичних чинників міста належить також вібрація. Залізничний, рейковий і автомобільний транспорт є потужними джерелами вібрації в містах. Наприклад, коливання ґрунту поблизу залізниці перевищує землетрус силою 6...7 балів, у метро інтенсивна вібрація розповсюджується на 50...70 м [19].

Автомобільний транспорт є одним із основних джерел забруднення навколишнього середовища (атмосфери, літосфери, водних ресурсів). Основна його частина зосереджена в містах. Там, де його щільність перевищує 1 тис. на 1 км², середовище можна вважати зруйнованим. У великих мегаполісах автотранспорт дає 60...95 % усіх забруднень, випереджаючи промисловість і енергетику [29; 60].

Світовий автопарк нараховує 800 млн транспортних одиниць, із яких 83...85 % складають легкові автомобілі, 15...17 % – вантажні й автобуси. В Україні зареєстровано більше від одного мільйона вантажівок і близько 3 млн легкових автомобілів [24]. Відомо, що один легковий автомобіль щорічно насичує атмосферу 800 кг окису вуглецю, 200 кг різних вуглеводнів (у тому числі, бенз[α]піреном), 40 кг оксидів азоту й поглинає з атмосфери у середньому більш ніж 7,5 т кисню. Можна тільки здогадуватися про наслідки загальної автомобілізації.

Автотранспорт поглинає кисню значно більше, ніж усе населення великого міста. При концентрації кисню в повітрі нижчій за 17 % у людей виникають симптоми нездування.

Основна причина забруднення повітря полягає в неповному й нерівномірному згорянні палива. Усього 15 % його витрачається на рух автомобіля, а 85 % викидається в атмосферу. До складу викидів входять близько 200 хімічних сполук, залежно від виду палива, масел, режимів роботи двигуна, технічного стану й умов руху автомобіля. Найбільш характерними серед них є:

- *окси́ди азоту* – до 90 % міських територій є зонами підвищеного вмісту NO_x – високонебезпечних сполук, які викликають кислотні опади, смог, подразнюють шкірні покриви, слизові оболонки очей, верхніх дихальних шляхів тощо;

- *бенз[α]пірен* – найсильніший канцероген і мутаген;

- *чадний газ* – провокує кисневе голодування, порушення діяльності центральної нервової системи;

- *свинець і його сполуки* – знижують активність ферментів, порушують обмін речовин, знижують інтелектуальні здібності; погано виводяться з організму;

- *альдегіди* – викликають подразнення слизових оболонок очей й носа, верхніх дихальних шляхів;

- *сажа* – впливає на органи дихання; активно адсорбує на своїй поверхні бенз[α]пірен, що відбивається на погіршенні стану людей, хворих на астму, бронхіти та респіраторні захворювання;

- *пари води, водень, кисень, діоксид вуглецю* – компоненти, які сприяють збільшенню хмарності, зниженню врожайності сільськогосподарських культур, зростанню кількості вірусних захворювань.

Зараз автомобілі є основними винуватцями забруднення атмосфери великих міст. Становище погіршується ще тим, що автомобільні викиди концентруються в приземному шарі атмосфери, саме в зоні дихання людини. Так, у промисловому місті Донецьку автомобільний транспорт є одним із потужних забруднювачів атмосфери, питома вага якого в складі викидів досягає 32 %, і є вираженою тенденція до постійного зростання (за останні 10 років – на 76 %).

До останнього часу на території України використовувався переважно дуже шкідливий етильований бензин, який забруднює атмосферу свинцем.

Двигуни автомобілів часто бувають погано відрегульовані, а тому в їхніх вихлопних газах міститься багато СО і сажі.

Підраховано, що якщо всі вихлопні труби автомобілів у м. Києві з'єднати в одну, то утворювався б жахливий кратер діаметром 25 м, з якого може вивергатися майже 110 тис. т забруднювачів на рік.

У сучасному світі розв'язати проблеми неекологічності автотранспорту можна шляхом використання альтернативних видів палива. Замінниками нафти служать метанол, етанол, синтетичні палива, які одержують з вугілля. Останнім часом поширення отримала ідея використання в якості палива чистого водню. Екологічні переваги вже були доведені в ході різних випробувань. Для одержання такого палива можуть бути застосовані термо-, електро- і біохімічні технології з використанням енергії Сонця, ГЕС і АЕС.

5.4 Агроекологія

Агроекологія – це розділ прикладної екології, що вивчає взаємини культивованих людиною організмів, їх популяцій і угруповань із навколишнім середовищем.

Агроєкосистема – це штучно створена й регулярно підтримувана людиною екосистема сільськогосподарських ландшафтів (полів, городів, садів, виноградників тощо). Вони є основним об'єктом вивчення агроекології.

Агроєкосистеми займають приблизно 10 % від усієї поверхні суші (близько 1,5 млрд га). Для функціонування вони потребують, крім сонячного світла, додаткової енергії, яка привноситься людиною ззовні у вигляді мінеральних добрив, оброблення ґрунту, підбору асортименту рослин тощо. У цьому полягає корінна відмінність агроєкосистем від природних, у яких усі компоненти беруть участь у кругообігу речовин. В агроєкосистемах при вилученні вирощеної продукції відбувається розрив зв'язків і частина елементів випадає з кругообігу.

Найсудоріший контроль людина здійснює в агроєкосистемах напіввідкритого типу (теплицях, тваринницьких комплексах), де регулюється температура, вологість, радіація, органо-мінеральний склад.

При створенні агроєкосистем людина практично повністю переформовує природні системи. Часто з'являється спрощена система, що складається із сільськогосподарських рослин (або тварин) одного виду – *монокультур* (посіви пшениці, виноградники, чайні плантації тощо). Такі системи вкрай нестійкі й нездатні до саморегуляції і без підтримання людини, як правило, перестають існувати (але виключення бувають, варто згадати сади Семіраміди – одне з семи чудес світу!).

У штучних системах може відбуватися надмірне збільшення чисельності деяких видів – екологічний вибух (масовий розвиток колорадського жука, фітофтори тощо). Це є свого роду природним бумерангом за спрощення складних збалансованих зв'язків. Для регуляції кількості шкідників традиційно застосовують пестициди.

Розростання агроценозів є наслідком процесів урбанізації. Шляхи врегулювання цієї складної проблеми слід шукати в збереженні природних резервацій у недоторканому стані, тобто у створенні спеціального фонду для відновлення порушених зв'язків у біоценозах.

Питання для перевірки якості засвоєних знань

- 1 Які джерела енергії є основними? Який відсоток енергії видобувається завдяки цим джерелам?
- 2 У яких районах Земної кулі є доцільним будівництво вітрових електростанцій?
- 3 Які токсичні компоненти надходять до атмосфери міст унаслідок функціонування автотранспорту?
- 4 Чим відрізняються агроєкосистеми від природних систем?
- 5 Назвіть найбільш активні джерела пилегазових викидів у машинобудуванні?

Література для додаткового ознайомлення

- 1 **Внуков, А. К.** Защита атмосферы от выбросов энергообъектов : справочник / А. К. Внуков. – М. : Энергоиздат, 1992. – 176 с.
- 2 Инженерная экология и экологический менеджмент / М. В. Буторина, П. В. Воробьев, А. П. Дмитриева [и др.] ; под ред. Н. И. Иванова. – М. : Лотос, 2002. – 528 с.
- 3 Экология для технических вузов / В. М. Голуб, И. А. Кленова, В. И. Колесников ; под ред. В. И. Колесникова. – Ростов н/Д : Феникс, 2001. – 384 с.
- 4 **Голицын, А. Н.** Основы промышленной экологии : учебник для нач. проф. образования / А. Н. Голицын. – М. : Академия, 2002. – 240 с.
- 5 **Вронский, В. А.** Прикладная экология : учеб. пособие / В. А. Вронский. – Ростов н/Д : Феникс, 1996. – 512 с.
- 6 Инженерная защита для окружающей среды : учеб. пособие / под ред. О. Г. Воробьева. – СПб : Лань, 2002. – 288 с.
- 7 **Скалкин, Ф. В.** Энергетика и окружающая среда / Ф. В. Скалкин. – Л. : Энергоиздат, 1981. – 280 с.
- 8 **Кулешов, В. П.** Охрана природы от загрязнений промышленными выбросами / В. П. Кулешов. – М. : Химия, 1979. – 240 с.
- 9 **Еленский, Ф. З.** Экологизация производства и модели безотходных процессов : учеб. пособие для студ. вузов / Ф. З. Еленский. – К. : УМК ВО, 1988. – 59 с.

6 РЕГІОНАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ (ЕКОЛОГІЧНА КРИЗА В УКРАЇНІ)

6.1 Техногенно-екологічна ситуація

Сучасна екологічна ситуація в Україні характеризується як кризова. Рівень забруднення навколишнього середовища в країні в цей час в 6,5 рази вищий, ніж у США, і в 3,2 – ніж у країнах Європейської Співдружності.

За підрахунками фахівців, 20 % речовин, що викидаються в атмосферу промисловими джерелами України, є мутагенами й канцерогенами, що загрожують здоров'ю нації.

Природно-техногенна безпека України в значній мірі визначається надмірними техногенними навантаженнями на природне середовище. Несприятливі екологічні тенденції підсилюються внаслідок різкого підвищення частки застарілих технологій і устаткування, зниження темпів відновлення й модернізації виробництва. Зношення основних виробничих фондів усіх галузей народного господарства України становить у середньому 50 %, у той час коли на частку потенційно небезпечних виробництв доводиться майже третина обсягів випуску продукції. Непрацюючі промислові підприємства становлять ще більшу екологічну загрозу навколишньому середовищу, ніж працюючі (на функціонуючому підприємстві проводяться профілактичні заходи, фахівці знають його небезпечні місця тощо).

Паспортизація екологічно небезпечних об'єктів на території України (2000 р.) показала, що в цілому 7541 технічний об'єкт складає потенційну загрозу для країни і її населення, а більш за 1,5 тисячі – реальну загрозу. Причому 144 з них потребують вжиття невідкладних заходів уже зараз, а 300 – термінових профілактичних робіт. Сьогодні трохи менше за половину населення України проживає в «зонах ризику», які характеризуються ще й одночасним впливом декількох небезпечних факторів. Над 18 млн співвітчизників постійно висить загроза зараження сильнодіючими отруйними речовинами, а 2 млн людей щодня загрожує катастрофічне затоплення.

У спеціальній доповіді «Глобальні тенденції на 2015 р.», підготовленій Радою національної розвідки США наприкінці 2000 року, американські експерти констатували, що «Україні й Росії доведеться боротися із проблемами, які виникли в результаті зневажливого ставлення до навколишнього середовища, включаючи широке радіоактивне забруднення від ядерних потужностей». Вони впевнені, що в Україні й Росії зазначені проблеми загостряться, тому що основні пріоритети віддаються економічному зростанню й уряди цих держав не фінансують у потрібній мірі екологічні програми.

Відсутність ефективних природоохоронних технологій, недосконалість правового й економічного механізмів, нераціональне використання природних ресурсів, висока концентрація промислових об'єктів на обмежених територіях дозволили назвати Україну «чорною дірою Європи».

Серед *найбільш гострих екологічних проблем України* можна позначити в першу чергу такі:

- спадщина Чорнобиля;
- лиха Азовського й Чорного морів;
- проблеми головної водної артерії України – Дніпра;
- проблеми лісів Карпат;
- проблеми промислових регіонів;
- соціально-екологічна криза тощо.

6.2 Спадщина Чорнобиля

Минуло вже 25 років з моменту чорнобильської аварії. Але, незважаючи на це, сучасний Чорнобиль як і раніше приносить нам купу соціально-екологічних і економічних проблем.

Унаслідок аварії на Чорнобильській станції загальна площа забрудненої території більш ніж 8 млн га, на якій розташовано 20 держав. До сильно забруднених територій були віднесені північна частина України, захід Росії й Білорусь (де випало більш ніж 70 % радіації). У навколишнє середовище було викинуто 9 т радіоактивних речовин, серед яких переважно були ізотопи цезію-137 і 134, стронцію-90, плутонію-239 і 240 тощо [43]. Більша частина радіонуклідів, що випали, розпалася протягом декількох місяців. Серед них найнебезпечнішим був йод-131, який має період напіврозпаду не більше від 8 діб, але він активно увійшов до багатьох трофічних ланцюгів. Зараз небезпеку представляють стронцій-90 і цезій-137 з періодами напіврозпаду 29 і 30 років, а також тривалоіснуючі ізотопи калію-40, плутонію-239 тощо, періоди напіврозпаду яких обчислюються тисячами років.

Сучасна медицина не накопичила достатньої інформації про наслідки тривалого впливу малих доз радіації, щоб визначити перспективи на найближчі сто років. А тому після чорнобильської катастрофи жителі України є мимовільними учасниками своєрідного «експерименту з виживання». Уже зараз у країні реєструється різке збільшення кількості хворих на рак щитовидної залози, особливо у Рівненській, Житомирській і Хмельницькій областях. Високою є небезпека виникнення різних мутацій, закріплених на генетичному рівні.

Гострою проблемою є тимчасово зведений над реактором саркофаг, який може виявитися нестійким у період підвищення сейсмоактивності, тенденція до підвищення якої в Україні набирає силу. Існує небезпека активізування спонтанних фізичних процесів, які зараз відбуваються в реакторі. На сьогоднішній день розроблений серйозний, науково й економічно обґрунтований проект зі спорудження нового вкриття й почалася його реалізація, що вимагає величезних коштів. Міжнародне співтовариство, однак, прагне всіма силами мінімізувати наслідки аварії на ЧАЕС і не квапиться надавати допомогу постраждалим країнам.

Зараз Чорнобиль відділений від іншої території України 30-кілометровою зоною відчуження (зона жорсткого контролю). Радіоактивне забруднення тут нерівномірне. Погодні умови (дощі, напрямок і сила вітру) вплинули на нерівномірний розподіл радіоактивної хмари й формування окремих плям цезію. Наявність цих ізотопів на будь-якій території вимагає проведення дезактиваційних робіт. Слід зазначити, що науці відомі способи очищення ґрунтів шляхом переведення радіонуклідів у рослини, які потім викошують й заховують [39].

Щорічно існує загроза забруднення Дніпровської води в результаті безперешкодного сходження поталих вод із радіоактивно забрудненої території в ріку Прип'ять. Для обмеження такого потрапляння було розпочате будівництво розділової дамби на границі зони відчуження й ріки Прип'ять. Однак через нестачу фінансування дамба донині не добудована.

У результаті потужного опромінення короткоіснуючими ізотопами надзвичайно постраждали хвойні ліси. У тих з них, що залишилися, проводиться заміна хвойних порід дерев на листяні, які виявили більшу стійкість до радіації. Із засобів масової інформації відомо, що отримана в результаті вирубування деревина широко використовується в народному господарстві України, наприклад для виготовлення меблів або в якості кріплення у вугільних шахтах Донбасу, що не кращим чином відбивається на здоров'ї нації.

30-кілометрова зона, яка протягом 20 років є закритою для вільного доступу громадян, була оголошена полігоном для наукових досліджень з впливу радіації на природу, процесів її самовідновлення без втручання людини. Після зникнення біоценозу хвойного лісу на території, яка звільнилася, формується буйне різнотрав'я (що підживлюється радіацією) з випадкових видів. Стосовно фауни можна зазначити, що після катастрофи зникли всі дрібні гризуни. Однак багато видів рослин і тварин, занесених до «Червоної книги», які раніше вважалися зникаючими, тепер суттєво відновилися в кількісному відношенні. В умовах відсутності звичного антропогенного навантаження на окремих територіях 30-кілометрової зони природа здатна відновлюватися «до первісної чистоти». Для вчених і дослідників дозволене обмежене відвідування зони відчуження й, як відомо, прокладені комерційні туристичні маршрути.

На сьогоднішній день аварія на ЧАЕС залишається великомасштабною катастрофою планети. І, незважаючи на обмеженість запасів паливних ресурсів і їх величезну дорожнечу, окремі країни ухвалили рішення щодо повної заборони на будівництво АЕС (серед них Швеція, Італія, Бразилія, Мексика).

6.3 Проблеми головної водної артерії України – Дніпра

Дніпро є третьою за розміром рікою Європи й головною водною артерією України. Його ресурси становлять близько 80 % водних ресурсів країни, забезпечують водою 32 млн жителів і 2/3 господарського потенціалу України.

Останнім часом украї не задовільним залишається стан Дніпровського каскаду гідротехнічних споруд, що створює високу ймовірність їх прориву з усілякими наслідками. Якщо внаслідок навіть не дуже сильного землетрусу постраждає Київська ГРЭС, то земляна гребля, аварійність якої зараз становить 93 %, буде знищена, і на столичні райони Оболонь, Троєщину, а в підсумку – й на всю Україну лине «радіоактивне цунамі з води Київського моря». У випадку прориву київської греблі 27 українських міст, а також Запорізька АЕС будуть знищені. Масштаби наслідків важко навіть оцінити. Саме висока аварійність Київської греблі дає підставу вченим вважати Київське море, що зібрало за 20-літній період після Чорнобильської катастрофи близько 500 млн т високорадіоактивних мулистих нашарувань, найнебезпечнішим об'єктом усієї земної кулі, тому що територія, по якій може пройти мул, не підлягає реабілітації як мінімум тисячу років. За оцінкою керівника міжнародної групи вчених із прогнозування наслідків катастроф В. Кредо, «саме через Київське море столицю України цілком може очікувати доля Помпеї, а Україну – Атлантиди, що канула в небуття».

Потрібно враховувати, що на Дніпрі розташовано шість величезних гідроелектростанцій із водоймищами: Київська, Канівська, Кременчуцька, Дніпродзержинська, Каховська й ДніпроГЕС, і всі вони перебувають у незадовільному стані. Водоймища побудовані на найродючіших у світі землях і займають величезні території. Їхня сумарна площа становить більш ніж 2,1 % території України. Їхнє створення призвело до різкої зміни водобмінного режиму Дніпра, формування застійних зон, зниження здатності ріки самоочищуватися, посилення процесів евтрофікації, збільшення обсягів підземного стоку вод, зміни сольового режиму ґрунтів і процентного вмісту гумусу, активізації ерозії в прибережній зоні.

Експерти стверджують, що економічна й енергетична вигода від будівництва водоймищ несуттєва і вона не перекидає ті збитки, які несе народне господарство від недоотриманої на цій території сільськогосподарської продукції, від несприятливих кліматичних змін, від перетворення водоймищ у накопичувачі промислових і сільськогосподарських токсинів.

Щорічно в Дніпро скидається до 10 млрд т неочищених стічних вод, які містять нафтопродукти, амонійний і нітратний азот, фенол, солі важких металів, пестициди. З дощовими й талими водами в Дніпро потрапляють до 1 тис. т сполук заліза, 40 тис. т фосфорних, 20 тис. т калійних і 500 тис. т азотних добрив, 40 т нікелю, 2 т міді, 0,5 т хрому. З атмосфери в ріку щорічно потрапляє близько 10 млн т пилогазових компонентів.

У басейні Дніпра розміщено 5 українських АЕС. Існує щорічна з агроза потрапляння в Дніпро радіоактивних компонентів із чорнобильської зони у результаті практично безперешкодного сходження поталих вод і потрапляння їх у Прип'ять.

Відновлення басейну Дніпра – одне з першорядних національних завдань. Верховна Рада України ще в 1997 р. затвердила «Програму екологічного оздоровлення басейну ріки Дніпро й поліпшення якості питної води». Вирішення цієї проблеми вимагає об'єднаних зусиль України, Росії й Білорусії.

6.4 Проблеми Азовського й Чорного морів

Азовське море відоме своєю унікальністю. Це наймілководніше море планети і одне з найбагатших за біологічною продуктивністю.

Солоність води складала всього 12 ‰ (проміле), тобто в 1 л води міститься 12 г солей. Завдяки цій особливості, а також невеликим глибинам (середня глибина – 7,5 м), що дозволяють воді добре прогріватися, рослинний і тваринний світ Азовського моря характеризувався високою біологічною продуктивністю. Біомаса фітопланктону сягала 200 г/м³. В Азовському морі існувало більш ніж 300 видів і підвидів риби, серед них багато ендемічних і реліктових форм, прісноводних і напівпрохідних риби, серед яких такі цінні промислові види, як осетер, білуга, стерлядь, севрюга. Це обумовлено гідрологічними особливостями водойми й саме тим, що в неї впадають великі багатоводні ріки. До специфічних видів риби відносяться сарган і азовський калкан, за запасами осетрових це море раніше посідало друге місце у світі. Загальний улов риби в рік перевищував 300 тис. т. Древні греки Азовське море ласкаво назвали «Меотида», що перекладається як «годувальниця».

Зараз Азовське море перебуває в катастрофічному стані. Одна з головних проблем – підвищення солоності морської води. Ріки Дон і Кубань не додають потрібних обсягів прісної води через зарегульованість річково-го стоку й зрошувального землеробства. Цимлянське водоймище забрало з Азова 80 % прісної води, що призвело до зменшення площ нерестовищ осетрових, оселедця, риби й різкого підвищення солоності моря.

Азовське море контактує з Чорним морем, і через Керченську протоку до нього надходить більш ніж 31 км³ у рік чорноморської води, яка йде глибинною течією, тому що має велику питому вагу через більшу солоність (18 ‰). Таким чином, солоність води в Азовському морі зросла до 16 ‰, і це викликало незворотні зміни у водних екосистемах, призвело до скорочення ареалів проживання прохідних і напівпрохідних риби більш ніж у 3, 5 рази; більш ніж утричі зменшилися ареали проживання дорослих особин усіх видів риби. Зникли види риби, що не зуміли пристосуватися до більш солоної води. З осетрових залишився тільки один вид, але й той під загрозою повного зникнення, оскільки до екологічних лих приєднується браконьєрське винищування й нескординовані дії Мінрибгоспу з вилову й відтворення. Хижацький лов риби методом потужного океанічного лову здійснюється за допомогою сіток, значно більших за традиційні спеціальні снасті.

У 1970–90 рр. у басейні Азова замість традиційних культур почали активно вирощувати рис, що супроводжувалося використанням сильнодіючих пестицидів типу фосфаміду, ордраму, метафосу тощо, величезна частина яких потрапляла до водойми, викликаючи масовий мор риби. Щорічно спостерігалося неконтрольоване лавиноподібне збільшення змиву пестицидів у море з прилеглих сільськогосподарських масивів і принесення отрутохімікатів ріками. З рисових чеків скидалося до 3 км³ забруднених стічних вод.

Серйозним екологічним лихом є промислові стоки Маріуполя, Донецька, Ростова, Таганрога. Азовське море за цей час стало справжнім акумулятором забруднень: туди зливалися нечистоти з багатьох територій, на яких побудовані за радянськими технологіями сотні підприємств. Щорічно в Азовське море скидалося 4 млрд м³ стічних вод.

Погіршує ситуацію інтенсивне без дотримання екологічних і санітарних норм будівництво на узбережжі, на косах моря безлічі пансіонатів і баз відпочинку.

Шляхи вирішення проблем Азовського моря [42; 57]:

- оптимізація й збалансованість споживання вод Північнокримського каналу;
- широке застосування нових технологій вирощування рису на територіях, де використовується зрошення водою з рік басейну Азовського моря (це дозволяє знизити витрати води в десятки разів);
- закриття в Керченській протоці Тузлинської вимоїни, яка утворилася ще в 1925 році в результаті дуже сильного шторму. Він виокремив косу Тузла (Середню косу) від материка, розширивши тим самим коридор протоки, надав можливість більшій кількості густосолоної води проникати в Азовське море. «Закладення» вимоїни може сприяти відновленню споконвічного режиму обміну між Чорним і Азовським морями. Для порятунку Азовського моря з 70-х років минулого століття виношується ідея будівництва греблі на Керченській протоці;
- введення плати за користування водою для зрошення;
- впровадження систем податків і штрафів;
- на виробництвах, що скидають стічні води в Азовське море, термінове встановлення або відновлення очисних споруд;
- загальна участь різних комерційних структур у процесах поліпшення екологічного стану в регіоні.

Екологічний стан *Чорного моря* також вимагає пильної уваги. Крім хімічного забруднення водами Дніпра, Дунаю, Дністра, Південного Бугу, додається розроблення нафтогазових родовищ і приток радіонуклідів із Чорнобильської зони. Щороку в Чорне море скидається в середньому 12,5 млрд м³ стічних вод. За результатами дослідження забруднення водою нафтопродуктами, у карті небезпечних регіонів Чорне море посідає одне з перших місць за кількістю відходів, які скидають 20 країн Європи [85].

У Чорному морі збереглися хімічні боєприпаси з іпритом і люїзитом, затоплені під час Великої Вітчизняної війни в прибережних водах Севастополя й, зокрема, у Козачій бухті. Через корозію металу вони можуть вибухнути в будь-який час. У післявоєнний час нібито затоплені боєприпаси не раз намагалися дістати й знешкодити. У 1998 році відповідно до рішення уряду пошук хімічних боєприпасів відновився і за допомогою навчених дельфінів на різних глибинах виявили кілька десятків тонн таких боєприпасів. Однак пошук був припинений через відсутність грошей і чіткої програми з утилізації отрути, піднятої з морських глибин.

Унаслідок порушення гідродинамічного, хімічного й теплового балансів водних мас Чорного моря поступово піднімається його верхня межа насичених сірководнем глибинних вод моря. Нині вона перебуває вже на глибинах 80...110 м (раніше була на глибинах 150...200 м). Дослідження забруднених опадів у районах виносів рік Дунаю й Дністра підтвердили, що причиною сірководневого зараження водної товщі стала активізація анаеробних сульфатредукувальних бактерій. Поява сірководневих заморних зон збігається за часом з різким піднесенням промисловості й сільськогосподарства причорноморських країн. При подальшому забрудненні Чорного моря мікробне створення сірководню буде посилюватися, що може спричинити екологічну катастрофу. Ситуація така, що не можна не враховувати можливість скорочення аеробної зони моря й навіть прориву сірководню в атмосферу. Підвищення рівня чорноморського сірководню залишило в тіні не менш важливу проблему анаеробного бактеріального формування інших газів, і насамперед – метану.

Учені Інституту біології південних морів реєструють ситуації [83], коли Чорне море раптово перетворюється в «червоне» через присутність дінофітових водоростей (м. Севастополь, Козача бухта; 30.06.2010 р.). На думку кандидата біологічних наук Л. В. Кузьменко, вони «зацвітають» через різку зміну температури води і її сильне забруднення. «Червоні припливи» небезпечніші за все для риб, які масово гинуть у результаті виникнення різкого дефіциту кисню у воді.

За даними першої виданої «Морської Червоної книги», близько 160 видів фауни, які мешкають у Чорному морі, зараз перебувають на межі вимирання через перевищений вміст нафтопродуктів у воді. Улови риби скоротилися за останні роки в п'ять разів (складають лише 20 % від рівня 1970-х років) [85].

Не на останньому місці серед джерел забруднення стоїть індустрія туризму з величезними обсягами побутових каналізаційних стоків. Сильне бактеріологічне забруднення морської води, викликане скиданням стічних вод Ростову-на-Дону, Таганрога, Одеси є причиною закриття пляжів у курортних зонах.

Величезні обсяги забруднення морської акваторії неочищеними стоками підприємств, щорічні розливи нафти значно перевищили здатність морських екосистем до відновлення, сприяли розвитку незворотних процесів і зниженню біорозмаїття.

Екологічними проблемами Чорного й Азовського морів стурбований Євросоюз. Україна підписала Оргуську конвенцію в 1998 р., ратифікувала у 1999 р., однак чіткого механізму реалізації її положень дотепер не існує. Відомо, що Оргуська конвенція (м. Оргус, Данія, 1998 р.) була прийнята з метою сприяння захисту права кожної людини нинішнього й майбутніх поколінь жити в навколишньому середовищі, сприятливому для її здоров'я та добробуту. На початок 2010 р. вже 44 країни є сторонами Конвенції.

6.5 Проблеми лісів Карпат

Останнє десятиріччя в осінньо-весняний період майже звичними стали повідомлення про зсуви й повені в Карпатах, які мають катастрофічні наслідки. Держава виділяє на ліквідацію наслідків стихійних лих величезні кошти, але проблема не зникає. У чому причина?

Українські Карпати – це середньовисотні гори з теплим вологим кліматом. Вони складені з осадових порід і, виходить, можуть легко розмиватися будь-яким дощем. Чому ж Карпати простояли тисячоріччя й не розповзлися? Тільки завдяки лісам. Коренева система деревинно-чагарникових рослин як каркас скріплювала гори. На жаль, сучасні Карпати на аерофото зніманні виглядають «лисими».

Ніхто не може заперечувати певного значення несприятливої гідрометеорологічної ситуації у виникненні паводків. Але, принаймні протягом останніх 50 років, антропогенні фактори все в більшій мірі визначають виникнення паводкових катастроф. Важливо підкреслити, що в першій половині нинішнього століття антропогенний вплив на природні ландшафти Карпат був незначним, однак тодішні уряди після кожного паводка будували потужні дамби для захисту населених пунктів, протипаводкові водоймища, створювали водні перепади тощо. Тільки за післявоєнні 10...15 років було оголено 20 % покритих лісами площ. Це не могло не вплинути на гідрологічний режим гірських рік. Знищення лісів неминуче приводить до збільшення руйнівних селів, повеней і інших катастроф [70]. Немає сумнівів, що переруби, які трапляються в гірських лісах, зменшували здатність лісових екосистем затримувати опади й регулювати поверхневий стік води.

Професор В. Комендар (м. Ужгород) стверджує, що непомірна експлуатація лісів, надмірні вирубування, усихання дерев, повсюдне тралення зрубаних дерев привезли й продовжують вести до інтенсивної ерозії ґрунтів. Сьогодні, за його даними, існує близько 100 тис. га лісів на сильноеродованих і 37 тис. га середньо- і слабкоеродованих ґрунтах. Ступінь їх ураження несприятливими природно-антропогенними процесами на території Чернівецької й південної частини Львівської областей характеризується як сильний (26...50 % території), на території Закарпатської області – як достатньо низький (менш ніж 3 %), а територія, що залишилася, має середній ступінь перетворення (11...25 %). Таким чином, лісистість Карпат зменшується. Ерозія охопила величезні площі. Саме це і є причиною селеносних потоків, що викликали катастрофічні наслідки.

Катастрофічні повені в Закарпатті загострили інтерес суспільства й науки до лісів Карпатського краю. І хоча вчені досить непогано інформовані щодо фактичного стану карпатської лісової рослинності й на основі створеної ними системи заходів щодо запобігання повеней можуть указати шляхи вирішення долі «легенів» України, дискусія навколо проблеми триває.

Україна належить до найменш лісистих країн у Європі (14,2 %), однак ліси Карпат мають виняткове значення. Тут налічується більш ніж 70 видів дерев і 110 чагарникових порід. Найпоширеніші деревні породи:

ялина (40 %), бук (35,8 %), ялиця, дуб, а також м'яко-листяні породи (тополя, липа, осика). Найбільша кількість хвойних порід поширена в Прикарпатті (66,7 %), у Закарпатті велика кількість листяних лісів (67,4 %) [10; 39]. Однак підвищене використання лісоматеріалів призвело до загрози деградації й зникнення горіхових лісів, тому що деревина й особливо кореневі напливи горіхових дерев дуже цінні для художнього різьблення.

Крім того, гори – індикатор глобальної зміни клімату: Карпатські гори особливо чутливі до кліматичних змін і тому є ідеальним об'єктом для дослідження впливу планетарних кліматичних зрушень на видову різноманітність рослин і тварин, на гірські екосистеми й гідроенергетичні ресурси. Учені-екологи зазначають, що в результаті зростаючого тиску кліматичних і антропогенних факторів виявляється ряд нових проблем, серед яких рак хвойних порід дерев [10; 39]. Комбінація неконтрольованого вирубування лісу, сухого клімату й антропогенного тиску зменшує можливість природного відновлення площі лісів. До того ж екологічне взаємовідношення лісів і лісових шкідників не збалансоване та ускладнюється неправильним використанням пестицидів.

Сьогодні навіть без додаткових досліджень є можливість здійснити такі протипаводкові заходи, як: будівництво протипаводкових водоймищ, бетонних укріплень і дамб на поворотах рік, створення водних перепадів, припинення або істотне зменшення хаотичного й варварського видобування гравію, піску тощо, створення системи гідрологічного моніторингу. Лісівники повинні подбати про припинення самовільних рубок, що посилися в останні роки, і строго дотримуватися режиму надійної охорони гірських лісів. Потрібно також створювати водозахисні заказники, нові смуги прибережних лісів, не допускати використання прируслової 50-метрової зони для сільгоспугідь, перетворити еродовані пасовища в ліси й луки, заборонити вирублення чагарників для розширення площі орних земель. Очевидно, у Закарпатті слід поступово створювати рекреаційну й туристичну індустрію, підтримувати оптимальний рівень експлуатації лісу, забезпечувати співробітництво із сусідніми державами в розв'язанні екологічних, економічних, природоохоронних проблем [70].

«Ліс може пручатися майже всім руйнівним силам природи. Без илий він тільки проти одного ворога – людини» Карл Гайєр.

6.6 Проблеми промислових регіонів

В Україні, загальна площа якої становить 579 тис. км², території, які збереглися в природному стані, становлять 8 % від загальної площі (лише 50 тис. км²) [10]. Зони *екологічної кризи* й *екологічної катастрофи* займають 7,4 тис. км² площі країни. До них належать район 30-кілометрової зони Чорнобильської АЕС і причорноморські райони інтенсивного зрошення. *Надзвичайно забрудненими* (61 тис. км²) є території Придніпров'я, Наддністрянщини, Донбасу, східного Причорномор'я, багатьох великих

міст. *Дуже забруднені* (близько 116,7 тис. км²) і *забруднені* території (121 тис. км²) суцільними ареалами зосереджені в районі Чорнобильської АЕС і південної частини України. *Помірно забруднені* й *умовно чисті* території становлять відповідно 114,8 і 49,1 тис. км² і перебувають у центральній і західній частинах України.

У повітряний басейн країни здійснюють викиди 14,7 тисяч промислових підприємств (за даними Держкомстату України, 2003 р.). Викинуто 4,1 млн т шкідливих речовин, які в розрахунку на квадратний кілометр території склали 6,8 т, а на душу населення – 86 кг.

В окремих регіонах надходження шкідливих речовин до атмосфери значно перевищили відповідні середні значення по країні. Зокрема, у Донецькій області обсяги викидів у розрахунку на квадратний кілометр перевищували середній рівень у 8,8 разу, а на душу населення – у 3,9 разу, Дніпропетровській – відповідно в 3,9 і 2,8, Луганській – у 2,6 і 2,2, Івано-Франківській – у 1,9 і 1,5, Запорізькій області – у 1,3 і 1,4 разу більше. У Києві щільність викидів на 1 км² території перевищила середній показник по країні в 5,6 разу й складала 38,1 т.

Збільшилися шкідливі викиди в атмосферу в 15 регіонах країни, але найбільше – в АР Крим (на 10,8 тис. т або на 34 %), Закарпатській (на 5,5 тис. т або на 71 %), Черкаській (на 7,6 тис. т або на 26 %), Житомирській (на 3,2 тис. т або на 25 %), Чернігівській (на 4,8 тис. т або на 22 %), Івано-Франківській (на 32,3 тис. т або на 22 %) областях.

Серед населених пунктів країни найбільше антропогенне навантаження (понад 100 тис. т шкідливих викидів) припадає на атмосферу міст Дніпропетровська, Дніпродзержинська, Кривого Рогу, Донецька, Дебальцевого, Маріуполя, Макіївки, Бурштину (Івано-Франківська область), Луганська, Щастя (Луганська область), Запоріжжя.

Основними забруднювачами навколишнього середовища України є підприємства обробної й видобувної промисловості – відповідно 38 % і 22 % шкідливих викидів, а також підприємства-виробники електроенергії, газу й води, їх частинна участь – 32 % шкідливих викидів.

Потенційно небезпечні виробництва мають велику питому вагу в структурі промислового виробництва (42,8 % промислових фондів по країні). Особливо велика частка потенційно небезпечних виробництв припадає на Донецьку, Луганську, Дніпропетровську, Івано-Франківську й Київську області, що супроводжується різким погіршенням стану атмосферного повітря (табл. 6.1) [10].

За останні десять років у промислово напружених регіонах України в список основних найнебезпечніших забруднювачів атмосферного повітря входили діоксид азоту, формальдегід, пил, бенз[α]пірен, аміак і фенол (спостерігалось перевищення допустимих концентрацій).

Таблиця 6.1 – Стан атмосферного повітря в містах України (2006 р.)

Міста	Перевищення добових концентрацій шкідливих речовин в середньому за рік				
	Пил	Діоксид сірки	Оксид вуглецю	Діоксид азоту	Формальдегід
Донецьк	1,7	0,15	0,4	2,5	2,0
Дніпропетровськ	-	0,2	1,8	-	3,0
Дніпродзержинськ	1,3	0,2	1,0	2,0	-
Львів	1,2	1,0	1,0	1,0	2,7
Маріуполь	1,5	0,15	0,3	1,5	4,2
Полтава	1,3	0,1	0,7	0,8	0,8

У Карпатському регіоні для більшої його частини характерні істотна антропогенна трансформованість ландшафтів і значне забруднення серед овища. Хоча на фоні інших регіонів України поширення забруднення не носить загального катастрофічного характеру, скоріше – навпаки. Однак у деяких місцях сформувалися стабільні осередки загрозового екологічного стану. Наприклад, у Дрогобицькій агломерації (Дрогобич, Борислав, Стебник, Трускавець), де розвинені гірничо-хімічна, нафтопереробна, лакофарбова й інші галузі промисловості ставлять під загрозу розвиток курортного господарства й туризму в цілому в регіоні. Аналогічна ситуація склалася й у межах Львівсько-Волинського вугільного басейну, у зонах впливу Яворівського й Раздольського ПО «Сірка», Калуського ПО «Ориана». Хімічне й нафтохімічне виробництво Карпатського регіону включає гірничо-хімічну промисловість (видобуток сірки, калійних солей), основну хімію, промисловість хімічних волокон, лакофарбову, хімічних реактивів, пластичних мас і виробів з них. В останні роки внаслідок порушення режиму виробничих процесів у Карпатському регіоні значно зросла загроза виникнення екологічних аварій і катастроф. Забруднення повітря обумовлене наявністю на його території окремих видів агресивних виробництв. Майже четверта частина населення цього регіону проживає в зонах із підвищеним екологічним ризиком функціонування 250 промислових об'єктів.

Причини загострення сучасної екологічної ситуації в Україні [18]:

1 Екстенсивне використання всіх видів природних ресурсів, яке триває десятиріччями, без урахування можливостей природних регіонів до самовідновлення й самоочищення.

2 Концентрація на невеликих площах великої кількості надпотужних хімічних, металургійних, нафтопереробних і військових промислових комплексів і інших «гігантів соціалістичної індустрії», прискорена реалізація масштабних планів втручання в природне середовище.

3 Повна відсутність робіт із відновлення ґрунтів.

4 Проведення меліораційних робіт у величезних обсягах без належного наукового обґрунтування й ефективних технологій.

5 Недостатня забезпеченість очисними спорудами підприємств-забруднювачів навколишнього середовища, використання ними застарілих технологій і обладнання.

6 Висока матеріаломісткість і низька енергоефективність виробництва, які забезпечують високий рівень техногенного впливу на навколишнє середовище.

7 Низький рівень екологічної освіти й культури не тільки широких мас населення, а й керівників підприємств і організацій.

8 Активізація негативних економічних і соціально-екологічних процесів в Україні у зв'язку з аварією на Чорнобильській АЕС.

9 Відсутність діючих економічних стимулів щодо впровадження ресурсо- і енергозберігальних технологій.

10 Відсутність ефективної законодавчої бази й діючого державного контролю в галузі охорони навколишнього середовища.

11 Малоефективна екологічна політика держави, неспроможна врегулювати на сучасному етапі взаємозв'язки між ринковими й демократичними перетвореннями й реформуванням системи охорони навколишнього природного середовища.

6.7 Соціально-екологічна криза

Протягом останніх років у динаміці стану здоров'я населення України намітився ряд негативних тенденцій, у певній мері пов'язаних із незадовільною екологічною ситуацією. В Україні з початку 1990-х років відсутній природній приріст населення, а тривалість життя на 6 років нижча, ніж у розвинених країнах, високий рівень смертності (16,2 %) [82]. Тенденція стійка й невтішна.

Смертність значно (у 1,6 разу) перевищує народжуваність (9,9 %), що призводить до *депопуляції* (–6,3 %), яка, у свою чергу, зумовлює зменшення кількості населення країни. Починаючи з 1994 року, це скорочення досягло майже 6 млн осіб [82]. Перевищення кількості померлих над кількістю народжених нині не є дивним на Європейському континенті: депопуляцією охоплені 16 європейських країн [82; 86]. Однак Україну відрізняє масштабність депопуляції й прискорені темпи скорочення кількості населення, депопуляція становить 6,3 % проти 5,0 % у Європі [64; 74; 82].

Зараз населення України складає менш ніж 46 млн осіб. Учені позначили кількість населення в 35 737 000 осіб як критичну. Прогнозується скорочення населення більш ніж на 40 %. На екологічній карті ООН Україна пофарбована в чорний колір як країна з вимираючою нацією.

Більшість жінок України до 33-літнього віку припиняють дітонародження. Народжуваність зменшується через безплідність шлюбних пар і ранню дитячу смертність за рахунок змін у період внутрішньоутробного розвитку, погіршення стану здоров'я матерів, несприятливі екологічні умови, генетичні відхилення тощо [74].

Основною причиною виникнення багатьох захворювань є вплив малих доз радіації протягом тривалого часу. Медики у своїх виступах неодноразово підкреслювали, що Україну в найближчі роки очікує епідемія на рак й лейкомію. Зараз Україна посідає перше місце в Європі за дитячою онкологією.

Темпи зростання загальної захворюваності протягом останніх років становлять близько 35 %. Негативні зміни показників здоров'я виражаються в підвищенні рівня злоякісних новоутворень, серцево-судинних хвороб, бронхіальної астми, захворювань шлунково-кишкового тракту та алергійних. Тільки за один 1998 рік зростання кількості захворювань крові й кровотворних органів склало 11,2 %! Відомо, що найбільш чутлива до негативного впливу, у тому числі екологічного, саме кровоносна система.

Територіальний розподіл захворювань в Україні тісно корелює з екологічною ситуацією. Пригнічення імунобіологічних функцій, алергізація й, у результаті, зміна реакції організму є наслідком певних негативних впливів навколишнього середовища. У районі ЧАЕС основним є радіаційне забруднення, у Донбасі, Придніпров'ї, великих містах – виражене забруднення атмосферного повітря хімічними компонентами, у південних районах України – районах зрошувальної меліорації – забруднення землі й води пестицидами тощо. Антропогенне забруднення навколишнього середовища викликає еволюцію хвороб і їх збудників. З'являються не тільки нові форми й види збудників, але й змінюється епідеміологія «класичних» інфекційних захворювань. Причини появи нових хвороб іноді досить складно встановити.

У м. Севастополі спостерігається рівень смертності, майже на третину вищий за середній по Україні, який становить 250,5 випадків на 100 тисяч населення. Така сама складна ситуація спостерігається і в Запорізькій (рівень смертності – 236,0, перевищення середньоукраїнського на 22,7 %), Донецькій і Кіровоградській (по 222,5 і 15,2 %), Полтавській (216,3 та 12,0 %) і Київській (212,4 та 10,0 %) областях [82].

До регіонів із високими рівнями смертності від онкологічних захворювань належать Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Київська, Чернігівська області [82]. У них реєструється високий рівень смертності від раку шлунка, трахеї, бронхів, легенів (особливо в чоловіків), раку молочної залози в жінок (передусім у м. Севастополі та Одеській області). Уже протягом ряду десятиліть найвищий в Україні рівень смертності від онкологічних захворювань спостерігається у м. Севастополі.

Питання для перевірки якості засвоєних знань

- 1 Які демографічні тенденції характерні для України протягом останніх десятиріч?
- 2 Які масштабні екологічні проблеми існують в Україні?
- 3 Які чинники провокують виникнення повеней у Карпатах?
- 4 Як сучасна екологічна криза відбилась на складі іхтіофауни Чорного та Азовського морів?
- 5 Які міста України є найбільш забрудненими за станом атмосферного повітря?
- 6 У чому полягає причина відносно низької солоності Азовського моря?

Література для додаткового ознайомлення

- 1 **Добровольський, В. В.** Екологічні знання : навчальний посібник / В. В. Добровольський. – К. : Професіонал, 2005. – 304 с.
- 2 **Білявський, Г. О.** Основи екології: теорія та практикум : навчальний посібник / Г. О. Білявський, Л. І. Бутченко, В. М. Навроцький.. – К. : Лібра, 2002. – 352 с.
- 3 **Бойчук, Ю. Д.** Екологія і охорона навколишнього середовища : навчальний посібник / Ю. Д. Бойчук, Е. М. Солошенко, О. В. Бугай. – 3-тє видання, доп. – Суми : Університетська книга ; К. : Княгиня Ольга, 2005. – 302 с.
- 4 Екологія людини : навчальний посібник / за ред. Н. В. Кочубей. – Суми : Університетська книга ; К. : Княгиня Ольга, 2005. – 394 с.
- 5 **Гончаренко, А. В.** Географія : учебное пособие для школьников, абитуриентов и студентов / А. В. Гончаренко, Ю. В. Зайончковский. – Х. : Парус, 2005. – 504 с.
- 6 **Подкорытов, Н. П.** Природа и экология Донбасса / Н. П. Подкорытов. – Донецк : Донеччина, 1992. – 40 с.

ЛІТЕРАТУРА

- 1 **Баб як, О. С.** Екологічне право України : навчальний посібник / О. С. Баб як, П. Д. Біленчук, Ю. О. Чирва. – К. : Атіка, 2001. – 206 с.
- 2 **Багнюк, В.** Екологія регіонів / В. Багнюк // Надзвичайна ситуація. – 2004. – № 11. – С. 26–31.
- 3 **Білявський, Г. О.** Основи екології: теорія та практикум : навчальний посібник / Г. О. Білявський, Л. І. Бутченко, В. М. Навроцький. – К. : Лібра, 2002. – 352 с.
- 4 **Білявський, Г. О.** Основи екології : підручник / О. Г. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. – 2-е вид. – К. : Либідь, 2005. – 408 с.
- 5 Біорізноманіття // Вікіпедія. – Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/Біорізноманіття>.
- 6 **Бойчук, Ю. Д.** Екологія і охорона навколишнього середовища : навчальний посібник / Ю. Д. Бойчук, Е. М. Солошенко, О. В. Бугай. – 3-тє видання, доп. – Суми : Університетська книга ; К. : Княгиня Ольга, 2005. – 302 с.
- 7 **Борисов, В. И.** Азовское море / Борисов В. И., Капитонов Е. И. – ККИ, 1973. – Режим доступу: <http://roksalan.narod.ru/meotida.htm>.
- 8 **Вернадский, В. И.** Научная мысль как планетарное явление / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1991. – 271 с.
- 9 **Глухов, О. З.** Фітоіндикація металопресингу в антропогенно трансформованому середовищі / О. З. Глухов, А. І. Сафонов, Н. А. Хижняк. – Донецьк : Норд-Прес, 2006. – 360 с.
- 10 **Гончаренко, А. В.** География : учебное пособие для школьников, абитуриентов и студентов / А. В. Гончаренко, Ю. В. Зайончковский. – Х. : Парус, 2005. – 504 с.
- 11 **Гончаренко М. С.** Екологія людини : навчальний посібник / М. С. Гончаренко, Ю. Д. Бойчук; за ред. Н. В. Кочубей. – Суми : Університетська книга ; К. : Княгиня Ольга, 2005. – 394 с.
- 12 **Данилов-Данильян, В. И.** Устойчивое развитие (теоретико-методологический анализ) / В. И. Данилов-Данильян // Экономика и математические методы. – 2003. – Т. 39. – Вып. 2.
- 13 **Данилов-Данильян, В. И.** Сохранность экосистем по странам и континентам / В. И. Данилов-Данильян, К. С. Лосев, И. Е. Рейф // Новая география. – Режим доступу: <http://geo.1september.ru/2006/04/38.htm>.
- 14 Декларация Рио-де-Жанейро по окружающей среде и развитию // Википедія. – Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>.
- 15 **Денисов, Н.** Хотелось бы, чтобы замечательные виды Карпат, Причерноморья, Полесья сохранились не только на почтовых марках / Н. Денисов // День. – 14 марта 2008. – № 47. – Режим доступу: <http://ua-reporter.com/novosti/44172>
- 16 **Добровольський, В. В.** Екологічні знання : навчальний посібник / В. В. Добровольський. – К. : Професіонал, 2005. – 304 с.

- 17 Доклад о состоянии окружающей природной среды города Донецка / под редакцией С. Третьякова, Г. Аверина. – Донецк, 2007. – 65 с.
- 18 Донецкий экологичний портал. – Режим доступу: www.doneso.org.ua; http://revolution.allbest.ru/ecology/00063261_0.html.
- 19 Допустимі рівні звуку (шуму). Захист населення та навколишнього середовища від шуму. – Режим доступу: <http://ep1.org.ua>.
- 20 Стійкий екологічно безпечний розвиток і Україна : навч. посіб. / Дробноход М. І. [та ін.]. – К. : МАУП, 2002. – 104 с.
- 21 Если мы не поможем – они погибнут! – Режим доступу: <http://www.ecolife.ru>.
- 22 Загальне уявлення про біосферу. – Режим доступу: <http://books.br.com.ua/9021>.
- 23 **Залеський, І. І.** Екологія людини : підручник / І. І. Залеський, М. О. Клименко. – К : Академія, 2005 – 288 с.
- 24 **Желібо, Є. П.** Безпека життєдіяльності : курс лекцій / Э. П. Желібо [та ін.]. – Ірпінь : Академія ДПС України, 2001. – 356 с.
- 25 Земля тривоги нашої. За матеріалами доповіді про стан навколишнього природного середовища в Донецькій області у 2002 році / під ред. С. В. Третьякова. – Донецьк : Новый мир, 2003. – 158 с. : іл.
- 26 Земле угрожает массовое вымирание видов // Экология и жизнь. – Режим доступу: <http://www.ecolife.ru>.
- 27 **Израэль, Ю. А.** Экология и контроль состояния природной среды / Ю. А. Израэль. – М. : Гидрометиздат, 1984. – 560 с.
- 28 **Ільєнко, Р. Ю.** Екологія для всіх : словник-довідник / Р. Ю. Ільєнко. – Вид. 2-е, стереотипне. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 156 с.
- 29 Инженерная экология и экологический менеджмент / М. В. Буторина, [и др.] ; под ред. Н. И. Иванова. – М. : Лотос, 2002. – 528 с.
- 30 **Карманова, И.** Новые технологии утилизации отходов / И. Карманова // Строительство и реконструкция. – 2000. – № 4. – С. 31. – Режим доступу: www.first-realty.com.ua.
- 31 **Карташов, В. В.** Радіаційний вплив викидів АЕС та ТЕС України на навколишнє середовище та населення : дис... канд. наук : 21.06.01 / В. В. Карташов. – 2005. – Режим доступу: <http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/336104.html>.
- 32 Катастрофа в Мексиканській затоці. Куди поділася нафта? // Партія зелених України. – 23.11.10. – Режим доступу: http://www.greenparty.ua/news/news_23740.html.
- 33 Киотский протокол // Википедия. – Режим доступу: http://ru.wikipedia.org/wiki/Киотский_протокол.
- 34 **Козин, Л. Ф.** Водородная энергетика и экология / Л. Ф. Козин, С. В. Волков. – К. : Наук. думка. – 2002. – 335 с.
- 35 **Колесников, В. П.** О научных основах биологической рекультивации техногенных ландшафтов / В. П. Колесников // Проблемы рекультивации земель в СССР. – Новосибирск : Наука, 1974. – С. 12–25.

36 **Корсак, К. В.** Основи сучасної екології : навч. посіб. / К. В. Корсак, О. В. Плахотнік. – 4-те вид., перероб. і доп. – К. : МАУП, 2004. – 340 с. : іл. – Бібліогр. : с. 332–336.

37 **Кошельник, М. І.** Проблемні питання поводження з відходами в Україні / М. І. Кошельник // Центральна санітарно-епідеміологічна станція МОЗ України. – Режим доступу: www.cses.gov.ua/aktualni-pitannya/perelik/.

38 Оцінка впливу викидів теплоелектростанцій на вміст металів у волоссі дітей / В. М. Куляс [та ін.]. – Режим доступу: www.nbu.gov.ua/portal/Chem_Biol/Gnm/2008_52/46_52.pdf.

39 **Куликов, И. В.** Радиоэкология почв растительных покровов / И. В. Куликов, И. В. Молчанова, Е. Н. Караваева. – Свердловск : АН СССР, 1990. – 187 с.

40 **Куценко, В. В.** Вивчення умов утворення та скиду у поверхневій воді стоків машинобудівних підприємств м. Дніпропетровська / В. В. Куценко, О. В. Золотко // I Всеукраїнський з'їзд екологів : міжнар. наук.-техн. конф., (4–7 жовтня 2006 р.) : тези допов. – Вінниця, 2006. – С. 209.

41 Розвиток способів поводження з твердими відходами / В. О. Кучеренко [та ін.] // Інформаційний бюлетень Мінпромполітики. – 2007. – № 4 (14). – С. 51–56.

42 **Лагутов, В.** Хроника Азовской школы. Конец Азов-Дона / В. Лагутов. – Режим доступу: <http://proza.ru/2010/09/19/1042>.

43 **Левченко, О. Г.** Хіросіма – Нагасакі – Чорнобиль : уроки та застереження / О. Г. Левченко, Є. П. Маслов // Безпека життєдіяльності. – 2010. – № 3. – С. 25–26.

44 **Малишко, М. І.** Основи екологічного права України / М. І. Малишко. – К. : МАУП, 1999. – 52 с.

45 **Маршал, В. А.** Основные опасности химических производств / В. А. Маршал ; пер. с англ. Г. Б. Барсамяна [и др.]. – М. : Мир, 1989. – 672 с.

46 **Матвеев, Ю. Б.** Біогаз із Луганського полігона ТПВ / Ю. Б. Матвеев // Зелена енергетика. – 2003. – № 2. – С. 8–10.

47 **Медведев, В. В.** Стан робіт з моніторингу ґрунтів в Україні / В. В. Медведев, Т. М. Лактіонова // Екологічний вісник. – 2003. – № 5–6. – С. 8–10.

48 Методичні вказівки до практичних занять та виконання контрольних робіт, ОДЗ з теми «Пилогазоочищення» з дисципліни «Обладнання установок регенерації і утилізації відходів хімічних виробництв» для студентів спеціальності 7.090220 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» денної та заочної форм навчання // укладачі: Ф. А. Гуляєв, С. І. Якушко. – Суми : СумДУ, 2005. – 52 с.

49 **Михайлов, В. И.** Экологические проблемы Черного моря / В. И. Михайлов, Р. И. Лисовский // Украинский научный центр экологии моря, г. Одесса. – Режим доступу: <http://www.ecologylife.ru/ekologiya-goroda/ekologicheskie-problemyi-chernogo-morya.html>.

- 50 **Мосійчук, В.** Як не втратити / В. Мосійчук // Податкове планування. – Режим доступу: http://www.nalogovnet.com/stat_st.php?x=889.
- 51 **Мусієнко, М. М.** Екологія. Охорона природи : словник-довідник / М. М. Мусієнко, В. В. Серебряков, О. В. Брайон. – К. : Знання, КОО, 2002. – 550 с.
- 52 **Назаренко, І. І.** Ґрунтознавство. Охорона ґрунтів від переущільнення. Виведення ґрунтів з діючих екосистем та рекультивація порушених ландшафтів / І. І. Назаренко, С. М. Польчина, В. А. Нікорич. – Режим доступу: http://geoknigi.com/book_view.php?id=761.
- 53 **Одум, Ю.** Екологія : в 2 т. / Ю. Одум. – М. : Мир, 1986. – 704 с.
- 54 **Осіпов, В.** Накопичення відходів є порушенням конституційного права на здоров'я / В. Осіпов // Партія Зелених України. – Режим доступу: http://www.greenparty.ua/news/news_21307.html.
- 55 **Паршев, А.** Почему Америка наступает / А. Паршев. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : АСТ ; СПб : АСТРЕЛЬ, 2003. – 373 с.
- 56 Переваги та недоліки вітрової енергетики // Екологія життя. – Режим доступу: <http://www.eco-live.com.ua>.
- 57 **Пирогов, И. А.** Азовское море: прошлое, настоящее и будущее / И. А. Пирогов. – Режим доступу : <http://zarovednik.biz/kat.php?kat=827697631>.
- 58 Популяція американського журавля буде відновлена. – Режим доступу: <http://www.ecolife.ru>.
- 59 Проблема ліквідації твердих побутових відходів // Екологія. – Режим доступу: <http://referat.atlant.ws/?set=referat&mc=54&cm=3634>.
- 60 Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : монография / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ступина А. Б. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
- 61 Промышленная ботаника / Кондратюк Е. Н. [та ін.]. – К. : Наук. думка, 1980. – 260 с.
- 62 **Пушкарь, В. С.** Экология / В. С. Пушкарь, И. С. Майоров. – Режим доступу: <http://abc.vvsu.ru/Books/ekologija/page0018.asp>.
- 63 **Ревель, П.** Среда нашего обитания. В 4 книгах. Кн. 1. Народонаселение и пищевые ресурсы : пер. с англ. / П. Ревель, Ч. Ревель. – М. : Мир, 1994. – 340 с.
- 64 Регіональні особливості смертності населення України / Л. А. Чепелевська [та ін.] // Вісник соц. гігієни та орг. охорони здоров'я України. – 2007. – № 1. – С. 25–29.
- 65 **Реймерс, Н. Ф.** Азбука природы (микроэнциклопедия биосферы) / Н. Ф. Реймерс. – М. : Знание, 1980. – 208 с.
- 66 **Реймерс, Н. Ф.** Экология (теория, законы, правила, принципы, гипотезы) / Н. Ф. Реймерс. – М. : Молодая Россия, 1994. – 367 с.
- 67 Рекультивация земель. – Режим доступу: <http://books.br.com.ua>.
- 68 **Сапунов, В. Б.** Философия глобальных проблем человечества / В. Б. Сапунов // Компания открытых систем. – Режим доступу: http://sir35.ru/Sapunov/FILGLOB_093.html.

- 69 Словник-довідник з екології / К. М. Ситник [та ін.]. – К. : Наук. думка, 1994. – 668 с.
- 70 **Ситник, К.** Уничтожение лесов и экологические катастрофы / К. Ситник // Зеркала недели / Человек. – 28 октября – 3 ноября 2000. – № 42 (315).
- 71 **Ситник, К.** Чи допоможуть атомні станції розв'язати проблему глобального потепління? / К. Ситник, В. Багнюк // Надзвичайна ситуація. – 2005. – № 4. – С. 26–31.
- 72 **Скуратович, О. Я.** Географія. Оболонки Землі. Біосфера / О. Я. Скуратович, Р. Р. Коваленко, Л. І. Круглик. – Режим доступу: http://geoknigi.com/book_view.php?id=91.
- 73 **Смит, Дж. М.** Модели в экологии / Дж. М. Смит. – М. : Мир, 1976. – 184 с.
- 74 Современные тенденции рождаемости и смертности детей в Украине / Л.А. Чепелевская [и др.] // Современная педиатрия. – 2004. – № 1 (2). – С. 27–31.
- 75 Современные тенденции рождаемости и смертности детей в Украине / Л. А. Чепелевская [та ін.] // Современная педиатрия. – 2004. – № 1 (2). – С. 27–31.
- 76 **Степановских, А. С.** Экология : учебник для вузов / А. С. Степановских. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 703 с.
- 77 Сійкість природного середовища. Карта – отображение географической действительности. – Режим доступу: <http://mapsman.ru/>.
- 78 **Ткаченко, С. Й.** Перспективні технології малої енергетики / С. Й. Ткаченко, М. М. Чепурній // Екологічний вісник. – 2003. – № 5–6. – С. 14–16.
- 79 Успех встречи ООН по климату в Канкуне открывает перспективы для новых достижений // Деятельность системы ООН в области изменения климата. – Режим доступу: <http://www.un.org/ru/climatechange/>.
- 80 **Хотунцев, Ю. Л.** Экология и экологическая безопасность : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. завед. / Ю. Л. Хотунцев. – М. : Академия, 2002. – 480 с.
- 81 **Чеболда, І. Ю.** Природозберігаючі технології / І. Ю. Чеболда. – Тернопіль, 2003. – Режим доступу: <http://www.tnpu.edu.ua/subjects/12/Internet/Zmict.htm>.
- 82 **Чернова, Н. М.** Экология : учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н. М. Чернова, А. М. Былова. – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1998. – 272 с.
- 83 **Чепелевська, Л. А.** Регіональна диференціація смертності населення України від інфекційних та паразитарних хвороб і новоутворень / Л. А. Чепелевська, О. В. Любінець // Україна. Здоров'я нації. – 2008. – С. 13–18.
- 84 Черное море в Севастополе покраснело / Новости Севастополя – Новости Крыма. – Режим доступу: <http://ic.vc/nc/0630/4778.html>.

85 **Швиндлерман, С. П.** Основы общей экологии : учебное пособие для студентов вузов / С. П. Швиндлерман. – Донецк : Кассиопея, 1999. – 168 с.

86 **Шевчук, А. И.** Черное море – равноправный партнер в мировой экономике. Концепция природопользования в бассейне Черного моря / А. И. Шевчук. – Режим доступа: <http://www.ecologylife.ru/ekologiya-chernogo-morya-2002/chernoe-more---ravnopravnyiy-partner.html#more-1219>.

87 **Щепин, В. О.** Аналитический обзор региональных особенностей здоровья населения России : часть II / В. О. Щепин, Е. А. Тишук // Проблемы соц. гигиены, здравоохран. и истории медицины. – 2006. – № 2. – С. 3–11.

88 Экология и безопасность жизнедеятельности : учеб. пособ. для вузов / Д. А. Кривошеин [и др.] ; под ред. Л. А. Муравья. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 447 с.

89 Экология : учеб. пособ. / под ред. В. В. Денисова. – Ростов н/Д : Март, 2002. – 640 с. – (Сер. «Учебный курс»).

90 Экология окружающей среды стран СНГ. Экологические проблемы окружающей среды, пути и методы их решения. – Режим доступа: <http://www.ecologylife.ru/>.

91 Экология и изменение климата. Экология энергетики. Энергетика, экономика и экология. – Режим доступа: <http://www.economic-energy.com.ua/article/article28.html>.

92 Экологи недовольны итогами конференции в Копенгагене. – Режим доступа: http://lb.ua/news/2009/12/19/17598_ekologi_nedovolni_itogami.html.

93 Економічна і соціальна рада ООН // Вікіпедія. – Режим доступа: http://uk.wikipedia.org/wiki/Економічна_і_соціальна_рада_ООН.

94 Енергія вітру. Вітроелектростанції (ВЕС). Вітроагрегати ВЕУ // Енциклопедія енергетики. – Режим доступа: <http://energys.net>.

95 **Яцик, А. В.** Екологічна безпека : момент істини / А. В. Яцик // Науковий семінар «Проблеми утилізації відходів». – Київ. – 2000. – Режим доступа: <http://www.google.com.ua>.

ДОДАТОК А ЕКОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

А

Абсорбція – процес поглинання однієї речовини іншою з рівномірним розподіленням її в обсязі поглинача, а також поглинання світла при проходженні крізь речовину. Апарати, у яких здійснюється абсорбція, називаються абсорберами, речовина, що поглинає, – абсорбентом.

Аварія на ЧАЕС – найбільша техногенна катастрофа в історії людства. Відбулася 26 квітня 1986 р. на четвертому енергоблоці Чорнобильської атомної електростанції в результаті проведення технічного експерименту. У результаті плавлення тепловидільних елементів, що містять ядерне паливо, виникла пожежа. В атмосферу потрапили радіоактивні речовини (радіонукліди), які поширилися на величезній території й викликали радіоактивне забруднення, завдали величезної шкоди здоров'ю людей.

Автотрофи – організми, які продукують органічні речовини з неорганічних у результаті фото- і хемосинтезу. Це первинні виробники (продуценти) органічної речовини, які утворюють первинний трофічний рівень. До них відносять рослини й окремі групи ґрунтових і водних бактерій.

Агробіоценоз – штучно створена екосистема у вигляді посівів або насаджень культурних рослин, основні функції якої підтримуються системою агрономічних заходів: оранкою, внесенням добрив, обробленням отрутохімікатами тощо.

Агроекологія – розділ науки екології, що вивчає частину біосфери, яку формують культурні рослини, свійські тварини й ґрунт, оброблений під вирощування сільськогосподарських культур.

Адаптація – процес пристосування живих організмів до конкретних умов існування за допомогою їхніх морфологічних, популяційних і інших особливостей.

Адвентивність – випадкове або цілеспрямоване перенесення організму з однієї території існування на іншу з наступною акліматизацією, наприклад: амброзія, колорадський жук.

Адреналін – один із гормонів людей і тварин. При надходженні в кров підвищує споживання кисню й артеріальний тиск, вміст цукру, стимулює обмін речовин. При емоційних переживаннях вміст адреналіну зростає.

Адсорбція – поглинання речовини з розчину або газоподібного середовища поверхневим шаром твердого тіла (адсорбенту) або рідини. Адсорбція відіграє важливу роль у біологічних процесах і широко використовується в промисловості для очищення забруднених водних розчинів і димогазових викидів.

Азбест – збірна назва групи природних гідросилікатів (наприклад, актиноліт, хризоліт тощо), які здатні при механічній дії розщеплюватися на гнучкі тонкі (до 0,05 мкм) волокна довжиною до 20 мм. Завдяки вогнестійкості, стійкості до лугів, низькій тепло-, звуко- і електропровідності А. набув широкого розповсюдження в будівництві і промисловості. А. є дуже

сильним канцерогеном (особливо часто викликає рак легень), і у зв'язку з цим його використовують тільки в місцях, де людина не має з ним безпосереднього контакту в процесі експлуатації.

Акумуляція – процес накопичення на поверхні землі, на дні природних і штучних водойм продуктів ерозії й абразії, солей, органічних залишків різних забруднювачів. А також процес накопичення в живих організмах речовин-забруднювачів навколишнього середовища, що надходять у організм у процесі споживання їжі й контакту з різними середовищами.

Алергія – підвищена чутливість до дії чужорідних речовин органічного й неорганічного походження (алергенів), що надходять у організм із зовні або що утворюються в самому організмі.

Альфа-випромінювання – іонізувальне випромінювання у вигляді α -частинок (ядер атома гелію), що виникає внаслідок радіоактивного розпаду елементів. Найбільш небезпечно при потраплянні його джерел у організм людини разом із їжею або повітрям.

Аміак (NH_3) – газ із різким запахом. У природі утворюється при розкладанні органічних речовин, що містять азот; у промисловості отримують каталітичним синтезом із азоту і водню. Застосовують для виробництва азотної кислоти, добрив, у якості охолоджувачів. А. викликає сльозотечу, задуху, запаморочення, біль у шлунку. ГДК – $0,04 \text{ мг/м}^3$.

Анаероби – організми, які живуть за рахунок енергії розпадання органічних і неорганічних речовин у безкисневому середовищі.

Аномалія – відхилення від існуючої норми, у тому числі й у розвитку.

Антибіотики – біологічно активні речовини, які виробляються мікроорганізмами, вищими рослинами, а також у тканинах тварин (пеніцилін, стрептоміцин тощо). Мають виражену антибактеріальну спрямованість.

Антиоксиданти – хімічні сполуки, які перешкоджають протіканню окисних процесів або повністю блокують їх. У промисловості використовують для стабілізації полімерів, каучуків, масел. У медицині застосовують для гальмування процесів старіння людського організму.

Антропогенний вплив – вплив, пов'язаний із діяльністю людини (господарської, технічної), що приводить до змін у навколишньому середовищі (часто неконтрольованих).

Антропогенний ландшафт – ландшафт, перетворений господарською діяльністю людини настільки, що змінюється зв'язок природних (екологічних) компонентів у розмірі, який веде до додавання нового в порівнянні з раніше існуючим на цьому місці природним комплексом.

Аридна зона – територія з малою щільністю життя. це – перш за все пустелі. Термічний режим аридних зон різноманітний унаслідок їх значного розповсюдження. Характерними є нестача вологи, сильні вітри, великий перепад добової температури.

Асиміляція – засвоєння й використання організмом необхідних для його розвитку речовин, що надходять до нього ззовні.

Асфіксія – розлад дихання, обумовлений дефіцитом кисню у крові людини й надлишком вуглекислого газу. Виникає, наприклад, при отруєнні чадним газом.

Атомна енергія – енергія, яка виділяється в результаті спонтанного поділу ядер елементів із порядковим номером більшим за 82, а також радіоізотопами. Ядерний розпад здійснюється за рахунок перевищення сил відштовхування над силами притягання, що діють між елементарними частками (протонами, нейтронами) усередині ядра. Атомна енергія в десятки тисяч разів перевищує енергію хімічного розпаду. Вона є одним із джерел електричної енергії, що виробляється на АЕС.

Аутекологія – розділ науки екології, що вивчає взаємини окремих видів організмів із навколишнім середовищем.

Аерація – природне або штучне надходження повітря в яке-небудь середовище з метою збільшення в ньому вмісту кисню.

Аерозолі – дисперсні системи з твердих або рідких часток (дим, туман), що перебувають у завислому стані в газовому середовищі.

Б

Байрачний ліс (байрак) – ліс у степовій зоні, переважно дубовий, розташований у сухих балках.

Бактерії – група переважно одноклітинних мікроорганізмів із прокаріотним (без'ядерним) типом розвитку. Відіграють роль редуцентів, беруть участь у кругообігу речовин (нітрифікації, азотофіксації, окисненні, відновленні сполук сірки тощо), важливі для процесів самоочищення природного середовища, для синтезу вітамінів, ферментів, амінокислот. Деякі бактерії є збудниками ряду захворювань людини, тварин, а також рослин (туберкульоз, холера, тиф тощо).

Бактеріологічна зброя – спеціальні боєприпаси (бомби, знаряддя, міни), насичені бактеріологічними компонентами, здатними викликати масові захворювання людей, тварин, рослин. Використання бактеріологічної зброї заборонене.

Бактеріофаги – віруси, що знищують бактерій.

Безпека екологічна – стан, при якому відсутня загроза завдання збитків природному середовищу й здоров'ю людей. Досягається сукупністю заходів, спрямованих на зниження негативного впливу антропогенних факторів.

Беккерель (Бк) – одиниця вимірювання активності радіонукліда. 1 Бк відповідає одному ядерному розпаду за 1 секунду й становить 0,027 нанокурі. Одиниця названа на честь французького вченого А. Беккереля.

Бенз(а)пірен – поліциклічний ароматичний вуглеводень, який утворюється під дією високої температури на деякі органічні речовини. Міститься у відпрацьованих газах автомобілів, у тютюновому димі, у газах, які викидаються підприємствами чорної металургії, ТЕС, деякими хімічними підприємствами. Має канцерогенні властивості. ГДК у повітрі – 0,1 мкг/100 м³.

Бензол (C₆H₆) – безбарвна речовина з характерним запахом, органічний розчинник. Отримують виділенням із фракції сирого бензолу коксохімічного виробництва, каталітичним риформінгом нафтових фракцій. Стійкий до дії високих температур і окиснювачів. Застосовується для виробництва багатьох хімічних речовин, фармацевтичних препаратів, у якості добавки до моторного палива. Має канцерогенну дію, сильно подразнює

шкіру. За високих концентрацій може викликати судомну дію. При багаторазових впливах низьких концентрацій спостерігаються зміни в кровотворних органах. ГДК в повітрі – 0,1 мг/м³.

БЕР – одиниця еквівалентної дози (біологічний еквівалент *рада*), введена для оцінювання можливої шкоди здоров'ю людини при хронічному впливі іонізуючого випромінювання. 1 бер = 0,01 Дж/кг.

Бета-випромінювання – іонізуюче випромінювання, що утворюється в результаті розпадання радіонуклідів у вигляді β-частинок (електронів і протонів). Залежно від енергії пробіг β-частинок у повітрі коливається від 10 см до 5 м. Негативно впливає на живі організми.

Біогаз – суміш газів (метану з домішками вуглекислого газу, водню, кисню, сірководню), яка утворюється при розпаданні органічних речовин, у тому числі побутових відходів, відходів рослинництва й тваринництва. Розроблені технології виробництва електроенергії шляхом отримання й перероблення біогазу (альтернативне джерело енергії).

Біогеохімічний цикл – циклічний процес кругообігу хімічних речовин між компонентами біосфери, що бере початок з неорганічної природи через рослинні й тваринні організми й повертається знову в неорганічний світ. Здійснюється в основному за рахунок сонячної енергії й енергії хімічних реакцій.

Біогеоценоз – історично сформований взаємообумовлений комплекс живих і неживих компонентів однорідної ділянки земної поверхні, що пов'язані між собою обміном речовин і енергії. Сукупність живих компонентів становить біоценоз, сукупність неживих – екоотоп (біотоп).

Біоіндикатори – організми, за допомогою яких можна оцінити стан природного середовища, дати оцінку процесам, що протікають під впливом антропогенного фактора. Біоіндикатори вказують на наявність і певну концентрацію забруднювальних речовин.

Біологічна продуктивність – формування біомаси рослин, тварин, мікроорганізмів, що входять до складу біогеоценозу. Може виражатися в кількості біомаси на одиницю площі або обсягу за одиницю часу найчастіше в грамах вуглецю або сухої органічної речовини.

Біофільтр – шар матеріалу, покритий біологічно активною плівкою, через який пропускають воду або повітря з метою їх очищення.

Біомаса – кількість живої речовини тих або інших організмів, виражена в одиницях маси або енергії, що приходить в певний період часу на одиницю площі або обсягу. Біомасу визначають із метою вивчення продуктивності груп організмів, окремих екосистем і біосфери в цілому.

Біотехнологія – сукупність методів і процесів, що використовують живі організми з метою одержання корисних для людини продуктів (наприклад, лікарських препаратів, продуктів харчування тощо).

Болото – надмірно зволожена ділянка земної поверхні, покрита вологолюбною рослинністю (на основі якої утворюється торф). Болото виникає внаслідок обміління й заростання озер, розташованих у низинах. Виділяють низинні, верхівні й перехідні болота.

В

Важкі метали – хімічні елементи з атомним номером більшим за 20 у періодичній системі елементів Д. І. Менделєєва. До них не відносяться лужні, луго-земельні й благородні метали. Окремі з них необхідні організму людини в невеликих кількостях. Токсичні для організму, мають властивість накопичуватися.

Вапнування ґрунтів – внесення вапна або добрив, що його містять (доломітове борошно, спеціально приготовлені з вапна компости), з метою нейтралізування кислих ґрунтів (із рН < 6) і підвищення врожайності.

Відвал – насип, який формується з порожньої породи на спеціально відведених територіях у результаті перероблення корисних копалин.

Відпрацьовані гази – гази, які викидаються в навколишнє середовище в результаті технологічних процесів.

Вивітрювання – процес механічного руйнування й зміни хімічного складу гірських порід і мінералів земної поверхні під впливом різноманітних атмосферних факторів, ґрунтових і поверхневих вод за участю живих організмів і продуктів їх розпаду.

Вид (біологічний) – сукупність споріднених організмів, які характеризуються певними морфологічними й екогеографічними особливостями, єдністю філогенетичного походження, однаковим типом обміну речовин, здатних до схрещування з утворенням плідного потомства. Вид – основна структурна одиниця в системі живих організмів.

Виживання – ступінь збереження популяції або виду в процесі еволюції або під дією антропогенного фактора.

Викиди – короткочасний вступ у навколишнє середовище забруднювальних речовин або надлишкового тепла.

Вимирання видів – процес скорочення кількості особин певного виду, що може призвести до повного його зникнення. Вимирання видів викликається зміною умов існування, у тому числі внаслідок діяльності людини. За даними учених-екологів, щорічно зникає 1 % тропічних дощових лісів, при цьому щодня вимирають 70 видів рослин і тварин, що становить приблизно 3 види в годину. Сьогодні внаслідок глобальних негативних процесів гине десята частина коралових рифів – зон найбільшої біологічної різноманітності на мілководді; у найближчі десять років за прогнозами може загинути ще 30 %.

Виснаження вод – зменшення стоку поверхневих або скорочення запасів підземних вод. Відбувається в результаті забруднення рік, посиленого споживання води промисловістю й сільським господарством.

Виснаження ґрунтів – зниження родючості ґрунтів у результаті неправильного застосування агротехнічних заходів.

Випромінювання – процес утворення вільного електромагнітного поля; випускання елементарних часток (α -, β -часток) з ядер радіоактивних елементів; штучне прискорення елементарних часток (електронів, протонів) і випускання їх зі спеціальних апаратів (прискорювачів).

Газ природний (горючий) – суміш газів, переважно вуглеводнів, які утворюються природним шляхом у геолого-геохімічних умовах. До складу природного газу входять: метан (до 98 %), етан, пропан, бутан тощо. Зустрічається у вільному стані, утворюючи газові, газоконденсатні й нафтогазові поклади, а також у розчиненому стані в нафті й підземних водах.

Гази димові – гази, які утворюються в результаті спалювання мінерального або рослинного палива. Містять істотну кількість таких шкідливих компонентів, як оксиди сірки, азоту, вуглецю.

Газостійкість – здатність організмів зберігати життєдіяльність в умовах забруднення середовища токсичними газами. Газостійкість рослин визначається їхніми захисними функціями, що забезпечують метаболічну деградацію й окисну детоксикацію речовин.

Гамма-випромінювання – короткохвильове електромагнітне випромінювання, яке виникає в результаті розпадання ядер радіоактивних елементів (радій, уран, плутоній тощо) і радіоізоотопів (кобальт – 60, стронцій – 90, цезій – 135 тощо). За рахунок високої енергії гамма-випромінювання має велику проникну здатність і іонізує атоми середовища, з яким взаємодіє. Глибоко занурюється в організм людини, викликаючи променеву хворобу. Невеликі дози випромінювання можуть спровокувати захворювання на рак.

Гейзер – джерело, яке періодично викидає гарячу воду й пару у вигляді фонтана. Поширені в зонах скупчення вулканів (Камчатка, Ісландія, Тянь-Шань).

Генетично модифіковані організми (ГМО) – це організми, у яких генетичний матеріал був змінений за допомогою штучних методів перенесення генів. Для цього потрібне спеціальне устаткування та ферменти: за допомогою рестриктази ген розрізується на шматочки, а лігаза допомагає ці шматочки з'єднувати в іншій комбінації, конструюючи новий ген. Такі організми ще називають трансгенними. Трансформація живих організмів може супроводжуватися непередбачуваними змінами, серйозними захворюваннями людини, мутагенністю, алергенністю, сприяти накопиченню в організмі людини токсичних речовин. В Україні 40 % харчових продуктів містять ГМО. Найбільший вміст ГМО спостерігається в ковбасних виробках (до 85 %), на другому місці – дитяче харчування, третя позиція в хлібобулочної продукції.

Генна інженерія – розділ молекулярної біології, який направлений на створення нових форм живого, що не існували в природі, шляхом безпосередньої зміни їх генетичного апарату. *Г. і.* є однією з передових галузей біотехнології й відкриває нові шляхи вирішення проблем генетики, медицини, сільського господарства.

Генофонд – спадкоємна інформація, яка міститься в сукупності генів якої-небудь групи організмів. Іноді під генофондом розуміють усю сукупність видів живих організмів.

Гербіциди – хімічні засоби, призначені для боротьби з бур'янистими видами рослин у посівах і насадженнях культурних рослин. Можуть накопичуватися в рослинній і тваринній продукції.

Гіпертрофія – патологічний ріст тканин або окремих частин організму, викликаний переважно вірусами або патогенними бактеріями. У результаті утворюються пухлини в людей або гали (вирости) у рослин.

Гіпоксія – хворобливий стан організму, що виникає в результаті зниження вмісту кисню в крові. Однією з причин *Г.* є підвищена вологість повітря при низькому атмосферному тиску, а також присутність у повітрі високої концентрації забруднювачів.

Гради́рня – споруда, призначена для охолодження води атмосферним повітрям у системах оборотного водопостачання промислових підприємств.

Гранично допустима концентрація (ГДК) – концентрація шкідливої речовини в навколишньому середовищі, яка при постійному контакті протягом певного проміжку часу практично не викликає відхилень у стані здоров'я людини як під час контактування, так і надалі. Виражається відношенням маси речовини до одиниці обсягу ($\text{мг}/\text{м}^3$, $\text{мг}/\text{л}$ тощо).

Гранично допустимі викиди (ГДВ) – кількість шкідливої речовини, що надходить у навколишнє середовище в одиницю часу, перевищення якої викликає виникнення негативних наслідків у навколишньому середовищі або загрожує здоров'ю людей.

Грей (Гр) – одиниця СІ поглиненої дози іонізуючого випромінювання. 1 Гр дорівнює такій дозі іонізуючого випромінювання, при поглинанні якої речовині масою 1 кг передається енергія 1 Дж.

«ГРІНПІС» (GREEN PEACE) – «зелений світ» – незалежна позапартійна міжнародна екологічна організація, заснована в 1971 р. у Канаді. На установному з'їзді прихильники охорони навколишнього середовища виявили протест проти випробувань ядерної зброї США на Алеутських островах. У багатьох країнах відкриті відділення «Грінпіс», які борються проти забруднення навколишнього середовища.

Д

Дампінг – скидання відходів (у тому числі токсичних) у море з метою заховання.

Дегазація – видалення з рідини розчинених у ній газів.

Дегенерація – виродження, зміна з покоління в покоління певних властивостей організму в бік погіршення в результаті несприятливих умов існування.

Деградація – поступове погіршення, зниження або втрата позитивних якісних характеристик.

Дезактивація – сукупність засобів зо видаленню радіоактивних речовин з місцевості, поверхні предметів, техніки, одягу, продуктів харчування, води тощо. Проводиться дезактиваційними розчинами, змиванням водою, витиранням тощо.

Демінералізація – зменшення вмісту розчинених неорганічних з'єднань у воді з використанням хімічних і біологічних методів.

Демографія – наука, що вивчає кількість народонаселення, його географічний розподіл і склад, процеси відновлення населення (народжуваність, смертність, тривалість життя), а також залежність складу й руху населення від соціально-економічних і культурних факторів.

Деструкція – руйнування, порушення нормальної структури чогонебудь (екосистеми, ґрунту, рослини).

Детергенти – поверхнево-активні синтетичні речовини, які використовуються в промисловості й побуті в якості мийних засобів і емульгаторів. *Д.* є однією з основних груп хімічних сполук, що забруднюють водою; практично не руйнуються мікроорганізмами.

Дефоліанти – хімічні речовини з групи пестицидів, які застосовують для передчасного штучного опадання листя рослин, що прискорює дозрівання й полегшує збирання врожаю.

Дигресія – погіршення стану екосистем (аж до повного руйнування) під впливом зовнішніх і внутрішніх причин.

Дисиміляція – один із процесів розкладання органічних речовин у живому організмі. Унаслідок *Д.* відбувається відновлення живої матерії й виділяється необхідна енергія для забезпечення життєдіяльності організму.

Діоксид сірки – безбарвний газ із різким запахом; з водою утворює сірчану кислоту. У природі зустрічається в газах вулканів. Інтенсивне забруднення атмосфери *Д. с.* відбувається в результаті спалювання органічного палива.

Діоксини – група надзвичайно токсичних речовин класу полігалогенованих циклічних ароматичних вуглеводнів, яка включає дібензолдіоксини (ПГДД – полігалогеновані дібензодіоксини), полігалогеновані бензофурани (ПГДФ – полігалогеновані дібензофурани) і біфеніли (ПХБ – поліхлорбіфеніли). Частіше це – хлорпохідні, рідше – бромпохідні. Об'єднує цю групу механізм інтоксикації, однотипні її прояви, у т. ч. віддалені наслідки дії цих токсикантів. Дослідження показали майже повсюдне техногенне забруднення навколишнього середовища речовинами цього типу. Клінічні прояви діоксинової інтоксикації досить різноманітні й неспецифічні, що суттєво ускладнює діагностику ураження. Необхідно враховувати, що при ураженні організму антидоти відсутні, патогенічна і симптоматична терапія малоефективна. *Д.* утворюються при виробництвах з використанням хлору і броду; при оброблюванні й спалюванні будь-яких хлорованих вуглеводнів; при пожежах у лісах, оброблених хлорутримувальними пестицидами; при спалюванні побутового сміття. Найбільш токсичний 2, 3, 7, 8-тетрахлордібензопарадіоксин, якому властива канцерогенна, тератогенна й мутагенна дії. *Д.* – найбільш токсичні сполуки, отримані людиною. Токсичність найбільш отруйного з них порівняна з токсичністю отруйних речовин (зарину, зоману і VX-газів) і значно вища від таких отрут, як ціаніди, стрихнін, кураре. Надзвичайно небезпечною властивістю *Д.* є синергізм, що підсилює дію інших отруйних речовин. *Д.* є дуже стійкими

з'єднаннями, накопичуються в ґрунті, рослинах, тваринах. При досягненні певного рівня накопичення *Д.* в організмі відбуваються генетичні зміни, які приводять до виродження забрудненої популяції.

Доза випромінювання – кількість енергії іонізуючого випромінювання, поглиненої одиницею маси речовини. *Д. в.* є характеристикою радіаційної безпеки. Виділяють чотири види *Д. в.*:

а) експозиційна – у повітрі (вимірюється в рентгенах; у системі СІ – у кулонах на кілограм);

б) поглинена – у масі живої або неживої речовини (вимірюється в радах; у системі СІ – у греях);

в) еквівалентна – поглинена доза, помножена на коефіцієнт якості (вимірюється в берах; у системі СІ – у зівертах);

г) ефективна – ураховує коефіцієнт факторів, які супроводжують випромінювання, у т. ч. радіаційну чутливість різних органів і тканин організму (вимірюється в одиницях поглиненої дози).

Е

Еволюція (біологічна) – незавершений поступальний історичний розвиток живої природи. Із багаточисленних мутацій природний добір формує такі властивості організмів, які дають можливість пристосуватися до навколишнього середовища. У результаті *Е.* виникають, змінюються, вимирають види, відбуваються перетворення в екосистемах і біосфері в цілому.

Еврибіонти – організми, які можуть існувати в широкому інтервалі факторів навколишнього середовища. Так, багато наземних тварин, що живуть в умовах континентального клімату, можуть витримувати значні коливання температури (евритермні тварини), вологості, сонячної радіації й інших факторів.

Евтрофікація («цвітіння води») – бурхливе розростання деяких видів водоростей у водоймах, що спричинює зміну забарвлення води. Зумовлене несприятливими змінами водного режиму: застій води, підвищення її температури, забруднення органічними й мінеральними речовинами. Це сприяє бурхливому росту водоростей (20...100 мг/л води). У результаті *Е.* погіршується кисневий режим водойм, ускладнюється очищення води в місцях водозабору, вода набуває несприятливого запаху і смаку.

Евфотична зона – поверхневий шар океану, у який проникає достатня кількість сонячного світла для підтримання процесу фотосинтезу. Глибина *Е. з.* у середньому становить 80 м.

Екологізація виробництва – шляхи вдосконалення існуючих технологічних процесів з метою повного забезпечення принципів екологічної рівноваги.

Екологічна амплітуда – межі, у яких вид здатен пристосовуватися до умов середовища.

Екологічна війна – воєнні дії, спрямовані на навмисне порушення природного середовища (екологічної рівноваги). Уперше великомасштабні воєнні операції подібного роду провела армія США у В'єтнамі, Кампучії

й Лаосі, де за допомогою різних дефоліантів, спеціальних бомб, бульдозерів, танків були знищені величезні простори незайманих лісів, високопродуктивних мангрових заростей тощо. У 1974 р. Генеральна Асамблея ООН прийняла Міжнародну конвенцію про заборону використання порушення природного середовища у військових цілях.

Екологічна доктрина – система поглядів на характер і сутність взаємодії суспільства й природи, соціально-економічні причини порушення гармонії між людиною й навколишнім середовищем і заходів щодо забезпечення оптимального співвідношення екологічних і економічних інтересів суспільного розвитку. Сучасна *Е. д.* формується на підставі останніх світових досягнень економічної, філософської й екологічної наук.

Екологічна ситуація – зафіксований на певний момент часу сукупний екологічний стан компонентів навколишнього середовища щодо певного суб'єкта оцінювання на конкретній території.

Екологічна експертиза. – система державних природоохоронних заходів, спрямованих на перевірку відповідності проектів, планів у галузі господарського будівництва й використання природних ресурсів вимогам екологічного захисту природного середовища.

Екологічний паспорт підприємства – нормативно-технічний документ, який включає сукупність систематизованих даних щодо використання ресурсів, готової продукції й впливу підприємства на навколишнє середовище. У ньому вказуються загальні відомості про виробництво, природно-охоронні заходи, кількість димогазових викидів в атмосферу, скиданих стічних вод і відходів виробництва.

Екологічне маркування – присвоєння екологічного знака продукції, яка має певні екологічні переваги перед аналогами групи продукції. Екологічні знаки розробляються відповідно до вимог екологічних стандартів. *Е. м.* буває трьох типів: I – екологічний знак надається за результатами екологічної експертизи, проведеної третьою стороною; II – екологічний знак надається на основі самодекларації про відповідність продукції екологічним стандартам; III – комбінація типу I з інформацією про екологічні характеристики умов виробництва.

Екологічний норматив – величина антропогенного навантаження, розрахована на основі гранично допустимих викидів.

Екологічний сертифікат – документ, який видається державними органами відповідно до правил системи екологічної сертифікації, що підтверджує високий рівень якості продукції відповідно до вимог екологічних стандартів.

Екологічні фонди – система суспільних і державних організацій, метою яких є вирішення екологічних проблем. Кошти *Е. ф.* формуються з різних джерел, головним із яких є платежі природокористувачів, суми, отримані за компенсацію збитку від екологічних правопорушень. Кошти *Е. ф.* використовуються на природоохоронні заходи, впровадження екологічно чистих технологій, екологічний аудит, моніторинг тощо.

Екологічно сталий розвиток – такий розвиток суспільства, при якому покращуються умови життя людей, а вплив на навколишнє середовище залишається в межах можливостей біосфери. При цьому не руйнується природна основа функціонування людства. *Е. с. р.* передбачає задоволення потреб суспільства без шкоди для майбутніх поколінь. Концепція *Е. с. р.* розглядається як умова тривалого прогресу людства, який супроводжується збільшенням капіталу й поліпшенням екологічних умов. Цей термін несе в собі протиріччя, яке виражається в тому, що, з одного боку, підкреслює необхідність постійного розвитку, а з іншого – передбачає обмеження цього розвитку.

Екологічно чистий продукт – продукт, який повністю задовольняє умовам і вимогам, установленим у відповідному екологічному сертифікаті.

Економічні методи природокористування – використання економічних механізмів у питаннях керування природокористуванням і охороною навколишнього середовища (заохочувальних, відновлювальних, компенсаційних й примусових).

Електромагнітне забруднення – забруднення навколишнього середовища внаслідок зміни його електромагнітних властивостей.

Епідемія – масове поширення якого-небудь інфекційного захворювання людей на певній території.

Епіфіти – рослини, які живуть на інших рослинах, використовуючи їх як опори або місця прикріплення. *Е.* мають здатність засвоювати живильні речовини й воду з навколишнього середовища.

Епіфітофія – масове поширення інфекційного захворювання рослин.

Ефемери – однорічні трав'янисті рослини з дуже коротким життєвим циклом, який завершується плодоношенням протягом чотирьох тижнів з початку вегетаційного періоду (півонія пурпурна, мати-та-мачуха звичайна тощо).

Є

Єдність живої речовини – речовинний і термодинамічний взаємозв'язок, а також генетичний взаємозв'язок живих організмів у біосфері, що створюють нерозривний комплекс життя на планеті.

Ємність рекреаційна – здатність території чи акваторії, сприятливої для відпочинку людей, забезпечити певній кількості відпочивальників комфорт і спортивно-оздоровчу діяльність без деградації природного середовища на цій території.

Ємність середовища господарська – можливість середовища сприймати антропогенні навантаження без порушення екологічної рівноваги.

Ж

Жертва – 1) особина, що зазнала прямого нападу хижака, вбита та повністю знищена; 2) особина, що загинула внаслідок вбивства чи супутніх причин; 3) особина, що загинула внаслідок впливу катастрофічних причин чи випадковостей.

Жертва екологічна – особина, яка деградує чи гине під впливом несприятливих екологічних факторів.

Жива речовина – термін, введений В. І. Вернадським, що означає сукупність усіх живих організмів біосфери». *Ж. р.* невіддільна від біосфери, є однією з наймогутніших геохімічних сил нашої планети.

Живильне середовище – середовище, яке застосовують для вирощування мікроорганізмів. Для приготування *Ж. с.* використовують желатин, хімічні сполуки, рослинну та тваринну сировину.

Живлення – сукупність процесів, які включають надходження в організм харчових речовин. *Ж.* є складовою частиною обміну речовин. Завдяки живленню організми отримують різні хімічні сполуки, які використовуються для росту, життєдіяльності й відтворення.

Життя – вища форма існування матерії, яка закономірно виникає з певних умов у процесі її розвитку. *Ж.* існує безпосередньо у зовнішньому середовищі у формі окремих організмів, які відрізняються від неживих об'єктів здатністю до розвитку, росту, розмноження, обміну речовин, активного регулювання власного складу та функцій, пристосовуваністю до середовища існування. З позицій універсального еволюціонізму *Ж.* є результатом еволюції матерії.

Жорсткість води (твердість) – властивість води, зумовлена наявністю в ній солей кальцію й магнію. При нагріванні й випаровуванні проявляється в утворенні твердих відкладень у вигляді накипу на стінках парових котлів, теплообмінників труб тощо. Розрізняють тимчасову й постійну *Ж. в.* Тимчасова пов'язана з присутністю у воді бікарбонатів і усувається кип'ятінням, постійна – хлоридів і сульфатів і усувається додаванням соди або застосуванням іонітів. |

3

Забруднення космосу – виведення в космічний простір об'єктів із випадковими орбітами та загальне забруднення цього простору об'єктами антропогенного походження, продуктами їх функціонування й руйнування. *З. к.* може спричинити труднощі у функціонуванні наземних пристроїв.

Забруднення природне – забруднення, викликане природними, здебільшого катастрофічними, причинами (наприклад, виверження вулканів), що не залежать від впливу людини на природні процеси.

Забруднення теплове – одна з форм фізичного забруднення, що виникає внаслідок викидів теплих стічних вод, підігрітого повітря та попутних газів.

Забруднення фізичне – привнесення в екосистему фізичних факторів (тепла, світла, шуму, вібрації, електромагнітного та радіаційного випромінювань), які спричиняють відхилення фізичних властивостей системи.

Забруднення хімічне – надходження в середовище шкідливих хімічних речовин, що створюють несприятливі умови для його функціонування.

Забруднення шумове – перевищення звичайного рівня шуму та аномальна зміна звукових характеристик на робочих місцях, у населених пунктах

та інших місцях унаслідок роботи устаткування, транспорту, побутових приладів тощо. При довготривалій дії *З. ш.* може спричинити підвищення стомлюваності людини, зниження ефективності праці, нервові захворювання, поступову втрату слуху в разі збільшення рівня шуму до 90...100 дБ.

Забруднювач (полютант) – будь-який суб'єкт впливу на навколишнє середовище. До них відносять фізичні, хімічні або біологічні агенти, які потрапляють у навколишнє середовище чи виникають у ньому в кількостях, що перевищують звичайний їх вміст, граничні природні коливання чи середній природний фон у певний час.

Загазованість – наявність у повітрі шкідливих або вибухонебезпечних газоподібних речовин у концентраціях, що перевищують ГДК.

Заказник – ділянка території або акваторії, в межах якої заборонені окремі види господарської діяльності з метою охорони певних видів рослин, тварин, корисних копалин або загального характеру місцевості.

Замор – масова загибель водяних організмів у результаті різкого зниження концентрації розчиненого у воді кисню нижче від межі їх адаптації (нижче за 3...4 мл/л). *З.* може виникати як в літній, так і в зимовий період, коли відсутня вертикальна циркуляція води. Улітку – при спекотній погоді, невеликій глибині водоймища і відсутності вітру, узимку – під час льодоставу і відлиги.

Заповідник – територія (акваторія), виділена з метою збереження в природному стані типових або унікальних природних комплексів із сукупністю їх компонентів, вивчення природних процесів і явищ, розроблення наукових основ охорони природи.

Засолення ґрунтів – процес накопичення розчинних солей, переважно хлоридів і сульфатів натрію і магнію, у ґрунті. Розрізняють первинне, тобто природне *З. ґ.*, вторинне *З. ґ.*, спричинене штучною зміною водного режиму внаслідок непродуманого застосування агротехнічних заходів. *З. ґ.* провокує формування солончакових (глибинне засолення) і солонцевих (поверхнєве засолення) ґрунтів. Процес вторинного *З. ґ.* зумовлюється в основному переміщенням до поверхні водорозчинних солей з підстилаючих порід або припливом мінералізованих вод зі зрошування масивів. *З. ґ.* негативно позначається на рослинах у зв'язку з токсичною дією окремих солей. Для засолених ґрунтів характерна специфічна рослинність – галофіти. На півдні України надмірне зрошення та інтенсивна меліорація спричинили значне вторинне засолення ґрунтів. Загальна площа засолених ґрунтів в Україні становить близько 10 % від орних земель.

Засуха – тривала (багатоденна, багаторічна) суха погода з підвищеною, у порівнянні із середніми багаторічними значеннями, температурою повітря за повної відсутності або незначної кількості опадів. Наслідками посухи є створення несприятливих умов для розвитку рослин, пересихання водойм, небезпека пожеж та ін.

Заховання відходів – розміщення відходів, які не підлягають подальшому використанню, у спеціально відведених місцях з метою запобігання потраплянню забруднювальних речовин в навколишнє середовище.

Зелена книга – список відомостей про рідкісні, зникаючі й типові рослинні угруповання, які потребують особливої охорони. У 1997 р. в Україні вперше у світі видана «Зелена книга України».

Зелений патруль – громадська форма охорони рослинного світу. З. п. організуються при школах, середніх спеціальних закладах, вищих навчальних закладах, організаціях, товариствах охорони природи і беруть активну участь в озелененні територій, боротьбі з ерозією ґрунтів тощо.

«Зелені» – представники політичних течій, оформлених або неформальних у політичні партії, що виступають за збереження навколишнього природного середовища (проти загрози ядерної війни, за чистоту атмосфери, води тощо). У деяких країнах З. входять до складу парламенту.

«Зелені добрива» – заорювання в ґрунті зелених рослин, здебільшого бобових, з метою збагачення його поживними речовинами і вдосконалення структури.

Земельний кадастр – систематизований збірник відомостей про землі: 1) як ґрунти різного типу, придатні і непридатні для культивування, будівництва та інших форм використання; 2) як сукупність вірогідних і необхідних даних про природний, господарський і правовий стан земель. Державний З. к. містить інформацію щодо реєстрування землекористувачів, обліку кількості і якості земель, бонітування ґрунтів та економічної оцінки земель.

Землеробство – 1) форма природокористування, яка обумовлює виробництво продовольчих, технічних, кормових та інших сільгоспкультур. Розрізняють екстенсивне З. – зростання виробництва за рахунок розширення площ та інтенсивне З., при якому зростання виробництва відбувається за рахунок додаткових вкладень праці й засобів виробництва. Виділяють зрошуване, богарне, суходільне, стійке і гірське З.; 2) розділ агрономії, який вивчає способи раціонального використання землі, підтримання родючості ґрунту.

Землетрус – підземні поштовхи й коливання поверхні, зумовлені раптовими зміщеннями й розривами в земній корі або верхній частині мантиї. Щорічно на земній кулі відбувається сотні тисяч З., незначна частина яких носить руйнівний характер. У ХХ ст. найбільші землетруси зафіксовано в Каліфорнії (1906 р.), Токіо (1923 р.), Ашгабат (1948 р.), Чилі (1960 р.), Мексиці (1985 р.), Вірменії (1988 р.). В Україні руйнівні землетруси зафіксовано на південному березі Криму (1927 р.) та на півдні Одеської обл. (1977, 1986 рр.).

Землетрус техногенний (антропогенний) – землетрус, що виникає внаслідок діяльності людини – відкачування підземних вод, створення штучних водосховищ, підземних випробувань ядерної зброї. Такі здебільшого локальні зміни передбачувані й не мають руйнівної сили.

«Золотий мільярд» – поняття, яке склалося стосовно найбільш розвинутих країн світу: США, Японії, країн Західної Європи, (20 % країн світу із населенням приблизно в 1 млрд осіб), де рівень життя населення майже в 150 разів перевищує цей показник для інших країн.

Зольні елементи – хімічні елементи, які входять до складу живої речовини й залишаються в золі після спалювання рослинних і тваринних решток. До *З. е.* відносять калій, кальцій, фосфор, кремній, залізо, алюміній та деякі інші.

Зона – 1) смуга, простір у будь-яких межах; 2) класифікаційна одиниця частини земної поверхні, що характеризується певними якісними ознаками.

Зона активного забруднення – територія, у межах якої в результаті розсіювання шкідливих речовин відбувається забруднення навколишнього середовища. Поняття введено для формалізації оцінювання економічних збитків від забруднення атмосфери.

Зона впливу підприємства – територія, яка прилягає до підприємства, на якій сумарний вклад усіх джерел викидів забруднень у приземному шарі атмосферного повітря перевищує 5 % гранично допустимої концентрації. *З. в. п.* визначається розрахунковим шляхом для кожного забруднювача, який надходить із підприємства.

Зона водоохоронна – територія, виділена з метою охорони підземних або поверхневих вод від забруднення, де обмежена або заборонена господарська діяльність.

Зона екологічного ризику – ділянка на поверхні суходолу та акваторії Світового океану, де людська діяльність може створити небезпечну екологічну ситуацію. До них можна віднести зони підводного видобування нафти на морському шельфі, небезпечні проходження танкерів ділянки моря, що може спричинити аварії суден з виливанням нафти та ін.

Зона екологічного лиха – територія, де в результаті господарської або іншої діяльності відбулися глибокі незворотні зміни навколишнього природного середовища, які спричинили істотне погіршення здоров'я населення, порушення природної рівноваги, руйнування природних екологічних систем, деградацію флори й фауни.

Зона загальногеографічна – територія або акваторія, у межах якої природні і соціальні явища (окремо чи в сукупності) якісно та кількісно однорідні або варіюють у межах певного інтервалу.

Зона зелена – територія за межами міської смуги, засаджена лісами та лісопарками, яка виконує захисні, санітарно-гігієнічні функції й може бути місцем відпочинку населення.

Зона кліматична – найбільша одиниця кліматичного району. Це, здебільшого, – великий регіон земної кулі, який характеризується певними кліматичними умовами. *З. к.* може мати вигляд поясу навколо земної кулі або окремих контурів, що не мають широтного розташування. *З. к.* поділяються на дрібніші територіальні одиниці. До *З. к.* також відносять вертикальні пояси в горах з характерними кліматичними особливостями.

Зона надзвичайної екологічної ситуації – територія, де у результаті господарської й іншої діяльності відбуваються стійкі негативні зміни в навколишньому природному середовищі, які загрожують здоров'ю населення, стану природних екологічних систем, генетичних фондів рослин і тварин.

Зона підтоплення – територія, у межах якої підвищується рівень підземних вод до господарсько недопустимих позначок. У результаті створюються перешкоди для будівництва, транспорту, сільського господарства, можуть руйнуватися діючі об'єкти і житло. Різко погіршуються умови існування живих організмів. Тривале підтоплення може спричинити заболочування території.

Зона санітарної охорони – район водозабору або іншого джерела водопостачання, де встановлюється особливий режим охорони вод від забруднення. *З. с. о.* розділяють на дві підзони: 1) суворого режиму з огорожею, іноді зі спеціальною вартою; 2) територія обмежень, на якій допускаються окремі форми природокористування.

Зона толерантності – діапазон дії екологічного чинника, у межах якого можливе існування організму. *З. т.* завжди обмежена граничними мінімальним і максимальним значеннями чинника.

Зональність – диференціація земної поверхні на зони за кліматичними, біогеографічними та іншими особливостями в зв'язку з переважно широтним розподіленням тепла.

Зообентос – сукупність тварин, що мешкають на дні морських і прісних водойм, куди не надходить сонячне світло (наприклад, двостулкові та членистоногі молюски, що лежать на дні).

Зоопланктон – сукупність тварин, що населяють товщу води морських і прісних водойм і не здатні протистояти перенесенню течіями. *З.* – складова частина планктону.

Зрошування – штучне зволоження ґрунтів з метою підвищення їх родючості. *З.* може бути регулярним або періодичним, а за способом подання води – самопливом і за допомогою дощувальних агрегатів. На Україні близько 2,5 млн га земель зрошуються. *З.* – літньо-осіння оранка ґрунту під весняні (ярові) сільськогосподарські культури. Застосовується з метою поліпшення накопичення вологи, знищення бур'янів, шкідників і збудників хвороб.

I

Ієрархія природних систем (екосистем) – функціональна підпорядкованість менших екосистем більшим. Прикладом *І. п. с.* може бути ряд: місцевість – урочище – ландшафт – ландшафтна зона – фізико-географічний сектор – біосфера. Кожний рівень ієрархії має свої особливості кругообігу речовин: на перших рівнях переважають вертикальні зв'язки, на наступних рівнях основну роль відіграють горизонтальні, тобто латеральні зв'язки.

Ізоляція в природі – виникнення бар'єрів, які перешкоджають обміну генетичною інформацією між різними групами популяцій одного або близьких видів. *І.* – один із основних факторів еволюції, у ході якої відбувається диференціація генофонду відокремленої групи й становлення її як самостійної генетичної системи. Розрізняють біологічну й географічну ізоляцію. Біологічна *І.* виникає в разі обмеження вільного схрещування між особинами різних популяцій, спричиненого екологічними умовами

та зміною фізіологічних і морфологічних особливостей організмів. Біологічна *I.* виникає також за наявності ворогів, конкурентів і за відсутності необхідних кормів. Географічна *I.* має територіальні ознаки і виникає в межах ареалу виду. Вона часто спричинюється природними (гори, пустелі) або антропогенними (шосе, газопровід) перешкодами.

Ізотопи – хімічні елементи, атоми яких мають у ядрах різну кількість нейтронів і однакову кількість протонів. Вони відрізняються за масою, мають однакові хімічні властивості і займають одне й те саме місце в періодичній системі елементів. Розрізняють стабільні й радіоактивні *I.* Зони існують у природі й можуть бути отримані штучним шляхом у ядерних реакторах. Сьогодні відомо понад 1000 штучних радіоактивних ізотопів, багато з яких знайшли застосування в науці, техніці й промисловості.

Імунітет – несприйнятливість організму до захворювань, дії шкідників або хімічних речовин, здебільшого – отрут. Розрізняють природний і набутий *I.* Природний *I.* є стійкою видовою ознакою, що успадковується. Набутий *I.* може з'явитися природним шляхом (унаслідок щеплень). Прояв *I.* є однією із захисних властивостей організму, що допомагає йому зберегти функції життєдіяльності.

Інвентаризація природних ресурсів – виявлення й періодичний облік кількості, якості, динаміки запасів і змін у процесі експлуатації різних видів природних ресурсів: лісових, земельних, флори, фауни тощо. Здійснюється самостійно й у процесі складання кадастрів; є основою для розроблення проектів раціонального природокористування, екологічного прогнозування й природоохоронної діяльності.

Інверсія температури в атмосфері – підвищення температури повітря з висотою в деякому шарі атмосфери замість звичайного її зниження. Це призводить до того, що тепліші верхні шари перешкоджають вертикальному руху повітря. У результаті під ними нагромаджується водяна пара, пил, формуються туман, імла, підвищується концентрація забруднювачів поблизу земної поверхні.

Індекс видової різноманітності – співвідношення між кількістю видів і будь-яким показником значущості виду: кількістю, біомасою, продуктивністю тощо.

Інгібірування – пригнічення росту й розвитку живих організмів під дією природних і синтетичних речовин – інгібіторів. Природні інгібітори відіграють важливу роль у пристосуванні організмів до умов життя. Штучні інгібітори застосовують в основному як пестициди для боротьби зі шкідниками сільського господарства.

Індекс забруднення – якісна й кількісна характеристики забруднювального фактора: речовини, випромінювання, загазованості тощо. Включає поняття кількості забруднювача в довкіллі, ступінь його впливу на певні об'єкти забруднення в зіставленні з тривалістю та інтенсивністю процесів забруднення.

Індекс сонячної активності (число Вольфа) – кількісна характеристика ступеня сонячної активності, що визначається кількістю й ритмікою

появи сонячних плям на поверхні Сонця. На цій основі встановлена 11-річна циклічність сонячної активності, з якою здебільшого збігаються деякі кліматичні явища, коливання урожайності сільгоспкультур, масового розмноження шкідників, періоди спалахів інфекційних хвороб та інші явища, що впливають на екологічну ситуацію.

Індекс якості довкілля – кількісний показник стану навколишнього середовища, який характеризує його придатність для життя організмів. І. я. д. здебільшого виражається ступенем інтенсивності розмноження, захворюваності, смертності або виживання організмів.

Індивідуум – особина, окремий екземпляр, особина живого, самостійно існуючий організм.

Індикатор – пристрій, фізичне явище, хімічна речовина або певний організм, зміна стану яких указує на характер чи зміну властивостей середовища.

Інсектициди – хімічні речовини, які використовують для боротьби з комахами-шкідниками сільгоспкультур. І. вносять у ґрунт, ними обпилюють, обприскують рослини, обробляють тварин.

Інсоляція – опромінення поверхні Землі сонячним світлом у всьому діапазоні спектру хвиль, яке чинить теплову, фотосинтетичну, бактерицидну й інші види дії.

Інспекція екологічна – система нагляду за правильністю дій юридичних і фізичних осіб і дотримання еколого-правових норм і законодавчих актів щодо природокористування.

Інтотоксикація – отруєння організму, що може статися внаслідок контакту людини з токсичними речовинами, які потрапляють в організм через органи дихання, шкіру, травний канал. Токсичними для організму людини є органічні розчинники, ефіри, аміно- та нітросполуки, хлор, фосфорорганічні сполуки, феноли тощо.

Інтродукція – переселення особин окремих видів рослин або тварин за межі їх природного ареалу з наступною адаптацією їх до нових умов існування. Розрізняють цілеспрямовану й спонтанну І. Цілеспрямована І. здійснюється з метою збагачення місцевої флори й фауни (до Європи з Америки завезені картопля, томати, баклажани, кукурудза тощо.). У разі спонтанної І. організми заносяться в нові райони випадково й здебільшого перетворюються на шкідників сільського господарства (колорадський жук, амброзія тощо).

Іонізація – перетворення атомів і молекул в іони (заряджені частинки) шляхом відривання із зовнішньої орбіти одного або декількох електронів. І. відбувається при поглинанні електромагнітного випромінювання (фотоіонізація), при нагріванні (термічна іонізація), при дії електричного поля (електроіонізація) тощо. Ступінь І. визначається відношенням кількості іонів до кількості нейтральних частинок у одиниці об'єму середовища. Незначна іонізація повітря позитивно впливає на здоров'я людини. У той же час підвищена концентрація іонів у повітрі негативно впливає на самопочуття й може викликати ряд захворювань.

Іоносфера – шар атмосфери, розташований на висоті 50...80 км і насичений іонами, утвореними внаслідок впливу жорсткого сонячного випромінювання. *I.* значною мірою впливає на поширення на Землі радіохвиль короткого діапазону, у ній зароджуються полярні сніжки та магнітні бурі.

Іригація – штучне зрошення сільгоспугідь, один із видів меліорації ґрунтів. Надмірна *I.* може бути причиною засолення й заболочування.

K

Канцероген – речовина, яка здатна за певних умов спричинити утворення злоякісної пухлини або сприяти її розвитку. Канцерогенну дію можуть спричинити й такі фізичні чинники, як радіаційне, ультрафіолетове та інші види опромінення.

Карст – явища, які виникають у результаті дії природних вод на водорозчинні гірські породи: вапняки, гіпси, кам'яні солі тощо. Це супроводжується утворенням воронок, котлованів, проваль, печер, природних пустот, колодязів тощо. Антропогенне порушення земної поверхні, особливо водонепроникних її шарів, посилює карстові явища.

Картографування – створення картографічної моделі об'єкта або явища у формі однієї або декількох карт. *K.* проводиться такими методами: ландшафтна зйомка, аерофотозйомка, космічні методи збору матеріалів, збір статистичної інформації або шляхом їх комбінування.

Катаклізм – раптовий переверот, катастрофа; одна з форм динаміки існування живих організмів.

Квота – законодавчо встановлена норма податку, добування, виробництва, збуту, будь-якого впливу на навколишнє середовище, яка визначається для кожного користувача окремо.

Кислотність (природних вод, ґрунту) – здатність водних розчинів і ґрунтів проявляти властивості, які визначаються концентрацією іонів водню у водному розчині або рідкій фазі ґрунту. *K.* характеризується величиною водневого показника рН. Якщо рН = 7, розчин нейтральний, при рН < 7 – кислий, рН > 7 – лужний.

Кислотні опади – атмосферні опади у вигляді дощу або снігу, підкислені розчиненими в них кислотоутворювальними сполуками – окисами азоту (NO₂) та сірки (SO₂), де рН < 5,6. *K. о.* підкислюють водойми й ґрунти, що негативно впливає на життєдіяльність організмів і може призвести до загибелі рослин і тварин. Максимальна кислотність опадів, зареєстрована у Європі, становила рН = 2,3 (Англія, Німеччина). В Україні спостереження за *K. о.* показали, що вони максимально кислотні в січні–березні і жовтні–грудні (максимальна кислотність зареєстрована у Волинській обл., де рН = 4,85).

Кларк (хімічного елемента) – числова оцінка середнього вмісту хімічного елемента в літосфері, гідросфері, атмосфері, біосфері, живій речовині, Землі загалом, у різних гірських породах, космічних об'єктах тощо. *K.* можуть бути виражені в одиницях маси або в атомних відсотках.

Клас шкідливості підприємства – узагальнена характеристика, яка встановлюється в залежності від токсичності, кумулятивності й здатності

викликати негативні ефекти. Шкідливі речовини діляться на 4 класи: 1 – особливо шкідливі, гранично допустима концентрація (ГДК) яких менше за $0,1 \text{ мг/м}^3$; 2 – високо шкідливі, $\text{ГДК} = 0,1 \dots 1,0 \text{ мг/м}^3$; 3 – шкідливі, $\text{ГДК} = 1,1 \dots 10,0 \text{ мг/м}^3$; 4 – помірно шкідливі, $\text{ГДК} > 10 \text{ мг/м}^3$.

Клас небезпечності відходів – узагальнена характеристика окремих видів токсичних промислових відходів, яка встановлюється відповідно до складу відходів і токсикологічних характеристик їх компонентів. Усі токсичні промислові відходи діляться, як і шкідливі речовини, на 4 класи.

Класифікація – умовний розподіл сукупності суб'єктів, індивідів, предметів, явищ і процесів на групи (класи) за будь-якою однією або кількома ознаками.

Клімат – багаторічний статистичний режим погоди, характерний для певної місцевості з урахуванням її географічного розташування. Існує кілька класифікацій *К.*: за географічними зонами – тайги, тундри, пустелі тощо; за циркуляцією повітряних мас над суходолом і океаном – континентальний, океанічний; за ступенем сухості або вологості повітря – аридний, семіаридний, гумідний тощо.

Коагуляція – укрупнення частинок у дисперсних системах; супроводжується випадінням із колоїдного розчину осаду у вигляді пластівців. *К.* широко застосовується для очищення стічних вод від дрібних частинок, бактерій, нафтопродуктів і інших забруднювальних речовин, з цією метою використовують спеціальні речовини – коагулянти, що утворюють пластівці, до яких «прилипають» дрібні частинки.

Коадаптація – 1) взаємне пристосування різних форм живих організмів, що існують в одному середовищі; 2) взаємне пристосування різних органів особини, що виробились у процесі її розвитку.

Коеволюція – паралельна, спільна, взаємопов'язана еволюція двох або більшої кількості видів, які екологічно тісно пов'язані між собою, але не обмінюються генами. За таких умов обоюдно діє тиск відбору, який зумовлює часткову залежність еволюції одного виду від еволюції іншого.

Коефіцієнт забруднення середовища – кількість утворених забруднювальних речовин при виробництві одиниці продукції або на одиницю інтенсивності певного виду діяльності.

Коефіцієнт народжуваності – 1) кількість народжених особин, які припадають на 1000 самок або особин кожної статі в популяції за одиницю часу; 2) різниця між народжуваністю й смертністю за одиницю часу; 3) кількісний приріст популяції з урахуванням обмежувальних факторів середовища.

Компостування – спосіб перетворення відходів у місцеве органічне добриво – компост. У процесі *К.* побутові відходи, осади стічних вод та інші органічні матеріали (листя, деревина, солома, бур'яни) розкладаються під впливом ґрунтових мікроорганізмів на хімічні елементи. Для перебігу процесу *К.* необхідний кисень (на противагу гниттю, яке відбувається без доступу кисню). *К.* проводять у компостних ямах або на спеціальних установках. *К.* – один із раціональних способів перероблення відходів при незначних витратах, майже не чинить негативного впливу на навколишнє середовище.

Компроміс екологічний – спосіб прийняття й реалізації складних рішень, пов'язаних з істотним впливом на навколишнє середовище, використанням природних ресурсів. *К. е.* базується на формуванні балансів інтересів усіх зацікавлених сторін у процесі проведення оцінювання впливу на навколишнє середовище.

Конвекція – переміщення тепла або речовини потоками повітря, пари або рідини, яке виникає природним шляхом у неоднорідному середовищі (природна *К.*), або створювана зовнішнім механічним впливом на середовище (примусова *К.*).

Конкуренція організмів – суперництво, боротьба між двома чи кількома організмами за засоби існування. Конкуренція відбувається між організмами, які заселяють одні й ті самі екологічні ніші. Розрізняють внутрішньовидову, міжвидову, пряму, опосередковану, інтерфераційну й інші види *К. о.*

Кругообіг речовин – багаторазове перетворення й переміщення речовин у природі, які мають циклічний характер. Загальний *К. р.* складається з окремих процесів кругообігу хімічних елементів і речовин. Розрізняють біологічний і біогеохімічний *К. р.* Діяльність людини на сучасному етапі розвитку значно підвищує інтенсивність *К. р.*

Ксенобіотики – будь-які чужорідні для організму речовини (гербіциди, розчинники та ін. забруднювачі), які можуть спричинити порушення рівноваги природних процесів у біосфері, у тому числі захворювання й загибель живих організмів.

Ксерофіти – рослини, які ростуть у посушливих умовах, здатні переносити довготривалу атмосферну й ґрунтову засуху, залишаючись фізіологічно активними.

Кумуляція – нагромадження, зосередження, концентрування в організмі людей, тварин чи в навколишньому середовищі різних речовин (ліків, отрут, забруднювачів тощо).

Кюрі – позасистемна одиниця активності радіонуклідів. Названа на честь П. Кюрі та М. Склодовської-Кюрі, позначається як *Ki* ($1 \text{ Ki} = 3,7 \cdot 10^{10}$ беккерелей).

Л

Ландшафт – природний територіальний комплекс, який складається з взаємодіючих природних або природних і антропогенних компонентів, а також комплексів більш низького таксономічного рівня. *Л.* характеризується єдністю літосферної основи, клімату й історії розвитку. Термін *Л.*, як правило, пов'язаний із візуальними враженнями від загальної картини природи або місцевості.

Ландшафт антропогенний (техногенний) – географічний ландшафт, створений унаслідок цілеспрямованої діяльності людини. У результаті відбувається зміна природного ландшафту й екологічних компонентів. *Л. а.* займає майже половину площі суходолу планети. На відміну від природного ландшафту, де природні процеси саморегулюються, розвиток *Л. а.* контролюється людиною.

Ландшафт природний – ландшафт, який сформувався під впливом тільки природних факторів без втручання діяльності людини.

Лінії електропередач (ЛЕП) – споруди з опор, дроту й трансформаторів для передавання електроенергії від електростанцій до споживачів. Характеризуються істотним впливом на навколишнє середовище: теплове забруднення, електромагнітне випромінювання, забруднення озоном, нерациональне використання землі. Крім того, ЛЕП становлять загрозу для існування численних видів птахів.

Лінійна ерозія ґрунту – водна ерозія ґрунту, яка супроводжується утворенням глибоких промоїн і рівчаків, а потім балок. Основні методи боротьби з таким видом ерозії – створення лісосмуг, облісення схилів, влаштування водозатримувальних споруд.

Ліс – один із основних типів рослинності, утворений деревами одного чи декількох видів, які ростуть близько один від одного і утворюють з імікнутої крони. За силою впливу на навколишнє середовище *Л.* є одним із найпотужніших рослинних угруповань. *Л.* є важливим акумулятором живої речовини на планеті. За складом розрізняють хвойні, листяні та мішані *Л.* Найбагатшими з них є *Л.* вологих тропіків. Гірські *Л.* відзначаються висотною поясністю. Характерними життєвими формами для *Л.* є трави, чагарники, мохи, лишайники, гриби. За віком *Л.* поділяють на молодняк (до 20 р.), жердинник (21...40 р.), середньовіковий (41...60 р.), досягаючий (61...80 р.), перестиглий (понад 100 р.). Близько 30 % суходолу планети вкривають *Л.* В Україні *Л.* займають площу близько 8,6 млн га, або 14 %. Найбільша лісистість спостерігається в Карпатах – 40 %, на Поліссі – 29 %, у Лісостепу – 14 %, в Криму – 10 %.

Ліс байрачний – ліс, характерний для степової зони, розташовується головним чином у байраках і на вершинах балок.

Ліси мангрові – ліси, що розташовані на припливно-відпливній смузі низьких мулистих тропічних узбереж. Представлені різними видами вічнозелених чагарників і невисоких дерев, що мають додаткові опорні корені. Поширені переважно на східному узбережжі Африки, Мадагаскарі, Південній Азії і Австралії.

Лісопарк – лісний масив у населених пунктах, призначений для оздоровлення території, є місцем відпочинку людей.

Локалізація радіоактивних відходів – комплекс заходів зі збирання радіоактивних відходів на місці їх утворення й заховання в інженерних спорудах або геологічних формаціях, які гарантують неможливість проникнення радіоактивних речовин у навколишнє середовище.

Локальне забруднення – забруднення навколишнього середовища поблизу джерел викидів шкідливих речовин. *Л.* з. не розповсюджується на значні території й формує регіональне забруднення.

Луки – тип рослинності, що характеризується переважанням трав'янистих багаторічних рослин. За місцезроставанням розрізняють *Л.* заплавні, що поширені в заплавах річок, материкові, або рівнинні, та гірські. Серед гірських *Л.* розрізняють субальпійські (у Карпатах їх називають

полонинами, у Криму – яйлами), що лежать вище від верхньої межі лісу, та альпійські, розташовані вище від поясу субальпійських. За походженням Л. бувають первинні – заплавні та гірські, і вторинні, що сформувалися на місці вирубаних лісів, осушених боліт, озер, меліоративних ділянок.

М

Маргінальність – 1) знаходження смуги між різними природними ландшафтами, наприклад між пустелею й напівпустелею. Маргінальні смуги нестійкі й потребують підвищених природоохоронних заходів; 2) нестійкість, «граничний» соціальний стан особи. Маргінальні особи проявляють підвищену активність, нерідко пропонують масштабні, але, здебільшого, необґрунтовані та нереальні пропозиції.

Мегаполіс – надвелике місто, утворене в результаті злиття населення міста і приміських територій. Термін виник при будівництві міст в цивілізаціях Стародавнього Сходу в III–II тис. до н. е. У наш час найбільшим мегаполісом є Мехіко (близько 28 млн осіб).

Медицина екологічна – наука, що розглядає аспекти впливу навколишнього середовища на здоров'я людини. Вона включає також оцінку ризику використання лікарських препаратів, досліджує дію отруйних відходів промисловості та сільського господарства, вивчає методи лікування, причини й механізми виникнення природжених аномалій, онкологічних захворювань, здійснює санітарно-біологічний контроль за чистотою середовища.

Мезосфера – шар атмосфери, що розташований на висоті 50...80 км над поверхнею Землі між стратосферою і термосферою. Характеризується різким зниженням температури від 0 до -90 °С.

Меліорація ґрунтів – поліпшення властивостей ґрунтів та умов ґрунтоутворення з метою підвищення їх родючості. Здійснюється шляхом штучного регулювання біохімічного та фізико-хімічного режимів ґрунту за допомогою осушення, зрошення, агролісомеліорації

Метаболізм (обмін речовин) – хімічні процеси, що відбуваються в організмі й охоплюють всю сукупність реакцій, головним чином ферментативних. Протікають у клітинах і забезпечують розщеплення як складних сполук, так і їх синтез і взаємоперетворення. У результаті відбувається обмін речовин, що становить основу життєдіяльності організму.

Методи захисту рослин – група заходів, спрямована на зменшення кількості шкідливих організмів, які можуть розповсюджуватися серед сільгоспкультур. Розрізняють хімічний і інтегральний М. з. р.

Міграція – переселення, переміщення. Розрізняють М. населення, тварин, елементів тощо.

Мідь (Cu) – метал червоного кольору, що широко застосовується в промисловості. Добре проводить тепло й електрику. Іони міді адсорбуються в шлунку, дванадцятипалій кишці, тонкому кишечнику людини, а також надходять через легені. При хронічній інтоксикації міддю та її солями виникають функціональні порушення нервової системи, печінки й нирок, спостерігається розвиток неврозів і зниження імунної активності

організму. Основним шляхом виведення Cu з організму є жовчна система. ГДК Cu в повітрі – $0,002 \text{ мг/м}^3$.

Мікроелементи – хімічні елементи і їх з'єднання, які необхідні організмам у дуже малих кількостях. Найважливіші з них: марганець, бор, йод, мідь, молібден, фтор, цинк. *M.* входять до складу ферментів, гормонів, вітамінів, пігментів і зумовлюють їх високу біологічну активність. *M.* активно впливають на такі функції організму, як ріст, розмноження, кровотворення тощо. Недостатня кількість або надлишок певних *M.* призводить до порушення обміну речовин і захворювань.

Мікроклімат – клімат невеликої території або таких природних елементів, як узлісся, берег озера, лісосмуги тощо.

Мікрокосм(ос) – світ малих величин на протиположності світу величин космічного масштабу. *M.* в екології – екосистема, обмежена за розмірами, переважно штучна, яка використовується для моделювання великих екосистем.

Мікроорганізми – найдрібніші організми, які можна розрізнити тільки під мікроскопом. До *M.* належать представники різних царин органічного світу: бактерії, гриби, дріжджі, мікроскопічні водорості та найпростіші. До *M.* інколи відносять віруси. Серед *M.* є патогенні форми, які спричинюють інфекційні захворювання людей, тварин і рослин. *M.* широко розповсюджені в природі (у ґрунті, воді, повітрі) і відіграють важливу роль у кругообігу речовин у біосфері

Мінералізація – 1) процес перетворення органічних сполук у мінеральні; 2) показник концентрації солей у воді в мг/л , г/м^3 та в (‰ проміле).

Мінеральні ресурси – сукупність запасів надр Землі у вигляді корисних копалин або мінеральної сировини. До них відносять: залізні, мідні, цинкові та інші руди; неметалічну сировину – гірський камінь, пісок, глину; вичерпане паливо, нафту, газ. Використання *M. р.* супроводжується, як правило, утворенням великої кількості відходів, що спричинює значне забруднення довкілля.

Миш'як (As) – крихкі кристали зі сріблястим відблиском, окиснюється на повітрі. Отримують із сульфідних руд. Використовують у якості домішок у сплавах із міддю, свинцем, оловом. Сполуки *M.* фізіологічно активні й отруйні, були одними з перших інсектицидів, а також отрутою для знищення мишей і пацюків. Препарати *M.* неорганічної природи застосовуються в медицині як загальнозміцнювальні тонізуючі засоби, органічної природи – як протимікробні і протипротозойні речовини. При гострому отруєнні препаратами, що містять *M.*, спостерігаються сильні болі в шлунку, ураження нирок, можливі колапс, судоми. При хронічному отруєнні можливі шлунково-кишкові розлади, катар слизових оболонок дихальних шляхів, ураження шкіри. ГДК у повітрі – $0,003 \text{ мг/м}^3$.

Модифікації – неспадкові відмінності однакових організмів спричинені факторами зовнішнього середовища. *M.* – це реакція організму на вплив чинників довкілля, зустрічались у процесі еволюції певного виду.

Моніторинг екологічний – система регулярних довготривалих спостережень, яка дає інформацію про стан навколишнього середовища та має

значення для здоров'я людей, існування рослин і тварин. *М.* проводиться відповідними виконавчими органами й регламентується законодавчими актами й нормативними документами. Основні функції *М.*: контроль якості атмосферного повітря, води, ґрунтів, визначення джерел забруднення; прогнозування стану компонентів довкілля. За масштабами узагальнення інформації розрізняють глобальний, національний, регіональний і локальний *М.* За методами та об'єктами спостережень – біологічний, дистанційний, навколишнього середовища тощо.

Монокультура – один вид рослин, який упродовж багатьох років вирощується на одній і тій самій ділянці ґрунту.

Монофаг – організм, що живиться тільки одним видом корму, наприклад гусениця олеандра живиться винятково листям цієї рослини.

Мутант – особина, яка відрізняється від попереднього типу спадковими відхиленнями, які виникли в результаті генної мутації.

Мутації – зміни в генетичному матеріалі організму, які здатні передаватися в спадок і проявляються в змінах фізіологічних, морфологічних і інших ознак. *М.* – загальна властивість живих організмів, пов'язана з еволюцією й селекцією всіх форм життя. Відповідно до рівня носія генетичної інформації *М.* ділять на генні, геномні й хромосомні. Через причини виникнення *М.* діляться на індуковані, які виникають під дією мутагенного фактора, і спонтанні, які виникають як відхилення при відтворенні генетичного матеріалу. За характером проявлення розрізняють прямі *М.*, які проявляються у відхиленні ознак від норми, і зворотні, які проявляються у повному або частковому відновленні нормального стану ознак організму.

Н

Надра – верхня частина земної кори від гумусового шару до глибини проникнення сучасних технічних засобів. *Н.* містять різноманітні природні ресурси: вугілля, нафту, газ, руду, інші корисні копалини. З *Н.* добувають будівельні матеріали, мінеральні й термальні води тощо.

Нанізм (карликовість) – явище, при якому організми в результаті таких несприятливих факторів, як низькі температури, збільшення кислотності ґрунту, паразитизм або порушення обміну речовин, не досягають нормальних для цього виду розмірів.

Народжуваність – здатність популяції до кількісного збільшення за одиницю часу. Розрізняють максимальну *Н.*, тобто теоретично можливе збільшення особин в умовах, коли відсутні лімітуючі екологічні фактори й розмноження обмежується фізіологічними можливостями, а також специфічну *Н.* – фактичне утворення нових особин за одиницю часу в розрахунок на репродуктивну кількість дорослих організмів.

Народонаселення – кількість людей, що живуть у межах певної території, міста, району, країни, континенту і на Землі в цілому. Динаміка зростання кількості населення на земній кулі: на початку нашої ери на всій планеті проживало близько 230 млн осіб; 1830 р. – 1 000 млн осіб; 1930 р. – 2 000 млн осіб; 2000 р. – 6 000 млн осіб. Останнім часом кожні 10...12 років

населення планети збільшувалося на 1 млрд осіб. При збереженні таких темпів зростання населення планети в середині XXI ст. може становити близько 10...12 млрд осіб. Термін *Н.* вживається при наданні соціально-економічної характеристики та екологічного стану певного регіону.

Насадження – природні або штучно створені людиною *Н.* деревних і чагарникових рослин. Розрізняють *Н.* захисні, лісові, паркові, полезахисні, придорожні. Основна мета *Н.* – захист сільгоспугідь, ґрунту, доріг, населених пунктів від посухи, суховіїв, ерозії, сильних вітрів, поліпшення кліматичних і гідрологічних умов місцевості.

Науково-технічний прогрес (НТП) – це поступальний рух науки і техніки на ґрунті широкого пізнання й освоєння зовнішніх сил природи. НТП має свої протиріччя, які полягають у тому, що він, з одного боку, породжує сучасну екологічну кризу, а з іншого – може вирішити й накреслити шляхи виходу з цієї кризи. Але відхід від НТП неможливий, бо навіть зниження темпів його розвитку може спричинити катастрофічні наслідки в розвитку суспільства.

Нафта – горюча масляниста рідина, яка залягає в надрах Землі. Складається в основному (на 95-98 %) із суміші вуглеводнів, а також кисневих, сірчаних і азотистих сполук. Розрізняють легку (0,65...0,87 г/см³), середню (0,871...0,910 г/см³) і важку (0,911...1,05 г/см³) *Н.* За вмістом сірки *Н.* класифікують на малосірчані (до 0,5 % сірки), сірчані (0,5...2,0 %) і високосірчані (понад 2,0 %). Шляхом перегонки з *Н.* отримують пальне для транспортних засобів, керосини, мазут, смола та інші нафтопродукти. Добування, перероблення й транспортування *Н.* й нафтопродуктів призводить до значного забруднення вод Світового океану. Щорічно в них потрапляє близько 6 млн т *Н.*, що завдає великої шкоди тваринному й рослинному світу. Потрапляння *Н.* й нафтопродуктів на поверхню землі призводить до забруднення ґрунтів і ґрунтових вод.

Національний природний парк – велика територія, де природні умови не зазнали істотних змін від господарської діяльності людини. На цій території форми рельєфу, рослинний покрив і тваринний світ зберігаються в первісному стані. У межах *Н. п.* утворюються зони заповідного режиму.

Нейтралізація відпрацьованих газів автомобіля – знезараження вихлопних газів за допомогою каталізаторів або пристроїв для спалювання у відкритому полум'ї, які встановлюються безпосередньо у автомобілі. Застосування каталізаторів значно зменшує кількість шкідливих речовин у відпрацьованих газах (органічні речовини, оксиди азоту й оксид вуглецю).

Некроз – повне або часткове відмирання тканин у живому організмі. *Н.* листків рослин найчастіше відбувається під впливом забруднювальних речовин: окислів сірки, азоту, сполук фтору, озону. Розташування й колір відмерлих тканин дозволяють зробити висновок про характер дії забруднювача. Розрізняють: крайовий *Н.* – по краях листка; серединний *Н.* – відмирання листкової тканини між жилками; точковий *Н.* – відмирання тканин листка у вигляді точок або плям, розташованих по всій поверхні листка; дистальний *Н.* – припинення росту хвої й гілок на деревах хвойних порід під впливом двоокису азоту, аміаку, озону.

Нітрати – солі й ефіри азотної кислоти HNO_3 . *H.* органічного походження (солі) – кристалічні речовини, неорганічного – рідини. Сильні окиснювачі, добре розчиняються у воді. Застосовуються у вигляді добрив і у виробництві вибухових речовин. Надмірне застосування мінеральних добрив для вирощування сільгосппродукції призводить до підвищеного вмісту *H.* у харчових продуктах. Це, у свою чергу, призводить до захворювань людей і тварин. Механізм дії *H.* полягає в окиснюванні гемоглобіну крові, що викликає пригнічення дихальної діяльності й головний біль.

Нітрити – солі й ефіри азотистої кислоти HNO_2 . Мають окисні й відновні властивості. У разі потрапляння в організм у підвищених концентраціях мають більшу отруйну дію, ніж нітрати. Крім того, вони можуть мати канцерогенну дію.

Нітрифікація – процес біологічного перетворення азотмістких сполук, що містяться в ґрунті, за допомогою бактерій-нітрифікаторів у форми (нітрити й нітрати), які засвоюються вищими рослинами. *H.* протікає у два етапи: на першому амоній окиснюється до нітриту, на другому – до нітрату. *H.* – основний шлях утворення нітратів природним шляхом, відіграє основну роль у кругообігу азоту в біосфері. Свідчить про завершення процесу мінералізації в екосистемі.

Нітрифікувальні бактерії – група бактерій, які беруть участь у нітрифікації ґрунту. Це зумовлено тим, що *H. б.* отримують енергію для життєдіяльності за рахунок окиснювання азотмістких неорганічних сполук (аміак і амонійні солі) до нітритів і нітратів.

Нітрофіли – група рослин, які потребують для нормального розвитку підвищеного вмісту азоту в ґрунті або воді. До них належать пирій, кропива, лобода, лопух і ін. Серед культурних рослин *H.* є пшениця, льон, соняшник тощо.

Ноосфера – концепція розвитку біосфери, розроблена В. І. Вернадським. Згідно з цією теорією, *H.* є вищим етапом розвитку живої природи й суспільства. Біосфера, завдяки розумній діяльності й технічній могутності, має набути нових функцій – функцій гармонійної стабілізації умов життя на планеті. В. І. Вернадський припускав, що в майбутньому людство стане автотрофним, тобто незалежним від органічних ресурсів, які зможе продукувати в потрібній кількості. Однак експеримент, проведений програмою «Біосфера-2» у 1991–1995 р. поки що не підтвердив ідеї автотрофності людства. Періоду панування на планеті ноосфери має передувати глибока соціально-економічна реорганізація суспільства, конверсія його свідомості, ціннісної орієнтації.

Норматив екологічний – величина антропогенного навантаження, яка розрахована на підставі екологічних регламентів і отримала правовий статус. Має тимчасовий характер, обумовлений рівнем розвитку науки, технології й економіки.

О

Обводнення – сукупність гідротехнічних заходів із забезпечення водою безводних і маловодних районів з метою забезпечення побутових і господарських цілей.

Оболонки земної кори – земна кора складається з трьох оболонок: осадові породи, гранітогейсовий і базальтовий шари. Осадові породи розташовані на поверхні земної кори. Їх товщина становить 10...15 км. Верхню частину осадових порід називають корою вивітрювання, яка формується під впливом атмосферних чинників. Гранітогейсовий шар товщиною 10...40 км розміщується під осадовими породами. Під океаном осадові породи залягають на базальтах, гранітогейсового шару немає. Базальтовий шар розміщується під гранітогейсовим. Його товщина становить 15...25 км. Інколи базальтовий шар називають океанічною земною корою.

Озеленення – комплекс заходів зі створення або відновлення рослинного покриву на вільних від забудов ділянках населених пунктів і їх околицях. Для *О.* використовують квіти, трав'янисті рослини та чагарникові культури. Сприяє збільшенню вмісту кисню в повітрі, захищає від пилу, мікроорганізмів.

Озон – алотропічна модифікація кисню – O_3 . Синій газ із різким неприємним запахом, сильний окиснювач. Утворюється при електричному розряді й під дією ультрафіолетового випромінювання. Основна маса озону в атмосфері розташована в межах стратосфери на висоті 20...25 км. Захищає Землю від надлишку УФ-випромінювання. Використовується для знезараження води й повітря.

Озоновий шар (озоносфера) – шар озону в межах стратосфери на висоті 10...50 км. Максимальна концентрація озону спостерігається на висоті 20...25 км, де його в 10 разів більше, ніж на земній поверхні. Формування *О. ш.* відбувалося протягом мільярдів років у процесі еволюції біосфери. Він виконує функцію захисного екрана, затримуючи проникнення на землю надлишку ультрафіолетового випромінювання й сонячної радіації. Відсутність *О. ш.* призвела б до підвищення температури на земній поверхні до 130 °С. Останнім часом спостерігається руйнування *О. ш.*, спричинене антропогенною діяльністю людини. Цей небезпечний процес відбувається під дією таких хімічних речовин, як фреони, тетрахлорид вуглецю, метилхлороформ тощо. Особливо небезпечними є фреони, які широко застосовуються в техніці й побуті. За останні 10 років концентрація озону в середніх і високих широтах на висоті близько 20 км зменшилась приблизно на 10 %. З метою запобігання подальшому руйнуванню *О. ш.* уряди багатьох країн підписали в 1985 р. у Відні Конвенцію про охорону атмосферного озону.

Оксиди азоту – газоподібні діоксид (NO_2) і оксид (NO) азоту. Діоксид азоту добре розчиняється у воді й у атмосфері, сприяє утворенню кислотних дощів. Оксид азоту подразнює нервову систему, знижує вміст гемоглобіну в крові, викликає гострі захворювання органів дихання.

Опріснення води – зменшення кількості солей, що містяться в природних водах, до рівня, необхідного для використання в промисловості або в побуті. Найбільш поширеними способами *О. в.* є електроліз і обернений осмос.

Особина – окремий екземпляр, елементарна одиниця життя. У генетичному смислі *О.* – тимчасовий (від народження до смерті) носій частки загального фонду популяції (виду), який бере активну участь у еволюційному процесі.

П

Пам'ятки природи – окремі, унікальні природні об'єкти, що мають особливий науковий чи/і культурний інтерес. Являють собою невеликі за площею природні комплекси, окремі об'єкти природного або штучного походження: старовинні парки, озера, ставки, водоспади, печери тощо.

Пандемія – епідемія, що охоплює велику частину населення будь-якої країни, групи країн, континенту або світу. Наприклад, *П.* грипу, СНІДу.

Парникові гази – гази, що викликають парниковий ефект на земній кулі. До них відносять вуглекислий газ, діоксиди азоту, сірки й інших оптично активних газів. Найбільший вклад у парниковий ефект вносить вуглекислий газ (CO_2), вміст якого в результаті антропогенної діяльності за останні 40 років збільшився з 0,03 % у 29 разів.

Парниковий ефект – властивість атмосфери затримувати тепло, що утворюється на Землі. Останнім часом унаслідок спалювання значної кількості палива в атмосферу викидається понад $3 \cdot 10^{14}$ МДж теплоти, яка розсіюється в навколишньому середовищі. Прогнозується збільшення *П. е.* й зміна клімату за рахунок зростання вмісту в атмосфері парникових газів. Вважають, що в другій половині ХХ ст. середньорічна температура на Землі збільшувалася на 0,3 °С за кожні 10 років. Подальше потепління може призвести до підняття рівня вод Світового океану на 2...3 м й затоплення прибережних районів.

Первинна продукція – маси органічної речовини, яка утворюється в результаті фотосинтезу зеленими рослинами (автотрофами).

Планктон – сукупність завислих у воді організмів (бактерій, водоростей, найпростіших, деяких ракоподібних, моллюсків), які пасивно плавають у товщі води й не здатні до самостійного пересування. На значні відстані переносяться течіями. Розрізняють бактеріопланктон, фітопланктон і зоопланктон.

Планування довкілля – розроблення планів раціонального використання природного середовища, яке включає розрахунки гранично допустимих антропогенних навантажень.

Плутоній (Pu) – штучний радіоактивний хімічний елемент, крихкий сріблясто білий метал. Відкритий при вивченні ядерних реакцій за участю U-238, що призводить до утворення Pu-239. Використовується в ядерній енергетиці при виробництві ядерної зброї, у якості сировини для виробництва трансплутонієвих елементів. Дуже токсичний, ГДК Pu-239 у відкритих водоймах – 81,4 Бк/л, у повітрі робочих приміщень – $3,3 \cdot 10^{-3}$ Бк/л.

Поверхнева ерозія ґрунту – рівномірне змивання верхніх найбільш родючих шарів ґрунту дощовими або паводковими водами. Призводить до збіднення ґрунту гумусом і поживними речовинами.

Поверхнево-активні речовини – речовини, які здатні накопичуватися на поверхні розділу фаз (середовищ), знижуючи її вільну енергію (поверхневий натяг). ПАВ застосовують у промисловості (наприклад, при флотації), вони входять до складу мийних засобів, лаків і фарб, пестицидів, харчових продуктів. Потрапляючи у водойми, ПАВ у значній мірі змінюють властивості середовища й негативно впливають на життєві процеси.

Повітря – фізична суміш газів, які складають атмосферу Землі й використовуються для дихання живими організмами. Склад *П.* формувався в процесі еволюційного розвитку життя на планеті і в наш час нижні шари атмосфери містять за об'ємом: азоту – 78,09 %, кисню – 20,94 %, аргону – 0,93 %, вуглекислого газу (CO₂) – 0,033 %. У невеликих кількостях (тисячні долі процента) до складу повітря входять гелій, криптон, ксенон, водень, метан, озон, оксиди вуглецю, азоту, аміак. На висоті понад 100 км у *П.* переважають гелій і водень.

Покоління – група особин, однаково віддалених у родовому відношенні від спільних предків. У людей це – батьки, діти, онуки, правнуки. Проміжок часу між народженням батька й сина, матері й дочки називають довжиною *П.*, яке у людей становить близько 25...30 років.

Полоній (Po) – сріблясто-білий метал, ізотопи якого (з масовим числом від 210 до 218) входять в природні радіоактивні ряди. Найбільш стійкий із них – ²¹⁰Po (період напіврозпаду 138,3 діб) використовується в якості джерела енергії в атомних батарейках на супутниках. У суміші з берилієм застосовується для виготовлення ампульних джерел нейтронів. Високотоксичний, ГДК в воді – $3 \cdot 10^{-5}$ мкКі/мг, у повітрі – $2 \cdot 10^{-10}$ мкКі/см³.

Полютант – будь-яка речовина, яка забруднює середовище.

Порушення екологічної рівноваги – зміни в процесах взаємодії та складі компонентів і елементів екосистеми, що призводить до її зміни іншою екосистемою на тривалий період. Так, вирубування лісів у посушливій зоні може спричинити зміщення природного балансу в бік розвитку екосистеми пустелі.

Потомство – 1) особини наступних поколінь відносно попередніх; 2) сукупність потомків (дітей, онуків, дочірніх особин тощо) однієї певної особини або пари.

Природне забруднення – забруднення навколишнього середовища, викликане чинниками, не пов'язаними з антропогенною діяльністю людини, часто спричинюється несприятливими та небезпечними природними явищами: виверження вулканів, зсуви, лісові пожежі тощо.

Природне середовище – сукупність природних і змінених людиною абіотичних і біотичних чинників, які безпосередньо або опосередковано впливають на діяльність будь-якого суб'єкта.

Природний фон – фізичні, хімічні та інші показники, що склалися в процесі еволюції біосфери й характеризують певне природне середовище. *П. ф.*, як правило, не чинить негативного впливу на живі організми, але

іноді може викликати відхилення від нормального розвитку, пов'язаного з підвищеним або зниженим вмістом речовин або фізичних впливів.

Природні ресурси – компоненти навколишнього природного середовища, які використовують для задоволення будь-яких потреб людини. *П. р.* поділяють на дві великі групи: невичерпні й вичерпні. До невичерпних *П. р.* відносять сонячну енергію, енергію вітру, припливів і відпливів, природну течію води. Вичерпні – це ресурси, кількість яких невпинно зменшується відповідно до їх вилучення з природного середовища. Їх, у свою чергу, поділяють на відновні: рослинність, тваринний світ, родючі ґрунти тощо та невідновні: мінеральні ресурси, видовий склад організмів тощо.

Природокористування – задоволення потреб суспільства шляхом використання різних видів природних ресурсів, які мають обмеження екологічного, економічного, соціального й етичного характеру. Розрізняють галузеві види *П.*: землекористування, водокористування, лісокористування, використання мінеральних ресурсів, а також комплексно-територіальне *П.*, що розглядає глобальні, міждержавні, державні, національні та локальні проблеми.

Природоохоронні витрати підприємства – витрати, пов'язані з впливом підприємства на навколишнє середовище й необхідністю усунення негативних наслідків такого впливу.

Продуктивність біосфери – загальний приріст біомаси біосфери протягом року.

Прокаріоти – організми, які не мають сформованого клітинного ядра. До них відносять більшість вірусів, бактерій і ціанобактерій.

Променева хвороба – хвороба, яка настає в результаті дії на організм людини іонізуючого випромінювання при поглинутих дозах, що дорівнюють або більші від 100 бер.

Промислова екологія – розділ екології, який безпосередньо вивчає вплив антропогенних факторів на навколишнє середовище. *П. е.* включає такі основні розділи: моніторинг, регулювання, контроль і управління впливом на навколишнє середовище як на рівні окремого виробництва, так і на територіальному рівні.

Пустеля – зональний тип ландшафту з характерною дуже розрідженою рослинністю, який склався в умовах дефіциту вологи або тепла. Розрізняють *П.*: сухі (аридні), спекотні, піщані, глинисті, льодові, рухомі.

Р

Рад – позасистемна одиниця поглинутої дози, при якій кількість поглинутої енергії в 1 кг будь-якої речовини дорівнює 0,01 Дж. У Міжнародній системі одиниць (СІ) поглинута доза вимірюється в греях (Гр). $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Дж/кг} = 0,01 \text{ Гр}$.

Радіаційне забруднення – потрапляння в навколишнє середовище радіоактивних елементів (радіонуклідів), що призводить до підвищеного радіаційного фону. *Р. з.* може відбуватись у результаті випробування або застосування ядерної зброї, аварій на АЕС, перероблення радіоактивних відходів. *Р. з.* вимірюється в кюрі або бекерелях на одиницю площі, маси або об'єму.

Радіаційний фон – інтенсивність радіаційного випромінювання на певній території, яка визначається інтенсивністю космічного випромінювання й вмістом радіонуклідів природного й штучного походження. Природний *P. ф.* склався в процесі еволюції навколишнього середовища і його середнє значення на земній кулі коливається в межах 17...20 Бк/м³. *P. ф.* зростає зі збільшенням висоти над рівнем моря. У ряді місць земної кулі (Індія, Бразилія, Єгипет) природний *P. ф.* дещо вищий від звичайного.

Радіація (явище радіоактивності) – самовільний розпад ядер радіоактивних елементів, який супроводжується виділенням α - і β -частинок і γ -променів. Радіація властива всім природним хімічним елементам із атомним номером більшим за 82, а також штучним радіоізопоам. На сьогодні відомо більше як 40 елементів з природною радіоактивністю й отримано понад 1 000 штучних радіоізопоів. Під час радіоактивного розпаданя вивільнюється енергія, яка в десятки тисяч разів перевищує енергію будь-якої хімічної реакції.

Радіоактивний елемент – хімічний елемент, ядро якого розпадається під дією сил відштовхування між протонами й нейтронами, що знаходяться всередині ядра. Процес розпаданя призводить до утворення стабільних ізопоів. Так, радіоактивний ізопо кобальта-60 у процесі розпаданя перетворюється в стабільний ізопо нікелю. Загальна назва *P. е.* природного й штучного походження – радіонукліди.

Радіоактивні відходи – усі радіоактивні матеріали, що утворилися в результаті використання радіонуклідів у процесі їх експлуатації на атомних електростанціях, у промисловості, медицині, дослідних реакторах, лабораторіях, при виробництві ядерної зброї. Особливу увагу приділяють переробленню та захованню відходів, що утворилися на атомних електростанціях. Вони повинні доставлятися в кінцеві сховища (могильники). Заховання високорадіоактивних відходів – невирішена проблема в усьому світі. Особлива небезпека виникає у випадках, коли радіоактивні речовини проникають у ґрунтові води.

Реабілітація – комплекс заходів щодо відновлення порушених функцій у людини, а також у природних систем. Наприклад, відновлення забруднених людиною ландшафтів і їх компонентів (ґрунту, рослинного покриву, тваринного світу).

Регенерація – 1) відновлення організмом втрачених або пошкоджених органів і тканин, а також відновлення цілого організму з його частин; 2) перетворення відпрацьованих продуктів у первинний стан з метою їх повторного використання.

Регулятори росту – хімічні з'єднання, які в невеликих концентраціях стимулюють істотне підсилення, а в підвищених – пригнічують ріст і розвиток рослин.

Редуценти (деструктори) – організми, переважно бактерії і гриби, які в ході своєї життєдіяльності мінералізують мертву органічну речовину, тобто перетворюють її на прості органічні сполуки, які після цього використовуються продуцентами. *P.* замикають кругообіг хімічних елементів у біосфері.

Резерват – охоронна природна територія з режимом заказника або заповідника, де основним об'єктом охорони є один із елементів природоохоронного комплексу. Термін застосовується для придання більшого значення певним територіям у збереженні окремих видів рослин. Залежно від призначення розрізняють ботанічні, лісові, мисливські й інші *P*.

Рекреація – система заходів, спрямованих на оздоровлення населення й відновлення їх працездатності. З цією метою використовуються екологічно чисті природні території, що знаходяться за межами постійного проживання людей. Розрізняють короткочасну й довготривалу *P*. В Україні найбільш придатними для *P*. є райони Криму та Карпат.

Рекультивация – відновлення родючості ґрунту після техногенного руйнування природи на певних територіях.

Рекуперация – процес повернення частини матеріалів або енергії для використання в тому самому технологічному процесі. Найчастіше *P*. застосовується для повернення тепла сильно підігрітих газів. Для цього використовують спеціальні теплообмінники-рекуператори.

Релікти – види рослин або тварин, що входять до складу рослинного покриву й тваринного світу як пережиток флори й фауни минулих епох. Часто *P*. займають невеликі території і перебувають у деякій невідповідності з сучасними умовами існування. Так, на Півночі росту лілея й чорниця, які залишились там у післяльодовиковий період і існують в умовах тундри. До *P*. відносять секвою, карликову березу, деякі види сосни, жужелиць тощо.

Рельєф – сукупність форм земної поверхні, різних за обрисами, розмірами, походженням і історією розвитку. Вони можуть бути випуклими або увігнутими. За масштабом розрізняють: макрорельєф, мезорельєф, нанорельєф.

Рециркуляція – багаторазове повне або часткове повернення потоку газів, рідин або твердих речовин у технологічний процес. *P*. дає змогу якнайповніше використовувати матеріальні й енергетичні ресурси.

Ризик екологічний – вірогідність деградації навколишнього середовища або переходу його в нестійкий стан у результаті господарської діяльності; можливість втрати контролю за екологічними подіями, що відбуваються. *P. e.* характеризується вірогідністю виникнення несприятливих подій, можливими збитками, невизначеністю моменту виникнення інтенсивності й наслідків цих подій.

Ризосфера – шар ґрунту, товщиною 2...3 мм, що безпосередньо прилягає до кореневої системи рослини. Характеризується значно більшим вмістом мікроорганізмів, що сприяють кращому засвоєнню рослинами поживних речовин.

Рівновага між суспільством і природою – стан взаємодії природи і суспільства, при якому використання природного середовища не порушує функцій, виконуваних природними екосистемами. Нині досягнення цієї рівноваги можливе шляхом інтеграції наук про окремі компоненти біосфери й узгодження шляхів розвитку цивілізації у її взаємозв'язку з природою.

Родючість ґрунту – сукупність властивостей ґрунту, здатних задовольняти потребу рослин у поживних речовинах, воді, повітрі, біотичному та фізико-хімічному середовищах. Це забезпечує формування врожаю сільгоспкультур, а також біологічну продуктивність природних фітоценозів. Розрізняють природну *P. з.*, що визначається запасами в ґрунті поживних речовин, і штучну *P. з.*, набуту під впливом внесення добрив, сівозмін, меліорацій.

Ртуть (Hg) – рідкий сріблясто-білий метал, який випаровується при кімнатній температурі. Існує в різних фізичних станах і хімічних формах, які мають індивідуальні показники токсичності. Сполуки *P.* можуть потрапляти в організм людини з питною водою (до 0,4 мкг на добу) і харчовими продуктами (до 5 мкг на добу). Найбільша кількість *P.* міститься в морських рибопродуктах. Сполуки алкілртуті (наприклад, $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$) можуть проникати в організм через шкіру. Механізм токсичної дії *P.* пов'язаний з її здатністю пригнічувати активність ферментів, що призводить до загибелі клітин. При ртутній інтоксикації в першу чергу вражається нервова система й нирки, може настати параліч і як крайня форма – хвороба Мінамата. ГДК *P.* в повітрі – 0,0003 мг/м³, ГДК *P.* для ґрунтів – 2,1 мг/кг.

С

Санітарний захист – сукупність заходів зі збереження санітарно-гігієнічного й санітарно-епідеміологічного благополуччя населення на певній території. Включає заходи з санітарної охорони території, організації зон санітарної охорони водних джерел, контролю за дотриманням санітарно-гігієнічних норм, санітарного очищення території.

Санітарно-гігієнічна норма – якісно-кількісний показник, дотримання якого гарантує безпеку або оптимальні умови існування людини (норма житлової площі на одного члена родини, норма якості води, повітря тощо).

Санітарно-епідеміологічна служба – система державних установ, які здійснюють санітарно-епідеміологічний нагляд, розробляють і виконують санітарно-профілактичні та протиепідеміологічні заходи. Основною спеціалізованою територіальною установою є санітарно-епідеміологічна станція (СЕС).

Санітарно-захисна зона – територія між підприємством і житловим масивом, вільна від будь-яких забудов, що забезпечує нейтралізацію шкідливих викидів природним шляхом. У залежності від якісних і кількісних характеристик забруднювачів підприємства за шкідливістю *С. з. з.* поділяють на 5 класів за такими розмірами: 1 клас – 1000 м; 2 клас – 500 м; 3 клас – 300 м, 4 клас – 100 м; 5 клас – 50 м. На межі *С. з. з.* і житлового масиву концентрації шкідливих речовин не повинні перевищувати 0,3 ГДК.

Сапрофіти – рослини, що живляться органічними речовинами відмерлих організмів. До *С.* належить велика група бактерій, грибів, актиноміцетів. В екосистемах *С.* можуть належати до різних трофічних рівнів, починаючи з другого.

Свинець (Pb) – метал сріблястого кольору, який широко застосовується в промисловості. С. і його з'єднання негативно впливають на стан здоров'я людини. При попаданні в організм через органи дихання або шлунково-кишковий тракт С. всмоктується в кров і накопичується в м'яких тканинах і кістках. Основним шляхом виведення С. з організму є нирки. Негативна дія С. позначається на функціонуванні нервової системи (енцефалопатія) й органів кровотворення. Навіть при малих концентраціях С. гальмує функції ряду ферментів, що спричинює розвиток малокрів'я. ГДК в повітрі – 0,0003 мг/м³.

Седиментація – 1) осідання завислих у рідині твердих часток; 2) сукупність процесів накопичення відкладень у водному середовищі.

Сейсмічність – можливість і періодичність виникнення землетрусів на певній території.

Сель – короткочасний бурхливий потік або паводок на гірських річках із високим вмістом (до 75 %) ґрунту та уламків гірських порід, що призводять до значних руйнувань на шляху свого руху.

Сенсибілізація – 1) підвищення чутливості організмів тварин і людей до дії будь-яких факторів зовнішнього середовища. С. лежить в основі алергічних захворювань; 2) введення у фотографічну емульсію спеціальних барвників – сенсибілізаторів для підвищення чутливості фотоматеріалів.

Силікоз – професійне захворювання легень, що найчастіше зустрічається в робітників гірничодобувної й керамічної промисловості, ливарного виробництва. Спричинюється попаданням у легені вугільного й силікатного пилу, через що зменшується надходження кисню в організм людини.

Симбіоз – довготривале співжиття різних видів, яке приносить взаємну користь. Буває факультативним, тобто таким, коли можливе самостійне існування, і облігатним, коли самостійне існування не можливе.

Синекологія (біоценологія) – розділ екології, що аналізує стосунки між особинами, які належать до різних видів певного угруповання організмів, а також між ними й довкіллям.

Сірчастий ангідрид (діоксид сірки, двоокис сірки) (SO₂) – газ із різким неприємним запахом, окиснюється киснем до сірчаного ангідриду. Застосовують при виробництві сірчаної кислоти, сульфатів, гідросульфатів тощо; для відбілювання тканин; при консервуванні фруктів. SO₂ – дезінфікувальний засіб, холодоагент, розчинник. Подразнює слизові оболонки, викликає спазми верхніх дихальних шляхів. Симптоми отруєння SO₂: запаморочення, нудота, загальна слабкість. ГДК у повітрі – 0,05 мг/м³.

Сірчаний ангідрид (триоксид сірки, триокис сірки) (SO₃) – існує в різних модифікаціях, які відрізняються за формою кристалів; у парах – мономолекулярний. Застосовують як сульфувальний агент при виробництві багатьох органічних продуктів. При спалюванні викопного палива, особливо вугілля, виділяється в атмосферу у великих кількостях. Поряд із сірчастим ангідридом і оксидами азоту є причиною кислотних опадів. Подразнює слизові оболонки й дихальні шляхи, викликає опіки шкіри. ГДК в повітрі – 1 мг/м³.

Сірководень (H_2S) – безбарвний газ із неприємним запахом тухлих яєць. Постійно утворюється при гнитті органічних решток тваринного походження. У промисловості застосовують головним чином для отримання сірки, а також у органічному синтезі. У бальнеотерапії використовується як лікарський засіб. С. досить отруйний, його токсичність проявляється в подразнювальній дії на слизові оболонки й верхні дихальні шляхи. При отруєннях середньої тяжкості має місце ураження центральної нервової системи. У важких випадках спостерігається набряк легень, кома, а при блискавичних формах – параліч дихання й серцевої діяльності. ГДК у повітрі – $0,01 \text{ мг/м}^3$.

Скрубер – спеціальний циліндричний апарат для очищення відпрацьованих промислових газів за допомогою рідин.

Смертність – відношення кількості особин, у тому числі людей, померлих за одиницю часу, до їх умовної кількості (найчастіше до 1 000), що мешкають на певній території, або до всієї кількості популяції.

Смерч (торнадо) – атмосферний вихор значної енергії, який виникає в грозових хмарах і спускається у вигляді стовпа до поверхні землі. Його діаметр не перевищує кількох десятків метрів, повітря в ньому обертається проти годинникової стрілки зі швидкістю до 100 м/с. Горизонтальна швидкість переміщення становить 15...40 км/год. С. має значну руйнівну силу, часто засмоктує різні предмети, воду, рослини й переносить їх на великі відстані. С. виникають на межі зон зі спекотним і помірним кліматом.

СНІД (синдром набутого імунodefіциту) – хвороба, яка вперше була офіційно зареєстрована на території США в 1981 р. Причиною захворювання виявився новий, раніше невідомий лімфотропний вірус, якому дали назву ВІЛ-вірус імунodefіциту людини. Він знищує імунні клітини хазяїна, внаслідок чого організм стає абсолютно беззахисним перед будь-якою інфекцією. Це дуже мінливий вірус, нині відомо понад 100 варіантів ВІЛ. Припускають, що він походить від мавп Центральної Америки. ВІЛ має тривалий інкубаційний період – від 3 місяців до 20 років. Передається від людини до людини через кров. Чутливий до нагрівання, при температурі в $42 \text{ }^\circ\text{C}$ і вище миттєво гине. Відносно стійкий до дії іонізуючого та УФ-випромінювання. Основні шляхи поширення СНІДу: сексуальні контакти; переливання крові інфікованої людини; внутрішньоутробне зараження плода матір'ю; пересаджування органів і тканин інфікованих осіб тощо. ВІЛ-інфекція катастрофічно поширюється в усьому світі. На жаль, ефективних методів лікування хворих на СНІД до цього часу не знайдено.

Солончаки – ґрунти, які формуються в умовах непробивного водного режиму при накопиченні в ґрунті солей натрію (понад 20 % ємності поглинання). С. найбільш поширені в сухих степах, пустелях і напівпустелях.

Спустелювання – істотне погіршення родючості ґрунту з подальшою неможливістю відтворення природної й штучної рослинності. С. відбувається в посушливих, але не обов'язково спекотних районах і є результатом як природних, так і антропогенних причин. Щорічно на земній кулі спустошується близько 100 тис. км^2 суходолу.

Стенобіонти – організми, що можуть жити лише в певних умовах середовища, за дуже незначних коливань його чинників (температури, вологості, освітленні тощо).

Стихійні явища – потенційно загрозливі природні процеси: урагани, повені, землетруси, цунамі, торнадо, виверження вулканів, посухи, град, снігопади, селеві потоки, які притаманні певним районам земної кулі. Збитки, яких зазнає світова економіка від *С. я.* досягають 30 млрд дол. на рік.

Стійкий забруднювач – хімічна речовина, що не входить до природного кругообігу речовин і повільно розкладається в певному середовищі. У зв'язку з цим такі речовини нерідко акумулюються організмами.

Стійкість організмів – здатність організмів протистояти екстремальним і стресовим впливам зовнішнього середовища. Це зумовлюється мобілізацією внутрішніх резервів, у тому числі переходом у стан спокою або анабіозу.

Стічні води – води, які відводяться після використання в побутовій і виробничій сфері діяльності людини. До них відносять також дощові стоки із забудованих територій. Підлягають видаленню за межі населених пунктів після очищення й знезараження на очисних спорудах. Щорічно в Україні скидається близько 100 млн м³ води, із яких без очищення – 11,4 %, частково очищених – 88 %, нормативно очищених – 0,6 %.

Стратосфера – шар атмосфери, який розташований на висоті 18...40 км над поверхнею Землі. У цьому шарі на висоті 25...35 км сконцентрована основна маса озону, який стримує надходження до земної поверхні надлишку сонячної енергії. Температура повітря в *С.* низька й коливається в межах від -25 до -40 °С.

Стрес – сукупність неспецифічних реакцій організму у відповідь на дію несприятливих факторів (стресорів) – холоду, голоду, психічних і фізичних травм, забруднювачів. *С.* ділять на три стадії: тривоги, пристосування до нових впливів певних чинників, виснаження. Останнім часом термін «*С.*» набув значного поширення. Його часто вживають стосовно багатьох видів організмів, у тому числі нижчих тварин і навіть рослин. У людини *С.* може бути викликаний як негативними факторами, так і позитивними емоціями. На думку автора терміна «*С.*» Г. Сельє, без певного рівня *С.* активна діяльність людини неможлива. Отже, *С.* може бути не тільки шкідливим (дистрес), а й корисним для організму (еустрес).

Стронцій радіоактивний (⁸⁹Sr, ⁹⁰Sr тощо) – штучні радіоактивні ізотопи *С.*, які утворюються при діленні урану. ⁹⁰Sr є одним із компонентів радіоактивного забруднення біосфери, період напіврозпаду якого становить 27,7 роки. Потрапляючи в навколишнє середовище, включається в процеси обміну речовин в організмі поряд із кальцієм. В організми людей і тварин ⁹⁰Sr надходить в основному з молоком і рибою й накопичується переважно в кістках. При тривалому надходженні ⁹⁰Sr в організм людини може розвинути лейкоз і рак кісток. ГДК у повітрі робочої зони – 1,2·10⁻¹² Кі/л.

T

Тайфун – тривалий штормовий вітер зі швидкістю від 30 до 100 км/год. Супроводжується сильними зливами та нагоном води з боку океану, що призводить до значних паводків. *T.* найчастіше виникають у тропічних широтах Тихого й Атлантичного океанів. *T.* призводить до значних руйнувань і завдають великих матеріальних збитків.

Тератогенез – формування аномалій і виродливостей у рослин, тварин і людей унаслідок різноманітних порушень зародкового розвитку, викликаного пошкоджувальним впливом зовнішніх чинників тератогенів, а також спадкових змін – мутацій.

Тератогени – хімічні речовини або фізичні чинники, вплив яких на зародок на перших стадіях розвитку призводить до вродженого каліцтва або загибелі плоду.

Терикон – конусоподібний насип із пустої шахтної або рудної гірської породи. Містить значну кількість токсичних речовин і є забруднювачем довкілля.

Техногенез – процес зміни природних комплексів під впливом виробничої діяльності людини. Найбільший вплив на перетворення біосфери мають геохімічні аспекти *T.*, пов'язані з вилученням із навколишнього середовища ряду хімічних елементів, мінеральних і органічних сполук.

Токсикологічний паспорт – документ, у якому наводяться дані про отруйні властивості речовини, методи її виробництва й застосування, способи індикації, надаються рекомендації щодо засобів захисту.

Токсини – отруйні речовини, що продукуються й виділяються деякими мікроорганізмами, рослинами й тваринами. За хімічною природою: поліпептиди й білки. Інколи термін «*T.*» розповсюджується й на отрути небілкової природи. *T.* пригнічують фізіологічні функції організму й можуть призвести до загибелі тварин, рослин і людей.

Толерантність – ступінь витривалості організму до дії будь-якого зовнішнього фактору й умов середовища.

Торгівля квотами на викиди – ринкова форма розв'язання проблеми глобального забруднення навколишнього середовища. Полягає в тому, що одна країна фінансує природоохоронні заходи в іншій з метою скорочення викидів, сума яких відповідає зобов'язанням обох країн за міжнародними угодами.

Торф – продукт неповного розкладання рослинних решток в умовах надлишкової вологості й дефіциту повітря. Використовується як добриво, паливо, сировина для хімічної промисловості.

Трансграничне перенесення забруднень – поширення забруднень з території однієї держави (регіону) на територію іншої, що супроводжується погіршенням екологічного стану незабруднених територій. Це зумовлює необхідність укладання міжнародних угод про запобігання забрудненню середовища.

Транспірація – фізіологічний процес випаровування води зеленими частинами рослинного організму. Регулює водний і температурний режими рослини, газообмін CO₂ і O₂, запобігає перегріванню рослин.

У

Угруповання – сукупність видів, об'єднаних між собою певними стосунками, територією існування, часто конкуруючих один із одним. Виокремлюють *У.* рослин (фітоценоз), тварин (зооценоз), мікроорганізмів (бактеріоценоз).

Ультразвук – нечутливі для вуха людини пружні хвилі з частотою коливань понад 20 кГц. *У.* присутній у шумі вітру й моря, створюється й сприймається деякими тваринами (кажанами, дельфінами, комахами), продукується в процесі роботи певного обладнання й приладів. Біологічна дія *У.* визначається інтенсивністю й тривалістю опромінення, що може викликати як позитивний (мікромасаж тканин), так і негативний (подроздрення клітин) вплив на стан здоров'я людини.

Ультрафіолетове випромінювання – невидиме оком людини електромагнітне випромінювання в діапазоні хвиль від 400 до 100 нм. Основне природне джерело *У. в.* – Сонце. Більшу частину *У. в.* поглинає озоновий шар, захищаючи земну поверхню від перегрівання. Біологічна дія *У. в.* обумовлена хімічними змінами молекул у клітинах живих організмів, що його поглинають. Невеликі дози *У. в.* позитивно впливають на функціонування організмів, сприяючи утворенню вітаміну Д.

Умови існування – сума чинників середовища, необхідних виду чи угрупованню для нормального розвитку.

Умови середовища – сукупність усіх чинників навколишнього середовища, що впливають на життєдіяльність окремих особин, популяцій, угруповань. *У. с.* поділяють на абіотичні, тобто неживі, і біотичні – живу природу.

Управління охороною довкілля – забезпечення виконання норм і вимог, що обмежують шкідливий вплив процесів виробництва на навколишнє середовище; раціональне використання природних ресурсів, їх відновлення та відтворення.

Ураган – довготривалий вітер руйнівної сили зі швидкістю понад 35 м/с. Виникає над теплими водами тропічної зони океанів, супроводжується великими руйнуваннями й нерідко – людськими жертвами.

Уран – хімічний елемент III групи періодичної системи Д. І. Менделєєва. Радіоактивний, у природі зустрічається у вигляді суміші трьох ізотопів: U-238 (99,282 %), U-235 (0,712 %) і U-234 (0,06 %). Сріблясто-білий метал, щільність 19,04, $T_{пл.}$ 1134 °C, хімічно активний, при нагріванні горить. Період напіврозпаду –U-238 4,5 млрд років. U-235 використовується як паливо для атомних електростанцій і для виробництва бомб. U-238 є сировиною для виробництва плутонію. Під час видобування, збагачення і використання в довкілля можуть потрапляти продукти радіоактивного розпаду *У.* У разі потрапляння в організм людини *У.* нагромаджується в кістках, заміщуючи кальцій.

Урбанізація – 1) процес зростання кількості міського населення, що супроводжується інтенсифікацією всіх видів господарської діяльності. У 1900 р. у світі налічувалося 10 міст із населенням понад 1 млн, у 1975 – 185, у 2000 році їх кількість перевищила 400; 2) процес пристосування флори й фауни до умов існування в місті. *У.* збільшує негативний вплив на навколишнє середовище.

Утилізація забруднювальних речовин – використання речовин, що містяться в промислових, комунальних і побутових викидах, що забруднюють навколишнє середовище. Забруднювальні речовини можуть використовуватись безпосередньо за своїм призначенням (нафта, метали, жири) або слугувати сировиною для виробництва корисної продукції (наповнювачі будівельних матеріалів зі шлаків, добрива з осадів стічних вод).

Ф

Ферменти – біологічні каталізатори, які присутні в усіх живих клітинах. За хімічною природою – білки. Регулюють обмін речовин у організмі. Кожний вид *Ф.* каталізує (прискорює) перетворення певних речовин, інколи тільки однієї речовини. У зв'язку з цим багаточисленні біохімічні реакції в клітинах відбуваються за участі великої кількості різних *Ф.* Уперше *Ф.* виокремлені з живих клітин у 1926 р. Застосовуються в медицині й харчовій промисловості.

Фільтрування – вилучення твердих часточок із рідин або газів шляхом пропускання їх через пористі матеріали або сітки з відповідним розміром отворів.

Флора – сукупність усіх видів рослин, що склалася історично, які населяють певну територію.

Фонове забруднення атмосфери – забруднення атмосфери на великих відстанях від його джерела. З метою фіксації показників, що характеризують *Ф. з. а.* і їх вплив на розвиток біосфери, Всесвітня метеорологічна організація з 1970 р. проводить фоновий моніторинг певних територій.

Фосфати (неорганічні) – загальна назва для солей фосфорних кислот. *Ф.* відіграють важливу роль у енергетиці всіх живих організмів, а також у синтезі багатьох біологічно активних речовин. *Ф.* входять до складу фосфорних добрив і мийних засобів. Забруднення природних вод фосфатами призводить до евтрофікації водойм.

Фотосинтез – утворення в клітинах зелених рослин і фотосинтезувальних мікроорганізмів органічних речовин із вуглекислого газу й води під дією світла за участю хлорофілу й інших фотопоглиналих пігментів. *Ф.* – єдиний біологічний процес, який відбувається зі збільшенням вільної енергії, що забезпечує всі земні організми. *Ф.* – один із найважливіших процесів у біосфері, за його рахунок створюється близько 95 % біомаси планети. Щорічно утворюється близько 150 млрд т сухої органічної речовини, поглинається близько 200 млрд т вуглекислого газу й виділяється в атмосферу до 200 млрд т вільного кисню.

Фтор – блідо-жовтий газ зі специфічним запахом, дуже активний у хімічному відношенні, отруйний. Застосовують у якості фторувального агента у виробництві фторорганічних з'єднань. При недостатньому надходженні з'єднань *Ф.* в організм людини підвищується розчинність зубної емалі, і, як наслідок, відбувається ураження зубів карієсом. ГДК у повітрі – 0,005 мг/м³.

Фреони – ненасичені газоподібні або рідкі фторвуглеводні або поліфторвуглеводні (часто містять також атоми хлору або броду). Використовуються в холодильних установках, пропелентах для аерозолів, компонентах розчинників і вогнегасних сумішей. Встановлено, що в результаті фотохімічних реакцій *Ф.* руйнує озоновий шар атмосфери. У зв'язку з цим у 1985 р. була прийнята Віденська конвенція про охорону озонового шару, а в 1987 р. в рамках цієї конвенції підписаний Монреальський протокол про скорочення виробництва *Ф.*

Фуміганти – хімічні речовини (інсектициди, акарициди, фунгіциди, гербіциди, які застосовуються для знищення шкідників і збудників хвороб рослин, паразитів тварин шляхом окурювання сільгоспугідь, скотних дворів і побутових приміщень.

Фунгіциди – хімічні речовини, що застосовуються для боротьби з вірусними хворобами рослин (фітофтороз картоплі, помідорів тощо). *Ф.* поділяють на захисні та лікувальні. *Ф.* інколи застосовують для протруювання насіння, захисту дерев'яних конструкцій від грибів.

Х

Хвороба Мінамати – хвороба, яка виникає в результаті дії на організм людини ртутіогранічних речовин. Виникає в разі вживання в їжу риби або інших продуктів із водойм, забруднених ртуттю.

Хвороби спадкові – хвороби, які передаються з покоління в покоління за допомогою генів. Інколи *Х. с.* розвиваються внаслідок взаємодії чинників навколишнього середовища й генетичних компонентів. Деякі хвороби зумовлюються дефектом одного гена. Інколи *Х. с.* можуть проявлятися під дією зовнішніх подразників. Так, певні форми цукрового діабету проваюються неправильним харчуванням.

Хвороби цивілізації – хвороби людини, що спричинюються підвищеною кількістю забруднювачів, які потрапляють у навколишнє середовище в результаті інтенсифікації виробництва. У результаті спостерігається збільшення захворюваності на гіпертонію, хвороби серця, бронхіальну астму, виразку шлунка тощо. Виникли й зовсім нові хвороби: хвороба Мінамати, атипова пневмонія, «курячий грип». Крім того, деякі хвороби спричинюються надлишковим харчуванням, зловживанням лікарськими препаратами, психосоціальними навантаженнями. *Х. ц.* особливо проявляються в населення великих міст.

Хижаци – тварини (інколи рослини), що ловлять і поїдають інших тварин. Їх поділяють на *Х.* першого порядку (ті, що нападають на травоядних тварин) і другого порядку (нападають на більш слабких хижаків).

Хімізація – планомірне використання хімічних засобів і методів для збільшення врожаю та підвищення якості сільгосппродукції, продуктивності тваринництва, захисту цих об'єктів від шкідників і хвороб або несприятливих умов середовища.

Хімічне споживання кисню (ХСК) – кількість кисню, необхідного при хімічному окиснюванні органічних і неорганічних речовин, що містяться у воді, під дією окиснювачів. Виражається в кількості кисню, витраченого на окиснювання забруднювальних речовин у одиниці об'єму води за певний час: 5 діб – ХСК₅, 10 діб – ХСК₁₀. Правила охорони поверхневих вод встановлюють норматив ХСК для водоймищ і водостоків: у місцях господарсько-питного водокористування – не більше ніж 15 мг/л О₂, у місцях господарсько-побутового водокористування – не більше як 30 мг/л О₂.

Хлор (Cl) – жовто-зелений газ із різким запахом. Отримують електролізом водних розчинів або розплавів NaCl і інших хлоридів. Застосовують у виробництві хлорорганічних сполук, неорганічних хлоридів, підб'лювачів, дезінфікувальних засобів. Подразнює слизові оболонки, дихальні шляхи й легені. ГДК у повітрі – 0,003 мг/м³.

Хлорування води – оброблення питної або стічних вод хлором із метою їх знезараження.

Хлорофіл – зелений пігмент рослин, від якого залежить колір листків рослин і трансформація сонячної енергії в хімічну енергію органічних речовин, що утворюються в процесі фотосинтезу.

Ц

Цивілізація – 1) будь-яка форма існування живих істот, наділених розумом; 2) рівень розвитку матеріальної й духовної культури суспільства.

Цикл ресурсний – обмін речовин між природою й суспільством, який полягає в добуванні та використанні природних багатств, залученні їх у господарську діяльність і поверненні трансформованої субстанції у довкілля.

Цикл розвитку – період від народження або появи заплідненого яйця до смерті. У нижчих організмів, що розмножуються поділом, – період від поділу до поділу.

Циклон – 1) зона зниженого атмосферного тиску з циркуляцією повітря проти годинникової стрілки у Північній і за годинниковою стрілкою у Південній півкулі. У центрі циклону переважає хмарна погода з опадами і посиленням вітру інколи до ураганної сили; 2) технічний пристрій для очищення повітря або газів від твердих часток під впливом сил гравітації та відцентрових сил.

Цунамі – величезні хвилі, що виникають на поверхні океану в результаті підводних землетрусів або виверження острівних вулканів. Хвилі Ц. мають велику протяжність (десятки й сотні км) і висоту 5...10 м. У затоках і фіордах можуть досягати 20...30 м. Ц. – стихійне лихо катастрофічного характеру.

Ч

Чадний газ – оксид вуглецю – CO, що утворюється в результаті неповного згорання твердого палива в умовах нестачі кисню. Негативно впливає на стан здоров'я людини, блокуючи надходження кисню до крові. Викликає головний біль, а високі концентрації Ч. г. можуть призвести до смерті. У промисловості застосовується як висококалорійне паливо для синтезу спиртів, альдегідів, карбонових кислот. Відноситься до особливо шкідливих речовин. ГДК у повітрі – 0,03 мг/л.

Чагарник, кущ – багаторічна, відносно низькоросла рослина, яка не має центрального стовбура. Бічні пагони формуються біля поверхні ґрунту. Тривалість життя центральних пагонів – 10...20 років, усієї рослини – до декількох сотень років, висота – від 0,8 до 4 м. Можуть утворювати самостійні угруповання або входити до складу підліску.

Червона книга – список рідкісних організмів і тих, що знаходяться під загрозою зникнення. Ч. к. включає анотований перелік видів і підвидів із вказівкою на сучасне й минуле поширення, їх кількість і причини скорочення, особливості відтворення, уже вжитих і необхідних заходів охорони виду. Розрізняють міжнародний, національний і локальний варіанти Ч. к., а також окремі Ч. к. рослин, тварин і інших систематичних груп. В Україні Ч. к. вперше була видана в 1980 р. з доповненнями в 1994 р. і 1996 р. До них внесено 382 види тварин, 409 видів судинних рослин, 28 – мохоподібних, 17 – водоростей, 27 – лишайників і 30 видів грибів.

Чинник екологічний – будь-які умови середовища, на які живий організм відповідає реакціями пристосування. Екологічні чинники класифікують за часом, періодичністю, черговістю виникнення, походженням, середовищем виникнення, умовами дії, характером, об'єктом, спектром і ступенем дії.

Чисельність (кількість) організмів – 1) кількість особин певного виду на одиницю площі; 2) загальна кількість екземплярів у популяції виду або на певній території.

Чорнобильська катастрофа – найбільша в історії людства техногенна катастрофа, яка сталася 26 квітня 1986 р. на Чорнобильській АЕС. Унаслідок вимкнення системи охолодження відбулося перегрівання тепловідільних елементів (ТВЕЛів) із виділенням водню, який утворив із повітрям вибухову суміш. Стався потужний вибух, що зруйнував споруду реактора. Розплавлення ТВЕЛів призвело до загорання графітових блоків (поглиначів нейтронів). Виник вогненний смерч, який втягнув у себе радіоактивні продукти розпаду зі зруйнованої активної зони. Основні викиди тривали близько 10 діб і розносилися вітром довкола. Сумарна активність продуктів поділу, що осіли на місцевості в 30-кілометровій зоні до кінця червня 1986 р., становила 8...14 МКі. Основну радіологічну обстановку в потерпілих районах визначили такі радіонукліди: йод-131, цезій-134, 137, стронцій-90, плутоній-239, 240. Залишки зруйнованого аварією четвертого енергоблоку локалізовані в так званому об'єкті «Укриття». Джерелами

радіаційної небезпеки є паливо зруйнованого реактора та радіоактивні відходи різноманітного походження. У зруйнованому енергоблоці міститься 205 т ядерного палива у вигляді оксиду урану (IV) і плутонію. З цієї кількості 2,3 т – свіже ядерне паливо, решта – відпрацьоване. Аварія на ЧАЕС завдала значної шкоди господарським комплексам і навколишньому середовищу. За межами 30-кілометрової зони радіоактивного забруднення зазнали 12 % площі сільгоспугідь України. Забруднення зазнали країни СНД, Фінляндія, Швеція, Польща й ряд інших країн. У зв'язку з тим що цей об'єкт є потенційною загрозою, заплановано спорудження другого саркофагу.

Чутливість – здатність організму реагувати на зміни чинників середовища існування. Розрізняють *Ч.* видову, вікову, статеву, індивідуальну тощо.

Ш

Шельф (мілина материкова) – узбережна океанічна мілина, обмежена з одного боку береговою лінією, а з іншого – значним збільшенням глибини моря або океану. Ширина *Ш.* від суходолу сягає від кількох до 1500 км, глибина – у середньому до 200 м. *Ш.* – найбільш продуктивна на біологічні ресурси частина акваторії океану (моря). Зона *Ш.* майже повністю віднесена до зони економічних інтересів країн, що мають вихід до моря. Разом з тим *Ш.* зазнає найбільшого впливу господарської діяльності людини.

Шкала екологічна – будь-яка шкала оцінки екологічного значення певного компонента довкілля або явища в екосистемі для окремого виду чи організму або їх угруповання.

Щ

Щільність популяції – показник, що визначається кількістю особин на одиницю площі або об'єму.

Я

«Ядерна зима» – глобальна екологічна катастрофа, гіпотетичний стан біосфери Землі в результаті світової ядерної війни. Застосування термоядерної зброї, за розрахунками вчених, може призвести спочатку до «ядерного пекла», а потім, у результаті екранування поверхні планети від надходження сонячної енергії, – до різкого похолодання й неможливості збереження на землі вищих організмів.

Яма відстійна – басейн або резервуар, призначені для збирання та первинного очищення здебільшого твердих завислих домішок стічних вод у процесі відстоювання.

Ярус – частина шару в біоценозі й фітоценозі, яка виділяється своїми функціональними й структурними особливостями.

Навчальне видання

ЗЕЛЕНСЬКА Вікторія Анатоліївна

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

Навчальний посібник

для студентів вищих навчальних закладів

Редактори О. М. Болкова, А. А. Красько
Комп'ютерна верстка О. С. Орда

24/2010. Підп. до друку . Формат 60 x 84/16.
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 11,86. Обл.-вид. арк. 12,75.
Тираж 300 прим. Зам. №

Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру
серія ДК №1633 від 24.12.2003