

# **ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ**

*Навчальний посібник*

**Харків 2011**



УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

# ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

*Навчальний посібник*

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
як навчальний посібник для студентів  
вищих навчальних закладів*

**Харків 2011**

УДК 504

ББК 65.28-18  
О 751

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів  
(№ 1/11-11748 від 22 грудня 2010 року)*

Авторський колектив:

С.В. Комар, М.Г. Ніколенко, В.П. Леонтович,  
Н.П. Мазнева, Л.О. Пархоменко

Рецензенти:

В.А. Войтов, д-р техн. наук, професор (ХНТУСГ ім. П. Василенка),  
П.М. Канило, д-р техн. наук, професор (ІПМашНАНУ)

**Основи екології:** Навч посібник. – Харків: УкрДАЗТ,  
О 751 2011. – 300 с.  
ISBN 978-966-2033-54-0

Навчальний посібник підготовлений у відповідності до програми курсу „Основи екології “. Він скерований на розвиток у студентів вищих навчальних закладів загальної екологічної культури особистості, а також на підвищення професійної культури майбутніх фахівців – теплоенергетиків через ознайомлення з основами організації і функціонування екосистем, принципами взаємодії суспільства і природи, концептуальними основами екологічного виховання і освіти, правовими основами охорони навколишнього середовища.

УДК 504  
ББК 65.28-18

**ISBN 978-966-2033-54-0**

©Українська державна академія  
залізничного транспорту, 2011.

*Навчальний посібник*

Комар Сергій Володимирович,  
Ніколенко Микола Гаврилович,  
Леонтович Валерій Петрович та ін.

## ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

Відповідальний за випуск Комар С.В.

Редактор Решетилова В.В.

---

Підписано до друку 27.02.09 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 12,25. Тираж 300. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія  
залізничного транспорту

61050, Харків - 50, майдан Фейербаха, 7

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

## Зміст

Передмова .....	7
<b>Тема 1. Вступ. Екологічна ситуація в Україні .....</b>	<b>9</b>
Вступ .....	9
1.1. Стан земельного фонду .....	11
1.2. Використання та охорона надр .....	14
1.3. Водні ресурси та їх охорона .....	14
1.4. Забруднення повітряного басейну .....	18
1.5. Лісистість та охорона лісів .....	20
1.6. Вплив атомної енергетики на екологічний стан України .....	21
1.7. Екологічні проблеми і здоров'я .....	24
<b>Тема 2. Екологія як наука. Основні терміни і поняття     екології. Учення Вернадського про біосферу та     ноосферу .....</b>	<b>27</b>
2.1. Екологія як наука. Об'єкти, предмет вивчення та мета екології .....	27
2.2. Екосистема, її будова і головні принципи функціонування. Закон лімітуючих факторів Лібіха	31
2.2.1. Структура екосистем .....	32
2.2.2. Закон лімітуючих факторів .....	36
2.2.3. Функціонування екосистеми .....	37
2.2.4. Енергія .....	38
2.3. Біосфера, її будова та межі. Учення В.І. Вернадського про біосферу та ноосферу .....	41
2.4. Соціальна екологія як наукова дисципліна. Її значення .....	44
<b>Тема 3. Історія взаємодії людського суспільства з     навколишнім природним середовищем .....</b>	<b>46</b>
3.1. Головні періоди в історії взаємодії суспільства та природи .....	46
3.2. Три етапи розвитку глобальної соціоекосистеми нашої планети .....	56
3.3. Демографічна проблема .....	58
3.4. Великий геологічний та малий біотичний кругообіги речовин у природі. Наслідки порушення цих процесів .....	59

3.4.1. Головні етапи великого геологічного кругообігу .....	61
3.4.2. Малий біотичний кругообіг .....	63
3.4.3. Кругообіг вуглецю .....	64
3.4.4. Кругообіг кисню .....	66
3.4.5. Кругообіг азоту.....	66
3.4.6. Кругообіг фосфору .....	67
3.5. Вплив антропогенного фактора на кругообіги .....	68
<b>Тема 4. Атмосфера. Проблеми її використання та охорони .....</b>	<b>70</b>
4.1. Атмосфера, її склад і значення .....	70
4.2. Проблеми використання і забруднення атмосфери ...	73
4.3. Джерела забруднення .....	77
4.4. Нормування вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі .....	82
4.5. Заходи щодо захисту атмосфери. Методи зниження викидів стаціонарними установками .....	86
4.6. Методи зниження викидів рухомих джерел .....	93
4.7. Характеристика наслідків забруднення атмосфери планети. Правові аспекти охорони атмосфери .....	97
4.7.1. Правові аспекти охорони атмосфери .....	104
<b>Тема 5. Водні ресурси. Проблеми їх використання та охорони .....</b>	<b>106</b>
5.1. Водні ресурси та їх значення .....	106
5.2. Проблеми, пов'язані з використанням води .....	109
5.3. Види забруднення водного середовища .....	114
5.4. Самоочищення води у природі .....	116
5.5. Нормування якості води та зони санітарної охорони джерел водопостачання .....	119
5.6. Методи очищення стічних вод на залізничному транспорті .....	125
5.7. Попередження забруднення вод нафтопродуктами ...	136
5.8. Правові аспекти охорони водних ресурсів .....	138
<b>Тема 6. Охорона земельних і лісових ресурсів .....</b>	<b>141</b>
6.1. Земна поверхня, ґрунти, земні надра .....	141
6.1.1. Земні надра .....	144
6.2. Напрямки використання ґрунтів .....	146
6.3. Негативний антропогенний вплив на стан земель .....	146

6.4. Нормування допустимих концентрацій шкідливих речовин у ґрунтах .....	154
6.5. Охорона та раціональне використання земель і лісових ресурсів .....	157
6.5.1. Охорона лісових ресурсів .....	163
6.6. Рекультивація порушених земель .....	165
<b>Тема 7. Охорона флори і фауни .....</b>	<b>170</b>
7.1. Біологічне різноманіття та його багатофункціональне значення для планети .....	170
7.2. Флора та заходи щодо її захисту .....	173
7.3. Фауна та її значення. Причини збіднення генофонду наземних і водних тварин .....	182
7.3.1. Причини збіднення генофонду наземної фауни .....	185
7.3.2. Причини збіднення генофонду водної фауни ....	185
7.4. Заходи щодо захисту тваринного світу .....	187
7.5. Охорона рослинного і тваринного світу .....	190
<b>Тема 8. Основи радіаційної безпеки. Електромагнітне, вібраційне, шумове та теплове забруднення довкілля .....</b>	<b>193</b>
8.1. Вплив іонізуючого випромінювання на людину .....	193
8.2. Джерела іонізуючого випромінювання та нормування доз опромінення при роботі з ними .....	203
8.2.1. Радіаційний контроль .....	204
8.3. Загальні методи захисту від дії іонізуючого випромінювання .....	206
8.4. Екологічний вплив електромагнітного поля .....	210
8.4.1. Захист від дії електромагнітних полів .....	213
8.5. Джерела вібрації та вимоги до її нормування .....	216
8.5.1. Методи зниження вібрації .....	218
8.6. Шумове забруднення довкілля .....	220
8.7. Теплове забруднення довкілля .....	224
<b>Тема 9. Космос і екологія .....</b>	<b>231</b>
<b>Тема 10. Екологічні принципи раціонального використання природних ресурсів і основи економіки природокористування .....</b>	<b>237</b>
10.1. Загальні науково-практичні положення природокористування .....	237
10.2. Економіка природокористування .....	240

10.3. Поняття природного ресурсу та природних умов ...	241
10.3.1. Вичерпні та невичерпні ресурси .....	242
10.4. Принципи природокористування та їх формування	244
10.4.1. Методи управління природоохороною діяльністю .....	248
10.4.2. Економічні важелі оптимізації природокористування .....	250
<b>Тема 11. Нетрадиційні джерела енергії .....</b>	<b>256</b>
11.1. Енергетика, та пов'язані з нею проблеми.....	256
11.2. Сонце, як джерело теплової енергії.....	259
11.2.1. Використання сонячної енергії через фотосинтез і біомасу .....	262
11.3. Вітер як джерело енергії.....	263
11.4. Енергетичні ресурси морських, океанічних і термальних вод .....	266
11.5. Термоядерна енергія .....	269
11.6. Біоенергетичні технології .....	270
11.7. Енергозбереження .....	272
<b>Тема 12. Правові основи охорони навколишнього середовища .....</b>	<b>274</b>
12.1. Роль юриспруденції у регулюванні взаємовідносин між суспільством і природою .....	274
12.2. Природно-ресурсне, природоохоронне і єдине екологічне право .....	274
12.3. Розвиток екологічного права в Україні. Права і обов'язки громадян України з екологічного права ..	276
12.3.1. Права і обов'язки громадян України з екологічного права .....	283
12.3.2. Організація служб охорони навколишнього природного середовища .....	284
12.4. Екологічна експертиза, її статус і значення.....	287
12.5. Міжнародне співробітництво в галузі охорони природи .....	290
Бібліографічний список .....	297

## ПЕРЕДМОВА

Екологічна ситуація у світі і в Україні зокрема на сучасному етапі не стає кращою, а наближається до катастрофічної: вичерпуються запаси прісної води і корисних копалин, погіршується стан ґрунтів, водного і повітряного басейнів, знижується рівень радіаційної безпеки. Зміни, спричинені антропогенним впливом, відбулися практично у всіх екосистемах планети, газовому складі атмосфери, енергетичному балансі Землі. Це означає, що діяльність людини вступила в суперечність з природою, внаслідок чого в багатьох регіонах світу порушилася її динамічна рівновага. Людство опинилося на межі остаточної руйнації довкілля і самознищення, тому необхідна зміна ставлення до існуючих екологічних проблем, яка передбачає обов'язкове узгодження людської діяльності з фундаментальними законами розвитку навколишнього природного середовища. А останнє, в свою чергу, вимагає від кожного члена суспільства наявності певної суми екологічних знань.

Екологія не належить до числа дисциплін, які мають чітку будову і певну логіку викладання, вона міждисциплінарна, однак базується на науковому фундаменті, який створений завдяки аналізу проблем взаємодії суспільства і природи. Саме з цього і виходили автори посібника при формуванні його структури.

В якості вступу в посібнику розглядається екологічна ситуація в Україні, а саме стан її земельного фонду, водних ресурсів і повітряного басейну, екологічні проблеми і здоров'я людей.

Далі в посібнику розкриваються основні терміни і поняття екології, будова та принципи функціонування екосистем, кругообіги речовин та вплив на ці процеси антропогенного фактора. Окремо розглядаються питання проблем використання і охорони атмосфери, водних і земельних ресурсів, охорони флори і фауни.

Багато уваги в посібнику присвячено питанням природних ресурсів, екологічним принципам їх раціонального використання та нетрадиційним, екологічно чистим джерелам енергії, широке впровадження яких є пріоритетом завданням довгострокової енергетичної політики.



Одним з розділів практичної екології є екологічне право. Тому в посібнику також приділено увагу правовим основам охорони довкілля, способам контролю та стимулювання природоохоронної діяльності.

Даний посібник вперше підготовлений на кафедрі «Теплотехніка та теплові двигуни» УкрДАЗТ і скерований на формування екологічної культури майбутніх фахівців-теплоенергетиків, так як в ньому велику увагу приділено питанням негативного впливу на навколишнє природне середовище теплової і атомної енергетики та способам його зменшення.

Автори виражають щиру вдячність рецензентам даного навчального посібника за висловлені зауваження і побажання: проректору з наукової роботи Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка, доктору технічних наук, професору В.А. Войтову та провідному науковому співробітнику Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, доктору технічних наук, професору П.М. Канило.

# Тема 1. ВСТУП. ЕКОЛОГІЧНА СИТУАЦІЯ В УКРАЇНІ

## Вступ

Екологічна ситуація в світі, і зокрема в Україні, надзвичайно загрозлива. Покоління, що зараз вступає в життя, одержить у спадщину, на жаль, не прості екологічні проблеми, усвідомлення яких необхідне для світосприймання сучасної людини. Від нашої позиції сьогодні залежить, чи жити нам завтра. Проблеми екологічної безпеки України мають вирішуватись не десь, а на Україні, і вирішувати їх не комусь, а нам.

Україна через високий рівень концентрації промислового виробництва та сільського господарства, внаслідок хижацького використання природних ресурсів протягом десятиріч перетворилася в одну з найнебезпечніших в екологічному відношенні країн. Нинішня екологічна ситуація в Україні характеризується як глибока еколого-економічна криза, котра зумовлена закономірностями функціонування адміністративно-командної економіки колишнього СРСР. Нарощування продуктивних сил здійснювалося практично без врахування екологічних наслідків, панував відомчий, споживацький підхід до розміщення нових виробництв. Були допущені серйозні помилки в організації комплексного використання природних ресурсів, недостатня увага приділялася управлінню охороною природи та контролю якості природного навколишнього середовища

Україні, як і світу в цілому, притаманні такі екологічні проблеми, як кислотні дощі, транскордонне забруднення, руйнування озонового шару, "парниковий ефект", потепління клімату, "фотохімічний смог", недостатність питної води, накопичення відходів, особливо токсичних та радіаційних, зниження біологічного різноманіття. Аварія на Чорнобильській атомній електростанції в 1986 році з її величезними медико-біологічними наслідками спричинила в Україні ситуацію, що наближається до рівня глобальної екологічної катастрофи. Земля, вода, повітря, живі та не народжені наші діти позначені страшною аварією Чорнобиля, наслідки якої будуть відчуватися ще декілька сотень років.

Протягом останніх років у здоров'ї населення України намітився ряд негативних тенденцій, певною мірою пов'язаних з незадовільними екологічними обставинами. В Україні з 1991 року відсутній природний приріст населення, а тривалість життя на 6 років нижча, ніж у розвинутих країнах. Темпи зростання загальної захворюваності за останні роки становлять близько 35%. Негативні зміни у здоров'ї сталися, головним чином, за рахунок підвищення рівня злоякісних новоутворень, серцево-судинних хвороб, бронхіальної астми, захворювань шлунково-кишкового тракту, цукрового діабету, алергійних захворювань. Глибоке занепокоєння викликає стан природних ресурсів.

Вчені дедалі ширше вивчають проблеми антропогенного впливу на природу, але вони надто відстають від суспільних проблем формування нових підходів до вивчення сучасного стану справ в екології. Масштаби техногенного забруднення в Україні на початок 90-х років минулого століття досягли значного, а в ряді місць критичного рівня. Усвідомлення загрози екологічної катастрофи сприяє конструктивному пошуку шляхів її відвернення, посилює відповідальність, радикально змінює ставлення суспільства до природи.

Лише в 50-х роках минулого століття на Україні введено в дію 1507 великих промислових підприємств. В 1960 році питома вага українського вуглевидобутку в колишньому загальносоюзному досягла 34%. Трудові колективи зосереджували зусилля на виконанні планів, нехтуючи комплексним підходом та раціональним використанням ресурсів. Так нагромаджувалися еколого-економічні суперечності. У 50-ті роки ХХ ст. на південь від Харкова (тобто у найпотужнішому в колишньому СРСР промисловому регіоні) було розвідано найбільше в Європі родовище газу – Шебелинське. При раціональному використанні воно могло забезпечити газом увесь цей регіон на 50-100 років. Але газ почали постачати на всю європейську частину колишнього СРСР і в Казахстан. За 10 років родовище було вичерпано і довелось тягти газопровід за тисячі кілометрів аж із Сибіру. Так само безгосподарно знищили досить великі родовища нафти і газу в Бориславі, на Полтавщині.

Безгосподарно було вичерпано Донбас, найбільші в колишньому СРСР родовища сірки в Роздолі і Яворові, марганцю в Нікополі, багаті на залізо руди у Кривому Розі. Масове вирубування лісів поставило Україну на останнє місце в Європі за лісистістю територій (14,3% загальної території зайнято лісом, 0,2 га лісу в Україні припадає на одного мешканця, для порівняння у світі в цілому – 1,2 га). Надмірна експлуатація і хімізація зменшили площу і підірвали родючість наших чорноземів, отруїли ґрунти, ріки, озера і моря.

### **1.1. Стан земельного фонду**

Найбільше природне багатство України – чорноземи. Вони складають майже 50% світового банку чорноземів. Загальний земельний фонд України становить 60 млн. га і представлений переважно різновидами чорноземів, котрі займають 57% всіх сільськогосподарських угідь (посівні площі займають 33,5 млн га) і становлять 68% орних земель. У середньому на одного мешканця України припадає 0,8 га сільськогосподарських угідь, але вже зіпсовано 60% чорноземів. Щорічно втрачається 100 тис. га родючих ґрунтів. Понад 18 млн га земель ушкоджені ерозією (20 років тому їх було 13 млн га). Ще 2 млн га захімізовані настільки, що рекультивувати їх майже неможливо.

Протягом 50–60-х років минулого століття було необґрунтовано розорано 2 млн га малопродуктивних природних угідь та схилових земель, а також значно розширено площу просапних культур. Розораність земель досягла 81%. Лише 8% земель території України перебуває нині у природному стані (болота, озера, гірські масиви, покриті та непокриті лісом). Змінилося екологічно допустиме співвідношення між площами ріллі, природних угідь, лісових і водних ресурсів. Це негативно вплинуло на стійкість агроландшафту, посилюються ерозійні процеси. Так, площа еродованої ріллі за останні 25 років збільшилася на 33%, вміст гумусу зменшився з 3,5 до 3,2%. Український чорнозем містив колись 18% гумусу. Такі землі є ще тільки в одній країні – в Канаді. На такій землі можна було збирати урожай пшениці до 100 ц/га. Тепер цей показник в Україні значно менший. Нині середня урожайність зернових

культур становить 30 ц/га і нижче. 200 тис. га родючих земель України містять 10 млрд т токсичних промислових відходів, що становить 30% усіх токсичних відходів промисловості колишнього СРСР.

Майже 50% урожаю усіх сільськогосподарських культур вирощуються на ґрунтах, оброблених хімічними добривами та отрутохімікатами. В Україні накопичено 12 тис. тонн непридатних і заборонених для користування пестицидів. Біологічна активність пестицидів загально відома. Вони можуть викликати інтоксикацію, наслідки якої залежать від властивостей, кількості отрути, а також стану організму людини. Пестициди викликають алергічні реакції, зниження імунної реактивності, деякі пестициди можуть викликати мутагенну дію, яка призводить до зміни спадкових властивостей. Вплив пестицидів на людину може призвести й до інших патологічних змін, які виникають в організмі через тривалий відрізок часу. До їх числа належать деякі ураження нервової системи, патологічні зміни в печінці, серцево-судинній системі та ін. Найбільш інтенсивними забруднювачами сільгоспугідь були хлорорганічні пестициди.

Прийнято вважати, що близько 50% загального додатку до урожаю забезпечують мінеральні добрива, 25% дає сортування зерна і ще 25% досягається за рахунок технологій вирощування. Однак не варто забувати, що використання мінеральних добрив – азотних, фосфорних, калійних, комплексних та ін. – часто супроводжується небажаною побічною дією. Це проявляється в забрудненні середовища і пояснюється незбалансованим використанням добрив, відхиленням від нормативів їх внесення. Деякі види мінеральних добрив підвищують кислотність ґрунтів, сприяють накопиченню в них небезпечних залишків. Відомо, що рослини засвоюють лише 50% добрив, решта вимивається атмосферними опадами. При неправильному використанні мінеральних добрив у навколишньому середовищі може накопичуватись в підвищених кількостях азот, фосфор, калій. Перевищення рекомендованих норм добрив, не виконання оптимальних термінів і способів їх внесення призводять до проникнення нітратів, сульфатів, хлоридів у ґрунтові води і підвищення їх вмісту в колодязній воді, що шкідливо для здоров'я людей, тварин, рибного господарства. На думку вчених -

фахівців, більшість негативних моментів піддаються корекції, що безперечно підтверджує позитивне значення добрив для підвищення родючості ґрунтів.

Найвищий рівень забруднення ґрунтів спостерігався в Маріуполі та в Алчевську. У житловому фонді міст та селищ міського типу України щорічно нагромаджується близько 40 млн м<sup>3</sup> сміття, яке знешкоджується на 656 міських сміттєзвалищах та на 4 сміттєспалювальних заводах (один з яких знаходиться в м. Харкові), стан яких, на жаль, не відповідає сучасним вимогам.

Великої шкоди ґрунтам України завдала науково необґрунтована меліорація. Майже 50 тис. га орних земель підтоплені. Щорічно площа еродованих земель зростає на 70-80 тис. га. Значної екологічної шкоди земельні та інші ресурси зазнають внаслідок забруднення викидами промисловості, відходами транскордонного переносу, а також недосконалого використання засобів хімізації в аграрному секторі.

Великої гостроти набула проблема радіоактивних відходів. На АЕС накопичено тисячі тонн відпрацьованого ядерного палива, десятки тисяч кубометрів твердих і десятки мільйонів літрів рідких радіоактивних відходів. У промисловості, сільському господарстві, медицині та в наукових закладах накопичено більше 100 тисяч відкритих та закритих радіоактивних джерел. Понад 70 млн м<sup>3</sup> радіоактивних відходів (РАВ) зосереджено у відвалах уранової, гірничодобувної та переробної промисловості. Із Чорнобильською аварією пов'язана величезна кількість РАВ, точний обсяг котрих ще не визначений. Після аварії на Чорнобильській АЕС радіонуклідами було забруднено 4,6 млн га, з використання вилучено 119 тис. га сільськогосподарських угідь.

Незадовільно здійснюється відновлення відпрацьованих промисловістю земель. При цьому якість рекультивації низька, мало земель повертається у сільськогосподарське виробництво, а їхня родючість майже на половину нижча від природної. Якщо узагальнити всі зміни, то 22% території України можна характеризувати як сильно і дуже сильно уражені та непридатні для повного використання. Така ситуація значно погіршує умови проживання населення, особливо негативно впливає на стан його здоров'я.

## **1.2. Використання та охорона надр**

Сьогодні немає чіткого механізму управління та державного контролю у використанні та охороні надр. Розробка корисних копалин здійснюється більш ніж з 5000 родовищ без належного комплексного освоєння. У надрах залишається і губиться розвіданих запасів нафти – 70%, солей – 50%, вугілля – 40%, металів – 25%.

Крім цього, щорічно вилучається з землі 2,3 млрд тонн копалин, а використовується лише 30%. Решта йде до відвалів, шламонакопичувачів, на підсипку. Обсяг накопичених відвальних порід, відходів енергетики та промисловості перевищує 20 млрд тонн, ними зайнято 130 тис. га сільгоспугідь.

## **1.3. Водні ресурси та їх охорона**

Дуже загострює екологічну ситуацію забруднення водоймищ. На терени України припадає близько 2% стоку прісної води (за даними по колишньому СРСР), а на одного її жителя у 18 разів менше, ніж по колишньому СРСР та у 19 разів менше, ніж у Росії. За даними ООН, ресурси поверхневих та підземних вод України оцінюються нині у 48,8 та 8,9 млрд м<sup>3</sup> на рік. Притому 52,5% (по колишньому СРСР – 15,4%) водозабору з поверхневих та підземних джерел на Україні безповоротно втрачається через нераціональне використання водних ресурсів. Ситуація ускладнюється і тим, що на одиницю площі України припадає промислових підприємств у 10 разів більше, ніж у всьому колишньому СРСР. Четверта частина (25%) промислових викидів у воду також належить Україні. Всього в 1993 р. у водоймища України скинуто 15,8 млрд м<sup>3</sup>. стічних вод із взятих на використання 28,8 млрд м<sup>3</sup>. Основними забруднювачами водних джерел залишаються підприємства та організації металургії, енергетики, вугільної промисловості, лісохімічного та агропромислового комплексів, а також комунальне господарство, частка якого складає майже половину забруднених стоків країни.

В Україні є диспропорція в розвитку водогінних та каналізаційних мереж. Встановлена потужність міських

водогонів становить 23 млн м<sup>3</sup> на добу, очисних споруд водопостачання — 13,8 млн м<sup>3</sup> на добу. На сьогодні всі 439 міст, 819 селищ міського типу, а також 5003 сільських населених пунктів мають централізовані водогони або окремі водогінні мережі. Централізованим водопостачанням забезпечено 70% населення. Однак не мають централізованих систем каналізації 31 місто і 317 селищ міського типу, а в 110 міських населених пунктах очисні споруди перевантажені й працюють неефективно. Крім цього, лише на міських мережах в аварійному стані перебуває 4,5 тис. км каналізаційних мереж. Витоки та невраховані витрати води становлять понад 10%, що ускладнюється відсутністю поквартирного обліку в житловому фонді й надмірним (325 л/чол.) питомим середньодобовим водоспоживанням.

Річкову мережу України складають понад 22 тис. річок загальною довжиною більш як 170 тис. км. Середня її густота складає 0,25 км/км<sup>2</sup>, переважна більшість річок належать до басейну Чорного й Азовського морів, а 4% несуть свої води до Балтійського моря. Водні ресурси формуються переважно за рахунок стоку річок: Дніпро, Дністер, Південний Буг, Сіверський Донець, Тиса. До 40% річкового стоку є транзитним.

У басейні Дніпра – найбільшої водної артерії країни, – крім Чорнобильської АЕС, діють Запорізька, Південноукраїнська, Хмельницька, Рівненська, Курська та Смоленська атомні станції. Через їх греблі косяки осетрових риб не можуть потрапити на свої природні нерестилища. У Дніпро щорічно скидається 370 млн м<sup>3</sup> забруднених стоків, або 14% від їх обсягу по Україні, 65% річного стоку Дніпра використовується промисловими підприємствами при гранично допустимих 20%. Це дуже погіршує якість води, а також рибопродуктивність і може призвести до втрати Дніпра як постачальника питної води. 36 млн жителів України, що споживають воду Дніпра, можуть лишитися питної води вже в наступному столітті.

Питома забезпеченість річковим стоком становить близько 1,0 тис. м<sup>3</sup> на 1 людину за рік. Малі річки формують 60 % водних запасів і їхній стан продовжує погіршуватися. Комплексна оцінка ситуації показала, що малі річки України забруднені на порядок більше, ніж великі. Це пояснюється не тільки їх малою водністю,



а й недостатньою охороною. Найбільш забруднені – це Південний Буг, річки Донецької і Луганської областей, Чорноморського узбережжя півдня України. Багато гумусу, добрив та хімічних засобів захисту рослин змивається в них з полів. Сюди також потрапляють відходи тваринницьких комплексів, цукрових та інших заводів. Щороку до водоймищ України потрапляє 5 млн т солей і 190 м<sup>3</sup> стоків від тваринницьких комплексів. Майже половина мінеральних добрив і отрутохімікатів змивається з полів до річок. Вимагає очищення понад 25 тис. км річок. Річки псується також внаслідок непередбаченого вирубування лісів, розорювання прибережних смуг, схилів, внаслідок осушення боліт.

За даними гідробіологічних спостережень, з 59 контрольованих водних об'єктів України немає жодного водотоку або водоймища, які характеризувалися б як чисті води. Водні об'єкти забруднені переважно нафтопродуктами, фенолами, органічними речовинами, сполуками азоту та важкими металами.

Наслідки забруднення водного середовища можуть бути дуже різноманітними. В Азовському морі число бактерій вже котрий рік перевищує гранично допустиму концентрацію (ГДК) в 1 млн разів. Перевищення гігієнічних нормативів може мати негативні наслідки для людини, особливо для стану її здоров'я. Так, використання води із високою концентрацією кадмію може призвести до розвитку нирково-кам'яної хвороби, захворюванню печінки, анемії, гіпертонічної хвороби, злоякісних пухлин, захворювань шлунково-кишкового тракту. Вода, забруднена марганцем, може викликати порушення ліпідного обміну, пневмонію, психічні розлади; миш'яком – захворювання шлунково-кишкового тракту, органів дихання, раком шкіри тощо. Попадання до організму ртуті може викликати незворотні ураження нервової системи та інше. Встановлено зв'язок між забрудненням води вінілхлоридом та захворюванням на рак сечового міхура. Шкоди можуть завдати такі поширені забруднювачі, як фтор, хлор, фосфорорганічні сполуки, нітрити, нітрати, пестициди, гербіциди тощо.

Забруднення поверхневих вод на Україні змушує використовувати підземні запаси води. Урбанізація (концентрація матеріального та духовного життя в містах) та господарська

діяльність погіршують якість підземних вод. В Україні виявлено понад двісті осередків стійкого забруднення підземних вод. Виведено з ладу 10 водозаборів загальною потужністю 80 млн м<sup>3</sup> на рік. Почастішали випадки отруєння їх нафтопродуктами. Так у другій половині 80-х років минулого століття велика частина підземних вод була забруднена через аварії на нафтопроводі Лисичанськ – Маріуполь та інших. Активно забруднюються підземні води в регіонах зосередження хімічної промисловості, на селі – через нераціональне використання та збереження засобів хімізації. На Україні нині є понад 200 об'єктів стійкого забруднення та виснаження водоносних підземних горизонтів. Найбільші з них в долині р. Сіверський Донець у Західному Донбасі, Кривбасі, Криму, Прикарпатті, у місцях дислокацій деяких військових частин, розміщення хімічних, нафто- та газопереробних підприємств. Питним водозаборам тут загрожує повне отруєння. Неполадки трубопроводу залізничної станції Тернопіль призвели до того, що в 1990 р. на водозаборі продуктивністю 30 тис. м<sup>3</sup> на добу виявлено домішки нафтопродуктів, що більш ніж у 100 разів перевищують гранично допустиму норму. Рівень очистки води надзвичайно низький. Існуючі очисні споруди навіть при біологічній очистці вилучають лише 10-40% неорганічних речовин (40% азоту, 30% фосфору, 20% калію) і практично не вилучають солей важких металів.

Ці та інші негативні явища відбуваються на фоні низьких запасів води в Україні, які складають 97,3 км<sup>3</sup> (у маловодні роки – 66 км<sup>3</sup>). Дефіцит води в Україні складає 4 млрд км<sup>3</sup>. Загальне використання зросло до 57 км<sup>3</sup>, а незворотне до 17 км<sup>3</sup>. Внаслідок варварського господарювання в Україні щезли тисячі малих річок. Нині сотні сіл залишилися без питної води. Високий антропогенний тиск на водні ресурси та значне їхнє використання позначилися на якісному стані Чорного та Азовського морів.

Брак радикальних змін у комплексі водогосподарських проблем країни може призвести до втрати реальних перспектив економічного розвитку, значно загострити соціальну напруженість, спричинити деградацію населення та природи. Все це суттєво погіршує екологічну ситуацію в Україні.

## 1.4. Забруднення повітряного басейну

На стан повітряного басейну впливають внутрішні стаціонарні та пересувні джерела і повітряні потоки з території Західної Європи. Забрудненість повітря ми почали відчувати наприкінці 60-х років минулого століття, однак до середини 70-х узагальненої інформації про це в Україні майже не використовували. Нині рівень забрудненості повітря у більшості міст країни перевищує санітарні норми, а у чверті населених пунктів перевищено граничнодопустимі рівні у 5-20 разів. Близько третини всіх промислових підприємств України працюють без санітарно-захисних зон.

Головними забруднювачами повітря на Україні є підприємства металургії – 35%, енергетики – 29,3%, вугільної – 8% та нафтохімічної промисловості – 6% від загального обсягу викидів стаціонарних джерел. Щорічно промислові підприємства України та транспорт викидають в атмосферу 17 млн т токсичних речовин (більше 300 кг на кожного мешканця України). Від загального обсягу промислових викидів вловлюють – 76%, а утилізують – 48%. З 1991 р. в Україні введено плату за забруднення повітря. При порушенні нормативів, що встановлені для 8500 промислових підприємств, плата зростає у 3-5 разів. Викиди токсичних речовин від стаціонарних джерел забруднення в 1993 р. становили 7,3 млн т.

До екологічних лих України немало додає розвиток транспорту. Щорічні викиди автотранспорту на Україні становлять 6,5 млн т або 37% всіх токсичних викидів у повітря. У ряді міст вони переважають усі інші, зокрема у Чернівцях на них припадає 75%, у Вінниці та Києві – 77%, Львові – 79%, Сімферополі, Луцьку, Івано-Франківську – 83%, Ялті, Полтаві, Хмельницькому – 89%, Євпаторії та Ужгороді – 91% викидів.

Однак у країні залишається не розв'язаним питання із встановленням на автомобілях нейтралізаторів вихлопу, виробництвом дизельного палива з анти димовими присадками та пониженим вмістом сірки, бракує сучасних контрольних приладів, не етильованих марок пального. Питома вага викидів від стаціонарних джерел та автотранспорту в Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Луганській областях від загальних в

Україні становить відповідно 68 та 45%. У більшій половині областей автотранспорт – основне джерело забруднення повітряного середовища. Високий рівень забруднення спостерігається у 13 містах України, котрі знаходяться в Донецькому (Донецьк, Краматорськ, Єнакієве, Горлівка, Макіївка, Маріуполь, Алчевськ, Слов'янськ, Луганськ, Дзержинськ), а також в Придніпровському промисловому регіоні (Дніпродзержинськ, Запоріжжя, Одеса, Кривий Ріг). Такий рівень зумовлений підвищеним вмістом специфічних токсичних речовин, а також вмістом діоксиду азоту і пилу.

Повільно впроваджується реконструкція і модернізація шкідливих виробництв. Так з 50 доменних печей в Україні 46 експлуатуються понад 30 років. З 80 мартенівських печей 68 працюють такий же строк

Для оцінки впливу забруднювачів на здоров'я населення потрібно користуватися не лише максимально разовими і середньодобовими ГДК, які регламентують вміст хімічних елементів у повітрі населених пунктів, але й показниками, які характеризують вміст токсичних речовин за тривалий період (місяць, рік). Підставою для цього служить те, що невеликі концентрації речовин при тривалій дії дають такий же або близький негативний ефект, що й висока концентрація за короткий проміжок часу.

Встановлено, що довготривале забруднення атмосферного повітря сірчаним газом, окислами вуглецю, азоту та іншими речовинами шкідливо впливає на здоров'я людини. При цьому може збільшуватись загальна захворюваність населення, яка обумовлена ураженням окремих органів і систем організму – легеневої (пневмонія, бронхіальна задуха та інші неспецифічні хвороби легень) і серцево-судинної системи (гіпертонічна хвороба, інфаркт міокарду, хронічні хвороби, тощо). Великий вплив на рівень серцево-судинних, легневих та інших захворювань має сумарне забруднення атмосферного повітря. При забрудненні повітря в 5 ГДК спостерігається суттєве збільшення ряду захворювань (бронхіти, розлади, бронхіальна астма, вітамінози тощо), а також збільшення загальної кількості дітей, хворих на хронічні недуги. При сумарному забрудненні атмосферного повітря на рівні 10 ГДК спостерігається значне

збільшення хронічних захворювань не тільки серед дітей, а й серед дорослих. Для деяких захворювань (ішемічна хвороба серця, гострі респіраторні захворювання і грип) значне їх поширення спостерігається тільки на рівні 20 ГДК. Хвороби шлунку, органів травлення корелюють з атмосферним забрудненням тільки за умови його спільної дії з іншими факторами.

Найбільш небезпечні промислові викиди для здоров'я дітей. У зв'язку із забрудненням атмосферного повітря знижуються адаптивні можливості дитячого організму, що призводить до зміни дихальних функцій і збільшення рівня легеневої патології.

Слід також враховувати і локальні територіальні відмінності у поширенні деяких захворювань. У зонах розміщення промислових підприємств характерні специфічні забруднення, які можуть також призводити до погіршення стану здоров'я людини. Так, наприклад, у зонах розташування атомних електростанцій можлива висока загальна захворюваність населення, особливо злоякісними пухлинами; теплових електростанцій і цементних заводів – силікозом; в зоні металургійних заводів – хронічним бронхітом; кольорової металургії, нафтопереробних і хімічних заводів – раком легень; алюмінієвих заводів – отруєнь фтором; інтенсивного руху автотранспорту – хронічних отруєнь легень тощо. Високий рівень забруднення атмосферного повітря загрожує здоров'ю не тільки теперішнього, а й майбутніх поколінь.

### **1.5. Лісистість та охорона лісів**

Стан навколишнього природного середовища значною мірою визначається рівнем лісистості та якісним станом лісів. Україна — малолісна країна (лісистість становить близько 14%). За останні 50 років лісистість збільшилася на 4%, але ліси розташовані нерівномірно. Ліси переважно виконують захисні водоохоронні та санітарно-гігієнічні функції. Однак вони інтенсивно експлуатуються, гинуть від промислових викидів та пожеж. Їхній стан зумовлений не лише рівнем та інтенсивністю антропогенного впливу, але й зростаючим техногенним

навантаженням, що порушує природну стійкість середовище формувальної функції лісових екосистем.

Протягом останнього десятиріччя в Україні загинуло від промислових викидів 2,5 тис. га лісових насаджень. Радіаційного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС зазнали 3,3 млн га лісів. Вирубка лісового фонду перевищує його відновлення. Обсяги захисного лісорозведення не забезпечують повного заліснення непридатних для сільськогосподарського виробництва земель.

Викликає стурбованість інтенсивна експлуатація лісів, особливо в Карпатському та Поліському регіонах, де зосереджено відповідно 29 та 33% запасів деревини. Значних збитків завдають лісові пожежі. В 1993 р. було зафіксовано близько 3 тис. пожеж. П'ята частина лісової площі та майже 90% збитків припадає на Республіку Крим. Порушення природної стійкості лісів призводить до зростання уразливості насаджень, визначає подальше збереження напруженого санітарного стану лісів.

На території України нараховується близько 45 тис. видів тварин, серед них 17 видів земноводних, 20 – плазунів, 344 – птахів, 101 – ссавців, 200 – риб, решта – безхребетні. До Червоної книги України занесені 531 вид рослин і грибів (12% дикорослої флори) та 281 вид тварин. Площа природно-заповідного фонду України збільшується повільно і становить 2,2% території країни, що в 2–3 рази менше від норми, рекомендованої вченими.

## **1.6. Вплив атомної енергетики на екологічний стан України**

В останнє десятиріччя дуже активізувалася проблема атомної енергетики. На Україні діють 15 енергоблоків. На невеликій, але густо заселеній території України сконцентровано 40% усіх потужностей вибухонебезпечних ядерних реакторів колишнього СРСР. П'ять АЕС України загальною потужністю 13.8 млн кВт виробляють 24,5% електроенергії України, тоді як загальний внесок АЕС колишнього СРСР становив лише 10% його енергобалансу. Економічний ефект від роботи радянських АЕС за всю їхню історію становить 2,5 млрд крб., а чорнобильська катастрофа 26 квітня 1986 року – одна з

найтрагічніших сторінок історії українського народу – завдала збитків на 8,5 млрд крб. Світова спільнота ще не усвідомила до кінця масштабів найбільшої в історії людства техногенної катастрофи у Чорнобилі. Безглузде засипання в жерло реактора 5000 тонн свинцю (який відразу там закипав) і використання в зоні Чорнобиля хімічно активних речовин ще більше сприяли комбінованому радіоактивному та хімічному забрудненню величезних територій. У загальному спектрі радіоактивних сполук, які потрапили у довкілля, особливо небезпечні плутоній (Pu), стронцій (Sr) і цезій (Cs). За нормального  $\alpha$ -розпаду плутонію виділяється дуже мало гамма-квантів, отже плутоній не реєструють звичайні лічильники радіації. Висока леткість плутонію і невиведення його з організму призводить до накопичення його у щитоподібній залозі, звідки він руйнує генетичний код і спричиняє масові захворювання на рак цієї залози. Саме це нині і спостерігається в Україні. Стронцій 89, 90 засвоюється подібно до кальцію, який бере участь у формуванні кісткового апарату. Необхідно зазначити, що стронцій, який потрапляє до організму, засвоюється ним навіть краще, ніж кальцій. Ось чому такий вид радіоактивного забруднення особливо небезпечний для дитячого організму, що росте. Цезій 134, 137 засвоюється людським організмом як калій, що приймає участь в клітинному обміні речовин. Не треба додатково пояснювати, наскільки це небезпечно.

Як свідчить офіційна інформація про аварію на ЧАЕС та її наслідки, яка підготовлена для МАГАТЕ, в атмосферу було викинуто 63 кг, або 3,5% високорадіоактивних радіонуклідів, нагромаджених у реакторі. Таким був стан до 6 травня, хоча реактор “горів”, нехай з меншою силою, аж до 10 травня. Для порівняння скажемо, що внаслідок вибуху атомної бомби, скинутої на Хіросіму, утворилося 740 Гр. радіоактивних відходів. Отже, викид радіоактивних речовин під час аварії на ЧАЕС ім. В.І. Леніна був еквівалентний такій кількості відходів, які б утворилися після вибуху 90 атомних бомб, скинутих на Хіросіму. У повітря потрапило близько 450 типів радіонуклідів, серед яких цезій, стронцій, плутоній особливо небезпечні для людини і всього живого.

Мало хто знає також, що практично нешкідливі для людини малі дози радіоактивного опромінення стають дуже небезпечними за наявності хімічних забруднень. Після аварії на ЧАЕС територію України було поділено на декілька зон, в залежності від ступеня їх забрудненості радіоактивними сполуками. На території Київської, Житомирської, Чернігівської, Рівненської, Черкаської, Вінницької, Чернівецької, Івано-Франківської, Кіровоградської, Тернопільської і Хмельницької областей є райони з підвищеним вмістом радіоактивних речовин у ґрунті. Треба зазначити, що радіаційна ситуація, що склалася на цих територіях, нерівнозначна (ґрунти мають різні коефіцієнти переходу радіоактивних речовин у рослини).

Згідно із Законом України “Про правовий режим використання територій, що зазнали радіаційного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи” від 27 лютого 1991 року за рівнем радіоактивного забруднення цезієм 134, 137 виділені такі зони:

- Зона періодичного радіаційного контролю (низьке забруднення 0,5 – 1 Ки(кюрі)/км<sup>2</sup>).

Дозволено збирання грибів, ягід, лікарських рослин, а також заготівлю деревини без обмежень. Полювання та рибальство дозволяється з обов’язковою перевіркою м’яса і риби на вміст в них радіоактивних речовин. У підсобних господарствах ніяких обмежень щодо годівлі та утримання сільськогосподарських тварин, птиці не запроваджується.

- Зона посиленого радіоактивного контролю (середнє забруднення 1 – 5 Ки/км<sup>2</sup>).

Дозволено збирання, заготівлю грибів, ягід, лікарських рослин і сіна з обов’язковим попереднім дозиметричним контролем. Заготівля деревини і використання продуктів її переробки проводиться без обмежень. У підсобних господарствах рекомендується періодичний вибірковий контроль м’ясних і молочних продуктів, кормів.

- Зона гарантованого (добровільного) відселення (високе забруднення 5 – 15 Ки/км<sup>2</sup>).

Заготівлю грибів, ягід, хвої і виробництво хвойно-вітамінного борошна заборонено. Особливий режим сільського господарства: обмежене землекористування (зменшення обробки



земель), переспеціалізація товарного сільського господарства та насінництва, вирощування технічних культур (льон та ін.), розвиток тваринництва (корівництво тощо). Випас худоби на лісових пасовиськах цієї зони проводиться при досягненні травостоєм висоти не менше 10 см. Використання деревини як палива, заготівля дьогтю заборонені. Заборонено випасати молочну, м'ясну худобу, а заготовляти сіно дозволяється тільки на корм для робочих коней. Використання гною як добрива заборонено.

- Зона безумовного (обов'язкового) відселення (дуже високе забруднення).

Територію планується перетворити на біосферний заповідник на 50 років (суцільне залісення, злучання звільнених територій).

- Зона відчуження (надзвичайно високе забруднення).

Це дослідницький полігон для боротьби із наслідками ядерних катастроф.

## **1.7. Екологічні проблеми і здоров'я**

Україна – держава з високо розвинутою промисловістю та багатогалузевим сільським господарством. Основна спеціалізація промисловості:

- паливне виробництво;
- добувна;
- металургійна;
- хімічна;
- машинобудівна.

Їх наявність, а також інтенсивне сільське господарство, що базується на нераціональному природокористуванні, надмірна хімізація, застаріле обладнання та технології – все це призвело до вкрай небезпечного стану довкілля.

Екологічна криза почала проявлятися з середини 50-х років. Саме цей час можна умовно вважати за початок безконтрольного періоду експлуатації природи, а отже й її забруднення. Щорічно у природний обіг вводилося близько 1,5 млрд т первинної сировини. Це майже 30 т на кожного громадянина України. В результаті цього

обсяг накопичених відходів від добувної, енергетичної, металургійної та деяких інших галузей промисловості становить уже близько 15 млрд т. Більша частина відходів потрапила у воду, повітря, які є первинною основою життя. Причина цьому – відсутність дієвих природоохоронних інституцій та застарілі еколого-небезпечні промислові технології. На додаток найбільша у світі розораність земель, безконтрольне використання великої кількості пестицидів. І це в умовах, коли близько 40% усіх сільськогосподарських угідь мають надто слабку здатність до самоочищення, тобто сприяють накопиченню отруйних речовин у ґрунті. Усі ці обставини підсилюються аварійним станом каналізаційних систем, що є причиною викидів інфекційно-небезпечних відходів, зниженням загального гігієнічного рівня.

Внаслідок цього помітно порушилися природні процеси, спостерігається повна деградація деяких територій та значно погіршився стан здоров'я населення України. До 80% захворювань припадає на “хвороби віку”, серед яких “лідують” серцево-судинні, злоякісні пухлини, цукровий діабет, бронхіальна астма тощо. Якщо зважати, що більшість неінфекційних хвороб виникають від систематичного впливу негативних чинників і їхні наслідки віддалені від причин роками, то можна говорити про ефект міни уповільненої дії. З іншого боку, за клінічними ознаками, це хвороби хронічні, і можуть супроводжувати людину протягом всього життя. Саме вони відбивають нинішні недуги нашого суспільства: політичну, економічну і екологічну кризу.

Разом узяті, вони породили найстрашнішу – демографічну кризу, яка наочно проявилася у 1991 році. Саме тоді показники смертності населення перевищили показники народжуваності із стійкою тенденцією до поглиблення. Цей процес ще наочніше проявляється останнім часом. Тільки за останні роки народжуваність знизилась на 14%, середня тривалість життя громадян України на 6-10 років менша, ніж у благополучних країнах світу. Про 75% дітей України можна сказати, що стан їхнього здоров'я має відхилення від норми. Великою мірою це спричинено низьким медичним обслуговуванням.

Ще першого року нашої незалежності Верховна Рада проголосила Україну зоною екологічного лиха. У 1993 році

небезпечний стан екології та здоров'я населення України привернув увагу і світової громадськості. Всесвітня організація охорони здоров'я оголосила територію України зоною епідеміологічного лиха. У нашому лексиконі відродились такі напівзабуті назви хвороб як холера, малярія, сибірська виразка тощо. Ці інфекційні хвороби – одна з основних складових поняття “екологія”.

До всіх наших бід додався ще й Чорнобиль. Лише один факт – близько 150 тис. чоловік, серед яких більше третини дітей, отримали недопустимі дози опромінення щитоподібної залози. Якщо загальна кількість хворих на рак щитовидної залози у цілому по Україні складає у віці до 14 років 0,2 випадки на кожні 100 тис., то серед дітей цього ж віку, які постраждали від опромінення, цей показник 1,8.

Для подолання усіх цих негативних явищ необхідно в першу чергу їх детальне і всебічне вивчення, а також усвідомлення екологічної проблеми країни усім населенням України. На початку ХХІ ст. необхідна зміна психології технократа з його прагненням до негайного отримання зиску, відмова від необмеженого споживання всього, що за мільйони років створила Природа. Потрібен перехід до життя за правилами нової моралі, екологічного мислення і політики, необхідно переоцінити систему цінностей, об'єднавши зусилля, колективний розум і технічну потужність для виходу з екологічної кризи, на перше місце поставивши культуру, науку та екологію.

Таким чином, новий підхід сучасної екополітики України повинен базуватися на принципах двох категорій людської діяльності: етичних та еколого–економічних.

### ***Контрольні питання***

1. Які екологічні проблеми існують в Україні?
2. Які негативні наслідки використання аграрним сектором пестицидів та мінеральних добрив?
3. Які галузі є основними забруднювачами водного басейну України?
4. Які підприємства є основними забруднювачами повітря?

## **Тема 2. ЕКОЛОГІЯ ЯК НАУКА. ОСНОВНІ ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ ЕКОЛОГІЇ. УЧЕННЯ ВЕРНАДСЬКОГО ПРО БІОСФЕРУ ТА НООСФЕРУ**

### **2.1. Екологія як наука. Об'єкти, предмет вивчення та мета екології**

У наш час людство переживає найбільш критичний момент за всю історію свого існування. У своєму розвитку воно досягло того найбільш шкідливого рівня, коли вже оволоділо величезним науково-технічним потенціалом, але ще не навчилось достатньо обережно і раціонально використовувати його. Швидка індустріалізація та урбанізація, різке збільшення народонаселення планети, інтенсивна хімізація сільського господарства, інші види антропогенного впливу на природу істотно порушили кругообіг речовин і природні енергетичні процеси в біосфері, пошкодили її регенераційні механізми. Це поставило під загрозу здоров'я і навіть життя сучасного та майбутнього поколінь людей, навіть подальше існування самої цивілізації

Людству загрожує дві смертельні небезпеки: швидка загибель у вогнищі глобальної ракетно-ядерної війни і повільне вимирання внаслідок погіршення якості життєвого середовища, яке було викликане руйнуванням біосфери планети через нераціональну господарську діяльність. Друга небезпека більш загрозна, бо для її попередження недостатньо одних лише дипломатичних зусиль. Тут необхідний перегляд традиційних принципів природокористування, корінна перебудова всього господарського механізму в більшості країн світу. Екологічна ситуація не стає кращою і продовжує бути катастрофічною, тому отримання екологічних знань дуже актуальна і своєчасна проблема. Природний підхід необхідний для людей усіх спеціальностей і професій, напрямків і віку. Розуміння сучасної екологічної ситуації викликає бажання активно брати участь в її виправленні.

Не проходити повз екологічні правопорушення! Не здійснювати їх самим! Активно застосовувати екологічні знання! Для того, щоб отримати те, що ми хотіли б від навколишнього

середовища, це зберегти його хоча б у тому вигляді, в якому воно зараз знаходиться, необхідно змінити своє ставлення до нього. А зміна ставлення до існуючої екологічної проблеми передбачає наявність певної суми знань.

### *Що таке екологія?*

В середині XIX ст. наука відкрила принципи взаємовідносин рослин і тварин між собою і з навколишнім середовищем. Цю галузь біології назвали екологією. У нашому столітті стало загально прийнятним, що екологічні принципи і теорії стосуються не тільки рослин і тварин у їх природних умовах існування – вони характерні і людині, причому у глобальних масштабах. Цю галузь екології, тобто вивчення екологічних принципів стосовно людської спільноти, необхідних для її стійкого розвитку, сьогодні часто називають наукою про довкілля (див. рис. 2.1).

Однак екологія як наука сформувалася лише у другій половині XIX ст. Тоді відомий німецький зоолог Е. Геккель запровадив термін “екологія” і вперше зробив спробу дати визначення суті нової науки у 1871 році в книзі "Загальна морфологія організмів".

Термін екологія утворено з двох слів грецького походження: oikos – дім, житло і logos - наука. Як самостійна наука вона сформувалася десь в 1890 р., а надзвичайної популярності набула в 60-ті роки XX століття. За цей час екологія здійснила перехід від аналізу відносин “організм – навколишнє середовище” до відносин “людина – природа”, “суспільство – біосфера”. Таким чином, вона вийшла за межі біології і піднялася до вирішення загальнонаукових та філософських проблем. Екологія стала своєрідним символом нашого часу.

Екологія – це наука про взаємовідносини живих організмів між собою та з навколишнім середовищем, про систему зв'язків живої і неживої природи. Екологія вивчає живі системи у взаємодії з середовищем їх знаходження.

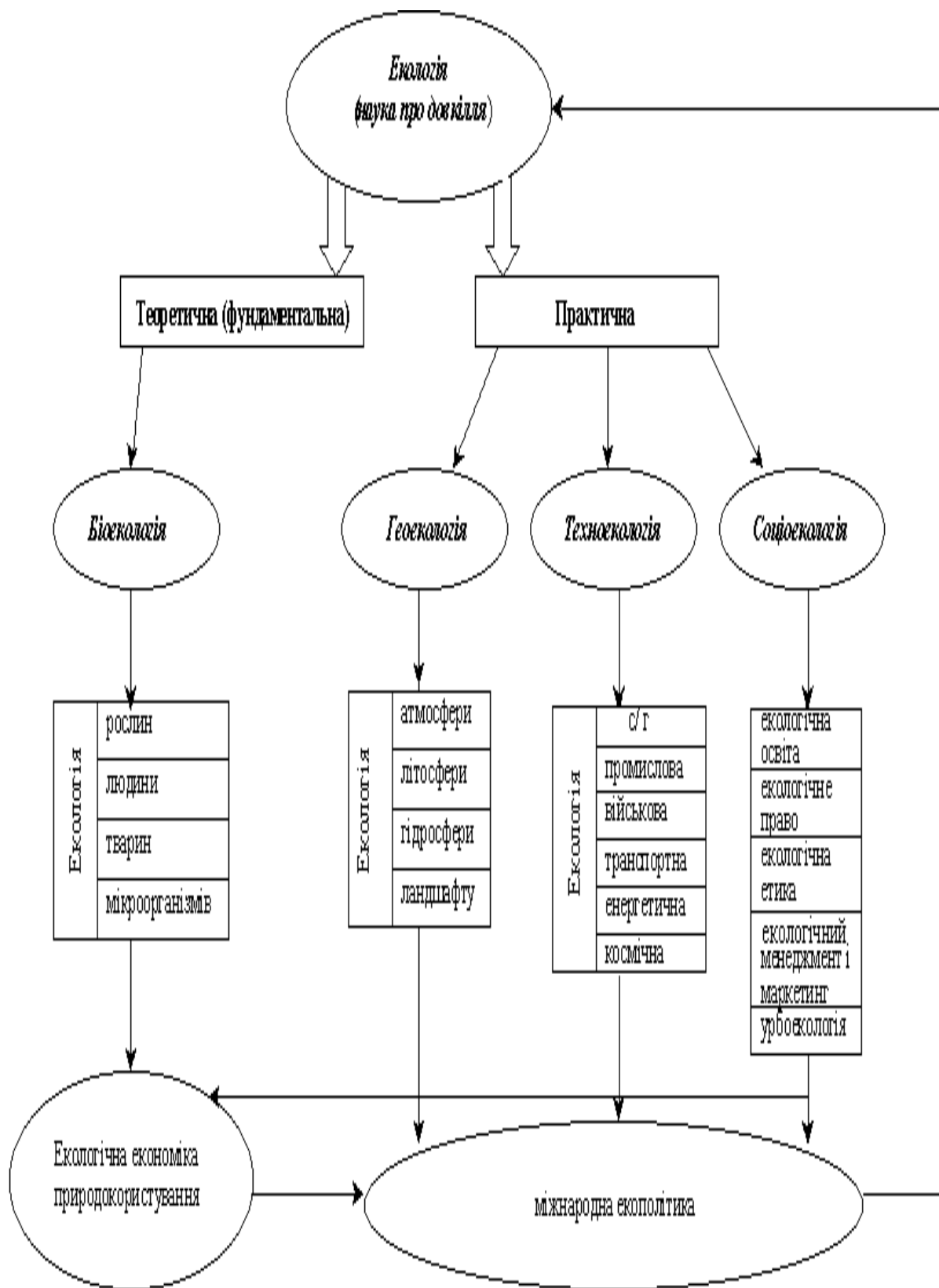


Рис. 2.1. Структурна схема науки про довкілля

Об'єктами екології або її галузевих підрозділів залежно від рівня досліджень є різні екологічні системи чи елементи екосистем планети.

Предметом вивчення екології є середовище, де живуть і відтворюються живі організми, та взаємовідносини організмів з середовищем.

Мета сучасної екології полягає в розкритті взаємозв'язку всіх природних явищ і раціональним управлінням і використанням природних ресурсів. Таким чином, екологія – це наука про оточуюче нас природне середовище. Це розділ біології, що вивчає взаємозв'язки між організмами і навколишнім середовищем, кругообіг речовин у природі і потоки енергії, що роблять можливим саме життя на Землі. Для того щоб вивчити взаємодію живих організмів і факторів природи, екологія залучає й інші науки.

Загальна екологія займається дослідженням усіх типів екосистем. Дуже широким є спектр підрозділів екології. До нього входять спеціалізовані екологічні науки, які розрізняються за об'єктом та предметом дослідження.

У наш час спостерігається бурхлива екологізація різних технічних дисциплін. Нині сформувався близько ста напрямків екологічних досліджень, які можна об'єднати за принципами галузевої належності, взаємозв'язків, пріоритетності, теоретичного та практичного значення (прикладна екологія).

У зв'язку з цим екологія розпалася на ряд наукових галузей та дисциплін, котрі значно відійшли від початкового визначення екології як науки про відносини живих організмів з оточуючим природним середовищем. Але в основі всіх сучасних напрямків екології лежать фундаментальні ідеї біоекології (рис. 2.1). Прикладна екологія базується на системі законів, правил та принципів екології та природокористування. Сучасна кризова ситуація вимагає екологізації всіх форм діяльності, врахування законів та вимог екології.

Таким чином можна сказати, що екологія – це:

– комплексна наука, що досліджує середовище існування живих істот (включаючи людину) і вивчає загальні закони функціонування екосистем різного ієрархічного рівня;

– наука про способи обмеження споживання ресурсів біосфери для задоволення потреб господарської діяльності людини;

– об'єднуючий елемент всієї розумової діяльності людини, що сприяє пошукам і прийняттю розумних і раціональних рішень у процесі господарської діяльності людини.

При величезних розмірах земної кулі реальне життя існує тільки на її поверхні, в тій частині Землі, яку називають біосферою. У цьому тонкому шарі земної поверхні, де зустрічаються і взаємодіють повітря, вода, земля, мешкають живі організми, серед яких і ми з вами.

Усі живі істоти, і люди в тому числі, залежать від цієї цілісності. Якщо надмірно змінити будь-яку із складових біосфери, вона може повністю зруйнуватися. Можливо, що і атмосфера і гідросфера при цьому лишаться, але в їх взаємовідносинах уже не будуть брати участь живі організми.

## **2.2. Екосистема, її будова і головні принципи функціонування. Закон лімітуючих факторів Лібіха**

Екосистема (біогеоценоз) – основна одиниця біосфери, яка є об'єктом вивчення екології. Цей термін запровадив англійський біолог А. Тенслі у 1935 році. Екосистема – це просторова система, що охоплює історично сформований комплекс живих істот, пов'язаних між собою трофічними зв'язками, та неживих компонентів середовища їх існування, які залучаються в процесі обміну речовин та енергії. У кожній екосистемі відбуваються кругообіг речовин та обмінні енергетичні процеси,

Кожна екосистема складається з біоценозу та біотопу.

Біотоп – це поверхня землі з більш-менш однотипними умовами існування (грунтом, мікрокліматом тощо).

Біоценоз – це історично сформована сукупність рослин, тварин та мікроорганізмів, що населяє біотоп. Відповідно до цього кожний біоценоз складається з фітоценозу (угруповання рослин), зооценозу (угруповання тварин) та мікробіоценозу (угруповання мікроорганізмів).



Екосистема може бути різних розмірів і складності. Наприклад, можна говорити про екосистему лісу в цілому і про екосистему окремого пенька. Взаємодія організмів в екосистемі надзвичайно складна. Взаємодія біоценозів з біотопами відбувається через речовинно-енергетичний обмін. Для кожної екосистеми характерний свій біологічний кругообіг речовин, який здійснюється внаслідок існування в екосистемах трофічних ланцюгів (ланцюгів живлення).

Наприклад, у водоймах фітопланктон поїдається зоопланктоном, останній – дрібною рибою, що є здобиччю великих риб – хижаків, які в свою чергу споживаються людиною. Мова йде про певні угруповання рослин, тварин і мікроорганізмів, які взаємодіють один з одним і з навколишнім середовищем. Дуже великі наземні екосистеми називають біомами. Наприклад, ліси помірного поясу, пустелі, хвойні ліси, савани тощо. Кожний біом включає в себе цілий ряд менших за розмірами взаємозв'язаних одна з одною екосистем. Одна з них може бути великою – площею декілька мільйонів квадратних кілометрів, інша може являти собою невелику галявину. Важливо те, що кожен екосистему можна визначити як більш-менш своєрідне угруповання рослин і тварин, які взаємодіють одне з одним і з довкіллям.

### ***2.2.1. Структура екосистем***

Щоб вивчити цілісність біосфери, необхідно з'ясувати, як вона функціонує. Оскільки вона складається з безлічі екосистем, необхідно знати їх структуру. У кожній екосистемі два основних компоненти: організми, з одного боку, і фактори неживої природи – з іншого. Таку сукупність організмів (рослин, тварин, мікроорганізмів) називають біотою (від лат. біо – життя) екосистеми. Шляхи взаємодії різних категорій організмів – це її біотична структура; неживі (хімічні і фізичні) фактори навколишнього середовища називають абіотичними.

Незважаючи на велику різноманітність екосистем – від пустель до тундри, всім їм, на думку екологів, властива приблизно однакова біотична структура. Іншими словами, всі вони містять одні й ті ж категорії організмів, які подібно

взаємодіють у всіх екосистемах. Це такі категорії: продуценти, консументи, редуценти.

Одна з причин, що викликає різноманітність екосистем (біоценозів) у природі, – це своєрідність абіотичних умов кожного регіону.

Таким чином, незважаючи на різноманітність екосистем, всі вони мають спільні риси. У кожній із них можна виділити фотосинтезуючі рослини – продуценти, різні типи консументів і редуцентів.

Важливим елементом біотичної структури екосистем є своєрідність ланцюгів живлення в кожній з них.

**Біотичні структури.** Для усіх різноманітних екосистем (від дощових тропічних лісів до тундри), з точки зору екології характерна приблизно однакова біотична структура. Іншими словами, всі вони містять одні і ті ж головні категорії організмів, які взаємодіють між собою подібно, це продуценти, консументи, детритофаги і редуценти. *Продуценти* – це головним чином зелені рослини, що здійснюють фотосинтез – складний процес перетворення води і атмосферного двоокису вуглецю під дією сонця і хлорофілу в цукрини (вуглеводи). Цей процес відбувається у зеленому листі рослин. При цьому до атмосфери надходить кисень як побічний продукт. Для фотосинтезу необхідна енергія Сонця. З утворених таким чином вуглеводів і мінеральних елементів харчування, які отримуються із ґрунту і води, рослини синтезують складні речовини, що входять до складу їх організмів. Мінеральні елементи харчування рослин називаються *біогенами*. Молекула, за допомогою якої рослини уловлюють світлову енергію, необхідну для фотосинтезу, – це хлорофіл. Тому фотосинтезуючі рослини мають зелений колір. Вони дуже різноманітні: від одноклітинних мікроскопічних водоростей, трав лугов до гігантських дерев (секвой).

Усі тварини та інші організми – непродуценти – харчуються органічною речовиною і використовують її як джерело енергії і матеріал для формування свого тіла. Фотосинтезуючі рослини продукують їжу для всіх організмів екосистеми. Тому їх називають продуцентами. Але ж існують такі гриби, рослини і мікроорганізми, що не є продуцентами, а так само, як і тварини, харчуються органікою. Їх називають редуцентами.

Таким чином, усі живі організми біосфери, можна поділити на дві категорії. Ті з них (головним чином фотосинтезуючі рослини), що за допомогою енергії навколишнього середовища здатні синтезувати необхідні для них органічні сполуки із неорганічних, належать до продуцентів. Всі інші, що вживають органіку як джерело речовини і енергії, називаються консументами.

**Консументи** – це різноманітні організми, від мікроскопічних бактерій до величезних синіх китів. До них належать такі несхожі між собою істоти, як черви, риби, молюски, комахи, плазуни, птахи і, нарешті, ссавці, у тому числі і людина. З точки зору структури екосистем їх можна поділити на ряд підгруп у залежності від джерел їжі.

Тварини, що харчуються безпосередньо продуцентами (від величезних слонів до маленьких рослинноядних кліщів) називають *консументами першого порядку*. У свою чергу ними харчуються *консументи другого порядку*. Наприклад, заяць, що вживає моркву, – це консумент першого порядку, а лисиця, що полює на зайця, – другого порядку. Бувають консументи третього, четвертого і більш високих порядків. Наприклад, коли людина вживає овочі, вона консумент 1-го порядку, харчується м'ясом – 2-го порядку, а якщо вживає до їжі рибу або харчується іншими тваринами – виступає консументом 3-го порядку. Консументи першого порядку називаються травоядними. Консументи другого і більш високих порядків – плотоядними.

**Детритофаги і редуценти.** Мертві залишки рослин і тварин (наприклад, опале листя, трава та ін.) називаються детритом. Велика кількість організмів харчуються детритом (грифи, раки, мурашки та ін.). Їх називають детритофагами. Гриби та бактерії за їх специфічністю виділяють в особливу групу детритофагів і називають редуцентами.

**Харчові ланцюги.** В біологічній структурі екосистем до числа важливих взаємовідносин між організмами належать харчові. Можна прослідкувати багаточисельні шляхи речовини в екосистемі, при яких один організм поїдається іншим, той третім і т.д. Ряд таких ланцюгів називається харчовим ланцюгом. В екологічній системі практично усі харчові ланцюги з'єднані між собою і утворюють складну мережу харчових взаємовідносин.

Продуценти, консументи різних порядків і детритофаги – різні рівні загальної харчової мережі. Ці рівні називаються *трофічними*, що означає харчові. Зрозуміло, що не один організм не існує без зв'язку з іншим. Кожен організм може жити, тільки при умові взаємодії з навколишнім середовищем, тільки у межах певної екосистеми.

Кожна екосистема прагне до динамічної рівноваги. Стан рухостабільної динамічної рівноваги екосистеми називається *гомеостазом*. Стійкість екосистеми – головна умова стійкості життя на Землі.

Таким чином, організми – це лише одна складова екосистеми. Організми утворюють біотичні фактори навколишнього середовища. Навколишнє природне середовище являє собою суму факторів, що впливають на живу істоту прямо або побічно. Біотичні фактори докільця поділяються на фітогенні (рослини), зоогенні (тварини), мікробіогенні (найпростіші і мікроорганізми) і антропогенний фактор (людська діяльність). Друга складова екосистеми – це абіотичні фактори. До них належать хімічні і фізичні фактори природного середовища. Усі абіотичні фактори поділяються на кліматичні (світло, волога, температура, атмосферний тиск), хімічні (хімічний склад води, атмосферного повітря і ґрунту), ґрунтові (механічний склад ґрунту, його вологоємність, щільність, повітряпроникність), орографічні (рельєф і висота над рівнем моря).

Зрозуміло, що усі фактори можуть впливати на організм одночасно. Наявність або відсутність кожного з них істотно впливає на життєздатність організмів, але ж неоднаково для різних видів. Це впливає на екосистему в цілому. Розглянемо два фундаментальних принципи реакції організмів на абіотичні фактори.

**Межі стійкості.** Для різних видів умови, в яких вони особливо гарно себе почувають, неоднакові. Наприклад, деякі рослини переважають вологі ґрунти, інші відносно сухі. Для одних сприятливі високі температури, для інших прохолода. Ці фактори дуже істотно впливають на розвиток рослин. Точка, при якій спостерігається максимальний ріст, називається оптимумом. Як правило, це деякий діапазон температур, що складає зону оптимуму. Увесь інтервал температур, від мінімальної до

максимальної, при яких ще можливий ріст - називається діапазоном стійкості. Точки, що його обмежують, тобто максимальна і мінімальна, придатні для життя температури, це межі стійкості. При наближенні до останніх рослини відчують наростання стресу, тобто мова йде про стресові зони у рамках діапазону стійкості. Аналогічний вплив можуть мати й інші фактори.

Для кожного виду рослин і тварин існують оптимум, стресові зони і межі стійкості по відношенню до кожного фактора навколишнього середовища (рис. 2.2).

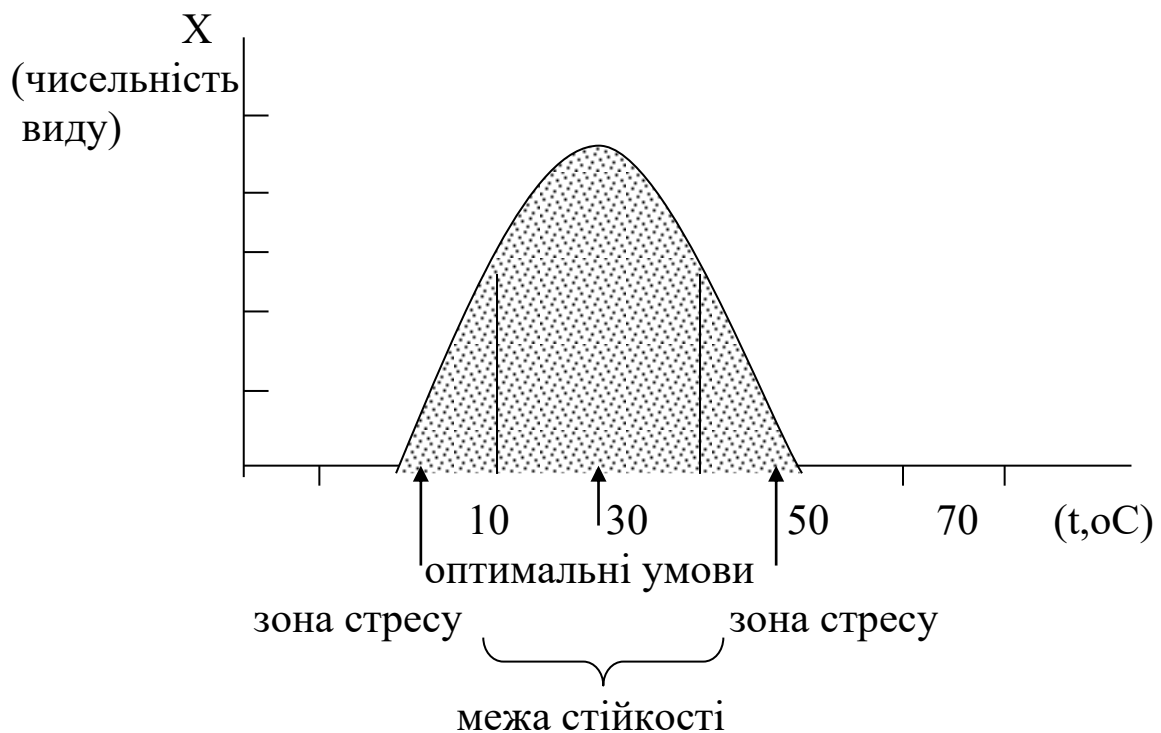


Рис. 2.2. Залежність чисельності виду від температурного режиму

### 2.2.2. Закон лімітуючих факторів

На прикладі температури враховувалися зміни тільки одного фактора, усі інші нібито відповідали зоні оптимуму. Ми спостерігали дію так званого закону лімітуючих факторів: навіть один фактор за межами зони свого оптимуму призводить до стресового стану організму, а за межами стресу до загибелі. Такий фактор називається лімітуючим. Це правило сформулював

німецький хімік Ю. Лібіх (1803-1873 рр.), і його назвали законом мінімумів Лібіха. Цей закон стосується як рослин, так і тварин.

У ролі лімітуючих факторів часто виступають і біотичні фактори, тобто вплив одних видів тварин і рослин на інші. Кожен із факторів не діє окремо. Кінцевий стан екосистеми – це завжди результат багаточисельних взаємодій різних біотичних і абіотичних умов. Практично будь-який з факторів, що впливає на один вид, буде опосередковано впливати і на інші види за рахунок різноманітних взаємозв'язків, які існують в екосистемі.

Існування екосистем підтримується дуже тонкою взаємодією лімітуючих факторів, що впливають на всі види організмів. Змінити будь-який з цих факторів неможливо без зміни в тій чи іншій мірі існування інших рослин і тварин. Таким чином, зміна будь-якого біотичного або абіотичного фактора надалі обов'язково призведе до ланцюгової реакції з небажаними подальшими наслідками.

### ***2.2.3. Функціонування екосистеми***

Таким чином, екосистема являє собою функціональну єдність. Розглянемо головні принципи, які дозволяють природним екосистемам невизначено довгий строк підтримувати свій стабільний стан. При цьому не відбувається виснаження ресурсів і забруднення своїми відходами. Без урахування цих принципів у людства виникає велика кількість екологічних проблем. Фундаментальні біологічні процеси росту і розмноження продуцентів на хімічному рівні являють собою поглинання із навколишнього середовища вуглецю, водню, кисню й інших елементів у вигляді простих неорганічних сполук і побудова із атомів складних органічних молекул, тобто тканин тіла. Консументи здійснюють подібні хімічні перетворення, але починають їх із більш складних речовин, які отримують з їжею.

Розпад і горіння – це процеси, зворотні росту. Вони ведуть до руйнування складних органічних молекул і побудування із їх атомів простих неорганічних речовин. Під час росту, розпаду і горіння іде лише перегрупування атомів, а не їх зміна. Це властиво усім хімічним реакціям і дозволяє говорити про один із

законів природи, а саме – про закон збереження маси. Він формулюється таким чином: атоми в хімічних реакціях ніколи не зникають, не утворюються і не перетворюються один в одне; вони тільки перегруповуються з утворенням різних молекул і сполук (це не стосується ядерних реакцій).

#### **2.2.4. Енергія**

Хімічна енергія – це не тільки перегруповання атомів: одночасно відбувається поглинання або виділення енергії. Найбільш розповсюджена форма енергії – світло й інші види випромінювань, тепло, рух і електрика. Вони не займають певного простору. Енергія – це здатність здійснювати певну роботу.

Оскільки енергія не має маси і не займає простору, її не можна виміряти одиницями ваги і об'єму. Для цього існують спеціальні одиниці. Одна з найбільш розповсюджених – калорія, тобто кількість тепла, яке необхідне для нагрівання 1 л води на 1°C. Багаточисельні експерименти з вимірювання кількості енергії при переході її з однієї форми в іншу приводять до одного результату – кількість її лишається незмінною. Це ще один закон природи – перше начало термодинаміки: енергія не виникає і не зникає, вона лише переходить з однієї форми в іншу. Але, якими б шляхами вона не переходила з однієї форми в іншу, частина її витрачається. Це також закон природи – друге начало термодинаміки: при будь-яких перетвореннях енергії частина її губиться у вигляді тепла. Ці принципи стосуються і різноманітних категорій організмів в екологічній системі. Наприклад, під час фотосинтезу рослинам необхідне сонячне світло. Світло – це кінетична енергія. Процес фотосинтезу включає її поглинання, перетворення і накопичення у вигляді потенційної енергії молекул глюкози.

В екосистемі чітко взаємодіють між собою продуценти, консументи, детритофаги та редуценти, поглинаючи і виділяючи різноманітні речовини. Органіка і кисень, що утворюються фотосинтезуючими рослинами, необхідні консументам для харчування і дихання. А вуглекислий газ, що виділяють

консументи, і мінеральні речовини – це біогени, необхідні рослинам – продуцентам. В цьому полягає головний принцип функціонування екосистем: отримання ресурсів і звільнення від відходів у межах кругообігу всіх елементів екосистеми. Цей принцип гармонує із законом збереження маси. Оскільки атоми не виникають, не зникають і не перетворюються одні в інші, вони можуть використовуватись нескінченно в різноманітних сполуках і їх запас ніколи не вичерпається. Саме це і відбувається в природних екосистемах.

Потік енергії в екосистемах повністю відповідає началам термодинаміки. На Землю падає потужний потік сонячної енергії, яка досягає поверхні планети, перетворюється на тепло, нагріває воду і ґрунти, від яких в свою чергу нагрівається повітря. Це тепло служить рушійною силою кругообігу води, повітряних потоків і океанських течій, які визначають погоду, але поступово тепло віддається до космічного простору, де і губиться. Екосистеми використовують лише невелику частину цієї енергії. Звідси витікає другий головний принцип функціонування екосистем: вони існують за рахунок не забруднюючої середовище і практично вічної сонячної енергії, кількість якої постійна і надмірна.

Рослини використовують 0,5% тієї кількості енергії, що досягає Землі. Таким чином, тієї кількості сонячної енергії, що потрапляє на Землю, достатньо для задоволення будь-яких потреб людства.

Ядерні і термоядерні реакції, які відбуваються у надрах Сонця служать джерелом енергії і супроводжуються радіоактивним забрудненням. Але воно лишається у просторі на шляху від Сонця до Землі. Тому сонячна енергія «чиста». У цьому її відмінність від енергії, яку отримують шляхом спалювання викопного палива і на атомних електростанціях. Сонячна енергія завжди буде доступною в однаковій кількості і за незмінну ціну. На її походження не впливає ні політичне ембарго (заборона), ні економічні труднощі.

Розглядаючи потік енергії в екосистемах, слід брати до уваги два фактори. По-перше, будь-яку популяцію живих організмів можна розглядати як біомасу (загальну масу живих організмів), яка кожного року збільшується за рахунок росту і



розмноження організмів і одночасно скорочується за рахунок природної загибелі і вживання її консументами. Якщо вона лишається на постійному рівні, як і буває у стабільній екосистемі, то фітофаги (тварини, що харчуються тільки рослинами), наприклад, з'їдають за рік не більше того, що виробляють продуценти. Якщо вони будуть з'їдати більше, то популяція продуцентів поступово зникне. По-друге, істотний відсоток біомаси, яку вживають консументи, не засвоюється або повертається в екосистему у вигляді екскрементів. Якщо при цьому враховувати, що більша частина переробленої їжі витрачається на вироблення енергії, стає зрозумілим, чому загальна біомаса продуцентів в багато разів більша, ніж у трав'яїдних тварин. Тут ми маємо справу з третім головним принципом функціонування екосистем: чим більша біомаса популяції, тим нижче повинен бути її трофічний рівень.

Таким чином, ми розглянули три головні принципи функціонування екосистем: кругообіг біогенів, потік сонячної енергії і зменшення біомаси популяції при підвищенні трофічного рівня.

Здатність живого організму пристосовуватися до змін умов середовища називається екологічною валентністю. Кількісно вона виражається діапазоном середовища, в межах якого вид нормально існує. Екологічна валентність різних видів може бути дуже різною (північний олень витримує коливання температури повітря від  $-55^{\circ}\text{C}$ , до  $+25-30^{\circ}\text{C}$ , тропічні корали гинуть вже при зміні температури на  $5-6^{\circ}\text{C}$ ). За екологічною валентністю організми поділяють на стенобіонти – з малою пристосованістю до змін середовища (орхідеї, форель, далекосхідний рябчик, глибоководні риби) та еврибіонти – з великою пристосованістю до змін довкілля (колорадський жук, миші, пацюки, вовки, таргани, пирій, очерет). Зміна зовнішніх умов впливає на деякі види екосистем несприятливо: зменшується їх чисельність, а іноді вони і зовсім зникають. Інші види можуть від цього виграти і їх чисельність зрости. Відбувається процес витіснення одних видів іншими. Цей процес називається сукцесією. Сукцесія – природне явище, але воно може бути обумовлене втручанням людини. Відбувається поступове перетворення одних екосистем в інші. Іноді цей процес включає декілька стадій.

Первинною сукцесією називається процес розвитку і зміни екосистеми на раніше незаселених ділянках. Наприклад, поступове заростання голої скелі спочатку мохом, а потім і лісом, або поступова заміна озерної екосистеми лісом. Озера поступово заповнюються відкладеннями і заростають, при цьому вони з'єднуються з навколишньою екосистемою суходолу.

Вторинною сукцесією називається відновлення екосистеми, яка вже мала місце на даній території. Якщо поле на місці колись вирубаного лісу перестати обробляти, то, як правило, за декілька стадій на ньому сформується лісова екосистема, типова для даного району.

### **2.3. Біосфера, її будова та межі. Учення В.І. Вернадського про біосферу та ноосферу**

Кожна екосистема, незалежно від розміру, характеризується функціональною єдністю і в інтересах людини підтримувати стабільність біосферних процесів.

Біосфера – це нижня частина атмосфери, уся гідросфера та верхня частина літосфери, які заселені живими істотами, це “область існування живої речовини” (В.І.Вернадський).

Таким чином, біосфера за Вернадським – це оболонка Землі, в якій сукупна діяльність живих істот проявляється як геохімічний фактор планетарного масштабу. Біосфера – найбільша (глобальна) екосистема Землі – область системної взаємодії живої і неживої речовини на планеті. Існує неправильне (спрошене) уявлення про біосферу, як про ціле, що складається лише із сукупності біогеоценозів. Але насправді біосфера складається із екосистем і геосистем. Необхідно також звернути увагу на досить поширене помилкове уявлення та неправильне трактування біосфери в деяких вітчизняних та іноземних виданнях, не як сукупності біоти та сфери її існування, а як сукупності живих істот без зв'язку із середовищем їх життя і речовиною, що їх складає. Межі біосфери обумовлені перш за все полем існування життя (Вернадський В.І. Біосфера, 1926 р.). Це «поле існування життя», особливо активного, за новими даними, має по вертикалі висоту біля 6 км над рівнем моря. До цієї межі

зберігаються плюсові температури в атмосфері, і можуть жити рослини, які продукують хлорофіл (6,2 км у Гімалаях). Вище цієї зони, (в зоні 5-6 до 7 км), живуть лише павуки, ногохвістки та деякі кліщі, які харчуються зернами рослинного пилку, спорами рослин, мікроорганізмами та іншими органічними частинками, які заносяться вітром (або можливо випадають із стратосфери). Ще вище живі істоти потрапляють лише випадково (мікроорганізми можуть зберігати життя у вигляді спор). Нижня межа існування активного життя традиційно обмежується океаном та ізотермою 100°C у літосфері, розташованою на глибині біля 11 км. За даними надглибокого буріння на Кольському півострові – біля 6 км, а фактично життя розповсюджене на глибині 3-4 км літосфери. Таким чином, вертикальна потужність біосфери в океанічній області Землі досягає трохи більше ніж 17 км, в сухопутній – 12 км. За Вернадським біосфера це саморозвинена (гомеостатична) глобальна система – унікальний феномен у Всесвіті. Організованість її, яка забезпечує нормальне функціонування та динамічну рівновагу системи, здійснюється на протязі геологічного часу в результаті поступового ускладнення в земній корі біохімічних процесів, які обумовлені функціонуванням “живої речовини”. В інтерпретації вченого “жива речовина” – це “речовина”, яка має властивості життя, тобто сукупність організмів, які приймають участь в геологічних процесах.

До складу живої речовини, яка біохімічно впливає на процеси, що відбуваються у земній корі, В.І. Вернадський включив і людство. Біологічна сутність людини екологічно пов'язана з біосферою, бо вона своєю фізіологією впроваджена в її енергетичні потоки та біохімічні цикли. Отже, є підстави розглядати систему “суспільство – природа” (що входить до поняття біосфери) як двокомпонентну планетарну соціоекосистему, в формуванні та функціонуванні якої особливе значення відводиться людському розуму. Але ж значення людства в цій системі відрізняється від інших форм живої речовини. З цього приводу вчений пише: «При вивченні геохімічного значення людства як однорідної живої речовини ми не можемо в цілому зводити його лише до ваги, складу та

енергії. Ми стикаємося з новим фактором – людською свідомістю».

Таким чином, біосфера є з одного боку функцією живої речовини, а з іншого, як планетарна екосистема, являє собою природну платформу еволюції органічного життя, піком якого є людина. Озброєна знаннями і технічними досягненнями, людина почала впливати на функціонування та організованість біосфери і трансформацію її в якісно новий стан – ноосферу. Термін “ноосфера” був вперше запроваджений прихильником біогеохімічних концепцій Вернадського французьким математиком та філософом Є. Ле Руа і Теяром-де-Шерденом. Але В.І. Вернадський вкладав у нього зовсім нове соціально-екологічне поняття.

Ноосфера за Вернадським – це стан біосфери, коли її розвиток відбувається цілеспрямовано, коли Розум та спрямована ним робота людини забезпечує розвиток біосфери в інтересах Людини, її майбутнього. За цих причин, більш справедливим буде розмова не про ноосферу, а про епоху ноосфери, коли людина зможе правильно розпорядитися своєю могутністю і забезпечити такі взаємовідносини з навколишнім середовищем, які б дозволили розвиватися і Суспільству і Природі.

Біосфера існувала до появи на Землі людини, може існувати і без неї. Але людина поза біосфери існувати не може – це аксіома. У всякому випадку – в найближчому майбутньому. Таким чином, виконання принципу паралельного розвитку, тобто забезпечення еволюції біосфери і суспільства вимагає від людства відомої регламентації у своїх діях, певних обмежень.

Чи може наше суспільство поставити свій розвиток в певні рамки, підкорити його тим чи іншим умовам «екологічного імперативу (екологічним вимогам)»? Відповідь на це запитання зможе дати тільки історія.

Таким чином, перехід біосфери до її нового стану, який ми називаємо ноосферою, тобто перехід людства до нової ери свого розвитку, до епохи забезпечення еволюції людини і біосфери не може проходити автоматично. Процес розробки нових принципів взаємодії і нової поведінки людей буде досить важким і довгим. Іншими словами, люди повинні піднятися на вищій ступінь

моралі. Це означає, що перехід до епохи ноосфери передбачає зміну стандартів та ідеалів.

Таким чином, ноосфера об'єднує у собі поняття “біотичне” та “соціальне”, що має істотне значення для формування нової інтегральної науки – соціальної екології.

## **2.4. Соціальна екологія як наукова дисципліна. Її значення**

Соціальна екологія почала формуватися на межі природних, суспільних та технічних наук майже одночасно в багатьох розвинених країнах. Для її визначення часто використовувались різноманітні назви – «наука про охорону природи», «природокористування», «соціально-економічна екологія», «соціально-географічна екологія», «глобальна екологія» та ін. Але ці терміни так і не здобули достатньо широкого розповсюдження, оскільки в більшості випадків відображали лише один з аспектів проблеми гармонізації взаємовідносин між суспільством і природою, або були занадто великими.

Після виходу в світ узагальнюючих монографій філософів Є.В. Прусова, В.Д. Комарова, ряду публікацій відомих вчених – географів, економістів, біологів, медиків, юристів і особливо після проведення в жовтні 1986 року першої, тоді ще всесоюзної, конференції «Проблеми соціальної екології» за даною наукою в нашій країні почала закріплюватись назва «соціальна екологія», або «соціоекологія» («екологія людського суспільства»). Останній термін найбільш вдалий, тому що найкраще етимологічно відображає зміст даної дисципліни, як науки (*logos*) про гармонізацію взаємовідносин суспільства (*societas*) з навколишнім природним середовищем (*oikos*).

Соціоекологія – по-перше, це наукова дисципліна, яка розглядає взаємовідносини у системі “суспільство – природа”, вивчає взаємодію і взаємозв'язки людського суспільства з природним середовищем і розробляє наукові основи раціонального природокористування, які передбачають охорону природи та оптимізацію життєвого середовища людини.

По-друге, це наукова дисципліна, яка розглядає взаємовідносини суспільства з географічним, соціальним і культурним середовищами, або ж із середовищем, що оточує людину.

Головне завдання соціоекології – вивчення закономірностей взаємодії людського суспільства, його окремих територіальних груп з природою та проектування на цій основі нового природного окультуреного середовища, нової моралі і філософії життя людини.

Таким чином, екологія, що виникла у ХІХ ст. і головним завданням якої було вирішення питань взаємодії організму з навколишнім середовищем («організм – природа») розвивалася протягом тривалого часу і за потребою суспільства зараз розв’язує проблеми, пов’язані з природним середовищем на рівні «суспільство - природа».

Актуальний екологічний девіз сьогодення – думати глобально, а діяти локально.

### ***Контрольні питання***

1. Що є об’єктом вивчення екології?
2. Що таке екологічна система і з чого вона складається?
3. Які фактори природного середовища належать до біотичних?
4. Яку функцію в екологічній системі виконують продуценти?
5. Що таке консументи і як вони розділяються?
6. Які фактори природного середовища належать до абіотичних?
7. В чому полягає закон лімітуючих факторів?
8. В чому сутність такого природного явища як сукцесія?
9. Що таке біосфера та які її межі?
10. Що таке ноосфера?
11. На межі яких наук виникла соціоекологія?
12. Що вивчає та яка основна задача соціоекології?

# Тема 3. ІСТОРІЯ ВЗАЄМОДІЇ ЛЮДСЬКОГО СУСПІЛЬСТВА З НАВКОЛИШНІМ ПРИРОДНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

## 3.1. Головні періоди в історії взаємодії суспільства та природи

При вивченні історії взаємодії людського суспільства та природи ми будемо користуватися найбільш поширеною класифікацією періодів цієї взаємодії. Ми розглянемо наступні періоди:

1-й період – біогенний, його можна також назвати адаптаційний, присвоювальний;

2-й період – техногенний або частково-перетворювальний. Поділяється на аграрний та індустріальний етапи;

3-й період – ноогенний, його інша назва – системно-перетворювальний.

Охарактеризуємо кожен із названих періодів і етапів (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Три періоди взаємовідносин природа – суспільство (товщина стрілки – сила взаємодії)

Перший з них прийнято називати присвоювальним. І це справедливо, тому що люди жили тоді за рахунок збирання і присвоєння готових продуктів природи: плодів, коренів та інших їстівних частин рослин, яєць пташок, а також за рахунок мисливства та рибальства.

Оскільки в нашій періодизації мова іде про історію взаємодії з природою “готового суспільства” і “готової людини”, то початком біогенного періоду можна вважати появу на землі неоантропа, або *Homo sapiens*. Це відбулося, на думку більшості сучасних вчених антропологів і археологів, 30–40 тис. років тому (деякі вчені вважають, що значно пізніше: 25–28 тис. років тому).

Можливо, було б раціональним поділити період присвоєння на два етапи: домінування збирання готових продуктів природи у житті стародавніх людей і домінування здобуття продуктів харчування за рахунок мисливства і рибальства. Але ж ці два шляхи здобування засобів існування досить близькі один до одного за характером. Збирання більш стародавній засіб здобування продуктів харчування, а мисливство в деякій мірі більш складна і технічно удосконалена діяльність, ніж у збирачів. До того ж вони міцно взаємопов’язані і значно варіюють за своєю питомою вагою у житті людей різних регіонів планети в залежності від природних умов. При цьому збирання і мисливство були першим розподілом праці всередині роду: збиранням займались переважно жінки, а мисливством – чоловіки. Тому виділення перелічених етапів може носити умовний характер.

Наведена характеристика першого періоду як присвоєвального недостатня, оскільки вона фіксує увагу лише на сутності першого порядку. Необхідно з’ясувати фактори, які визначатимуть функціонування системи “суспільство – природа”, а також характер поведінки її компонентів. Оскільки виникнення і розвиток людини та суспільства в цілому був тісно пов’язаний з працею, можна вважати, що праця відіграла тут значення першочергового фактора. Враховуючи нерозвиненість форм праці, примітивність знарядь праці і, нарешті, нечисленність людства, неважко зрозуміти, що головне значення в соціоприродній сфері того часу відіграло природне середовище і перш за все біосфера. Вона не тільки народила людину, а і стала її колискою та годувальницею.

Стародавні люди жили не тільки за рахунок присвоєння продуктів біосфери, але і мали зворотний вплив на біосферу головним чином безпосередньо своїми природними органами і силами. Процеси взаємодії людини з природою носили в той час



суто біологічний характер. Протягом своєї довгої історії як мисливця і збирача людина безпосередньо спілкувалася з світом природи. Вона була частинкою природних екологічних систем, як і тварини ділила з ними місце проживання.

Хоча стародавня людина якимось чином і впливала на середовище існування, вона була ще досить далекою від спроб і можливостей перетворювати його цілеспрямовано. Подібно до тварин, вона жила пристосуванням, адаптацією до природних умов, харчувалась за рахунок присвоєння готової продукції природи.

Перше знаряддя праці людини цього періоду і його техніка були спрямовані не стільки на перетворення природи, скільки на адаптацію до неї, на більш результативний пошук та здобування природних біотичних продуктів харчування (звідси друге найменування цього періоду – адаптаційний). Відношення суспільства до природи характеризувалось пристосуванням до неї.

Взаємостосунки людини з природою мали переважно біотичне походження. Людина не вносила до біосфери істотних змін. Тому у той період спостерігалась відносна гармонія у взаємовідносинах суспільства і природи.

Сказане не означає відсутності суперечностей між первісними людьми і природою. Холод і нестерпна спека, землетруси і повені, голод і епідемії, хижаки, ядовиті гадюки і комахи забирали життя тисяч людей. Здобування їжі кожного дня вимагало від людини чималих зусиль. Легкого райського життя, яке описується в біблійських легендах, у стародавніх людей не було. Ніякого золотого століття позаду людство не має. Стародавня людина була пригнічена труднощами існування, труднощами боротьби із природою. Застосування перших машин й удосконалення засобів виробництва призвели до того, що стародавні люди стали прикладати менше зусиль для забезпечення себе їжею. Хоч різноманітний вплив природи на суспільство і домінував у біогенний період, він не був однобічним.

Відомо, що не тільки людина, а будь-яка жива істота, яка виникла, починає певним чином впливати на своє середовище існування. І це зрозуміло: чим більша кількість взаємодіючих

компонентів будь-якої системи, тим складніші і багатогранніші зв'язки між ними, тим складнішою стає і вся система взагалі. Так будь-який вид тварин, що виник, по-перше, харчується за рахунок вже існуючих видів; по-друге, вступає в конкурентні (або симбіотичні) зв'язки з іншими видами; по-третє, сам стає їжею для тих чи інших видів.

Було б неправильним думати, що поява людини досить довгий час не впливала на природне середовище. Натуралістичне розуміння історії, згідно якому тільки природа впливає на людину і тільки природні умови визначають її історичний розвиток, страждають однобічністю. Людина впливає на природу, змінює її, створює для себе нові умови для існування. Інша справа, що вплив людини на природу був тоді не істотним, а на початку цивілізації взагалі мало помітним. І це зрозуміло, бо сили людей були в той час значно меншими, ніж сили природи. Але таки певний вплив на природу, в тому числі і негативний, мав місце і в біогенний період.

Люди і тоді не були ангелами і завдали природі немалого лиха. Переважно це були лісові пожежі, а також зменшення популяцій тварин і рослин, які були їжею для людей. Дослідження останніх років показали, що вже тисячі років тому стихійна діяльність людини призвела до великих змін середовища, які в окремих випадках ставили під загрозу подальше існування людського суспільства. Спочатку подібні негативні явища мали локальний характер і досить швидко компенсувались природними біогенними процесами. Але надалі вони все більше посилювались. І наприкінці палеоліту знищення великих тварин – мамонта, носорога, бізона, гігантського оленя та інших – в Європі, Азії і Америці поставило людей перед загрозою загибелі, оскільки саме ці тварини давали їм головну масу м'ясної їжі. Тому перехід до мезоліту носив хворобливий характер і супроводжувався навіть тимчасовим скороченням населення.

Кризові явища у відносинах між суспільством і природою, що виникли наприкінці біогенного періоду, призвели до зародження і розвитку в його надрах елементів нового, техногенного (частково-перетворювального) періоду. Він характеризувався поступовим переходом від присвоєння готових

природних продуктів (збирання, мисливства і рибальства) до їх виробництва за допомогою сільськогосподарської діяльності - скотарства і землеробства.

Спочатку вони мали хаотичний характер, а потім все більше систематизувались, але все ж відігравали допоміжну функцію в здобутті засобів існування. Надалі виробництво сільськогосподарської продукції стало виконувати основну функцію у здобуванні їжі, домінувати над здобуванням їжі шляхом збирання і мисливства. Англійський археолог

Г. Чайлд назвав цей процес неолітичною революцією, оскільки він відбувся в епоху неоліту. Що ж стосується збирання, мисливства та рибальства, то вони до цього часу збереглися в деяких місцях як додатковий засіб здобування їжі.

В епоху неоліту людство зробило великий стрибок у своєму розвитку, в результаті чого відбувся перехід від збирання до виробництва. Змінився весь характер впливу людей на природу. Він став суспільним, людина відокремилася із біосфери в її особливу, специфічну частину. Починаючи з неоліту, взаємодія природного і соціального сконцентрована в людині, яка являє собою єдність природного і соціального при визначальній ролі у подальшому розвитку соціального.

Неолітична революція зайняла досить великий відрізок часу – три-чотири тисячоліття. Але порівняно з присвоювальним періодом ці перетворення виглядають достатньо швидкими. Якісний стрибок від присвоювального до виробничого господарства характеризується тим, що продуктивність праці піднялась у 20 разів, а від збирання до землеробства навіть в 400 - 600 разів. Тому зміни, які відбулися у цей час, справедливо були названі революцією. Але треба зазначити, що у різних регіонах планети неолітична революція відбувалась у різний час.

Перехід до продуктивного господарства дійсно став революційним перетворенням у способі добування засобів існування. Разом з тим відбулося швидке збільшення чисельності населення. Осіле життя сприяло появі культових храмів, виробництву тканин і глиняного посуду, різноманітних предметів туалету тощо. Виникають великі населені пункти. В цей час формується новий спосіб життя.

Виникнення і розвиток землеробства вимагало серйозного удосконалення знарядь виробництва. У цей період загострена землерийна палиця поступово замінюється металевим лемешем. Разом з цим удосконалювались і знаряддя для мисливства. На початку досить стихійно, а пізніше вже цілеспрямовано здійснювалася селекція домашніх тварин і культурних рослин. Великі лісові масиви спалювалися, а на їх місці виникали поля і сади. Іншими словами, люди почали здійснювати часткове, цілеспрямоване перетворення природного середовища. І це стало можливим завдяки винаходам і широкому застосуванню нової для того часу техніки, перш за все знарядь для обробки ґрунтів і збирання врожаю, а також завдяки удосконаленню сільськогосподарських тварин і рослин.

З точки зору екологічного аспекту описаних вище революційних перетворень є підстави охарактеризувати їх як перехід від присвоєння готових продуктів природи до їх виробництва, від адаптації людини до природи – до часткового перетворення природного середовища, тобто якісний стрибок від біогенного до техногенного періоду в історії взаємодії суспільства і природи. Тому було б, мабуть, точніше назвати цю революцію не неолітичною, а техногенною.

На аграрному етапі техногенного періоду положення суспільства в боротьбі зі стихійними силами природи стало міцнішим, порівняно з біогенним періодом, а збитки, які наносила людина природі, істотно збільшились. Мова іде про пожежі лісу і степу, яких стало значно більше. Негативні явища, які широко спостерігалися на той час, – це деградація пасовищ в результаті хижацької експлуатації і засолення, ерозії та аридизації земель. Всі ці негативні явища значно посилювались з появою експлуатації. У цей період природні біогеоценози, які перетворювались в агроценози, були з часом зовсім зруйновані. Про це свідчать пустелі Північної Африки, Близького Сходу і Середньої Азії, голі південні схили гір Греції та Італії.

Розрив між суспільством і природою був викликаний нерозумними формами землекористування. Від колишнього страху перед природою, як це було в біогенному періоді, люди все більше переходять до нещадної боротьби з нею, до руйнування існуючих в ній зв'язків і кругообігів.

Якщо в Стародавній Греції ще збереглась поетизація природи, то вже в Стародавньому Римі формується зарозуміле ставлення до неї. Наука, яка швидко розвивається і матеріалізується в знаряддях виробництва, починає відігравати роль істотної сили, а потім в умовах НТР перетворюється у провідний характер виробництва. Цей етап прийнято називати індустріальним. Він характеризується масовим створенням таких речовин і предметів, які природа сама по собі не виробляє. Поява машин, пари і електрики призвела до масового їх виробництва. При цьому у процесі виробництва створюються не тільки бажані продукти, але і багато побічних речовин, які складають відходи виробництва. Їх маса в десятки разів перевищує масу запланованих продуктів праці. Чималий їх відсоток виявляється до того ж шкідливим для життя людини і біосфери. Саме вони у першу чергу забруднюють і руйнують природне середовище. Таким чином, суперечності між природою і суспільством, що виникли на попередньому етапі і носили локальний характер, поступово збільшувались, розширювались і розповсюджувались.

Відсоток зайнятого у промисловості населення ще тривалий час залишався незначним порівняно з працівниками сільського господарства. Головну шкоду природі суспільство завдає саме промисловістю. Саме промисловість у першу чергу викидає у біосферу сотні мільйонів різноманітних шкідливих і досить часто отруйних речовин, які уражають різноманітні ланцюги створених у природі біотичних кругообігів, призводять до захворювань та загибелі рослин, тварин і людей. Зрозуміло, що і сільське господарство функціонує не без шкідливого впливу на природу. Спочатку це був надмірний випас худоби, невміла обробка ґрунтів, що викликало руйнування і засолення ґрунту. Пізніше до цього небезпечного впливу приєдналось надмірне, а досить часто і безграмотне використання мінеральних добрив і отрутохімікатів. Перше і друге в кінцевому результаті теж обумовлено розвитком індустрії. Тому другий етап техногенного періоду в історії взаємодії суспільства з природою називають індустріальним з урахуванням його не тільки позитивних, але і негативних впливів на природу.

Перехід до індустріального етапу пов'язаний із виникненням машинного виробництва. Із суб'єкта

технологічного виробництва в умовах панування машин людина все більше перетворюється в їх придатак. Разом з цим машини відкривають широкий простір для переходу науки в техніку і технологію, тобто для їх перебудови на науковій основі.

Завдяки успіхам науки і техніки природа все більше уявляється в суспільній свідомості як об'єкт, який протиставляється суспільству. В той же час вона стає все більш доступною не тільки для вивчення, а й для здійснення перетворень. В утвердженні такого погляду на природу певне значення відіграла філософія Ф. Бекона і Р. Декарта, яка орієнтувала на те, щоб розглядати її як матеріал, над яким слід експериментувати з метою її перетворення. З кожним новим успіхом науки, який сприяє росту дивідендів, у суспільстві зростало споживче ставлення до природи, як до об'єкту експлуатації.

Величезних масштабів дисгармонія між суспільством і природою досягла в останні десятиліття, особливо з розвитком НТР, яка забезпечила суспільство небувалою технікою і технологіями. Сучасна екологічна ситуація, тобто уся система відносин між суспільством і природним середовищем, характеризується різким посиленням антропогенного впливу на природу. Цей вплив містить багато суперечностей. З одного боку він є позитивним: розвиток науки і техніки, який впливає на більш повне задоволення все зростаючих матеріальних і духовних потреб людей, освоєння нових, раніше не використовуваних для життя районів Землі і навколосемного космічного простору; осушення і зрошення земель, полезахисні та інші види лісорозведення; створення маловідхідного і безвідхідного виробництва, електростанцій, які використовують сонячну енергію, тепло глибинних надр Землі та інші, чисті джерела; успіхи селекції при виведенні десятків тисяч нових більш продуктивних видів сільськогосподарських рослин і тварин і т.д.

Підсумкова праця “Наше загальне майбутнє”, яка підготовлена і надрукована у 1987 р. Міжнародною комісією з навколишнього середовища, признаючи усі труднощі сучасного світового розвитку разом з цим оптимістично констатує: “У людства багато досягнень, які обнадіюють: падає дитяча

смертність; зростає тривалість життя; збільшується відсоток світового населення, здатного читати і писати, підвищується відсоток дітей, що ходять до школи; виробництво продуктів у світі випереджає ріст народонаселення”.

З іншого боку зберігаються і поглиблюються негативні явища – нерозумне природокористування, яке веде до вичерпування природних ресурсів і до забруднення природного середовища, що порушує зв'язки, які склалися у біосфері, порушує кругообіг; помножує абсолютні цифри безграмотних і голодних, підриває здоров'я людей і досить часто призводить їх до загибелі. Здійснюється жахлива деградація обличчя нашої планети. Це ставить під загрозу життя багатьох видів рослин і тварин, у тому числі і життя людини. За свідченням фахівців, від 75 до 90% захворювань людей прямо чи побічно пов'язані із забрудненням природного середовища.

Забруднення середовища існування радіоактивними та іншими мутагенними речовинами призвело до значного збільшення дефектів новонароджених. Деградація середовища обумовлена перш за все нераціональним природокористуванням, застосуванням відсталих технологій, що призводить до страшного лиха: відходи виробництва в десятки разів перевищують здобутий людиною корисний продукт. Кінцевий продукт складає за підрахунками одних авторів лише 1–2% інших 4–5% від загальної маси речовин, які брали участь у виробництві.

Зараз із надр Землі видобувається кожного року понад 150 млрд т гірських порід, а в XXI ст. очікується збільшення цієї кількості в 4–6 разів. На Землі накопичились трильйони тонн речовин, які істотно забруднюють природне середовище. Це підриває єдність суспільства і природи, веде до загострення суперечностей між ними, що робить систему “суспільство – природа” не стійкою.

Навіть з наведеного матеріалу ми бачимо, що суперечності між суспільством і природою досягли піку у своїх стосунках. Ці негативні процеси особливо посилились у другій половині XX ст., що призвело до загрози екологічної катастрофи. Якщо ракетно-ядерна війна загрожує людству миттєвим знищенням, то екологічна катастрофа насувається поступово, посилюючи

кожного року свій натиск на людство. Не випадково її досить часто називають бомбою уповільненої дії.

У результаті виникнення кризової ситуації у відносинах між суспільством і природою перед суспільством виникає дилема: або бездумно котитися до своєї загибелі, або свідомо перетворити створені генієм людини могутні сили науки і техніки із зброї, спрямованої проти природи і самої людини, в зброю їх захисту і розвитку, в зброю раціонального природокористування. Тільки при цій умові повністю сформується нова сфера – ноосфера, або третій ноогенний період в історії взаємодії суспільства і природи, період їх гармонійних відносин. Ноосфера основана на розумному керуванні природними і соціальними процесами з урахуванням нових наукових досягнень.

У сучасних умовах говорити про те, що наступила епоха розуму у взаємодії суспільства і природи, передчасно. Відрізок часу з 50-х років ХХ ст. передбачався Вернадським, як час активного системного перетворення природи, а у реальному житті має наступну характеристику. Залежно від обсягів впливу різних антропогенних факторів, його тривалість умовно можна поділити на три етапи.

Перший етап (1945-1970 рр.) характеризується нарощуванням гонки озброєнь всіма розвиненими країнами світу, хижацьким знищенням природних ресурсів у всьому світі, екологічною кризою у межах Північної Америки, Європи, окремих регіонів колишнього СРСР.

Другий етап (1970-1980 рр.) позначився бурхливим розвитком екологічної кризи в світі (в Японії, більшості регіонів колишнього СРСР, Південної Америки, Азії, Африки), інтенсивним зростанням ступеня забруднення вод Світового океану та космічного простору. Це – етап дуже широкої хімізації, максимального світового виробництва пластиків, гонки озброєнь, реальної загрози глобальної катастрофи (внаслідок ядерної війни) та виникнення могутнього міжнародного, державного й громадського руху за спасіння життя на планеті.

Третій етап (з 1980 р. до теперішнього часу) характеризується зміною ставлення людей на планеті до природи, всебічним розвитком екологічної освіти в усіх країнах, широким громадським рухом за охорону довкілля, виникненням величезної



кількості “зелених” (організацій, асоціацій, товариств), появою й розвитком альтернативних джерел енергії, розвитком дехімізації та ресурсозберігаючих технологій, прийняттям нових національних і міжнародних законів про охорону природи. На цьому етапі також почалася демілітаризація в найбільш розвинених країнах.

Вирішення гострих екологічних проблем сьогодення можливе лише за умови зміни свідомості людства, швидкого розвитку планетарного інтелекту, впровадження заходів і екологічно обґрунтованих рішень, спрямованих на збереження біосфери. І тільки за цією умовою на планеті пануватиме сфера Розуму.

### **3.2. Три етапи розвитку глобальної соціоекосистеми нашої планети**

Система “суспільство – природа” називається соціоекосистемою. Відповідно до періодів у взаємовідносинах людського суспільства з природою можна розглянути і відмінності взаємозв’язків у соціоекосистемі.

На першій стадії цієї взаємодії (рис. 3.2) суспільство і природа в сукупності являли собою функціонально незамкнену глобальну соціоекосистему, в якій слабкий антропогенний вплив не викликав істотних змін у навколишньому природному середовищі.

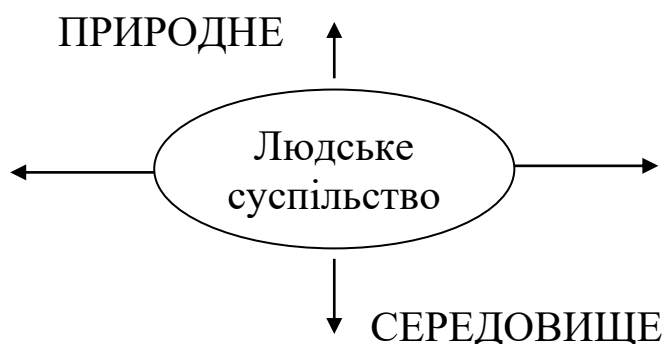


Рис. 3.2. Перша стадія взаємодії суспільства і природи

У цей період у людини, яка є біосоціальною істотою, головним було біологічне начало. Первісні люди природним чином “вписувались” в природні екосистеми, не порушуючи їх динамічної рівноваги.

На другій стадії (відповідній до другого періоду) глобальна соціоекосистема стає частково функціонально замкненою (рис. 3.3).

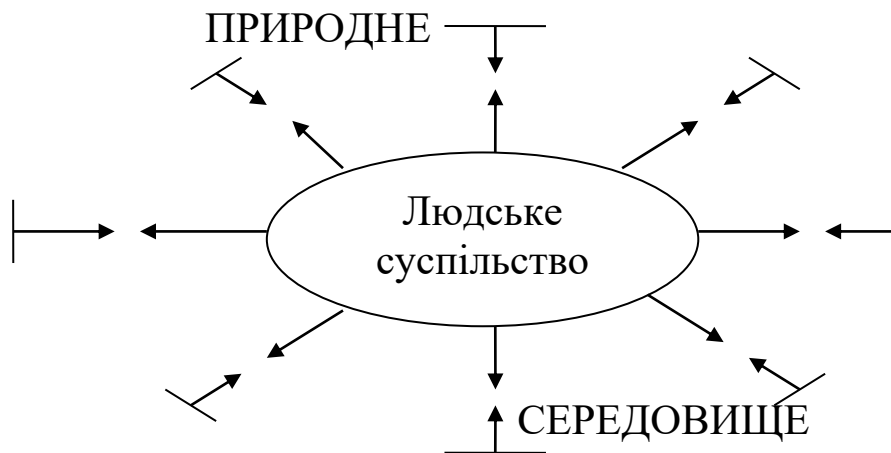


Рис. 3.3. Друга стадія взаємодії суспільства і природи

Вплив людини, масштаб якого з розвитком суспільства безперервно зростає, почав викликати певну, хоча і територіально обмежену і не завжди адекватну реакцію природного середовища. Але при цьому не порушувалась динамічна рівновага біосфери в цілому. На цій стадії людина вже стала причиною вимирання деяких видів рослин та тварин, а також руйнування природних екосистем на значних територіях.

Слід відмітити, що зворотні реакції пошкодженої природи на людське суспільство стають вже достатньо істотними. Так, знищення пізньо-палеолетичними мисливцями великих тварин (мамонт, гігантський олень ...) примусило людей перейти до полювання на дрібних тварин, а потім до скотарства і землеробства. Другий великий конфлікт між суспільством і природою, який вплинув на розвиток суспільства, відбувся вже в історичні часи. Швидкий розвиток цивілізації супроводжувався масовим знищенням лісу і нераціональним веденням скотарства. Це призвело до спустошення значних територій планети.

До середини ХХ ст., за визнанням В.Вернадського, людина стала найбільш могутньою геологічною силою на нашій планеті. Внаслідок науково-технічної революції, що обумовила інтенсивну урбанізацію та індустріалізацію планети, швидкий ріст чисельності населення Землі, масштаби людської діяльності досягли і почали перевищувати масштаби могутніх стихійних явищ.

Речовинно-енергетичний обмін між суспільством та природою зруйнував кругообіг речовин і природно-енергетичні процеси в біосфері.

Внаслідок цієї взаємодії суспільства і природи, людство вступило в третю стадію, для якої характерно те, що глобальна соціоекосистема Землі стала функціонально замкненою, а її динамічна рівновага – дуже нестійкою (рис. 3.4).

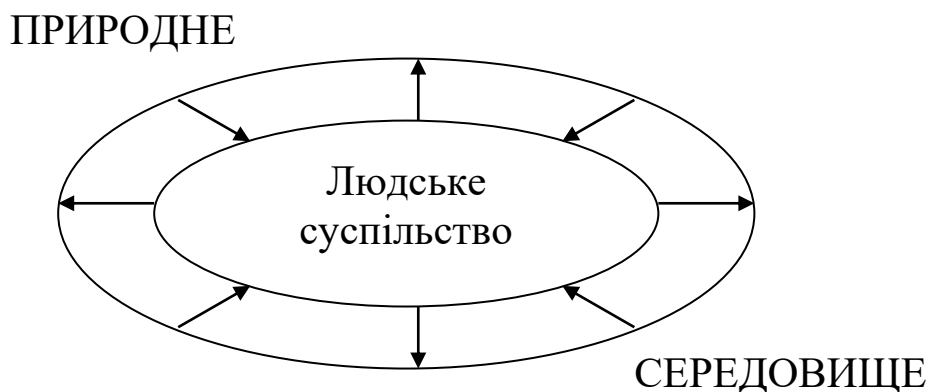


Рис. 3.4. Третя стадія взаємодії суспільства і природи

В такій соціоекосистемі всі природні та соціально-економічні компоненти настільки щільно взаємопов'язані, що навіть незначний вплив людини на будь-який природний компонент стосується всієї системи в цілому, викликає непередбачені і часто такі наслідки, що можуть проявитися у майбутньому.

### 3.3. Демографічна проблема

Останні 150 років населення Землі росло і продовжує рости феноменальними, вибухоподібними темпами. Це ставить перед людством нові проблеми. Із стародавніх часів до початку ХІХ ст.

чисельність народонаселення коливалась біля декількох сотень мільйонів чоловік. При цьому вона то зростала, то зменшувалась через епідемії та хвилі голоду. У XIX–XX ст. ситуація помітно змінилася. Населення перейшло від стану повільного росту до епохи вибухоподібного збільшення. Біля 1960 р. населення досягло 3 млрд чоловік і лише за 15 років (1975 р.) – 4 млрд чоловік. Ще через 12 років (1987 р.) населення Землі перетнуло п'ятимільярдну відмітку і такий ріст продовжується. Приріст населення кожного року становить приблизно 90 млн чоловік.

Протягом останніх двох десятиліть процентні темпи приросту населення стали падати. Не дивлячись на це, при сьогodenній величезній чисельності населення його абсолютна чисельність буде рости швидше, аніж раніше. Сьогodenні його чисельність становить більше 6 млрд. чоловік.

Поглиблення екологічних проблем ставить під сумнів можливість існування такої кількості людей в нашій біосфері. Оскільки в ній можуть відбутися серйозні кліматичні зміни, ресурси швидкими темпами виснажуються і деградують під тиском 6 мільярдного населення. Біосфера може не витримати подальший ріст народонаселення, якщо не відбудуться істотні зміни як у стилі життя, так і у рівні екологічної свідомості людей. Щоб людство продовжувало стабільно розвиватися необхідне подальше зниження приросту населення і формування екологічної свідомості. Тільки при розумінні причин вибухоподібного росту населення Землі, можна ефективно займатися вирішенням цієї проблеми.

### **3.4. Великий геологічний та малий біотичний кругообіги речовин у природі. Наслідки порушення цих процесів**

Важливими хімічними сполуками, із яких побудовані тіла усіх тварин, рослин і мікроорганізмів, є білки, нуклеїнові кислоти, фосфорорганічні сполуки, вуглеводи і жири. До їх складу входять перш за все: вуглець, кисень, водень і азот. Першочергове значення у складі живої речовини має ще 12 елементів: фосфор, сірка, калій, кальцій, магній, залізо, натрій, марганець, кобальт, мідь, цинк, хлор. Ці 16 елементів утворюють

майже усю масу живої речовини біосфери. В тілах деяких видів організмів постійно присутні ще стільки ж елементів: алюміній, бор, бром, йод, селен, хром, молібден, ванадій, кремній, стронцій, барій, нікель, кадмій, германій, деякі рідкоземельні елементи. За даними Ю. Одума до складу живих організмів входить до 40 хімічних елементів. За Вернадським в живій речовині міститься 50-60 елементів. Деякі вчені притримуються точки зору, що в побудові живих організмів беруть участь всі існуючі на Землі хімічні елементи.

Якщо б хімічні елементи, що потрапили до організму, виключались назавжди із обміну речовин, їх запаси на поверхні Землі давно б скінчилися. Однак цього не відбувається завдяки тому, що всі вони знаходяться на Землі у стані безперервної міграції постійних кругообігів.

Кругообіги речовин майже завжди так чи інакше пов'язані з організмами. Навіть ті кругообіги, які існували на землі до появи життя (наприклад кругообіг води), сьогодні не обходяться без живих організмів. Можна вважати, що існування і розвиток рослинного і тваринного світу, а також і людства базуються на цих кругообігах. Тому люди зацікавлені в їх збереженні. Порушення природних кругообігів означало б загибель усього живого, у тому числі людства. “Розуміння різноманітних кругообігів у природі і уміння включатися до них, – пишуть американські біологи К. Віллі і В. Дат'є, – забезпечать людству у майбутньому більше можливості вижити, ніж спроби змінювати або регулювати ці кругообіги”.

Про те, що кругообіги речовин і енергії не тільки не заважають поступальному розвитку, але й необхідні для нього, свідчить еволюція органічного світу. Перші живі істоти, які виникли на Землі мільярди років тому, почали формувати первинну біосферу з характерними для неї кругообігами речовин і енергії. Наявність таких кругообігів створило сприятливі умови для розвитку органічного світу – збільшення різноманітності видів тварин і рослин, підвищення рівня їх морфофізіологічної організації, що і призвело до появи людини. Людство не повинно безтурботно ставитись до порушень кругообігів речовин.

Слід зауважити, що кругообіги не завжди бувають повністю замкненими. Між початковим і кінцевим пунктами досить часто

спостерігаються зміни як у кількісному, так і у якісному відношенні. Наприклад, частина вуглецю систематично випадає із кругообігу у вигляді торфу, кам'яного вугілля, горючих сланців, нафти, вапняку і т. д. Подібне виключення тих чи інших речовин із кругообігу називається стагнацією кругообігу. Так утворюються гігантські поклади вуглецю з притаманною йому потенційною енергією. Добуваючи і спалюючи мінеральне паливо, люди, таким чином, лише повертають до атмосфери вуглець (у вигляді CO та CO<sub>2</sub>), який в свій час не потрапив туди завдяки стагнації біотичного кругообігу.

Зрозуміло, якщо поклади вугілля або нафти не знайдені людиною, через мільйони років природним шляхом вони все ж таки повернуться до біотичного кругообігу завдяки великому геологічному кругообігу. Біотичний або малий кругообіг і геологічний або великий кругообіг міцно взаємопов'язані. Перший з них являє собою лише одну із сторін одного із етапів другого.

### ***3.4.1. Головні етапи великого геологічного кругообігу***

Великий геологічний кругообіг складається з чотирьох головних етапів (рис. 3.5).

1-й етап. Вивержена порода, її вивітрювання, перенесення, відкладання і знову закам'яніння у вигляді опадових порід. Все це відбувається під впливом сонячної енергії.

2-й етап. Оподові породи, їх метаморфізм, тобто перетворення гірських порід під впливом просмоктування із земної мантії рідинних розчинів або газів в умовах підвищених температур. При цьому утворюються метаморфічні породи під впливом енергії, але не сонячної, а земної мантії.

3-й етап. Метаморфічні породи та їх переплавлення під впливом тектонічних процесів (енергії радіоактивного розпаду). Так утворюється розплавлена маса, яка час від часу виплескується на поверхню Землі у вигляді магми.

4-й етап. Магма і її кристалізація, тобто перетворення знов у вивержені породи.

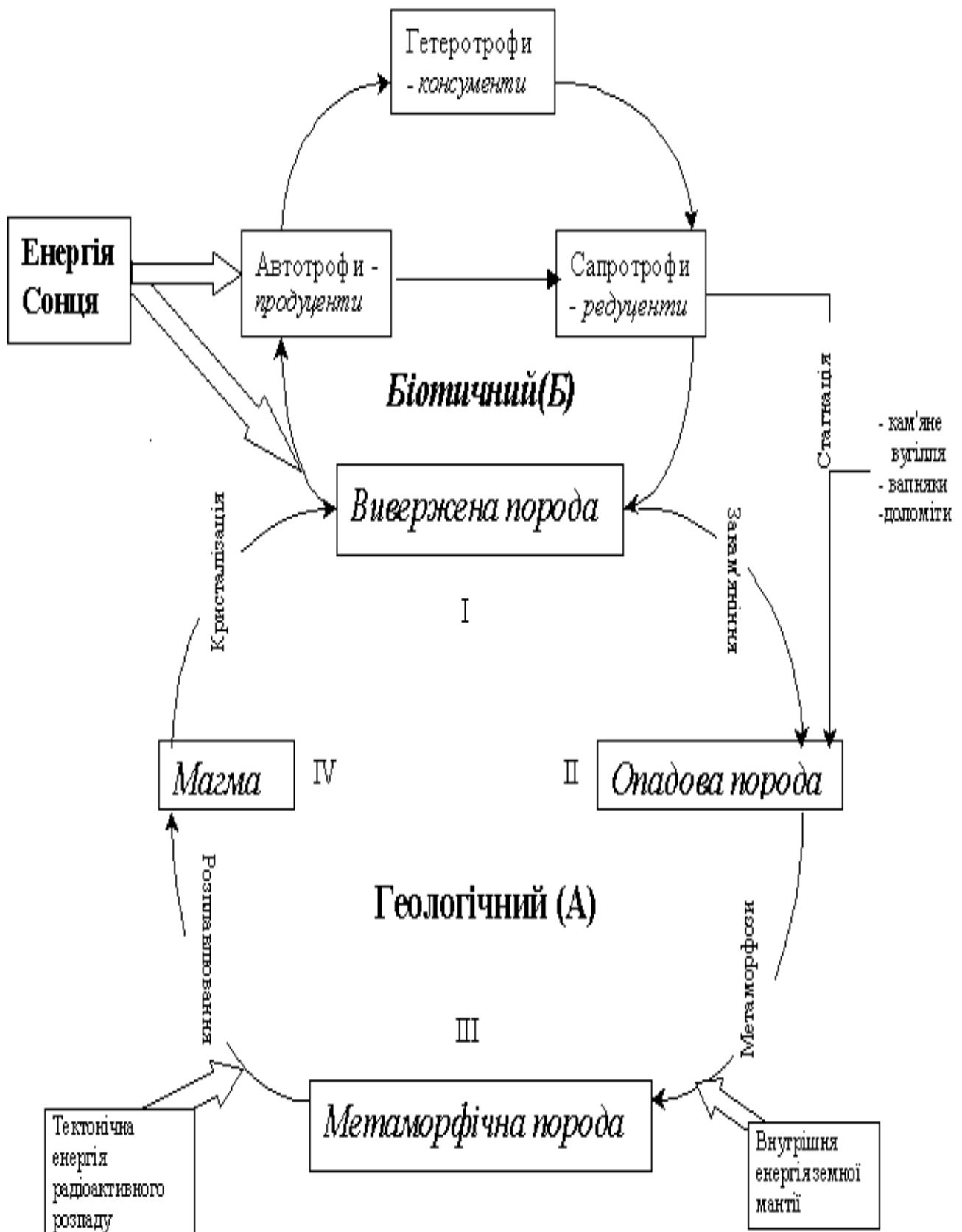


Рис. 3.5. Етапи великого геологічного (А) та малого біотичного (Б) кругообігу речовин

На першому етапі великого геологічного кругообігу активну участь беруть живі організми, діяльність яких реалізується у вигляді малого біотичного кругообігу. Участь живої речовини у геологічному кругообігу проявляється в прискоренні процесів вивітрювання, фіксації вуглецю, вуглекислого газу у вигляді органічних сполук. Частина з них у результаті стагнації перетворюється в кам'яне вугілля, нафту, бере участь в утворенні вапняків, доломітів. Таким чином, біотичний кругообіг – невід'ємна частина або одна із сторін першого етапу геологічного кругообігу. Хоча три наступних етапи відбуваються вже без прямої участі живих організмів, але вони нібито присутні в них у вигляді продуктів своєї життєдіяльності.

### ***3.4.2. Малий біотичний кругообіг***

Кругообіг усіх біотичних хімічних елементів єдиний, оскільки всі елементи, по-перше, добуваються із єдиного неживого природного середовища, по-друге, проходять через живі організми й, по-третє, повертаються рано чи пізно до неживої природи. В той же час шляхи міграцій із неживого в живе (і навпаки) у різних хімічних елементів не однакові. Можна сказати, що загальний, єдиний біотичний кругообіг складається із багатьох відносно самостійних кругообігів всіх тих хімічних елементів, які входять до складу живої речовини.

Таким чином, біотичні кругообіги – це більш менш замкнені цикли, за якими хімічні елементи живої речовини циркулюють у біосфері із зовнішнього середовища до організмів і назад. Таких кругообігів стільки, скільки хімічних елементів беруть участь у побудові живого.

В біогеохімічних кругообігах слід розрізняти дві частини:

- 1) резервний фонд – це величезна маса речовин, які переміщуються без зв'язків з організмами;
- 2) обмінний фонд – значно менший, але досить активний і обумовлений прямим обміном біогенною речовиною між організмами і їх безпосереднім оточенням.

В біосфері ж можна виділити два типи кругообігів:

- 1) кругообіг газоподібних речовин з резервним фондом в атмосфері і гідросфері (вуглецю, кисню, азоту);



2) кругообіг опадових речовин з резервним фондом у літосфері (фосфору, кальцію, заліза та ін.).

Розглянемо кругообіги деяких речовин.

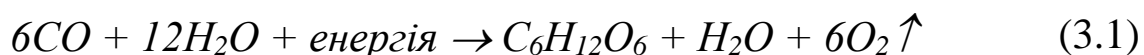
### 3.4.3. Кругообіг вуглецю

Кругообіг вуглецю – це своєрідна вісь, навколо якої обертається все життя у біосфері, оскільки:

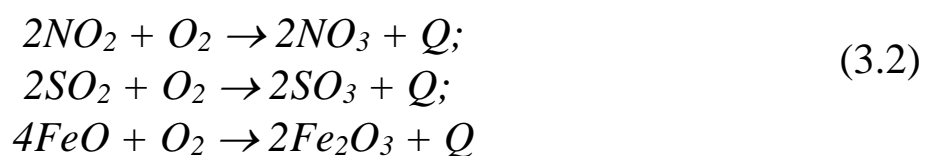
по-перше, засвоєння вуглецю у процесі фотосинтезу створює основну масу живої речовини, з якої потім формуються складні і важливі органічні сполуки: білки, нуклеїнові кислоти, фосфорорганічні сполуки;

по-друге, саме під час цього процесу засвоюється сонячна енергія, необхідна для життя усієї біосфери, усіх рослин і тварин.

Процес фотосинтезу можна відобразити рівнянням:



Із цього рівняння зрозуміло, що кругообіг вуглецю – це також кругообіг енергії у біосфері. Синтез вуглеводів здійснюється переважно зеленими рослинами за рахунок сонячної енергії. Лише дуже невелика частина вуглеводів синтезується так званими хемобактеріями за рахунок енергії хімічних сполук, яка іде на синтез вуглеводів. Наприклад:



Організми, що засвоюють вуглець за допомогою сонячної енергії, називаються автотрофами. Синтезовані в їх тілах вуглеводні використовуються частково у процесі дихання для отримання енергії, яка потрібна організмам для здійснення своєї життєдіяльності. При цьому  $C_6H_{12}O_6$  розкладається на  $CO_2$  і  $H_2O$ . Утворений вуглекислий газ повертається до атмосфери, але основна маса органічної речовини залишається в тілах рослин і використовується потім як їжа тваринами, бактеріями, грибами.

Організми, які споживають речовину автотрофів, називаються гетеротрофами.

Всі організми, які харчуються органічними рештками, називаються сапротрофами.

За характером харчування всі організми поділяються на автотрофи, гетеротрофи, сапротрофи, а за їх роллю у біотичному кругообігу речовин ці ж групи організмів називаються продуцентами, консументами і редуцентами.

Процес розкладу (мінералізації) органічних речовин складний і багатоступеневий. Не один з видів сапротрофів не здійснює повної редукції трупів до мінеральних речовин. В складному і тривалому процесі загальної мінералізації кожен вид організмів – редуцентів здійснює лише одну стадію розкладу. Інакше кажучи, кожен вид залишає після себе “недоїдки”, які в свою чергу із задоволенням з’їдаються іншими видами.

Головні етапи загального процесу розкладу органічних решток:

1) на початку серед редуцентів діють тварини – сапрофаги. Це дощові черви, равлики, нематоди, кліщі, амеби, інфузорії та інші;

2) потім їх роботу продовжують рослини сапрофіти: бактерії, дріжджі, гриби, актиноміцети, нижчі водорості та інші.

Для нормального здійснення кругообігу дуже важливо, щоб ніщо не заважало роботі усієї цієї колосальної живої маси редуцентів. Якщо порівняти масу сапрофагів з масою наземних тварин – консументів, то виявляється, що вона перевищує масу наземних тварин в 9 разів. Іншими словами 90% біомаси земної фауни зосереджено у ґрунті, у нас під ногами.

В результаті усіх цих процесів, тобто дихання рослин і тварин, а також так званого “дихання ґрунту”, більша частина засвоєного в процесі фотосинтезу вуглекислого газу повертається до атмосфери. Кожного року за рахунок цих процесів до атмосфери надходить близько 300 млрд т вуглекислого газу. До цієї кількості додаються 0,1 млрд т CO<sub>2</sub>, що надходить з надр Землі (переважно за рахунок виверження вулканів і мінеральних джерел). В абсолютному значенні 100 млн т – це велика маса, але порівняно з кількістю біогенного вуглекислого газу вона дуже мала і складає всього 1/3000 її частину.

В той же час трохи більша її кількість (порівняно з кількістю, що викидається до атмосфери із надр Землі) кожного року витрачається на утворення вугілля, торфу, карбонатів. Тому до 70-х років XIX ст. відсоток  $\text{CO}_2$  у атмосфері мав тенденцію до незначного скорочення. Але згодом ця тенденція почала перекриватися за рахунок господарської діяльності суспільства. Мається на увазі зростаючі обсяги спалювання викопного палива і активізація ґрунтового дихання, як результат інтенсифікації землеробства.

Ми розглянули кругообіг вуглецю, який здійснюється за типом кругообігу летких сполук. Подібно до нього відбувається кругообіг кисню і азоту.

#### ***3.4.4. Кругообіг кисню***

Головним чином кругообіг кисню відбувається між атмосферою і живими організмами. В основному вільний кисень ( $\text{O}_2$ ) поступає в атмосферу в результаті фотосинтезу зелених рослин, а споживається в процесі дихання тваринами, рослинами і мікроорганізмами, та при мінералізації органічних залишків. Незначна кількість кисню утворюється з води і озону під впливом ультрафіолетової радіації. Велика кількість кисню витрачається на окислювальні процеси в земній корі, при виверженні вулканів і т.д. Основна частина кисню продукується рослинами суші – майже  $3/4$ , решта – фотосинтезуючими організмами світового океану. Швидкість кругообігу – близько 2 тис. років.

Встановлено, що на промислові і побутові потреби щорічно витрачається 23% кисню, який утворюється в процесі фотосинтезу, і ця цифра постійно зростає.

#### ***3.4.5. Кругообіг азоту***

Запаси азоту ( $\text{N}_2$ ) в атмосфері величезні (78% від її об'єму). Проте рослини поглинати вільний азот не можуть, а тільки в зв'язаній формі, в основному у вигляді  $\text{NH}_4^+$  або  $\text{NO}_3^-$ . Вільний азот з атмосфери засвоюють азотофіксуючі бактерії і переводять його в доступні рослинам форми. В рослинах азот закріплюється

в органічній речовині (в білках, нуклеїнових кислотах та ін.) і передається по ланцюгах живлення. Після відмирання живих організмів, редуценти мінералізують органічні речовини і перетворюють їх на аммонійні з'єднання, нітрати (солі азотної кислоти), нітрити, а також у вільний азот, який повертається в атмосферу.

Нітрати і нітрити добре розчиняються у воді і можуть мігрувати в підземні води і рослини та передаватися по харчових ланцюгах. Якщо їх кількість надмірно велика, що часто спостерігається при неправильному застосуванні азотних добрив, то відбувається забруднення вод і продуктів харчування, що може викликати захворювання.

### ***3.4.6. Кругообіг фосфору***

Фосфор – один із важливих компонентів живого організму. Він входить до складу нуклеїнових кислот і фосфорорганічних сполук, в яких організми як правило зберігають енергію, що засвоїли в процесі фотосинтезу та передають спадкову інформацію. Оскільки сполуки фосфору нелеткі, його кругообіг не проходить через атмосферу. Кругообіг фосфору досить короткий: жива речовина → детрит → ґрунтові фосфати → жива речовина. Значна частина фосфатів змивається поверхневими і підземними водами до річок, озер, морів і до Світового океану. Кожного року до Світового океану потрапляє 3,5 млн т фосфору. Там він випадає у вигляді хімічних опадів у складі черепашок, кісток тварин. Фосфор міститься в них, як правило, у вигляді малорозчинних солей кальцію та магнію, що заносяться в океани.

Тільки незначна доля фосфору повертається на сушу разом з виловленою людиною рибою, а також екскрементами і трупами пташок, які харчуються рослинами і тваринами річок, озер і морів. Головна ж його маса надовго виключається із біотичного кругообігу у вигляді опадів морського дна. Лише через багато десятиків, навіть сотень мільйонів років вони у процесі великого геологічного кругообігу перетворюються на гори, які потім вивітрюються, і фосфор, який утворюється, знову включається до біотичного кругообігу.

Зрозуміло, що людина не може чекати, коли цей процес відбудеться природним шляхом. Звідси виникає необхідність розробки гірських порід, які містять фосфор, та виробництво з них фосфорних добрив. Сьогодні в світі їх виробляється приблизно 1-2 млн т на рік. На жаль, запаси фосфорних сполук на суходолі невеликі і швидко вичерпуються. Тому фосфор вважається найбільш слабкою ланкою у життєвому ланцюзі, який забезпечує існування людини. Можливі шляхи виходу із становища, що склалося – це розробка фосфорних копалин на морському дні і використання для добрив стічних вод, що містять фосфор. Обидва ці шляхи пов'язані з великими труднощами. Характер першого зрозумілий. Що стосується другого, то він дуже складний не тільки сам по собі, а й тому, що в стічних водах міститься тепер багато детергентів (миючих засобів), шкідливих для життя рослин. Звідси виникає необхідність попереднього знищення цих речовин.

### **3.5. Вплив антропогенного фактора на кругообіги**

Згідно з геологічними уявленнями, людина існує надзвичайно короткий час (усього 0,0001% від тривалості існування біосфери). Проте за цей короткий проміжок часу кругообіг речовин у біосфері змінився радикально. На сьогодні, як зазначалося, людина є найважливішим геологічним фактором. В. Вернадський підрахував, що в античні часи люди використовували лише 18 хімічних елементів, у XVIII ст. – 29, у XIX ст. – 62. Сьогодні використовуються всі 89 елементів, що є в земній корі, крім того, одержано ще й такі, яких у природі немає зовсім, наприклад, плутоній, технецій тощо.

Людина небувало прискорила кругообіг деяких речовин. Родовища заліза, міді, цинку, свинцю й багатьох інших елементів, які природа накопичувала протягом мільйонів років, швидко вичерпуються. Подекуди навпаки, відбувається концентрація елементів у таких пропорціях, яких не було в природі (наприклад, на великому заводі, де сконцентровані залізо, мідь, алюміній, органічні сполуки тощо).

Людина дуже швидкими темпами використовує сонячну енергію “минулих біосфер”, накопичену у вугіллі, нафті, природному газі, вона вивільняє енергію, що міститься в урані. Все це сприяє збільшенню неврівноваженості біосфери. Людина не лише прискорює біологічний кругообіг, а й залучає до нього ті елементи, які були з нього давно вилучені.

Займаючись меліорацією, створюючи водосховища, дістаючи воду з глибинних водоносних горизонтів, людина втручається в кругообіг води в природі. В цілому в біосфері під впливом діяльності людини дедалі швидше знижується ентропія за рахунок збільшення ентропії земної кори (спалювання горючих корисних копалин, розсіювання металевих копалин тощо). І це явище впливає з самого характеру діяльності людини. Ми звичайно, повинні якомога менше змінювати природні процеси, зокрема запроваджувати безвідходні виробництва, чи якісно нові виробничі цикли, але нам і в ідеальному випадку не вдасться позбавитися, скажімо, відходів тепла, бо це суперечить другому початку термодинаміки.

Природу Землі неможливо повернути до того стану, в якому вона перебувала на початку розвитку людини. Дедалі більше диких ландшафтів планети замінюються штучно створеними людиною, первісна природа поступається вторинній. Тому на сучасному етапі завдання полягає в тому, щоб діяти продумано, науково обґрунтовано, з максимальною обережністю, бо нічого з того, що робиться й буде зроблено з живою природою, виправити буде неможливо.

### ***Контрольні питання***

1. Які три головні періоди взаємодії суспільства та природи?
2. Який період взаємодії суспільства та природи завдав останній найбільшій шкоди?
3. В чому сутність трьох етапів розвитку соціоекосистеми?
4. Які є кругообіги речовин в природі і що таке стагнація кругообігу?
5. Що являє собою малий біотичний кругообіг?
6. В чому суттєва різниця між кругообігами вуглецю і фосфору?
7. Як впливає на кругообіги речовин діяльність людини?

## Тема 4. АТМОСФЕРА. ПРОБЛЕМИ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНИ

### 4.1. Атмосфера, її склад і значення

Повітряна оболонка Землі, її атмосфера є однією з найголовніших умов життя. Без їжі людина може прожити місяць, без води – тиждень, а без повітря не може прожити більше 5 хвилин.

Атмосфера є зовнішньою газовою оболонкою Землі, що сягає від її поверхні в космічний простір і ділиться на тропосферу (висота до 18 км), стратосферу (до 50 км), мезосферу (до 80 км), іоносферу (термосферу – до 1000 км), екзосферу (до 10000 км) та геокорону (умовно до 20000 км) і поступово переходить у міжпланетний космічний вакуум (рис. 4.1).

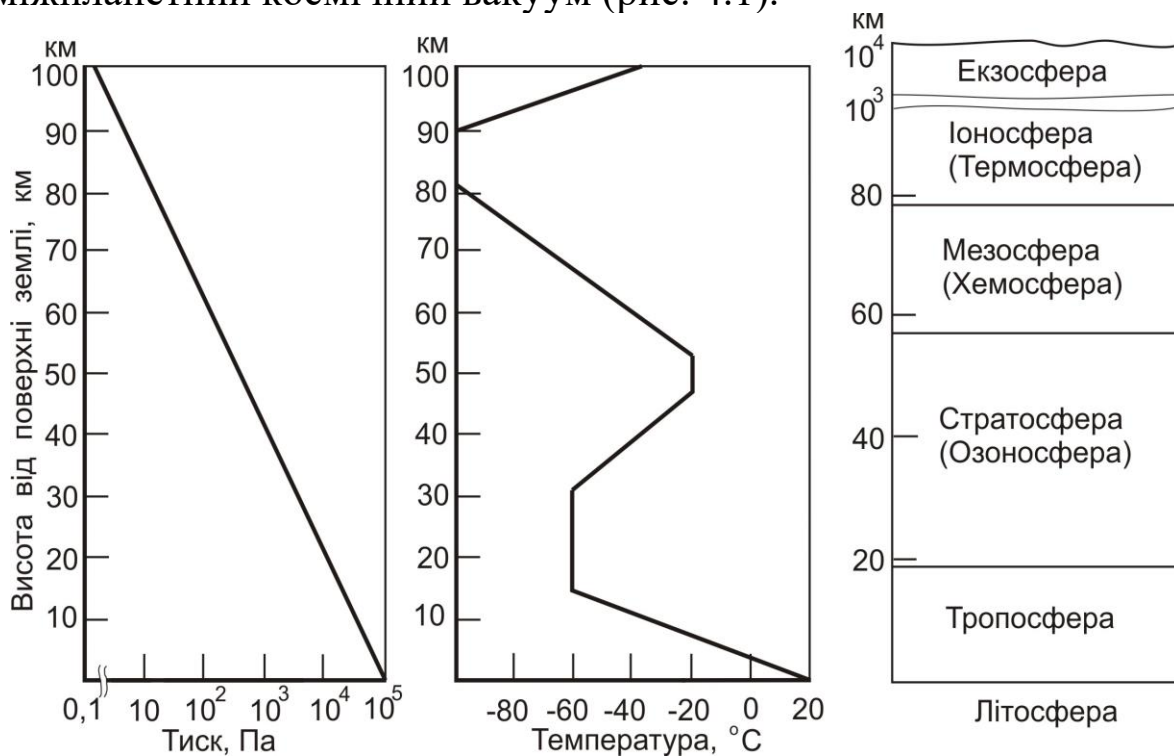


Рис. 4.1. Зміна тиску і температури повітря в атмосфері залежно від відстані від поверхні Землі.

Вона оточує Землю і обертається разом з нею під дією сили тяжіння. Основна маса повітря (90 %) зосереджена в нижньому шарі – тропосфері. Тут же відбуваються найінтенсивніші теплові процеси, причому атмосфера нагрівається знизу, від поверхні океану та суші.

Маса атмосфери колосальна –  $5,15 \cdot 10^{15}$  т (це приблизно одна мільйонна частка маси Землі). Проте атмосферне повітря можна вважати лише умовно невичерпним природним ресурсом. Справа в тому, що людині необхідне повітря певної якості, а під впливом її діяльності хімічний склад й фізичні властивості повітря дедалі погіршуються. На Землі вже практично не залишилося таких ділянок, де повітря зберігає свою первісну чистоту та якість, а в деяких промислових центрах стан атмосфери став уже просто загрозливим для здоров'я.

Атмосфера складається з суміші різних газів повітря, водяної пари, а також рідких і твердих домішок – аерозолів. Екологічно значущим інгредієнтом атмосфери є її радіоактивність.

В атмосфері налічується не менше 40 різних газів. Основними компонентами атмосфери є азот (78,084 %), кисень (20,946 %) і аргон (0,934 %), велике значення мають також малі домішки таких газів, як  $\text{CO}_2$ , метан тощо. Головна складова атмосфери – кисень. Зменшення його до 14 % є критичним для багатьох тварин. Вуглекислий газ становить тепер 0,35 % складу атмосфери. Озон міститься у атмосфері в кількостях від 0,001 до 0,000001 % і видаляє ультрафіолетові промені жорсткого спектру. Крім того, атмосфера містить пари води, вміст яких коливається від 0,2 % в приполярних районах до 3 % поблизу екватора. Крім газів, у складі атмосфери ще є домішки так званого аерозолю, тобто дуже дрібних краплинок рідин і твердих частинок як природного, так і штучного походження. Серед них є сірчані (краплинки  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), мінеральні (пил земної поверхні), вуглеводневі (сажа), морські (частинки морських солей) та ін.

Такий хімічний склад атмосфера мала не завжди. Первісна атмосфера Землі була схожа з атмосферою деяких інших планет Сонячної системи, наприклад Венери, й складалася майже повністю з вуглекислого газу з домішками метану, аміаку тощо. Нинішній киснево-азотний склад атмосфери є результатом життєдіяльності живих організмів. Життя, що існує на Землі, за мільярди років кардинально змінило склад її атмосфери.

Вважається, що склад і властивості атмосфери протягом останніх 50 млн років стабілізувалися. Серед змінних складових атмосфери – водяна пара, озон, вуглекислий газ, які мають велике значення для атмосферних процесів. Основна маса водяної пари



зосереджена в нижніх шарах атмосфери. Вміст водяної пари в атмосфері визначається співвідношенням процесів випаровування, конденсації і горизонтального переносу. Водяна пара – джерело утворення туманів, хмар, атмосферних опадів.

Озоносфера – шар стратосфери, збагачений триатомним киснем — озоном ( $O_3$ ). Цей шар міститься на висотах 20-50 км і захищає все живе на Землі від згубної дії жорсткого ультрафіолетового випромінювання Сонця. Важливою змінною складової атмосфери є також вуглекислий газ, вміст якого в атмосфері з розвитком виробництва зростає (від 0,029% на початку ХХ ст. до 0,035% у 80-х роках). Він має здатність вбирати довгохвильове випромінювання Землі, що створює парниковий ефект в атмосфері й зменшує тепловіддачу Землі. Мінливість вмісту вуглекислого газу пов'язана з життєздатністю рослин, його розчинністю в морській воді та діяльністю людини.

Атмосфера регулює теплообмін Землі з космічним простором, впливає на її радіаційний та водний баланси. Одним з найважливіших чинників, що визначають стан атмосфери, є її взаємодія з океаном. Наприклад, процеси газообміну і теплообміну між ними суттєво впливають на клімат Землі.

Значного розвитку набули дослідження щодо впливу атмосфери на живі організми, і в першу чергу – на людину. Наприклад, вплив коливань атмосферного тиску, дія сонячної радіації та геомагнетичного поля, вміст окремих газів та забруднюючих домішок тощо.

Атмосфера є не лише життєдайним "буфером" між космосом і поверхнею нашої планети, носієм тепла та вологи, через неї відбуваються також фотосинтез і обмін енергії – головні процеси біосфери.

Атмосфера має величезне екологічне значення. Вона захищає живі організми від згубного впливу космічних випромінювань, регулює сезонні й добові коливання температури, є носієм тепла й вологи. Вона захищає поверхню Землі від безперервного бомбардування метеоритними тілами, які летять до Землі з великою швидкістю. Більшість таких тіл швидко випаровується в атмосфері. Густина повітря на різних висотах неоднакова, тому що з висотою зменшується атмосферний тиск (рис. 4.1). На висоті рівня моря густина

становить  $1,230 \text{ кг/м}^3$ , на висоті 10 км –  $0,414 \text{ кг/м}^3$ , а вже на висоті 300 км вона в 100 млрд разів менше, ніж поблизу земної поверхні. Якби на Землі не існувало атмосфери, то добові коливання температури на ній досягли б  $\pm 200^\circ\text{C}$ . Через атмосферу відбуваються фотосинтез та обмін енергії й інформації – основні процеси біосфери. Атмосфера спричиняє ряд складних екзогенних процесів (вивітрювання гірських порід, діяльність природних вод, мерзлоти, льодовиків тощо). Для деяких організмів (бактерії, літаючі комахи, птахи та ін.) атмосфера є основним середовищем життя.

Ці та інші особливості атмосфери впливають на використання її як сфери діяльності людини.

## **4.2. Проблеми використання і забруднення атмосфери**

В атмосфері весь час відбуваються різноманітні фізико-хімічні процеси, які призводять до постійних змін у повітрі. Погодою називається зміна стану нижніх шарів повітряної оболонки Землі за короткий відрізок часу. Характерні для погоди параметри і метеорологічні характеристики – температура повітря, хмарність, атмосферні опади, вітер та ін. – не залишаються постійними, вони змінюються навіть протягом кількох годин, а то й хвилин. Для певної місцевості в різні роки погода буває неоднаковою. Особливості багаторічного режиму погоди на певній території дають можливість говорити про клімат місцевості, формування і зміни якого зумовлені впливом астрономічних і планетарних факторів.

Аналіз клімату України за 70 років ХХ ст. свідчить, що в цілому на більшості метеорологічних станцій пересічні річні температури практично не змінилися. Підвищення температури на  $0,5\text{-}1^\circ\text{C}$  зафіксовано тільки для Києва і Харкова, що пояснюється впливом промисловості цих міст. Після 1975 р. по всій території України відбувалося підвищення пересічних значень річної температури. Для більшості станцій воно досить суттєве і досягає  $2^\circ\text{C}$  і навіть більше.

Потепління 30-х років ХХ ст. вчені пояснюють головним чином впливом природних факторів – зниженням маси стратосферного аерозолі у зв'язку із значним послабленням

вулканічної активності. Потепління 70-х років і особливо останніх років є наслідком швидкого зростання концентрації вуглекислого газу та інших парникових газів. Цей процес зумовлений господарською діяльністю людини.

Глобальні коливання прозорості атмосфери зумовлені її забрудненням, яке може бути як природним так і антропогенним.

Забруднення атмосфери – це привнесення у повітря сторонніх речовин (не властивих для атмосфери), а також збільшення концентрації звичайних компонентів. Забруднюючі атмосферу речовини можуть бути у виді газів (90 %) і твердих частин (10 %).

Атмосфера завжди містить певну кількість домішок, котрі зумовлюються природними та антропогенними джерелами забруднення. До числа домішок, котрі виділяються природними джерелами, належать: пил (рослинного, вулканічного, космічного походження, внаслідок ерозії ґрунту, частинки морської солі тощо), туман, дим, гази від лісових та степових пожеж; гази вулканічного походження; різноманітні продукти рослинного, тваринного та мікробіологічного походження. Рівень забруднення атмосфери природними джерелами є фоновим і несуттєво змінюється з плином часу.

Ще п'ятдесят років тому природа досить успішно ліквідувала різноманітні забруднення, оскільки атмосфера має могутні властивості самоочищення, але нині вона з цим завданням вже не справляється.

Високі концентрації домішок та їхня міграція в атмосферному повітрі призводять до утворення більш токсичних речовин (смог, кислоти) або до таких явищ, як парниковий ефект та руйнування озонового шару.

Основна маса забруднень повітря припадає на спалювання органічних енергоносіїв (вугілля, нафти, газу, торфу, сланців, деревини). Забруднення повітря стало великою соціальною й економічною проблемою для багатьох розвинених країн, особливо для великих міст, промислових агломератів. Сьогодні в містах забруднення повітря в 15 разів вище ніж у сільській місцевості, й у 150 разів вище, ніж над океаном. У промислових районах за добу випадає понад 1 т пилу на 1 км<sup>2</sup>, у забруднених містах за рік – більше 1 кг/м<sup>2</sup> пилу і сажі.

Пил складається з частинок вугілля та попелу, а сажа – з частинок вугілля або інших видів палива, які не згоріли.

Справжнім лихом для міст є автомобілі, які дають до 60 % забруднень. Більшість з 200 компонентів вихлопних газів автомашин згубно впливає на організм людини, а оксид азоту є одним із компонентів смогу.

Хімічні реакції, які відбуваються в повітрі, призводять до виникнення димних туманів – смогів. Смоги виникають за таких умов: по-перше, великої кількості пилу і газів, які міста викидають у повітря, по-друге, довгого існування антициклонів, коли забруднювачі нагромаджуються в приземному шарі атмосфери. Луїс Батон (США) у книзі "Чисте небо" писав: "Одне з двох – або люди зроблять так, що буде в повітрі менше диму, або дим зробить так, що на Землі стане менше людей".

Смоги бувають декількох типів.

Найбільш вивчений вологий смог. Він характерний для країн з морським кліматом, де дуже часто спостерігаються тумани і висока вологість повітря. За чотири дні Лондонського смогу в 1952 р. загинуло понад 4 тис. чоловік.

Сухий (лос-анджелеського типу) смог відрізняється від вологого смогу своїми властивостями. Клімат в Лос-Анджелесі (США) сухий, тому смог тут утворює не туман, а синювату імлу.

Третій вид смогу – льодяний смог, або смог аляскинського типу. Він виникає в Арктиці й Субарктиці при низьких температурах в антициклоні.

Смоги характерні для міст, які розташовані в гірських котловинах, де застоюється повітря, наприклад, в Лос-Анджелесі, Нью-Йорку, Чикаго, Токіо, Мілані. Смог досить токсичний, оскільки в ньому багато пероксиацилнітратів, альдегідів тощо.

Особливо небезпечні сірчисті сполуки й оксиди азоту, які спричиняють кислотні дощі. Кислотні дощі стали дуже поширеним явищем, причому вони можуть випадати на відстані багатьох сотень і тисяч кілометрів від джерела первісного викидання речовини.

Кислотні дощі призвели до закислення природного середовища на великих територіях Європи та Північної Америки. Тут показник кислотності опадів  $pH = 4,5$ , тоді як його звичайне значення –  $5,6-5,7$ . Кислотні дощі залишають на листі дерев чорні

плями, закислюють озера і ґрунти, змінюють їхній хімічний склад. Так, за останні десять років у Швеції з 90 тис. озер закислено 20 тис., у Канаді – 50 тис. Близько половини озер у Норвегії мертві, там загинула риба (рН=5). Серйозно уражені кислотними дощами близько 1 млн га вічнозелених лісів у Центральній Європі, близько 100 тис. га гинуть. Кислотні опади посилюють корозію різних матеріалів і конструкцій. Особливо небезпечні вони для унікальних історичних пам'яток, зокрема мармурових.

Процес закислення опадів триває. У більшості промислово розвинених країн рН опадів становить 2,7. Якби такі дощі випадали постійно, то все живе загинуло б. Очевидно, це і є межею закислення.

Промислові викиди в атмосферу порушують озоновий шар, який, немов щит, прикриває Землю від сильного ультрафіолетового випромінювання. Щодо причин цього явища є три припущення:

- взаємодія оксидів азоту з озоном;
- реакція антропогенного хлору з озоном;
- антропогенні фреони реагують з озоном.

Фреон-12, фреон-11 містять вуглець, фтор і хлор. Вони працюють у холодильниках, балонах з лаком, дезодорантах і під впливом ультрафіолетових променів розкладаються, а молекулярний хлор руйнує озон каталітично. Якщо викиди фреону в атмосферу не припинити, то кількість озону зменшиться. Різко зросте ультрафіолетове опромінення, яке збільшить кількість захворювань на рак шкіри у людей і тварин.

Постійне збільшення кількості спалюваного органічного палива призводить до підвищення концентрації  $\text{CO}_2$ , в атмосферному повітрі. В 1860 р. його вміст становив 0,027 %, на початку ХХ ст. – 0,029%, а сьогодні – 0,034%. Прогнози показують, що до середини ХХІ ст. його вміст подвоїться. Це призведе до різкого посилення парникового ефекту. Що ж чекає людство, якщо опадів буде лише 100–200 мм на рік, до того ж кислотних?

Виникають ще дві не менш небезпечні проблеми: потепління в Арктиці і Антарктиці призведе до швидкого танення льодовиків. Якщо їхній об'єм зменшиться на 50 %, то рівень Світового океану підніметься на 25–35 м. Багато прибережних міст буде затоплено водою. Зміна клімату супроводжуватиметься

зміною погодних умов, які навіть важко передбачити. Справжнім екологічним катаклізмом на планеті є посуха в Африці, де пустеля наступає на савану зі швидкістю 50 км на рік замість 1 км на рік в минулому.

Охорона природи нерозривно пов'язана також з боротьбою проти термоядерної війни. Адже вона загрожує людству не тільки фізичним винищенням, а й жахливими змінами клімату, що стануться після неї. Вчені багатьох країн світу провели моделювання наслідків термоядерної війни на ЕОМ, яке отримало назву "ядерної зими". Оpubліковано кілька її сценаріїв. У перший день війни у північній півкулі (тут мешкає 85% населення світу) в атмосферу підніметься 300 млн т диму і пилу. Протягом тижня на поверхню планети доходитиме менш 1% сонячного світла, а протягом наступних трьох тижнів – не більше ніж 10 %.

Вміст озону зменшиться на 50%, що збільшить надходження ультрафіолетового проміння до смертельних для людини доз. Якщо війна відбудеться весною або влітку, температура на 20–30 °С знизиться, тобто літо перетвориться на зиму. Низька температура утримуватиметься кілька місяців, що порушить нормальний хід процесів фотосинтезу. Люди гинутьимуть від голоду, отруйних газів, які утворюються під час пожеж, кислотних дощів і радіоактивного зараження.

Встановлено, що довготривале забруднення атмосферного повітря сірчистим газом, окисами вуглецю, азоту та іншими речовинами шкідливо впливає на здоров'я людей. При цьому може збільшуватися загальна захворюваність населення, обумовлена ураженням окремих органів і систем організму.

На території України функціонує 1500 підприємств, що викидають в атмосферу шкідливі речовини. Загальна кількість відходів щороку збільшується на 12 млн т.

Найбільш високе забруднення атмосферного повітря характерне для Донецького і Придністровського регіонів України, а також навколо обласних центрів.

### **4.3. Джерела забруднення**

Основними джерелами забруднення атмосфери є природні, промислові та побутові процеси. Їх об'єднують у такі групи:

- забруднювачі природного походження (мінеральні, рослинні, тваринні, мікробіологічні);
- забруднювачі, які утворюються при спалюванні палива для потреб промисловості, опалення житлових будинків, при роботі всіх видів транспорту;
- забруднювачі, які утворюються в результаті промислових викидів;
- забруднювачі, зумовлені спалюванням і переробкою побутових і промислових відходів.

За останні кілька років у світі спалюється в середньому 10 млрд т палива на рік. При цьому викидається 22 млрд т вуглекислого газу, 150 млн т двоокису сірки, близько 300 млн т оксиду вуглецю, 50 млн т оксиду азоту, 200-700 млн т пилу і диму та багато інших речовин, з якими надходять в атмосферу шкідливі, хвороботворні, в тому числі канцерогенні та мутагенні речовини. Найбільш поширеними токсичними речовинами, котрі забруднюють атмосферу, є: оксид вуглецю CO, діоксид сірки SO<sub>2</sub>, оксиди азоту NO<sub>x</sub>, вуглеводні C<sub>m</sub>H<sub>n</sub> та пил. Основні джерела забруднення атмосфери та їхні щорічні викиди наведено в табл. 4.1.

Крім згаданих вище речовин та пилу, в атмосферу викидаються й інші, більш токсичні речовини. Зараз налічується більше 500 токсичних речовин, котрі забруднюють атмосферу, і їхня кількість постійно зростає.

Основними забруднювачами повітря України є підприємства чорної металургії (до 33%), енергетики (30%), вугільної промисловості (10%), хімічної та нафтохімічної промисловості (7%). Щорічно по всій Україні в атмосферу виділяється близько 17 млн т токсичних речовин.

Понад третину всіх промислових викидів токсичних домішок у повітря припадає на теплові електростанції.

Найбільший внесок у викиди сірчистого ангідриду дають підприємства енергетики, чорної металургії та вугільної промисловості (їхня частка складає 80% викидів). У викиди оксидів азоту головний внесок (72%) дають підприємства енергетики та металургії. Підприємства хімічної, нафтохімічної і газової промисловості дають найбільший внесок у викиди вуглеводнів – 43%.

Таблиця 4.1

Домішки	Основні джерела		Середньорічна концентрація в повітрі, мг/м <sup>3</sup>
	Природні	Антропогенні	
Тверді частки (зола, пил тощо)	Вулканічні виверження, пилові бурі, лісові пожежі	Спалювання палива в промислових та побутових установках	В містах – 0,004 – 0,4
SO <sub>2</sub>	Вулканічні виверження, окислення сірки, сульфати, розсіяні в морі	Те ж	В містах – до 1,0
NO <sub>x</sub>	Лісові пожежі	Промисловість, автотранспорт, теплоелектростанції	У промислово розвинених регіонах – до 0,2
CO	Лісові пожежі, виділення океанів, окислення терпенів	Автотранспорт, промислові енергоустановки, чорна металургія	В містах – від 1 до 50
Легкі вуглеводні	Лісові пожежі, природний метан, терпени (природні вуглеводні)	Автотранспорт, допалювання відходів, випаровування нафтопродуктів	У промислово розвинених регіонах – до 3,0
Поліциклічні, ароматичні вуглеводні		Автотранспорт, хімічні заводи, нафтопереробні заводи	У промислово розвинених регіонах – до 0,01

Атмосферне повітря забруднюється викидами з промислових підприємств. З числа промислових підприємств головними забруднювачами є підприємства чорної і кольорової металургії, хімічної промисловості, цементні заводи, підприємства зі спалювання пального. У 1986-1991 рр. у повітря України викинуто понад 100 млн т токсичних речовин, у 2005 р. – 6 млн т – від автотранспорту, 15 млн т – від стаціонарних джерел.



Потужним джерелом забруднення атмосфери є транспорт. Автомобільний транспорт є головним забруднювачем повітря. Тільки автомобілі у кількості 300-320 млн одиниць щодобово викидають в атмосферу близько 1,0 млн т оксиду вуглецю і майже 1000 т свинцю. В той же час ці автомобілі споживають більше кисню, ніж усе населення Землі. Характер токсичних речовин, що надходять у повітря, насамперед залежить від типу двигунів, які поділяються на бензинові і дизельні. У відпрацьованих газах двигунів містяться такі забруднюючі компоненти, як оксид вуглецю, оксиди азоту, вуглеводні. Найбільш характерною забруднюючою речовиною бензинових двигунів є оксид вуглецю. Він становить 0,5-1,2% об'єму відпрацьованих газів карбюраторних двигунів і 0,05-0,5% об'єму дизельних двигунів. Крім названих продуктів, вони виділяють продукти, які містять свинець, хлор, бром, іноді фосфор. Дизельні двигуни є постачальниками значної кількості сажі та частинок кіптяви мікроскопічних розмірів. Важливими факторами, що визначають склад забруднюючих компонентів у відпрацьованих газах, а разом з тим і різний рівень забруднення атмосфери, є склад палива, принцип дії та режим роботи двигуна, умови руху автомобілів. Максимальні концентрації токсичних речовин найчастіше реєструються на вузьких вулицях з багатоповерховими будівлями, у підземних тунелях і на протяжних міських автомагістралях під час заторів, а також при зупинках машин перед світлофором. Більшість газів, що викидаються автомобілями, важчі за повітря, тому вони накопичуються біля поверхні землі. За даними дослідників, концентрації оксиду вуглецю та оксидів азоту в середній частині вулиці у 2-3 рази вищі, ніж біля стін будинків.

Частка впливу автомобільного транспорту на забруднення атмосфери для різних регіонів неоднакова. Така неоднаковість передусім пов'язана з чисельністю автомобільного парку, який з часом постійно збільшується (тепер у світі нараховується близько 400 млн автомобілів). Звичайно, автомобілі сприяють забрудненню не тільки атмосфери, а цілих природних територіальних комплексів (ПТК). Наприклад, аналіз плодів волоського горіха, що росте уздовж автомобільної траси Москва – Сімферополь, показав, що в них містяться підвищені

концентрації цинку – до 90,8 мг/кг (при гранично допустимій концентрації – 50 мг/кг), кадмію – 0,18 мг/кг.

Забруднює повітря також залізничний транспорт. Залізничні локомотиви з дизельними двигунами викидають у повітря альдегіди, оксиди вуглецю і азоту, сірчистий ангідрид і сажу. Під впливом забруднюючих повітря речовин, а також шуму уздовж залізниць руйнується від 14 до 73% будинків і споруд, вони стають непридатними на 10-20 років швидше нормативних термінів.

На повітряний транспорт припадає лише 1–2% загальної кількості викидів токсичних речовин в атмосферу. Але їх вплив може бути значно суттєвішим у порівнянні з викидами наземних або підземних джерел. Так, час існування оксидів азоту поблизу поверхні Землі становить лише кілька днів, а на висотах близько 10 км – майже рік. Це спричиняє підвищення концентрації оксидів азоту на цих висотах, а отже впливає на вміст озону в стратосфері і на процеси його руйнування.

Забруднення атмосфери поділяється на матеріальне (пил, аерозоль, гази і пара) та енергетичне (теплове, іонізуюче, електромагнітне, шумове та вібраційне). Наявність в атмосферному повітрі викидів, які містять вуглеводні, оксиди азоту, вуглецю та інших речовин обумовлює виникнення фотохімічних реакцій, в результаті яких утворюються шкідливі для організму людини речовини – фотооксиданти. Під впливом енергії сонячного випромінювання (ультрафіолету) в повітрі активуються молекули двоокису сірки та азоту, в результаті чого утворюється озон. Озон взаємодіє з ароматичними вуглеводнями, олефінами та іншими речовинами. Фотооксиданти значно забруднюють повітря великих міст, утворюючи там фотохімічний туман (смог). Це пояснюється тим, що в результаті фотохімічних реакцій утворюються тонкодисперговані аерозолі, які спричиняють формування блакитної пелени.

У сільськогосподарській діяльності завдяки спалюванню різноманітних відходів повітряний басейн може насичуватись різними газами. Внаслідок порушення режиму обробки сільськогосподарських культур у повітря можуть потрапляти пестициди та мінеральні добрива. При використанні сільськогосподарської авіації отрутохімікати можуть розноситись на відстані до 1000 м і більше.

Забрудненню атмосферного повітря можуть сприяти різноманітні ситуації, до яких належать певні стани погоди – тумани, штили, інверсії тощо. Самі по собі вони не можуть бути джерелом забруднення атмосфери, але та чи інша метеоситуація може посилювати або послаблювати рівень забруднення повітря певної території. Значну роль у цьому можуть відігравати різноманітні форми факелів.

#### **4.4. Нормування вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі**

Встановлено два нормативи забруднення повітря: максимально-разова і середньодобова гранично допустима концентрація (ГДК). Це необхідно для вирішення питання про допустиму величину граничних концентрацій токсичних атмосферних забруднень для кожної речовини-забруднювача.

*Гранично допустима концентрація* домішок в атмосфері (ГДК) – це максимальна концентрація речовин у повітрі, яка при періодичній дії за певний час або протягом усього життя людини не має шкідливого впливу на неї.

Максимально-разова ГДК необхідна для попередження рефлекторних реакцій у людини (відчуття запаху, зміни біоелектричної активності головного мозку, світлової чутливості очей тощо) при короткотривалому впливі забруднювачів (до 20 хв), а середньодобова – з метою попередження їхнього резорбативного (загальнотоксичного, канцерогенного, мутагенного та ін.) впливу, тобто така концентрація, яка б не мала будь-якого прояву на фізичний стан людини (вимірюється протягом доби). Концентрація токсичних речовин в атмосфері вимірюється в міліграмах на метр кубічний.

Для оцінки впливу забруднювачів на здоров'я населення потрібно користуватися не лише максимально-разовими і середньодобовими ГДК, які регламентують вміст хімічних речовин у повітрі населених пунктів, але й показниками, які характеризують вміст токсичних речовин за тривалий період (місяць, рік). Підставою для цього є те, що невеликі концентрації речовин при тривалій дії справляють такий же негативний ефект, як і висока концентрація за короткий проміжок часу.

У випадку присутності в атмосферному повітрі декількох речовин, які мають здатність до сумарної дії, сума їхньої концентрації не повинна перевищувати одиниці при розрахунку за виразом:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1 \quad (4.1)$$

де  $C_1, C_2, \dots, C_n$  – фактичні концентрації речовин в атмосферному повітрі;

$ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$  – гранично допустимі концентрації тих самих речовин.

*Гранично допустимий викид (ГДВ) в атмосферу* – це норма викиду шкідливої речовини на певній території і з певною кількістю підприємств, яка в сумі з викидами цих підприємств не перевищує ГДК шкідливої речовини. Суть введення ГДВ полягає у нормуванні викидів і обумовлена тим, що при існуючих методах скорочення викидів виробництва, практично неможливо повністю уникнути їх викиду у атмосферу. Кожне підприємство, що забруднює атмосферу, має встановлені норми викидів, перевищення яких не допускається.

Згідно з нормативно-технічною документацією нормування якості навколишнього природного середовища здійснюється встановленням гранично допустимих норм впливу на навколишнє середовище, що гарантує екологічну безпеку населення та збереження генетичного фонду, забезпечує раціональне використання і відтворення природних ресурсів за умов стійкого розвитку господарської діяльності. Розроблені та діють нормативи ГДК для 3000 токсичних інгредієнтів атмосфери населених місць, перевищення котрих за певних умов негативно впливає на здоров'я людини.

У табл. 4.2 наведено ГДК деяких найбільш поширених токсичних речовин. Як видно навіть з цього невеликого переліку, нижня межа токсичності токсичних речовин, тобто їх ГДК, сильно відрізняється.

Таблиця 4.2

Речовина	ГДК <sub>сд</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ГДК <sub>мр</sub> , мг/м <sup>3</sup>
Тверді речовини (пил)	0,15	0,2
Двооксид сірки	0,05	0,5
Двооксид азоту	0,04	0,085
Оксид азоту	0,06	0,4
Оксид вуглецю	3,0	5,0
Аміак	0,04	0,2
Хлористий водень	0,2	0,2
Ціанистий водень	0,01	-
Оксид кадмію	0,001	-
Свинець	0,0003	0,03
Сірководень	0,005	0,03
Бенз(а)пірен	0,000001	-
Фенол	0,003	0,01
Формальдегід	0,003	0,035
Фтористий водень	0,005	0,2

У табл. 4.2 ГДК<sub>сд</sub> – середньодобова гранично допустима концентрація забруднювача в повітрі, котра не справляє на людину опосередкованої шкідливої дії при цілодобовому вдиханні;

ГДК<sub>мр</sub> – максимально разова гранично допустима концентрація забруднювача в повітрі населених місць, що не викликає рефлексорних реакцій в організмі людини.

Викиди характеризуються кількістю забруднюючих речовин, їхнім хімічним складом, концентрацією, агрегатним станом.

Промислові викиди поділяються на організовані та неорганізовані. Організовані промислові викиди – це викиди, що

надходять в атмосферу через спеціально споруджені газоходи, повітропроводи та труби.

Неорганізовані викиди надходять в атмосферу у вигляді не напрямлених потоків внаслідок порушення герметизації, невиконання вимог охорони атмосфери при навантаженні та розвантаженні, порушенні технології виробництва або несправності обладнання.

За агрегатним станом викиди поділяються на 4 класи: 1 – газоподібні та пароподібні; 2 – рідкі; 3 – тверді; 4 – змішані.

Викиди підлягають періодичній інвентаризації, під котрою слід розуміти систематизацію відомостей про розподіл джерел викидів на території об'єкта, їхню кількість та склад. Метою інвентаризації є визначення викидів токсичних речовин, що надходять в атмосферу від об'єктів; оцінка впливу викидів на навколишнє середовище, встановлення ГДВ; вироблення рекомендацій з організації контролю викидів; оцінка стану очисного обладнання та екологічності технологій і виробничого обладнання; планування черговості природоохоронних заходів.

Інвентаризація здійснюється один раз на 5 років згідно з інструкцією з інвентаризації викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Джерела забруднення атмосфери визначаються на основі схем виробничого процесу підприємства. Для діючих підприємств контрольні точки встановлюються по периметру санітарно-захисної зони. Заміри параметрів викидів здійснюють працівники спеціалізованої лабораторії підприємства або лабораторії санітарно-епідеміологічної станції.

Основними параметрами, котрі характеризують викиди забруднюючих речовин в атмосферу, є вид виробництва, джерело виділення токсичних речовин, джерело викиду, число джерел викидів, координати розташування викиду, висота джерела викиду, діаметр устя труби, параметри газоповітряної суміші на виході з джерела викиду (швидкість, об'єм, температура), характеристика газоочисних пристроїв, види та кількість токсичних речовин тощо.

Шкідливі речовини розчиняються в повітрі та переносяться рухомими потоками повітря на великі відстані. Розсіювання забруднень призводить до зниження концентрації токсичних

речовин в зонах їхнього викиду та до одночасного збільшення площ із забрудненим повітрям.

На характер поширення токсичних речовин в атмосфері та на величину зон забруднення впливають метеорологічні умови (горизонтальний та вертикальний рух мас повітря, їх швидкість, температура, вологість, дощ, сніг, наявність хмар).

Крім метеорологічних факторів, на розсіювання забруднень впливає рельєф місцевості, наявність лісів, водоймищ, гір тощо. На забрудненість міст та населених пунктів впливає їхнє планування та озеленення.

Розрахунок забруднення атмосфери викидами промислових підприємств виконується згідно з «Методикою розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі токсичних речовин, що містяться у викидах підприємств» або за «Збірником методик розрахунку концентрацій викидів в атмосферу забруднюючих речовин різними виробництвами».

#### **4.5. Заходи щодо захисту атмосфери. Методи зниження викидів стаціонарними установками**

Заходи захисту атмосфери можна поділити на дві групи: технічні та містобудівні.

Технічні заходи передбачають створення безвідходних і маловідходних промислових підприємств, очистку газів, ефективне спалювання палива, будівництво високих труб.

Завдяки містобудівним заходам здійснюється дисперсне розміщення забруднюючих підприємств, створення санітарно-захисних зон, насаджень дерев.

Розроблення безвідходних і маловідходних виробництв – основний напрямок охорони довкілля. Це завдання стратегічне і розраховане на тривалий час. Найбільш радикальний засіб – це перехід на технології, що діють за замкненим циклом, використовуючи на наступних стадіях виробництва відходи. Отже, повинна існувати така технологія, при якій було б неможливим утворення невластивих природі викидів. Заводи і фабрики майбутнього мають стати безтрубними.

У наш час основним заходом щодо зменшення токсичних викидів лишається розробка і впровадження ефективних систем очистки газів.

У технологічних, вентиляційних та енергетичних викидах на підприємствах найчастіше зустрічаються діоксид сірки, оксиди азоту, оксиди та діоксиди вуглецю, мінеральні речовини, сполуки металів, феноли, синтетичні матеріали, лакофарбові матеріали тощо. За несприятливих метеорологічних умов, коли концентрація забруднювачів може перевищити ГДК, підприємства повинні знизити викиди токсичних речовин за рахунок технічних засобів або повної (часткової) зупинки джерел забруднення.

Способи очищення викидів в атмосферу від токсичних речовин можна об'єднати в такі групи:

- очищення викидів від пилу та аерозолей токсичних речовин;
- очищення викидів від газоподібних токсичних речовин;
- зниження забруднення відпрацьованими газами від ДВЗ транспортних засобів та стаціонарних установок;
- зниження забруднення атмосфери при транспортуванні, навантаженні і вивантаженні сипких вантажів.

Для очищення викидів від токсичних речовин використовуються механічні, фізичні, хімічні, фізико-хімічні та комбіновані методи.

Механічні методи базуються на використанні сил ваги (гравітації), сил інерції, відцентрових сил, принципів сепарації, дифузії, захоплення тощо.

Фізичні методи базуються на використанні електричних та електростатичних полів, охолодження, конденсації, кристалізації, поглинання.

У хімічних методах використовуються реакції окислення, нейтралізації, відновлення, каталізації, термоокислення.

Фізико-хімічні методи базуються на принципах сорбції (абсорбції, адсорбції, хемосорбції), коагуляції та флотації.

Сучасні вимоги стосовно якості та ступеня очищення викидів досить високі. Для їхнього дотримання необхідно використовувати технологічні процеси та обладнання, котрі знижують або повністю виключають викид токсичних речовин в



атмосферу, а також забезпечують нейтралізацію утворених токсичних речовин.

Гравітаційні пилоочисні (пилоосаджувальні) камери працюють за принципом зниження швидкості руху газів до рівня, коли пил та частинки рідини осідають під дією сил ваги.

Гравітаційні пилоосаджувальні камери придатні для осадження частинок пилу діаметром понад 50 мкм. Камери забезпечують ступінь очищення не більше 50%, тому їх використовують як попередній ступінь пиловловлювання.

Інерційні сепаратори працюють за принципом різкої зміни напрямку потоку газів. У місцях зміни напрямку відбувається осідання твердих частинок забруднюючих речовин. Сепаратори дозволяють осаджувати частинки діаметром 25-30 мкм.

Циклонні сепаратори працюють за принципом використання відцентрового ефекту. Відокремлення твердих частинок в них відбувається під дією відцентрових сил.

Апарати мокрого очищення газів від пилу працюють за принципом промивання газів. Ці види очисних пристроїв застосовуються на дільницях фарбування виробів, нанесення полімерних покриттів, в замкнених системах повітрякористування. Такі пристрої дозволяють очищати гази від дрібних механічних забруднень. Існує велика кількість апаратів мокрого очищення газів. Застосовуються і прості водяні завіси, через котрі пропускаються забруднені потоки повітря.

Апарати мокрого очищення газів поділяються за принципом роботи:

- порожнинні та насадкові апарати-скрубери працюють за принципом пропускання газів через потік розпиленої, розбризканої або стікаючої по насадках води;
- барботажні та пінні апарати, при їх роботі забруднені гази проходять через шар рідини або піни;
- апарати ударно-інерційного типу, працюють за принципом інерційного осаджування механічних забруднень під час зміни напрямку газового потоку над поверхнею рідини.

Найбільш ефективними апаратами для очищення газів від механічних частинок є електрофільтри та рукавні (тканинні) фільтри, основним елементом котрих є рукавоподібний мішок, натягнений на трубчасту раму. При проходженні газів через

мішок пилові частинки залишаються на тканині. Видалення пилу з мішків здійснюється механічним витрушуванням, продуванням його в зворотному напрямку, очищенням струменями повітря, використанням низькочастотних акустичних генераторів для відокремлення твердих частинок від мішка. Електро- та рукавні фільтри мають коефіцієнт корисної дії до 99,99 %.

За характером фізико-хімічних процесів з очищуваними середовищами застосовуються такі методи очищення викидів від газоподібних речовин:

*Метод абсорбції* базується на розділенні газоповітряної суміші на складові частини шляхом поглинання токсичних компонентів абсорбентом (промивання викидів розчинниками, що не сполучаються із забруднювачами). Як абсорбенти вибирають рідини, здатні поглинати шкідливі домішки. Для віддалення з викидів аміаку, хлористого та фтористого водню використовується вода. Один кілограм води здатний розчинити сотні грамів хлористого водню та аміаку. Сірчисті гази у воді розчиняються погано, тому витрата води у цьому випадку дуже велика. Для видалення з викидів ароматичних вуглеводнів, водяної пари та інших речовин застосовується сірчана кислота.

Процес абсорбції повинен обов'язково передбачати застосування десорбції – регенерації рідини з метою вилучення розчинених домішок.

*Метод хемосорбції* базується на поглинанні газів та пари рідкими і твердими поглиначами з утворенням хімічних сполук (промивання викидів розчинами, що вступають в хімічне з'єднання із забруднювачами). Цей метод використовується при очищенні від оксидів азоту вентиляційних викидів гальванічних дільниць. Розчинником для очищення викидів від хлористого водню є 3%-й розчин їдкого натру.

Метод адсорбції базується на селективному вилученні з газових сумішей токсичних домішок за допомогою твердих адсорбентів (поглинання газоподібних забруднювачів твердими активними речовинами). Як адсорбент найчастіше застосовується активоване вугілля, іонообмінні смоли тощо.

*Каталітичний метод* базується на перетворенні токсичних компонентів викидів у менш токсичні або нешкідливі за рахунок використання каталізаторів. Каталітичний метод

використовується, наприклад, для очищення викидів від оксиду вуглецю за рахунок його окислення до двооксиду вуглецю. Іншим напрямком є каталітичне відновлення оксиду азоту, який відновлюється в присутності каталізатора (платина, платино-родієвий сплав) до елементарного азоту та кисню.

*Термічний метод* базується на допалюванні та термічній нейтралізації токсичних речовин у викидах (термічна обробка викидів). Цей метод використовується тоді, коли шкідливі домішки у викидах піддаються спаленню. Термічний метод ефективний у випадку очищення викидів від лакофарбових підприємств та дільниць. Системи термічного та вогневого знешкодження забезпечують ефективність очищення до 99 %.

Загалом послідовність вибору типу очисних пристроїв та фільтрів така:

- виявлення характеристик викидів (температура, вологість, вид та концентрація домішок, токсичність, дисперсність тощо);
- визначення типу очисного пристрою або фільтра за витратою газу, необхідним ступенем очищення, можливостями виробництва та іншими факторами;
  - знаходження робочої швидкості газів;
  - техніко-економічний аналіз можливих варіантів очищення;
  - розрахунок параметрів очисного пристрою;
  - проектування та вибір очисного пристрою або фільтра.

Вагомим внеском у зменшення забруднення повітря може бути економія енергії. Цьому сприяє удосконалення різноманітного устаткування технологічних процесів. Для повного спалювання мазуту і знешкодження викидів, які потрапляють в атмосферу, використовують чисельні домішки, наприклад, аміак, оксид магнію.

Методи очищення викидів від найбільш розповсюджених газоподібних домішок, таких як CO, SO<sub>x</sub>, Hg, оксидів азоту та ін., практично реалізовані в багатьох відомих технічних пристроях і можуть широко застосовуватися при спалюванні органічних видів палива в енергетичних установках і на промислових підприємствах.

Для поглинання речовини, що виділяється при згорянні палива, діоксиду сірки  $SO_2$  можуть бути використані лужні розчини чи тверді луѓи! Як абсорбент діоксиду сірки з наступним окислюванням на активованому катализаторі можна застосовувати і чисту воду. Процес йде на вологій поверхні катализатора, при цьому утворюється розведена ( $H_2SO_4 - 15\%$ ) сірчана кислота (Лурґи-процес).

Для поглинання  $SO_2$  може бути використана також суміш з розплавлених карбонатів лужних металів.

Для очищення газів від оксидів азоту використовуються лужні розчини гідроксиду кальцію чи натрію, карбонат натрію чи амонію та ін. Однак ефективність цих процесів складає усього близько 70%. Найбільш ефективними (до 95%) є системи очищення, у яких гази проходять спеціальну насадку, яка зрошується водою.

Очищення газів котельних установок звичайно поєднується з утилізацією теплоти в економайзерах, повітронагрівачах і інших теплообмінних апаратах.

У даний час в усьому світі ведуться дослідні і конструкторські роботи, спрямовані на зменшення і запобігання забруднення атмосфери за рахунок розроблення і застосування процесів більш повного згоряння палива в стаціонарних установках і обладнання їх очисними системами. Опалювальні котли, переведені з традиційного факельного згоряння рідкого палива на процес спалювання з надлишком повітря (з наддуванням), стали викидати з димом приблизно у 2–2,5 рази менше деяких забруднюючих компонентів. Але таких систем поки що мало. Перспективним методом є також метод спалювання палива в киплячому шарі.

З метою зниження забруднення повітря поблизу джерела забруднення широко використовують димові труби заввишки 70 м. Особливості розсіювання газів, а з ними і аерозолів залежить від багатьох факторів. Аерозолі діаметром частинок 20 мкм і менше поводять себе приблизно так, як і гази, у складі яких вони знаходяться. Більші за розміром частинки випадають з газової хмари і осідають на ґрунт на різних відстанях від джерела викиду. Димові труби 100 м висоти дозволяють розсіювати шкідливі речовини у радіусі 20 км до концентрації, що є

нешкідливою для організму людини. Труби висотою 250 м мають радіус розсіювання до 75 км. Поблизу труб завжди знаходиться тіньова зона, в яку шкідливі речовини не потрапляють. Цей захід, на жаль, впливає на загальне забруднення атмосфери. Тобто, зазначені шляхи розсіювання токсичних речовин не позбавляють атмосферу від регіонального та глобального забруднення.

Для зменшення впливу забруднення промислових підприємств на населення, яке проживає поряд, передбачено створення санітарно-захисних зон.

На стадії проектування розташування промислових об'єктів важливо враховувати переважаючі напрямки вітру, щоб шкідливі речовини від промислових підприємств не потрапляли б на заселені території.

Суттєво знешкоджують шкідливі речовини у повітрі зелені насадження як у санітарно-захисній зоні, так і на території промислових підприємств. Однією з особливостей атмосфери є її здатність до самоочищення. Самоочищення атмосферного повітря відбувається внаслідок сухого та мокрого випадання домішок, абсорбції їх земною поверхнею, поглинання рослинами, переробки бактеріями, мікроорганізмами та іншими шляхами. Висаджування дерев та кущів сприяє очищенню повітря від пилу, оксидів вуглецю, діоксидів сірки та інших речовин. Найкращі поглинальні властивості стосовно діоксиду сірки мають тополя, липа, ясен. Одне доросле дерево липи може акумулювати протягом доби десятки кілограмів діоксиду сірки, перетворюючи його в нешкідливу речовину.

Здатність рослин поглинати пил неоднакова. Хвойні породи зберігають ці властивості протягом усього року. У розрахунку на одиницю площі листя вони в 1,5 рази більше сприяють поглинанню пилу, ніж листяні породи. Листя в'яза утримує 3,4 г пилу на 1 м<sup>2</sup> поверхні, липи – 1,32 г, тополя – 0,55 г. Підраховано, що за вегетаційний період одне дерево верби білої та верби плакучої виводить з повітря по 38 кг пилу, тополі канадської – 34 кг, шовковиці білої – 31 кг, каштана кінського – 16 кг, клена гостролистого – 28 кг.

За багаторічними дослідженнями вчених, рекомендовано в зонах сильного, середнього і слабого задимлення вирощувати абрикос звичайний, агрус, вовчі ягоди, шипшину звичайну, тополь.

Велика роль в очищенні атмосферного повітря належить ґрунтовим бактеріям та мікроорганізмам. При температурі 15 – 35 °С мікроорганізми переробляють на 1 м<sup>2</sup> до 81 г на добу оксидів та діоксидів вуглецю. Однак можливості природи щодо самоочищення мають обмеження, що слід враховувати при розробці нормативів ГДВ.

Залежно від характеру захисної дії зелених насаджень посадки можуть бути ізолюючими або фільтруючими. Ізолюючі насадження (із щільно висадженими деревами) можуть зменшувати забрудненість території на 25-30% завдяки розсіюванню токсичних речовин, відхиленню забрудненого повітряного потоку, а також внаслідок поглинаючої дії зелених насаджень. Фільтруючі насадження добре провітрюються, вони ажурні за структурою і виконують роль механічного і біологічного фільтра на шляху проходження забрудненого повітря.

#### **4.6. Методи зниження викидів рухомих джерел**

Одне з провідних місць у забрудненні атмосфери займає транспорт. Так, більше 40% оксиду вуглецю, 46% вуглеводнів і близько 30% оксидів азоту від загальної кількості цих речовин, які потрапляють в атмосферу, припадає на транспорт. Загальний обсяг токсичних викидів автотранспорту – 2,7 млн т на рік. В Україні викиди автотранспорту становлять близько 27% від усього обсягу викидів забруднюючих речовин.

Шкідливий вплив вихлопів двигуна автомобіля на людей називається токсичністю викиду.

Існуючі норми і стандарти стосовно вмісту токсичних речовин у відпрацьованих газах не відповідають гігієнічним вимогам щодо якості повітря населених місць, а відповідають тільки технічним можливостям справних двигунів машин:

- 17.2.2.03-87 "Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Требования безопасности";
- 17.2.2.05-86 "Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения выбросов вредных веществ с отработавшими газами тракторных и комбайновых дизелей".

У викидах двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) міститься сажа та понад 100 токсичних сполук, котрі умовно можна поділити на шість груп:

- 1) діоксид вуглецю, водяна пара, водень, кисень;
- 2) оксид вуглецю;
- 3) діоксид азоту; оксид азоту;
- 4) діоксид сірки;
- 5) вуглеводні;
- 6) альдегіди;

У викидах несправного двигуна міститься оксиду вуглецю в 10-20 разів більше норми, тобто один такий автомобіль викидає в атмосферу стільки оксиду вуглецю, скільки 10-20 автомобілів із справними двигунами.

При використанні в ДВЗ етилового бензину (для зменшення детонації), з відпрацьованими газами в атмосферу викидаються сполуки свинцю. Сьогодні реалізують спроби виведення свинцю зі складу палива. В Західній Європі узаконена максимальна кількість свинцю, на 1 л палива вона не повинна перевищувати 0,4 г, але у паливі, яке використовується у нашій країні, в 1 л міститься більше 1 г свинцю.

При спалюванні 1 т бензину в атмосферу викидається, кг: оксидів вуглецю – 39,5; вуглеводнів – 34; оксидів азоту – 20; діоксиду сірки – 1,55; альдегідів – 0,93. При спалюванні 1 т дизельного пального в атмосферу викидається, кг: оксиду вуглецю – 21; вуглеводнів – 20, оксидів азоту – 12; альдегідів – 6,8; сажі – 2.

Технічні заходи зниження викидів автотранспорту. Після установки на автомобілі, які раніше мали підвищений вміст оксиду вуглецю у вихлопних газах (5–6 %), конструктивно нових, добре відрегульованих карбюраторів, концентрація його знизилась до 1,5 %.

В цілому регулювання двигунів – один із важливих технічних заходів зниження токсичності викидів. Також склад викидів значною мірою залежить від режимів експлуатації та справності систем ДВЗ.

На збільшення витрати пального та токсичних речовин у відпрацьованих газах карбюраторних двигунів найістотніше впливають зношеність жиклерів карбюратора, порушення

регулювання системи холостого ходу та регулювання рівня пального в карбюраторі, зношеність деталей прискорювального насосу, підвищення гідравлічного опору повітряного фільтра, неправильна установка запалювання, неправильна величина зазору в контактах переривача та їхнього забруднення, нагар на свічках запалювання, знижена температура охолоджувальної рідини, зношеність деталей кривошипно-шатунного механізму, порушення регулювання між клапанами та штовхачами тощо. Згадані несправності збільшують витрату пального на 10 %, а кількість токсичних речовин у викидах – на 15 – 50 %.

У дизельних ДВЗ на збільшення витрати пального та складу відпрацьованих газів впливають такі несправності: зменшення тиску вприскування, покриття голки форсунки смолистими відкладеннями, закоксовування сопел розпилювачів, зношеність плунжерних пар паливного насоса, засмічування повітряочишувача, зміна кута вприскування, зниження температури охолоджувальної рідини, зношеність деталей паливного насоса, газорозподілу та шатунно-кривошипного механізму.

Залежно від виду несправності витрата пального в дизельних двигунах може збільшуватися до 20 %, а кількість викидів токсичних речовин – на 20-100 %.

Зниження викидів токсичних речовин ДВЗ можна досягти застосуванням рідинної та полум'яної нейтралізації, ежекційного допалювання, використанням каталізаторів, подачею повітря у випускний колектор, застосуванням антидимових фільтрів тощо.

Зниження вмісту токсичних речовин у викидах ДВЗ можна забезпечити і за рахунок застосування присадок до пального – метанолу, водню, скрапленого газу та емульсій, які змінюють хід реакції окислення вуглеводнів в бік меншого утворення окису вуглецю, альдегідів, сажі та ін. Для карбюраторних двигунів найбільш ефективними виявились суміші різних спиртів, добавка яких до бензину дозволяє помітно знизити вміст окису вуглецю у викидах.

В даний час є автомашини, які працюють на газовому паливі, у викидах яких міститься в 3-4 рази менше окису вуглецю, ніж у бензинових двигунах. Причому газ згоряє майже повністю, а відпрацьовані гази при спалюванні пропан-бутану на 60 % менше забруднюють повітря порівняно з бензиновими.



Викидні гази автомашин знешкоджують спеціальними пристроями у системі випуску двигуна, які називають нейтралізаторами (полум'яні, термічні та рідинні). Система складається з двох каталітичних нейтралізаторів і форсунок, які подають додаткове повітря, що забезпечує ефективне зниження викидів в атмосферу оксиду вуглецю на 70-80 % і вуглеводів на 50%. Автомобілі іноземних марок без каталізаторів не допускаються до експорту в Україну.

Застосування форкамерно-факельної системи запалювання дозволяє знизити токсичність відпрацьованих газів в 1,8-2,5 рази порівняно зі стандартною системою запалювання. На сьогодні розроблені спеціальні регулятори розрідження та економайзери холостого ходу, які знижують викид токсичних речовин при роботі двигуна в режимі холостого ходу. Регулятор розрідження на холостому ходу з'єднує впускний трубопровід двигуна з атмосферою, а економайзер виключає подачу палива, що призводить до заповнення трубопроводу та циліндрів тільки повітрям, а процес спалювання палива припиняється.

Системи живлення діагностують за кількістю оксиду вуглецю у відпрацьованих газах за допомогою газоаналізаторів (И-СО, оптико-акустичного газоаналізатора 2109, газового хроматографа ХТ-8, газоаналізатора "Інфраліт"). Проби беруть на холостому ходу при малій частоті обертання колінчастого валу ( $1800 - 2000 \text{ хв}^{-1}$ ).

Своєчасне технічне обслуговування машин дозволяє суттєво зменшити токсичність відпрацьованих газів. Підтримка двигуна (поршневих кілець, гільз циліндрів, свічок запалювання, карбюраторів та ін.) у справному стані, а також правильний вибір водієм режиму роботи двигуна зменшує викиди.

Крім димових та відпрацьованих газів, атмосферне повітря забруднюється також парами нафтопродуктів при заповненні автомобільних та залізничних цистерн, резервуарів на складах, при видачі палива на пунктах заправки і в процесі його зберігання. Основний шлях попередження забруднення атмосфери в цьому випадку полягає в перекачці нафтопродуктів по герметичних трубопроводах, надійній герметизації резервуарів і утриманні в справному стані дихальних клапанів.

#### **4.7. Характеристика наслідків забруднення атмосфери планети. Правові аспекти охорони атмосфери**

Внаслідок забруднення атмосфери на земній кулі виникають різномасштабні екологічні проблеми, які можуть мати локальний, регіональний або глобальний характер.

Регіональними є проблеми утворення кислотних опадів, а глобальними – проблеми зменшення концентрації атмосферного озону та посилення парникового ефекту.

До локальних наслідків забруднення атмосферного повітря належить забруднення приміщень та утворення смогів.

**Забруднення приміщень.** Проведені дослідження показують, що в житлових приміщеннях достатньо висока концентрація оксиду вуглецю. Визначаються також формальдегід, бензол, ацетальдегід, аміни і ще біля 60 різноманітних компонентів. Звідки вони беруться? В житлових приміщеннях джерелом токсичних сполук, наприклад, оксиду вуглецю і деяких вуглеводнів, є газові плити на кухнях. Витяжки інколи не забезпечують необхідного обміну повітря і тому в повітрі накопичуються продукти спалювання газу в концентраціях, що перевищують гранично допустимі норми.

Другим джерелом забруднення є облицювальні матеріали наших квартир і меблі, які виготовляються, як правило, з деревинно-стружкової плити (ДСП), де зв'язувальним компонентом є фенолформальдегідні смоли. Формальдегід у повітрі зберігається протягом 5 років. Використовуються пластики, синтетичні килимові доріжки, фарби, які містять органічні розчинники. Забруднюється повітря і синтетичними миючими засобами. У Харкові проводились дослідження патологій у народжених дітей. Виявилось, що більше всього вад у дітей, матері яких домогосподарки. Екологічно небезпечні житлові приміщення відіграли тут не останню роль.

Існує також проблема забруднення внутрішніх приміщень тютюновим димом і різними мікроорганізмами.

**Утворення смогів.** Проблема смогу характерна для багатьох міст світу. Термін смог походить від англійських слів «smoke» – дим, кіптява і «fog» – густий туман. Розрізняють смоги лондонського типу (вологі) і фотохімічні (сухі). Сильні тумани,

перемішані з димом, газами промислових підприємств і автомобільного транспорту, утворюють вологі смоги, класичним прикладом яких стали смоги в столиці Великобританії (1952 р.). Безвітряна й дуже холодна погода привела до скупчення над містом так званого «чорного смогу» – хмари токсичних газів, до чого спричинила посилена робота сотень котелень. У приземному шарі повітря різко зросла кількість (до  $10 \text{ мг/м}^3$ , а подекуди й більше) отруйного закису азоту й інших токсичних компонентів. Це привело до загибелі в Лондоні близько 4 тис. чоловік, десятки тисяч потрапили до лікарень, захворіли на легеневі хвороби.

Це явище серйозно шкодить здоров'ю жителів таких міст, як Нью-Йорк, Чикаго, Бостон, Токіо, Мілан, Мехіко. Найближчим часом воно може виникнути в наших найбільших індустріальних містах, до того ж іще й перевантажених автотранспортом (Київ, Харків, Дніпропетровськ, Одеса, Сімферополь та ін.).

В умовах міського середовища можливе утворення смогів іншого типу – фотохімічних. Вони виникають при наявності великої кількості різноманітних забруднюючих речовин, низькій відносній вологості повітря, надлишку сонячного випромінювання і безвітрі або незначній швидкості вітру. Виникненню фотохімічного смогу сприяють рельєф та наявність інверсії – підвищенні температури при підйомі вгору. Смоги такого типу найкраще вивчені в умовах міста Лос-Анджелеса (США), що з'являються в результаті великої загазованості території автотранспортом. Це місто з півночі, півдня і сходу оточують гори і передгір'я, утворюючи своєрідну пастку для повітря. Такі умови сприяють вкрай повільному перемішуванню повітря, а також створенню інверсій. Аналогічна ситуація є і в країнах СНД, наприклад, в м. Новокузнецьк (Росія).

Головним у створенні фотохімічного смогу є оксиди азоту ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ), вуглеводні, які надходять у повітря з відпрацьованими газами автомобілів та викидами промислових підприємств. Характерною особливістю фотохімічного смогу є здатність викликати подразнення очей. Це зумовлено виникненням у повітрі сльозоточивого газу – пероксилацетилнітрату ( $\text{CH}_3\text{COONO}_2$ ), значно погіршується видимість, особливо уздовж автомобільних трас, у зв'язку з чим автомобілі змушені рухатися з увімкненим світлом.

Регіональною є проблема **кислотних опадів**. Останні десятиріччя з'явилась проблема кислотних опадів. Існують терміни «кислотні опади», «кислотні дощі», «кислотні тумани», «кислотна роса». Основа цих термінів – підвищення кислотності вологи. Кислотність, як відомо, визначається за допомогою водневого показника рН – від'ємного десяткового логарифму концентрації іонів водню у певному розчині.

Проблема кислотних дощів передусім пов'язана із зростанням кількості викидів діоксиду сірки ( $\text{SO}_2$ ) підприємствами промисловості та енергетики. У холодні пори року вона є одним з компонентів смогу, а у теплі – кислотних дощів. Кислотні опади можуть випадати за сотні кілометрів від джерела забруднення, тому проблема кислотних дощів – трансгранична. Оксиди сірки й азоту, що викидаються в атмосферу внаслідок роботи теплових електростанцій і автомобільних двигунів, сполучаються з атмосферною вологою й утворюють дрібні крапельки сірчаної та азотної кислот, які переносяться вітрами у вигляді кислотного туману й випадають на землю кислотними дощами. Ці дощі вкрай шкідливо діють на навколишнє середовище:

- врожайність багатьох сільськогосподарських культур знижується на 3-8 % внаслідок ушкодження листя кислотами;
- кислотні опади сприяють вимивання з ґрунту Са, К, Mg, що викликає деградацію фауни та флори;
- деградує і гинуть ліси (особливо вразливими до дії кислотних опадів виявилися кедр, бук і тис);
- отруєється вода озер і ставків, у яких гине риба (в першу чергу цінні види – лосось, форель тощо) і численні види комах, що призводить до загибелі птахів і тварин, які ними живляться;
- зникнення лісів (Карпати) зумовлює збільшення кількості гірських зсувів і селів;
- різко прискорюється руйнування пам'ятників архітектури, житлових будинків, особливо тих, що оздоблені мармуром, вапняками;
- вдихання людьми повітря, забрудненого кислотним туманом, спричиняє захворювання дихальних шляхів, подразнення очей тощо.

**Глобальна проблема стратосферного озону.** Одним з перших і найбільш вражаючих наслідків антропогенних забруднень атмосфери стало зменшення загального вмісту озону в атмосфері, і перш за все в стратосфері, де зосереджена основна кількість озону. Спочатку було помічено утворення «озонової дірки» над Антарктидою. Під час утворення «дірки» загальний вміст озону в товщі атмосфери зменшувався до 20-35%. Останнім часом помічено весняне зменшення озону і над полярними регіонами північної півкулі. На думку деяких фахівців, вже помітне глобальне зменшення загального вмісту озону в атмосфері Землі.

Якщо ця тенденція буде продовжуватись, то створюється реальна загроза для існування життя на Землі. Життя на Землі залежить від енергії Сонця. Надходить до Землі вона у вигляді променів видимого світла, а також довгохвильових (інфрачервоних або теплових) і ультрафіолетових (УФ). УФ-випромінювання несе найбільшу енергію і є фізіологічно активним, тобто діє на живу речовину. Увесь потік УФ-променів Сонця, що доходить до земної атмосфери, умовно поділяють на три види: УФ-А (довжина хвилі 400–315 нм), УФ-В (315–280) і УФ-С (менше 280 нм). УФ-В і УФ-С випромінювання надзвичайно шкідливі для всього живого й призводять до розриву молекул білків і загибелі живих клітин. Захищає нас і всю біосферу від згубної дії так званого «жорсткого ультрафіолету» (тобто короткохвильового УФ-В і С) озоновий щит Землі.

На висоті 20–50 км, як вже згадувалося, повітря містить підвищену кількість озону. Озон утворюється в стратосфері за рахунок молекул звичайного, двоатомного кисню  $O_2$ , і поглинає жорстке УФ-випромінювання. Енергія променів УФ-В і УФ-С витрачається на фотохімічну реакцію утворення озону з кисню:  $3O_2 \rightarrow 2O_3$  і тому до поверхні Землі вони не доходять, туди проникає лише значно ослаблений потік «м'якого» УФ-А. Від негативної дії цього випромінювання наш організм уміє захищатись, синтезуючи в шкірі шар темної речовини – меланіну (засмага). Проте ця речовина в шкірі утворюється досить повільно. Тому тривале перебування на весняному сонці, коли в шкірі ще нема цього захисту, викликає її почервоніння, головний біль, підвищення температури тіла тощо.

Збільшення потоку УФ-В вдвоє викличе значне збільшення ймовірності захворювань дітей на рак шкіри і катаракту, зміну генетичного коду багатьох рослин і мікроорганізмів, помітно зменшиться врожай багатьох сільськогосподарських культур. Якщо враховувати, що зменшення вмісту озону в товщі атмосфери на 1% викликає збільшення потоку УФ-В у 2-3 рази, стає очевидною ця небезпека.

Озонова дірка спричинила посилення УФ-фону в країнах, розташованих в Південній півкулі, ближче до Антарктиди, перш за все в Новій Зеландії. Медики цієї країни б'ють тривогу, констатуючи значне зростання захворювань, зумовлених підвищеним УФ-фоном, таких, як рак шкіри й катаракта очей. Жителі столиці Нової Зеландії – Веллінгтона, які раніше намагалися використати кожний погожий день (котрих у Веллінгтоні не так багато буває) для відпочинку, сьогодні побоюються з'являтися на пляжі. Тривожні повідомлення надходять і з Північної півкулі: й тут виявлено озонову діру (над Шпіцбергенем), щоправда, менших розмірів, ніж антарктична.

Руйнування озонового шару атмосфери пов'язують із збільшенням антропогенних викидів в атмосферу галогенорганічних сполук. Сучасна промисловість у все більшій кількості використовує так звані фреони (хлорфторметани, такі як  $\text{CFCl}_3$ ,  $\text{CF}_2\text{ClBr}$  тощо). Вони широко застосовуються як холодоагенти в рефрижераторах і домашніх холодильниках, як аерозольні розбризкувачі в балончиках з фарбою, лаком, парфумами, для очистки напівпровідникових схем тощо. Сьогодні в світі щорічно випускається кілька мільйонів тонн фреонів. Для людини пари фреонів не шкідливі, проте вони надзвичайно стійкі й можуть зберігатись в атмосфері до 80 років. Пари фреонів із висхідними повітряними течіями потрапляють в стратосферу, де під впливом УФ-випромінювання Сонця їхні молекули розпадаються, вивільняючи атоми хлору, фтору і бромю, які діють як дуже сильний каталізатор, розкладаючи молекули озону до кисню. Один атом хлору здатен розкласти 100 тис. молекул озону в такому циклі реакцій:



Сприяє руйнуванню озонового шару й авіакосмічна діяльність. Наприклад, при кожному запускові "челнока" за програмою Space Shuttle на висотах до 50 км носій викидає 187 т хлору і хлористого водню, а також 7 т оксидів азоту. Тобто, тільки при одному запускові знищується більше 10 млн т озону, або 0,3 % від загальної кількості його в атмосфері, а в шарі озону "пропалюється" велика дірка, яка "затягується" лише через тривалий час. Свою частку в руйнування озонового шару вносять і реактивні двигуни стратосферних літаків, оскільки одна молекула оксиду азоту теж "з'їдає" 10 молекул озону.

Швидке руйнування озоносфери викликає глибоке занепокоєння не лише науковців, але й широких верств населення розвинених країн. Адже навіть після повного припинення антропогенних викидів галогенів в атмосферу, процес руйнування озоносфери буде тривати ще принаймні кілька років. Під загрозою зникнення озонового шару керівники багатьох країн світу в 1985 р. в Монреалі підписали протокол щодо охорони атмосферного озону. Було вирішено до 2000 р. зменшити на 50% споживання фреонів, а згодом і зовсім відмовитися від них, замінивши їх безпечними сполуками. Невідомо, чи не перейшли ми вже критичну межу?

**Глобальна проблема парникового ефекту.** Другим цілком реальним наслідком антропогенних впливів на атмосферу є істотне збільшення вмісту діоксиду вуглецю. За останні кілька десятків років середній вміст діоксиду вуглецю в атмосфері збільшився на 13 %. Це зумовлено діяльністю людини, яка, по-перше, підігріває атмосферу шляхом спалювання великої кількості вугілля, нафти, газу, а також роботою атомних електростанцій. По-друге, і це найголовніше, спалювання органічного палива, а також знищення лісів призводить до накопичення в атмосфері великої кількості вуглекислого газу. Зменшення площі лісів і рослинного покриву взагалі еквівалентне викидам в атмосферу додатково близько 10 млрд т CO<sub>2</sub>.

У земній атмосфері вуглекислий газ діє як скло в теплиці чи парнику: він вільно пропускає до поверхні Землі сонячні промені, але утримує тепло розігрітої Сонцем поверхні Землі. Це викликає розігрівання атмосфери, відоме під назвою парникового ефекту.

Він проявляється у підвищенні температури приземного повітря і поглинанні інфрачервоного теплового випромінювання земної поверхні. За підрахунками вчених, у найближчі десятиліття середньорічна температура на Землі за рахунок парникового ефекту може збільшитися на 1,5–2 °С.

Якщо людство не зменшить обсяг забруднень атмосфери і глобальна температура буде надалі зростати, як це має місце протягом останніх 20 років, то дуже швидко клімат стане теплішим, ніж будь-коли на Землі за останні 100 000 років. Це викличе активне прискорення глобальної екологічної кризи.

Як свідчать розрахунки й моделювання на ЕОМ, підвищення середньої річної температури викличе значні кліматичні зміни, більшість яких будуть мати для людей вкрай негативні наслідки. Парниковий ефект змінить такі критично важливі величини, як кількість опадів, шар хмар, океанічні течії, розміри полярних крижаних шапок. Внутрішні райони континентів стануть сухішими, а узбережжя вологішими, зими – коротшими й теплішими, а літо – тривалішим і жаркішим. Основні кліматичні зони в Північній півкулі змістяться на північ приблизно на 400 км. Це викличе потепління в зоні тундри, танення шару вічної мерзлоти і полярних крижаних полів. У середніх широтах, тобто в основних зернових районах (Україна, чорноземна зона Росії, Кубань, «зернові штати» США) клімат стане напівпустельним, і врожаї зерна різко скоротяться. Глобальне потепління викличе танення льодовиків Гренландії, Антарктиди, Арктики й гір, рівень Світового океану підвищиться на 6–10 м, при цьому буде затоплено близько 20% площі суходолу, де проживають сотні мільйонів людей, розташовані міста, ферми, сади й поля.

Останнім часом тривога вчених з приводу парникового ефекту ще більше зростає. Виявилось, що крім вуглекислого газу, парниковий ефект спричиняють також деякі інші гази, що входять до складу так званих малих домішок в атмосфері: метан, закис азоту, фреони, вміст яких в атмосфері за рахунок антропогенного фактора теж швидко зростає. Моделлю парникового ефекту в масштабах планети є клімат на Венері. Її щільна атмосфера, що на 98 % складається з вуглекислого газу, за



рахунок цього явища розжарена до 500 °С (температура, при якій залізо стає червоним).

Ця перспектива цілком реальна для Землі і дуже непокоїть фахівців та широку громадськість. На міжнародному рівні ведуться інтенсивні переговори щодо запобігання цього лиха, насамперед шляхом припинення вирубування тропічних лісів.

#### ***4.7.1. Правові аспекти охорони атмосфери***

На території нашої держави вирішення питання охорони атмосфери регулюється Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» і Законом України «Про охорону атмосферного повітря» (1992 р.), нормативно-правовими актами Міністерства охорони навколишнього природного середовища, Держкомітетом України з гідрометеорології, Міністерством охорони здоров'я, Міністерством з надзвичайних ситуацій та деякими іншими відомствами і установами.

Законодавством передбачені нормативи ГДК забруднюючих речовин у повітрі, нормативи ГДВ в атмосфері, а також одержання дозволу на викид забруднюючих речовин в атмосферу стаціонарними джерелами забруднення.

Систематично у різних регіонах України вимірюється в повітрі вміст і концентрація різних інгредієнтів. Спостереження ведуться на стаціонарних постах регулярно 3–4 рази на добу. Таких постів у містах від 1 до 10, залежно від розміру міста та ступеня його промислового розвитку. У нашій державі вживаються заходи щодо зниження викидів в атмосферу шляхом заміни або реконструкції застарілих пилогазоочисних установок, впровадженням мало- і безвідходних технологічних процесів та ін.

В охороні атмосфери від подальшого забруднення велике значення має міжнародне співробітництво. Так, на принципах згоди між країнами – членами ЄС діє Європейська Хартія і Конвенція щодо навколишнього середовища та сталого розвитку, в якій окремим розділом розглянуті питання охорони атмосфери. Важливе міжнародне значення має Гаазька Декларація (1989 р.), де проголошується принцип одностайності у прийнятті рішень щодо оздоровлення Землі.

У 1988 р. була створена Міждержавна група експертів щодо змін клімату, в яку увійшли представники понад 40 держав. Принципи і норми, які належить виконувати й Україні, зафіксовані у Конвенції про трансграничне забруднення повітря на великій відстані та у протоколі про обмеження викидів сірки (Хельсінки, 1985 р.), Віденської конференції щодо захисту озонового шару та Монреальському протоколі 1987 р. щодо речовин, які руйнують озоновий шар. На території України в 1977 р. створено станції для спостереження за трансграничним перенесенням забруднень атмосферним повітрям.

### **Контрольні питання**

1. Яке значення має атмосфера з точки зору екології?
2. Що є основними антропогенними джерелами забруднення атмосфери?
3. Чим небезпечні викиди в атмосферу, які містять сірчисті сполуки й оксиди азоту?
4. До яких наслідків може призвести порушення озонового шару атмосфери?
5. Які наслідки має підвищення концентрації вуглекислого газу в атмосферному повітрі?
6. В чому полягає енергетичне забруднення атмосфери?
7. Що таке гранично допустима концентрація домішок в атмосфері і на які нормативи вона поділяється?
8. Що таке гранично допустимий викид в атмосферу?
9. Які промислові викиди в атмосферу вважаються неорганізованими?
10. Яка основна мета інвентаризації промислових викидів?
11. Які основні напрямки захисту атмосфери від шкідливих викидів стаціонарними установками?
12. Які основні напрямки захисту атмосфери від шкідливих викидів рухомих джерел?
13. Які наслідки забруднення атмосфери мають локальний, регіональний і глобальний характер?
14. Якими нормативними актами регулюються питання охорони атмосфери в Україні?

## Тема 5. ВОДНІ РЕСУРСИ. ПРОБЛЕМИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНИ

### 5.1. Водні ресурси та їх значення

Вода – найбільш розповсюджена речовина на Землі. Вона покриває близько 75% поверхні Землі, утворюючи одну із оболонок нашої планети – гідросферу (сукупність океанів, морів, вод континентів, льодовикових покривів). Загальний об'єм води на нашій планеті оцінюється вражаючою цифрою – 1385 млн км<sup>3</sup>. Якщо воду гідросфери рівномірно розподілити по всій поверхні планети, то вона вкриє її шаром в 2650 м. Найбільше води сконцентровано в морях і океанах Світового океану. Лише незначна частина цієї води придатна для використання людиною. Абсолютна більшість цієї колосальної маси – це гіркувато-солоня морська вода, непридатна для життя та технічного використання.

Воді належить найважливіша роль у геологічній історії Землі, у виникненні життя і формуванні природного середовища. Вода у біосфері перебуває у безперервному русі, бере початок у геологічному та біологічному кругообігах речовин. Без води неможливе існування живих істот. Вона необхідна для життя, оскільки бере участь у кожному процесі, що відбувається в рослинах та в живих організмах. Вона є потужним розчинником, і живі організми використовують водні розчини для функціонування біологічних систем.

Моря і океани є тією буферною системою, яка пом'якшує вплив екстремальних температур, а водяна пара в атмосфері відіграє роль фільтра для сонячної радіації, значною мірою визначає кліматичні особливості багатьох регіонів. Без води неможливий фотосинтез, який відбувається у зелених рослинах і лежить в основі біологічного кругообігу речовин на нашій планеті.

У рослинах міститься 40–98% води, найбільше її у водоростях (96–98 %), деяких плодах, наприклад томатах, огірках (94–95 %). Всі життєві функціональні процеси пов'язані з водою. Обмін речовин в організмі можливий лише за наявності води. Процес травлення і засвоєння їжі у травному каналі та синтез живої речовини відбувається виключно у рідкому середовищі.

Без води неможлива господарська діяльність людини. Так на виробництво тонни сталі витрачається близько 30 м<sup>3</sup> води, чавуну – 200 м<sup>3</sup>, гуми – не менше 3500 м<sup>3</sup>. Для більшості людських потреб придатна не будь-яка вода, а прісна. Вода у природному стані являє собою складну систему, що містить колоїдні частинки, розчинені гази, мінеральні та органічні речовини.

Вода виконує важливі екологічні функції:

- вона головна складова частина всіх організмів і середовище їхнього життя;
- основний механізм здійснення взаємозв'язків усіх процесів у екосистемах (обмін речовин, тепла, ріст біомаси);
- головний агент-переносник глобальних біоенергетичних екологічних циклів;
- води світового океану є основним кліматоутворюючим фактором, основним акумулятором сонячної енергії і «кухнею» погоди для всієї планети;
- один із найважливіших видів мінеральної сировини, головний природний ресурс споживання людства (людство використовує її в тисячу разів більше, ніж нафту чи вугілля).

Величезну роль відіграє гідросфера в формуванні поверхні Землі, її ландшафтів, у розвитку екзогенних процесів (вивітрювання гірських порід, ерозії, карсту тощо), в переносі хімічних речовин, забруднювачів довкілля.

Солоність океанічних вод становить 35 ‰ (проміле, тобто в 1 л океанічної води міститься 35 г солей). Найсолоніша вода в Мертвому морі – 260 ‰ (людина вільно лежить на поверхні цієї води, не занурюючись в неї), у Чорному морі – 18 ‰, Азовському – 12 ‰.

Хімічний склад підземних вод дуже різноманітний. За мінералізацією вони змінюються від прісних, що використовуються для пиття й водопостачання, до мінералізованих з солоністю 600 ‰, які мають лікувальні властивості.

**Водні ресурси Землі.** Водні ресурси – це придатні до використання води Землі: річкові, озерні, морські, підземні, ґрунтові, води штучних водосховищ. До водних ресурсів інколи відносять водяні пари атмосфери.

Глобальні запаси води на 96,5 % зосереджені у Світовому океані (по 1,7% – підземні води та льодовики; 0,1% – води річок,

озер, водосховищ, атмосферна та ґрунтова волога). На Земній кулі домінуючими є солоні води Світового океану.

Основним джерелом водопостачання для людства є річковий стік. Перше місце посідає Бразилія з її гігантською повноводою р. Амазонкою. Річковий стік України складає в середньому 83,5 млрд м<sup>3</sup>, а в посушливі роки зменшується до 48,8 млрд м<sup>3</sup>. Водні ресурси України розподілені по її території нерівномірно: 70% стоку припадає на Південно-Західний економічний район, де мешкає лише 40% населення. А на Донецько-Придніпровський і Південний економічні райони, де живе 60% населення й зосереджені найбільш водоемні галузі народного господарства, припадає лише 30% стоку. Для ліквідації нерівномірності доводиться перекидати воду каналами, будувати водосховища тощо.

Запаси водних ресурсів на душу населення в середній за водністю рік дорівнюють майже 1,2 тис. м<sup>3</sup>, у маловодний рік – 1 тис. м<sup>3</sup>. З метою регулювання стоку в Україні створено 1054 водосховищ і 27 тис. ставків. Загальний об'єм водосховищ становить більше 55 млрд м<sup>3</sup>. До найбільших водосховищ країни належить Кременчуцьке з площею водного дзеркала 2,2 тис. км<sup>2</sup>, Каховське – 2,1 тис. км<sup>2</sup>, Київське – 923 км<sup>2</sup>, Канівське – 582 км<sup>2</sup>, Дніпродзержинське – 567 км<sup>2</sup>. Загальна площа їх водного дзеркала становить майже 7,3 тис. км<sup>2</sup>, що трохи менше ніж уся площа Чернівецької області (8,1 тис. км<sup>2</sup>).

Головним постачальником води для України є Дніпро. Іншими річками, що забезпечують потреби у воді, є Дунай, Дністер, Південний Буг, Тиса, Прут та ін. Стан води й повноводдя цих водних артерій залежать головним чином від стану їх приток – малих річок, яких в Україні налічується близько 63 тис. Вони мають величезне значення – досить згадати, що 90% населених пунктів України розташовані саме в долинах малих річок і користуються їхньою водою, а проте понад 20 тис. їх вже зникло, пересохло. Це невідворотно веде до деградації великих річок, тому проблема їх збереження й оздоровлення – одна з найгостріших для нашої молоді держави.

Підземні води України мають не менше значення для забезпечення водою населення. Досить зазначити, що близько 70% населення сіл і селищ міського типу задовольняє свої

потреби в питній воді за рахунок ґрунтових вод (колодязі) чи глибших водоносних горизонтів (свердловини). Стан підземних вод України в цілому кращий, ніж поверхневого стоку, хоча місцями спостерігається забруднення їх стоками промислових підприємств, тваринницьких комплексів тощо. В деяких промислових районах (Донбас, Кривбас) розвиток шахт і кар'єрів негативно впливає на якість і запаси підземних вод. За рахунок багаторічної відкачки води з цих об'єктів їхній рівень дуже знизився, а з деяких водоносних горизонтів вода зникла зовсім.

Водні ресурси використовуються переважно у комунально-побутовому господарстві, промисловості та сільському господарстві. Найбільший об'єм води на планеті забирає сільське господарство. В Україні максимальний об'єм використання води належить промисловості (48%), трохи менше сільському господарству (40%) та 12% – комунально-побутовому господарству.

## **5.2. Проблеми, пов'язані з використанням води**

Інтенсивне використання природних вод призводить до виникнення трьох дуже важливих проблем: забруднення води, водного дефіциту та порушення біологічних ресурсів водою.

Лише 2,5 % води є прісною – придатною для життя. Близько 69 % від цієї кількості знаходиться в шапках полярного льоду і гірських льодовиках або в підземних водоносних горизонтах, занадто глибоких для того, щоб відкачувати її при сучасній технології.

Об'єм прісної води, що є в розпорядженні людини для споживання, залежить від тієї швидкості, з якою джерела прісної води відновлюються в процесі глобального гідрологічного циклу, а не від загальної кількості запасів прісної води у світі. Щороку на континенти осідає 113 000 км<sup>3</sup> води, 72 000 км<sup>3</sup> з яких випаровується знову в атмосферу. Щорічно 41 000 км<sup>3</sup> води поновлюють водоносні пласти і повертаються річками чи іншими змивами в океани.

Гідрологічний цикл є дуже ефективним виробником прісної води, однак він дуже неефективний як розподільник. Тому така багата на воду країна, як Канада, має надмірні запаси прісної

води, що становлять 122000 м<sup>3</sup> на людину щорічно, а інші великі країни – лише 1200 м<sup>3</sup> /людина щорічно. Тому в багатих на воду країнах водні ресурси використовуються не повністю, в той час як інші частини земної кулі забезпечені нею недостатньо.

Усі галузі господарства за відношенням до водних ресурсів поділяються на споживачів і користувачів води. Споживачі забирають воду з джерела водопостачання, використовують її для виготовлення продукції, а потім повертають, але вже в меншій кількості й іншої якості. Користувачі води не забирають, а використовують її як середовище (водний транспорт, рибальство, спорт тощо), або як джерело енергії (ГЕС). Проте і вони можуть змінювати якість води (наприклад, водний транспорт забруднює воду).

Промисловість використовує близько 20% споживаної людством прісної води. Кількість води, що споживається підприємством, залежить від того, яку продукцію воно випускає, від системи водопостачання (прямоточної чи оборотної) й інших причин.

При прямоточній системі вода використовується в процесі виробництва продукції, потім очищається і скидається у водойму. При оборотній системі водопостачання відпрацьована вода після очищення не повертається у водойму, а знову використовується в процесі виробництва. Витрати води при такій системі значно нижчі. Наприклад, ГЕС потужністю 1 млн кВт при прямому водопостачанні (для охолодження агрегатів) споживає 1,5 км<sup>3</sup> води щорічно, а при оборотній схемі – лише 0,12 км<sup>3</sup>, тобто в 13 разів менше.

Кількість води (м<sup>3</sup>), необхідної для виробництва 1 т. продукції, називають водоємністю виробництва. За цим показником різні виробництва дуже відрізняються. Наприклад, на виробництво 1 т прокату необхідно 10 – 15 м<sup>3</sup> води, а хімволокна – 2000-5000 м<sup>3</sup>. Одним з найбільших споживачів води в промисловості є атомні електростанції.

Основним споживачем прісної води в світі є сільське господарство (70 % її загального використання). Це зумовлено в першу чергу зростанням площ зрошуваного землеробства. Зрошувані землі набагато продуктивніші від незрошуваних.

Сьогодні в світі зрошувані землі становлять 15 % площ усіх сільськогосподарських угідь й дають понад 50 % всієї продукції.

Питоме водоспоживання під час зрошення залежить від виду сільськогосподарських рослин, клімату, технічного стану зрошувальних систем і способів поливу. Так, якщо норми поливу для зернових культур становлять 1500 – 3500 м<sup>3</sup>/га, то для цукрового буряка 2500 – 6000, а для рису – 8000 – 15000. Більша частина води (до 60%), використаної для зрошення, безповоротно втрачається (випаровується), деяка кількість її повертається назад у водойми у вигляді так званих зворотних вод, які сильно забруднені солями.

Сільське господарство – один з найбільших споживачів і, одночасно, забруднювачів природних вод внаслідок використання міндобри, пестицидів та інших хімікатів, функціонування великих тваринницьких комплексів, зрошування земель. Щорічно лише азотних добрив вноситься в ґрунт понад 50 млн тонн. Скрізь відбувається забруднення вод добривами і пестицидами, небезпечними своєю токсичністю. У багатьох сільських районах з інтенсивним застосуванням азотних добрив вже сьогодні в 50 % колодязів вода містить нітрати, а нітритів – вже понад норму – 20 мг/л; в переважній більшості випадків їхній вміст сягає 100 – 1500, а подекуди – більше 2000 мг/л. Відомі випадки тяжких захворювань, навіть смертності дітей, особливо немовлят. Сполуки азоту і нітратні іони належать до мутагенних речовин, які призводять до генетичних захворювань. За даними ВООЗ, з 1966 до 1980 року кількість людей, що народилася зі спадковими хворобами, збільшилася з 4 до 10,5 %.

Водопостачання населення (близько 10 % всієї споживаної людством води) задовольняє потреби в питній воді й комунально-побутові потреби (робота підприємств побутового обслуговування, поливання вулиць і зелених насаджень, протипожежні заходи тощо). Існує поняття питоме водоспоживання, що означає добовий об'єм води в літрах, необхідний для задоволення потреб одного жителя міста чи села. У великих містах світу питоме водоспоживання сьогодні становить: Нью-Йорк – 600, Київ – 333, Лондон – 263 л/добу.

Господарсько-побутові стоки призводять до біологічного забруднення води, що може викликати кишково-шлункові



захворювання (холера, тиф) та захворювання печінки (гепатит). Особливо небезпечні стічні води пунктів санітарної обробки білизни та спецодягу, стоки від лікарень, побутові стоки, котрі, потрапивши у воду, можуть викликати різні глистові захворювання (аскаридоз, ехінокоз тощо). Органічні забруднення часто призводять до непередбачуваних процесів – зв'язування кисню у воді, загибелі живих організмів та фітопланктону. Надлишки фосфору та азоту у воді призводять до її цвітіння та порушення біологічної рівноваги у водоймах (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Наслідки споживання людиною забрудненої води

Споживання води	Забруднювач	Захворювання
<b>Біологічний</b>		
Пиття та їжа	Патогенні бактерії	Холера, дизентерія, черевний тиф та ін.
	Віруси	Інфекційний гепатит
	Паразити	Амебна дизентерія, гельмінтоз, ехінокоз
Вмивання, прання	Паразити	Шестосоміазис, дерматит, стронгілоїдоз
Проживання біля води	Комахи - переносники хвороб	Малярія, жовта лихоманка, сонна хвороба,
<b>Хімічний</b>		
Пиття та їжа	Нітрати	Метагемоглобінемія
	Сполуки фтору	Ендемічний флюороз
	Миш'як	Інтоксикація
	Селен	Селеноз, інтоксикація
	Свинець	Інтоксикація
	Поліциклічні ароматичні вуглеводні	Рак
	Надто м'яка вода	Атеросклероз, гіпертонія
	Хром	Уровська хвороба
	Нікель	Алергія шкіри, руйнування роговиці ока
	Мідь	Ураження нервової системи
	Фенол	Отруєння

Радіоактивні речовини, потрапляючи в воду, викликають її іонізацію, що несприятливо впливає на розвиток живих організмів. Більш того, фітопланктон та риби здатні засвоювати велику кількість радіоактивних речовин та накопичувати їх у своєму організмі. Споживання такої риби небезпечно для здоров'я людей.

Соціоекологічні фактори значною мірою впливають на доступ до води. Країни, що розвиваються, можуть не мати капіталу і технології для початку використання потенційно наявних водних ресурсів. Доступ ще більше ускладнюється конфліктами, що виникають у зв'язку з правами на воду в басейнах річок і озер, що належать двом або більше країнам і на воду у водоносних пластах, що перетинають міжнародні кордони. Території реальних або потенційних водних конфліктів – долини річок Ніл, Тигр, Євфрат, Ганг і Брахмапутра.

Зростання чисельності населення світу привело до різкого збільшення обсягів споживання води. Найвищі показники зростання населення спостерігаються в засушливих країнах, багатьом з яких вже зараз не вистачає води. Очікується, що хронічна нестача прісної води буде спостерігатися в більшості країн Африки, Близького Сходу, в Північному Китаї, в частині Індії і Мексики, на Заході Сполучених Штатів і в колишніх радянських середньоазійських республіках.

Сутність сталого розвитку полягає в тому, що природні джерела повинні бути використані такими способами, які б забезпечували їхню придатність для майбутніх поколінь. Сталий розвиток джерел вимагає, щоб ми не порушували гідрологічний цикл, споживаючи водні ресурси, які при такому користуванні не вичерпувалися б протягом тривалого часу.

Однак, усвідомлюючи важливість такої сталості, широкомасштабні водні системи все ще продовжують розробляти, не враховуючи потреби майбутніх поколінь, а вплив цих систем на навколишнє середовище може бути величезним. Наприклад, будівництво Асуанської греблі, хоча і є зараз вигідним, зокрема для фермерів, спричинило затоплення численних археологічних ділянок, зруйнувало цінні екосистеми і риболовні угіддя, викликало появу хвороб, що переносяться

москітами, ерозію ґрунтів, порушило баланс поживних елементів і річкових відкладень.

Опріснення морської води теоретично могло б стати постійним джерелом прісної води, принаймні для багатих країн, що мають доступ до морської води. Однак через високі енерговитрати опріснена вода коштує в декілька разів дорожче, ніж вода, що постачається звичайним способом.

### **5.3. Види забруднення водного середовища**

За оцінкою фахівців, у світовий океан щорічно потрапляє до 30 млн т нафти і нафтопродуктів, 50 тис. т пестицидів, 5 тис. т ртуті, 6 млн т фосфору, понад 2 млн т свинцю та багато інших токсичних речовин, які змінюють гідросферу Землі. Серед цих змін розрізняють кількісні (зміна кількості води, придатної для використання) й якісні (забруднення води внаслідок антропогенного впливу).

Забруднення води поділяють на фізичне, хімічне, біологічне й теплове.

**Фізичне забруднення** виникає внаслідок збільшення у воді нерозчинених домішок – піску, глини, намулу за рахунок змиву дощовими водами з розораних ділянок (полів), надходження суспензій з діючих підприємств промисловості, пилу, що переноситься вітром у суху погоду тощо. Тверді частки знижують прозорість води, пригнічуючи розвиток водних рослин, погіршують смакові якості води, а то й роблять її взагалі непридатною для споживання. Радіаційне забруднення є різновидом фізичного забруднення і пов'язане з підвищенням у воді вмісту радіоактивних речовин (ядерні випробування, захоронення радіоактивних відходів, робота ядерних реакторів на військових підводних човнах і криголамах та ін.). Через те, що час напіврозпаду різних радіонуклідів триває від кількох годин до тисяч років, радіоактивне забруднення води є дуже стійким і може зберігатися тривалий час. Радіоактивність планктону може бути в 1000 раз вищою, ніж радіоактивність води, а деяких риб – в 50 тис. раз.

**Хімічне забруднення** води відбувається за рахунок надходження у водойми з різних джерел (стічними водами та ін.)

різних токсичних домішок неорганічного (кислоти, луги, мінеральні солі) і органічного походження (нафта й нафтопродукти, миючі засоби, пестициди тощо). Шкідливість забруднення посилюється за рахунок так званого кумулятивного ефекту, що полягає в прогресуючому збільшенні вмісту токсичних сполук у кожній послідовній ланці харчового ланцюжка. Так, у фітопланктоні вміст шкідливої сполуки виявляється вдесятеро вищим, ніж у воді, в зоопланктоні (личинки, дрібні рачки тощо) – ще вдесятеро, в рибі, яка харчується зоопланктоном, – ще вдесятеро. А в організмі хижих риб (таких як щука чи судак) концентрація отрути збільшується ще вдесятеро і, отже, буде в десять тисяч разів вищою, ніж у воді.

Значної шкоди водоймам завдають нафта й нафтопродукти, які утворюють на поверхні плівку, що перешкоджає газообмінові між водою і атмосферою і знижує вміст кисню у воді; 1 т нафти здатна розпливтись плівкою на 12 км<sup>2</sup> поверхні води. Осідаючи на дно, згустки мазуту вбивають донні мікроорганізми, що беруть участь у самоочищенні води. Гниття донних осадків, забруднених органічними сполуками, продукує в воду отруйні сполуки, зокрема, сірководень, що забруднює всю воду в річці чи озері.

Особливе місце серед забруднювачів води посідають синтетичні миючі засоби, які надзвичайно стійкі і зберігаються у воді роками. Більшість із них містить фосфор, що сприяє розмноженню у воді синьо-зелених водоростей і «цвітінню» водойм. У воді знижується вміст кисню, що супроводжується замором риби і загибеллю інших водних тварин.

**Біологічне забруднення** водойм полягає у надходженні в них зі стічними водами різних мікроорганізмів (бактерій, вірусів), спор грибків, яєць черв'яків і т.д., багато з яких є хвороботворними для людей, тварин і рослин. Серед біологічних забруднювачів перше місце посідають комунально-побутові стоки, а також стоки підприємств цукрових заводів, м'ясокомбінатів, заводів, що обробляють шкіру, деревообробних комбінатів. Особливої шкоди біологічне забруднення водойм завдає в місцях масового відпочинку людей (курортні зони узбережжя морів). Воно часто супроводжується запахом і забарвленням, появою патогенних організмів, зокрема бактерій групи кишкової палички. Бактерії живуть від 30 до 400 діб, тому

таке забруднення локалізується на порівняно невеликій ділянці і є тимчасовим.

Через поганий стан каналізаційних та очисних споруд в містах узбережжя Чорного й Азовського морів неодноразово закривались пляжі, оскільки в морській воді було виявлено збудників таких небезпечних хвороб, як холера, дизентерія, гепатит тощо.

**Теплове забруднення** води спричиняється спуском у водойми підігрітих вод від ТЕС, АЕС та інших енергетичних установок і проявляється у підвищенні температури води. Його супроводжує зміна хімічного та газового стану води, зменшення кількості кисню, «цвітіння води», збільшення вмісту в ній мікроорганізмів. Тепла вода змінює термічний і біологічний режими водойм і шкідливо впливає на їх мешканців. Як показали дослідження гідробіологів, вода, нагріта до 26–30 °С, пригнічує рибу та інших мешканців водойм, а якщо температура води піднімається до 36 °С, вся риба гине. Найбільшу кількість теплої води викидають у водойми атомні електростанції. У ріках, які розташовані нижче від діючих ТЕС і АЕС, порушуються умови нересту риби, гине зоопланктон, риби уражаються хворобами й паразитами.

Основними джерелами забруднення і засмічення водойм є:

- стічні води промислових та комунальних підприємств;
- відходи від розробок рудних і нерудних копалин;
- води рудників, шахт, нафтопромислів;
- відходи деревини при заготівлі, обробці, сплаві лісу (кора, тирса, тріски, колоди, хмиз та ін.);
- викиди водного, залізничного та автомобільного транспорту;
- первинна переробка льону, коноплі та інших технічних культур.

#### **5.4. Самоочищення води у природі**

Забруднення промисловими відходами, недостатньо очищеними стічними водами, термічними водами електростанцій, сільськогосподарськими добривами і пестицидами стало реальною загрозою всій гідрографічній системі Землі та існуванню людини.

Усі природні водойми мають здатність до самоочищення. Самоочищення води – це фізичні, хімічні, біохімічні та інші природні процеси, що приводять до виділення з водойм забруднювачів й повернення води до її первісного стану.

Забрудненню вод протидіють здатність водних екосистем до самоочищення та процеси природного очищення води під час її кругообігу в атмосфері, літосфері та гідросфері. У водних екосистемах самоочищення відбувається головним чином завдяки життєдіяльності бактерій, водяних рослин та безхребетних тварин. Серед чисельних факторів самоочищення водойм виділяють фізичні, хімічні та біологічні. До перших відносять розчинення, розведення, перемішування, осідання забруднень, що надходять до водоймища. Знезаражування води відбувається під дією ультрафіолетових променів, що згубно діють на бактерії, спори і віруси.

Хімічне забруднення водоймищ несприятливе для процесів самоочищення, бо гальмує процеси окислення, викликає відмирання мікроорганізмів. Негативний вплив на здатність води до самоочищення мають біогенні хімічні сполуки, що надходять з добривами, та скидання термальних вод електростанцій. Розклад нафтопродуктів у водоймищах сприяє зростанню бактеріальної флори, збільшенню вмісту розчинних органічних речовин, зокрема таких токсичних, як феноли, нафтоли, ароматичні сполуки.

У процесах самоочищення беруть участь водорості та представники тваринного світу, від яких залежить швидкість самоочищення водних екосистем. Якщо забруднення води перевищує гранично допустиму межу, регенераційні механізми екосистеми руйнуються, самоочищення припиняється і екосистема гине, водоймище чи водотоку перетворюються на безжиттєвий каналізаційний колектор.

Для того, щоб зберегти гідросферу нашої планети від остаточного забруднення і вичерпання, необхідно скрізь перейти до раціонального використання водних ресурсів.

Раціональне використання повинне базуватися на трьох основних принципах: суворій економії водовитрат, ефективному очищенні стічних вод і санітарній охороні поверхневих та підземних вод від забруднення та виснаження.

Існують величезні резерви щодо економії водовитрат. Особливо це стосується країн колишнього соціалістичного табору. Широкомасштабне застосування на виробництвах замкнених циклів водокористування, заміна на підприємствах існуючих водосємких технологій на більш прогресивні маловодосємкі, вдосконалення технології іригаційних робіт, ефективне очищення і широке використання для зрошування та виробництва стічних вод, заміна старої аварійної водогінної системи водопостачання населених пунктів на сучасну, більш надійну, повсюдне встановлення у водокористувачів лічильників. Заміна дотеперішньої суто номінальної плати за воду, досить високою платою, що відповідає її реальній цінності – все це, без сумніву, дасть різкий економічний ефект і економію води.

У багатьох розвинених країнах очищені стічні води широко використовуються для зрошування сільськогосподарських угідь. В Японії стічні води Токіо, Осака, Кавасаки та інших міст використовуються після біологічного очищення і додаткової обробки на металургійних заводах, паперових фабриках та інших підприємствах. Отже, дуже перспективним є створення на виробництві замкнених систем водокористування.

Тому людство, якщо воно хоче мати майбутнє, повинне вдатися до спеціальних досить дорогих і трудомістких заходів для очищення забруднених вод і повернення джерел водопостачання до стану, коли б вони стали придатними для використання.

До заходів, що забезпечать нормальний стан водних об'єктів, можна віднести:

- нормування якості води, тобто розробку критеріїв її придатності для різних видів водокористування;
- скорочення обсягів викидів забруднень у водойми шляхом вдосконалення технологічних процесів;
- очищення стічних вод.

Діючими в Україні законами передбачається, що для різних народногосподарських потреб має використовуватися вода певної якості. Недопустимо, наприклад, використовувати питну воду для охолодження блоків ТЕС, забороняється скидати у водоймища стічні води, які містять цінні відходи, що можуть бути вилучені шляхом раціональної технології. Головним

напрямом захисту водного середовища в промисловості є перехід підприємств до роботи за схемою замкнутого циклу водопостачання.

У сільському господарстві слід запровадити сувору економію води, раціональне її використання. Так, заміна суцільного поверхневого поливу на зрошуваних землях дощуванням або крапельним поливом дозволяє отримувати ті ж врожаї при витратах води у 5–7 разів менших. Зменшення кількості пестицидів, фосфатів, нітратів у водоймищах можна досягти частковою заміною хімізації сільського господарства біологічними методами боротьби зі шкідниками й хворобами рослин, чітким дотриманням сівозмін, введенням більш продуктивних і стійких до хвороб і шкідників сортів рослин.

### **5.5. Нормування якості води та зони санітарної охорони джерел водопостачання**

Проблема забезпечення належної кількості та якості води є однією з найбільш важливих і має глобальне значення. Стан 2/3 водних джерел за якістю води не відповідає нормативним вимогам. Через використання неякісної води в 4–5 разів зросла захворюваність людей. Ще Аристотель вказував на необхідність раціонального використання чистої води та відділення її від тієї, котра використовується для господарських потреб.

Охорона вод – це система заходів, спрямованих на запобігання та усунення наслідків забруднення, засмічування і виснаження вод. Охорона води передбачає встановлення видів та значень показників водоспоживання та водовідведення, а також якості води. Вона передбачає розробку методів і засобів очищення стоків, контроль якості води та стоків.

У залежності від ступеня забруднення водні об'єкти бувають допустимого, помірною, високого та надзвичайно високого ступенів забруднення.

Нормування якості води здійснюється за відповідними правилами і нормативними актами. У Законі про охорону навколишнього природного середовища є спеціальний розділ, в якому викладені вимоги до складу і властивостей води для різних потреб народного господарства, підкреслюються принципи



обов'язкового захисту всіх водокористувачів і водоспоживачів. В додатках до Закону наводяться гранично допустимі концентрації різних забруднювачів води.

Прісні води згідно з "Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами" поділяються на такі категорії, в залежності від цілей їх використання: I – господарсько-питного постачання населення; II – культурно-побутового призначення (для спорту, купання і т.п.); III-IV – рибогосподарського призначення.

Для кожної категорії встановлені відповідні нормативи на якість води в місцях водокористування за гігієнічними показниками (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Гігієнічні вимоги до складу та властивостей води

Показники складу та властивостей води	Категорії водокористування	
	Господарсько-питне водопостачання	Для купання, спорту та відпочинку населення
1	2	3
Завислі речовини	Вміст завислих речовин не повинен збільшуватися більше, ніж на:	
	0,25 мг/дм <sup>3</sup>	0,75 мг/дм <sup>3</sup>
Плаваючі домішки	Не повинно бути плаваючих плівок, плям мінеральних масел та ін.	
Запахи	Вода не повинна набувати невластивих їй запахів інтенсивністю більше 1 бала	
Колір	Не повинен виявлятися в стовпчику	
	20 см	10 см
Температура	Літня температура води внаслідок спуску стічних вод не має підвищуватися більше ніж на 3 °С порівняно з середньомісячною	
pH	6,5	8,5
Мінеральний склад	Не повинен перевищувати за сухим залишком 1000 мг/дм <sup>3</sup> , в тому числі хлоридів – 350 мг/дм <sup>3</sup> , сульфатів – 500 мг/дм <sup>3</sup>	

Продовження табл. 5.2

1	2
Розчинений кисень	Не має бути менше як 4 мг/дм <sup>3</sup> у будь-який період року в пробі, взятій о 12 годині дня.
БПК <sub>повне</sub>	Не має перевищувати при 20 °С
	3,0 мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>   6,0 мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
ХСК	Не має перевищувати
	15,0 мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>   30,0 мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
Збудники захворювань	Вода не має містити збудників захворювань
Лактозо позитивні кишкові палички	Не більше 10000 в 1 дм <sup>3</sup>
Каліфаги у бляшко утворюючих одиницях	Не більше 100 в 1 дм <sup>3</sup>
Яйця гельмінтів та найпростіших кишкових	Не повинні міститися в 1 дм <sup>3</sup>
Хімічні речовини	Не мають міститися в концентраціях, що перевищують ГДК, ОДР

Водокористування – це використання водних об'єктів для задоволення потреб населення та об'єктів господарської діяльності. Згідно з Держстандартом 17.1.1.03-86 водокористування класифікується за такими ознаками:

- за цілями водокористування – господарсько-питне, комунально-побутове, промислове, сільськогосподарське, для потреб енергетики, для рибного господарства, для водного транспорту та лісосплаву, для лікувальних та курортних потреб тощо;

- за об'єктами водокористування – поверхневі, підземні, внутрішні та територіальні морські води;

- за способом використання – з вилученням води та з її поверненням, з вилученням води без повернення, без вилучення води;

- за технічними умовами водокористування – із застосуванням технічних споруд, без застосування споруд.

Оцінка якості води дається за ознаками, котрі вибираються та нормуються в залежності від виду водокористування. Один з показників води вважається лімітуючим. Лімітуючою вибирають ознаку, що характеризується найменшою нешкідливою концентрацією речовини у воді. Гігієнічні гранично допустимі концентрації в воді – це підпорогові концентрації речовин, при яких не проходить помітної зміни функціонального стану організму. Якість, склад та властивості води у водоймах регламентуються гігієнічними вимогами та санітарними нормами.

Для гігієнічної оцінки води (табл. 5.2.) використовують такі показники:

- кількість завислих речовин та плаваючих речовин, кількість хімічних речовин;
- температура, водневий показник рН, мінеральний склад та розчинений кисень;
- біологічно повне споживання кисню ( $BPK_{повне}$ ) і хімічне споживання кисню (ХСК); наявність збудників захворювань, наявність життєздатних яєць гельмінтів та найпростіших кишкових;
- кількість лактозопозитивних кишкових паличок (ЛКП) і каліфагів у бляшкоутворюючих одиницях.

Для санітарної оцінки води використовуються показники:

- гранично допустимі концентрації речовин у воді;
- орієнтовно допустимі рівні речовин у воді (ОДР);
- лімітуючі ознаки шкідливості (санітарно-токсикологічний, загально-санітарний, органолептичний з розшифруванням його властивостей: запаху, впливу на колір, утворення піни та плівки, надання присмаку);
- клас небезпеки речовин: I клас – надзвичайно небезпечні; II клас – високонебезпечні; III клас – небезпечні; IV клас – помірно небезпечні.

Віднесення шкідливих речовин до класу небезпеки залежить від їхньої токсичності, кумулятивності, здатності викликати віддалені ефекти, від виду лімітуючого показника шкідливості (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

## ГДК токсичних речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування

Назва речовини	Клас небезпечності	ГДК, мг/л
Аміак (за азотом)	III	2,0
Амонія сульфат (за азотом)	III	1,0
Активний хлор	III	відсутня
Ацетон	III	2,2
Бензол	II	0,5
Дихлоретан	II	ОДР 0,02
Залізо	III	0,3
Кадмій	II	0,001
Капролактам	IV	1,0
Кобальт	II	0,1
Марганець	III	0,1
Мідь	II	1,0
Натрій	II	200,0
Нафтопродукти	IV	0,1
Нікель	III	0,1
Нітрати (NO)	III	45,0
Нітрити (NO <sub>2</sub> )	III	3,0
Ртуть	III	0,0005
Свинець	II	0,03
Селен	II	0,01
Скипидар	IV	0,2
Фенол	IV	0,001
Цинк	III	1,0
Етиленгліколь	III	1,0

Крім державного контролю, стан води контролюється підприємствами, котрі використовують воду та скидають стоки у водоймища.

Показники нормування якості води особливо важливими є для містечок, які не мають централізованого водопостачання і здійснюють водозабір із відкритих джерел чи артезіанських свердловин самостійно. Вода, яка подається міськими централізованими водопроводами, обов'язково проходить санітарний контроль місцевими органами санітарно-епідеміологічних станцій, водоканалтрестів та інших організацій,

які відповідають за водопостачання. Тобто вона не має шкідливих домішок і є придатною для питних потреб населення, відповідальність за що несуть вищеназвані організації.

У кожного підприємства повинен бути дозвіл на спеціальне водокористування, який видається місцевими органами екобезпеки згідно з положенням Водного кодексу України та "Положення порядку видачі дозволу на спеціальне водокористування". Органи екобезпеки у дозволі встановлюють ліміти забору води та обсяги скидів забруднених вод. Кожне підприємство повинне мати тимчасово погоджений скид стоків (ТПС), ліміти (норми) скидів або здійснювати їх на рівні гранично допустимих стоків. Прострочення терміну дії дозволу на водокористування і скиди підприємствами вважаються правопорушенням згідно зі ст.110 Водного кодексу України.

При проведенні контролю за станом вод та стоків використовуються фізичні, хімічні, біологічні та органолептичні методи.

*Фізичні методи* використовуються для визначення прозорості, каламутності, кількості завислих часток та провідності води і стоків. Кількість завислих часток визначається за допомогою мембранних та паперових фільтрів, через котрі пропускається проба об'ємом 100 – 500 мл. Прозорість, каламутність визначаються за допомогою приладів або органолептичним порівнянням взірців.

*Хімічні методи* використовуються для визначення кислотності, лужності у воді металів, солей, органічних та синтетичних речовин.

*Бактеріальний аналіз* виконується за спеціальними методиками в лабораторіях санітарно-епідеміологічних станцій. Заслуговує на увагу контроль забрудненості за допомогою бактерій – біотестування. Деякі бактерії при появі забруднень починають світитися. Чим більше у воді токсичних речовин, тим сильніше світяться бактерії.

Згідно з вимогами Водного кодексу України і санітарними нормами, затвердженими Міністерствами охорони здоров'я, водного і рибного господарства і будівельними нормами (ДБН 360-92) передбачаються будівельні заходи попередження забруднення водоймищ і водостоків, які полягають в організації

зон санітарної охорони. Навколо водозабору або іншого джерела водопостачання влаштовуються зони санітарної охорони (ЗСО), в яких встановлюється особливий режим охорони вод від забруднення хімічними речовинами та шкідливими біологічними організмами, а також стічними водами. Зона санітарної охорони (ЗСО) – це ділянка землі навколо точки водозабору, яка забезпечує її санітарно-епідеміологічну надійність з обов'язковим дотриманням норм ГДК речовин у водних об'єктах. Зона санітарної охорони джерела водопостачання поділяється на дві-три підзони.

Перша підзона – суворого режиму з огороженнями, а інколи і зі спеціальною охороною. Ця зона обсаджується лісовими насадженнями, тут забороняється будь-який вид діяльності, котрий може зумовити забруднення води. Границя ЗСО поверхневих джерел водопостачання у радіусі 100-200 м, а для підземного джерела не менше 30-50 м.

Друга підзона має обмеження за видами діяльності, що спричиняють забруднення; у ній забороняється розташовувати склади паливно-мастильних матеріалів (ПММ), тваринницькі ферми, застосовувати добрива.

Третя підзона – попереджувальна. У ній обмежуються види діяльності, що викликають забруднення води.

## **5.6. Методи очищення стічних вод на залізничному транспорті**

Залізничний транспорт споживає щорічно більше 0,3% загальних витрат води в Україні. Ремонтні, електротехнічні, шпалопросочувальні і щебеневі заводи, локомотивні і вагонні депо, промивально-пропарювальні станції, котельні витрачають близько 70 % води, яка споживається залізничним транспортом на виробничі потреби. Близько 3 % стічних вод направляється в поверхневі водянні об'єкти. Причому з них більше 8% скидаються недостатньо очищеними і близько 2% – взагалі без очищення. Водообіг на залізничному транспорті складає усього близько 30 %.

Вибірковий аналіз показав, що тільки четверта частина обстежених водотоків відповідає нормативним вимогам, інші незабезпечені належним очищенням.

Залізничний транспорт 80 – 85% води одержує від власних (відомчих) систем. Інша потреба задовольняється промисловими чи комунальними водопроводами. Систематично ведуться роботи з реконструкції, посилення і створення нових систем водопостачання, включаючи спорудження насосних станцій, подовжених водопроводів, фільтрувальних споруджень та ін.

Серйозну проблему являє собою ліквідація так званого привізного водопостачання, тобто розвозу води по безводних станціях у цистернах, як правило, по залізниці.

Поряд з розвитком систем водопостачання здійснюються заходи щодо скорочення витрати прісної води на транспорті. На це спрямовано, наприклад, установлення науково обґрунтованих норм водоспоживання на основні технологічні процеси. Уведення таких норм уже само по собі стимулює розширення систем повторного й обігового використання води на виробництві.

Усі види транспорту в тому чи іншому ступені викликають забруднення водного басейну. Транспортні підприємства (станції, депо, заводи, порти, бази та ін.) і транспортні засоби (автомобілі, судна, локомотиви, літаки) донедавна скидали по системах каналізації чи безпосередньо в річки, озера і моря відходи, забруднену воду. Разом з газами двигунів у воду проникають мастила, незгоріле паливо, сірчисті сполуки, свинець і інші речовини. Гідросфера забруднювалася, а місцями забруднюється і дотепер поверхневими стоками з територій станцій, портів, автобаз, автозаправних станцій, ремонтних заводів. Ці стоки містять здебільшого нафту та її похідні, а також антисептики, поверхнево-активні речовини, феноли, кислоти, луги, солі металів і багато інших забруднень.

Незважаючи на майже повну ліквідацію парової тяги, водоспоживання на залізницях щорічно збільшується. Це викликано ростом довжини залізничної мережі й обсягів перевезень, а також збільшенням масштабів житлового і культурно-побутового будівництва. Варто очікувати, що виробничо-побутове споживання води буде збільшуватися і надалі, оскільки з кожним роком росте число локомотивних і

вагонних депо, пунктів підготовки вантажних і пасажирських вагонів до перевезення, промивально-пропарювальних станцій, пунктів екіпірування рефрижераторних потягів. Вода бере участь практично у всіх виробничих процесах: при обмивці і промиванні рухомого складу, його вузлів і деталей, охолодженні компресорів і іншого устаткування, одержанні пари, використовується при заправленні вагонів, реостатних випробуваннях тепловозів і т.д. Частина води витрачається безповоротно (заправлення пасажирських вагонів, одержання пари, готування льоду). Як було відмічено, обсяг обігового і повторного використання води на підприємствах залізничного транспорту поки складає лише близько 30%. Велика частина використаної води скидається в поверхневі водянні об'єкти – моря, річки, озера і струмки.

На ремонтних заводах, у локомотивних і вагонних депо стічні води утворюються при обмивці рухомого складу, очищенні вузлів і деталей у мийних машинах і ваннах, гальванічній обробці деталей, промиванні акумуляторів, регенерації пом'якшувальних фільтрів, промиванні і продуванні котлів, гідравлічних випробуваннях різних ємкостей, спуску підтоварної води зі сховищ для нафтопродуктів, обмивці підлог, оглядових каналів та ін. У цих процесах вода забруднюється нафтопродуктами, мінеральною й органічною суспензією, лугами, кислотами, поверхнево-активними речовинами, солями металів (хрому, нікелю, міді та ін.). Кількість виробничих стоків, що утворюються, порівняно невелика і складає: для локомотивних депо – близько 100 – 1000 м<sup>3</sup>/доб, для вагонних депо – 50 – 500 м<sup>3</sup>/доб, для ремонтних заводів – 300 – 2000 м<sup>3</sup>/доб. Частина цих вод (близько 50 – 60 %) є умовно чистою, а інші забруднені відходами виробництва. Найбільш забруднені миючі розчини й обмивальні води від мийних машин різного призначення: у них міститься 2000 – 20000 мг/л нафтопродуктів, до 10000 мг/л зважених речовин, лужність їх складає 60 – 750 мг-екв/л.

Стічні води на пунктах підготовки пасажирських вагонів утворюються при зовнішній обмивці кузовів і ходових частин та містять нафтопродукти, продукти корозії металів, пил, різні органічні домішки, а також миючі засоби, використовувані при обмивці вагонів.

На пунктах підготовки вантажних вагонів, де їх промивають зсередини, у стічні води потрапляють залишки вантажів, що



перевозяться, – цементу, крейди, цегли, мінеральних добрив, зерна, овочів, комбікормів, м'яса, риби та ін. Характерною рисою цих стічних вод є високий вміст зважених речовин і розчинних солей.

Стічні води промивально-пропарювальних станцій утворюються при промиванні і пропарюванні цистерн з-під нафти, нафтопродуктів і інших наливних вантажів, а також при обмивці промивних естакад, шляхів, лотків, пранні спецодягу, спуску підтоварної води з відстійних резервуарів та ін. Ці води можуть мати різноманітний склад (більше 130 компонентів) і містити емульсовані нафтопродукти, зважені речовини, феноли, тетраетилсвинець 0,01–30 мг/л та інші органічні домішки. Цистерни промивають гарячою водою, тому стоки звичайно мають підвищену температуру (термічне забруднення).

На дезинфекційно-промивних станціях (ДПС), де обробляють вагони після перевезення худоби, птиці, шкірсировини, вовни, кісток, стічні води забруднюються залишками гною, соломи, перевезених вантажів, дезинфекційними засобами (хлорним вапном, каустичною содою та ін.), а також можуть мати бактеріальні забруднення, включаючи збудників різних хвороб. Кількість нафтопродуктів у стоках промивально-пропарювальних станцій складає 20000 – 50000 мг/л і більше, а механічних домішок – 2000–3000 мг/л. Нафтопродукти і механічні домішки містяться також у дощових водах, що стікають із забруднених територій станцій, від оглядових каналів, поворотних кругів, складів палива, від екіпірувальних пристроїв.

Стоки шпалопросочувальних заводів становлять найбільшу небезпеку для водоймищ, тому що містять речовини, що навіть у малій кількості токсичні для водяних організмів. Ці стоки часто мають підвищену температуру до 50–60°C внаслідок надходження в них великої кількості конденсату водяної пари.

На щебневих заводах виробничі стоки утворюються при мокрому очищенні повітря від пилу, промиванні щебеню, мокрому прибиранні приміщень, охолодженні дробарок і ін. Основним видом забруднень води тут є мінеральні зважені речовини, у незначних кількостях у ній можуть бути присутні нафтопродукти й інші домішки.

На залізничному транспорті є багато невеликих об'єктів (пункти технічного огляду, рейкозварювальні потяги, ремонтні

майстерні, ланкоскладальні бази, автобази, склади палива та ін.), які також є джерелами забруднення стічних вод. У більшості випадків стоки цих об'єктів містять нафтопродукти і зважені речовини.

На багатьох підприємствах у каналізацію надходить також вода від охолодження компресорів, дистиляторів, електропечей, димовсмоктувачів, гартівних установок і іншого устаткування, вода з навантажувальних реостатів, що використовуються при випробуваннях тепловозів. Ці стоки є практично чистими і мають лише підвищену температуру (до 40 °С).

Щорічно з пасажирських вагонів на кожен кілометр колії виливається до 200 м<sup>3</sup> стічних вод, що містять патогенні мікроорганізми, викидається до 12 т сухого сміття. Це призводить до забруднення залізничної колії і навколишнього середовища. Крім того, очищення колій від сміття пов'язані зі значними матеріальними витратами.

Очищення стічних вод – це руйнування або виділення з них забруднювачів і знищення в них хвороботворних мікробів (стерилізація). Сьогодні застосовується два шляхи очищення стічних вод: в штучних умовах (на спеціально створених установках) і в природних умовах (на полях зрошення, фільтрації, в біологічних ставках тощо). Вибір методу очищення диктується станом води. Найбільш ефективними шляхами очищення є використання комбінованих методів.

Механічне очищення (дозволяє виділяти до 95% твердих нерозчинних забруднювачів) полягає у віддаленні зі стічних вод нерозчинних речовин (піску, глини, намулу), а також жирів і смол. Для цього використовуються відстійники, сита, фільтри, центрифуги тощо.

Хімічне очищення стічних вод проводиться після їх механічного очищення. При цьому в забруднену різними сполуками воду додають спеціальні речовини-реагенти, які, вступаючи в реакцію із забруднювачами, утворюють нешкідливі або нерозчинні речовини, що випадають в осадок і видаляються.

Біологічне очищення полягає у використанні природних або штучних водойм, де в стічні води (вже очищені механічним і хімічним способами) додають спеціальні мікроорганізми, що харчуються органічними домішками, наявними в стічних водах (органічними кислотами, білками, фенолами тощо), розкладаючи

їх до простих нешкідливих сполук (води, вуглекислого газу, мінеральних солей).

Деякі особливо токсичні стічні води хімічних підприємств взагалі не піддаються очищенню ніякими сучасними методами, їх доводиться захоронювати, закачуючи в підземні сховища. Таким чином, створюються небезпечні об'єкти, оскільки завжди існує загроза надходження таких отруйних вод у підземні водоносні горизонти. Інколи такі води піддають випаровуванню у відстійниках, щоб зменшити масу й об'єм відходів, які потребують поховання. Попередження забруднення водних об'єктів стічними водами може бути забезпечене організаційними та технічними заходами.

Організаційні заходи зводяться до попередження викидання стічних вод у водойми без їхнього очищення.

Технічні заходи передбачають очищення стічних вод різними методами, повторне використання стічних вод для технічних потреб та поливу, створення оборотних та замкнених систем водокористування, вдосконалення технологічних процесів на підприємствах у напрямку зменшення надходження забруднень у стоки, перехід на безвідходні технології, зменшення забруднення територій нафтопродуктами, котрі зі зливними стоками можуть потрапляти до водоймищ.

Очищення стічних вод на підприємствах може здійснюватися за однією з таких схем:

- очищення стічних вод на заводських очисних спорудах;
- очищення стічних вод на заводських, а потім на міських очисних спорудах і спуском у водоймища;
- безперервне очищення промислових вод на очисних спорудах протягом певного часу, після чого вони повертаються в оборот, після з'ясування неможливості регенерації утилізуються.

Способи очищення забруднених промислових вод можна об'єднати в такі групи: механічні, фізичні, фізико-механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні, а також комплексні (рис. 5.1).

**Механічні способи** очищення застосовуються для очищення стоків від твердих та масляних забруднень. Механічне очищення здійснюється одним з таких методів:

- подрібнення забруднень за допомогою механічних пристроїв;

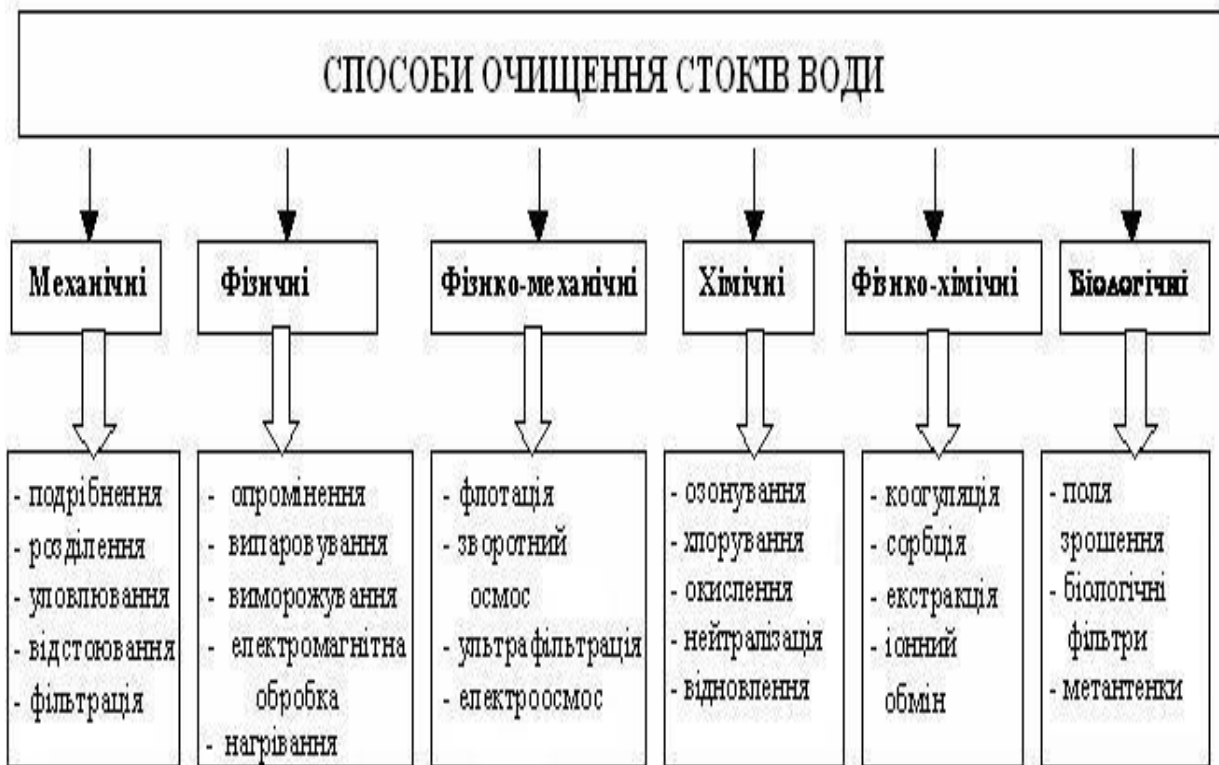


Рис. 5.1. Класифікація способів очищення стічних вод

- відстоювання забруднень зі стоків за допомогою нафтовловлювачів, пісковловлювачів та інших;
- відстійників;
- розділення води та забруднювачів за допомогою центрифуг та гідроциклонів;
- усереднення стоків чистою водою з метою зниження концентрації токсичних речовин та домішок до рівня, при якому стоки можна скидати у водоймища або в каналізацію;
- вилучення механічних домішок за допомогою решіток, скребоків та інших пристроїв;
- фільтрування стоків через сітки, фільтри, а найчастіше пропусканням через пісок;
- освітлення води пропусканням її через пісок, композиції або мінерали, здатні поглинати завислі частки.

Вибір схеми очищення води від завислих часток та нафтопродуктів залежить від виду та кількості забруднень, необхідного ступеня очищення.

**Фізико-механічні способи** очищення стоків та води базуються на флоатації, мембранних методах очищення.

*Флоатація* – процес молекулярного прилипання частинок забруднень до поверхні розподілу двох фаз (вода – повітря, вода – тверда речовина). Очищення флоатацією полягає в утворенні системи "частинки забруднень – бульбашки повітря", що спливають на поверхню та утилізуються (флоатація з механічним диспергуванням повітря, електрофлоатація, біофлоатація). Використовується для очищення нафтопродуктів, СПАР.

*Зворотний осмос* (гіперфільтрація) – процес фільтрування стічних вод через напівпроникні мембрани під тиском. При концентрації солей 2–5 г/л повинен бути тиск до 1 МПа, а при концентрації солей 10–30 г/л – близько 10 МПа.

*Ультрафільтрація* – мембранний процес розподілу розчинів, осмотичний тиск котрих малий. Застосовується для очищення стічних вод від високомолекулярних речовин, завислих частинок та колоїдів.

*Електродіаліз* – процес сепарації іонів солей в мембранному апараті, котрий здійснюється під впливом постійного електричного струму. Електродіаліз застосовується для демінералізації стічних вод. Основним обладнанням є електродіалізатори, що складаються з катіонітових та аніонітових мембран.

**Хімічне очищення** використовується як самостійний метод або як попередній перед фізико-хімічним та біологічним очищенням. Його використовують для зниження корозійної активності стічних вод, видалення з них важких металів, очищення стоків гальванічних дільниць, для окислення сірководню та органічних речовин, для дезинфекції води та її знебарвлення.

*Нейтралізація* використовується для очищення стоків гальванічних, травильних та інших виробництв, де застосовуються кислоти та луги. Нейтралізація здійснюється шляхом змішування кислих стічних вод з лугами, додаванням до стічних вод реагентів (вапно, карбонати кальцію та магнію, аміак тощо) або фільтруванням через нейтралізуючі матеріали (вапно, доломіт, магнезит, крейда, вапняк тощо).

*Окислення* застосовується для знезараження стічних вод від токсичних домішок (мідь, цинк, сірководень, сульфід), а також від органічних сполук. Окислювачами є хлор, озон, кисень, хлорне вапно, гіпохлорид кальцію тощо.

**Фізико-хімічні методи.** *Коагуляція* – процес з'єднання дрібних частинок забруднювачів в більші за допомогою коагулянтів. Коагулянтами є вапняне молоко, солі алюмінію, заліза, магнію, цинку, сірчаноокислого кальцію, вуглекислого газу тощо.

*Флокуляція* – процес агрегації дрібних частинок забруднювачів у воді за рахунок утворення містків між ними та молекулами флокулянтів. Флокулянтами є активна кремнієва кислота, ефіри, крохмаль, целюлоза, синтетичні органічні полімери (поліакриламід, поліоксиетилен, поліакрилати, поліетиленаміни тощо).

Для освітлення води одночасно використовуються коагулянти та флокулянти, наприклад, сірчаноокислий алюміній та поліакриламід ППА. При очищенні води використовується і електрокоагуляція – процес укрупнення частинок забруднювачів під дією постійного електричного струму.

*Сорбція* – процес поглинання забруднень твердими та рідкими сорбентами (активованим вугіллям, золою, дрібним коксом, торфом, селікагелем, активною глиною тощо). Адсорбційні властивості сорбентів залежать від структури пор, їхньої величини, розподілу за розмірами, природи утворення. Активність сорбентів характеризується кількістю забруднень, що поглинаються, на одиницю їхнього об'єму або маси (кг/м<sup>3</sup>).

Розрізняють три види сорбційних процесів очищення стоків: абсорбція, адсорбція, хемосорбція:

- при абсорбції поглинання забруднень здійснюється всією масою (об'ємом) абсорбуючої речовини;
- при адсорбції поглинання забруднювачів відбувається тільки поверхнею адсорбента за рахунок молекулярних сил двох тіл, що взаємодіють;
- при хемосорбції поглинання забруднювачів сорбентом відбувається з утворенням на поверхні розподілу нового компонента або фази.

Вибір сорбента визначається характером та властивостями забруднень. Процес очищення стоків різними видами сорбентів здійснюється в спеціальних колонах, заповнених сорбентами.

*Екстракція* – вилучення зі стічних вод цінних речовин за допомогою екстрагентів, котрі повинні мати такі властивості: високу екстрагуючу здатність, селективність, малу розчинність у воді, мати густину, що відрізняється від густини води, невелику питому теплоту випаровування, малу теплоємність, бути вибухобезпечними та нетоксичними, мати невелику вартість.

*Іонний обмін* базується на вилученні зі стічних вод цінних домішок (хрому, цинку, міді) за рахунок обміну іонами між домішками та іонами (іонообмінними смолами) на поверхні розподілу фаз "розчин – смола". За знаком заряду іони поділяються на катіоніти та аніоніти, котрі мають відповідно кислі та лужні властивості. Іони можуть бути природними та синтетичними. Практично застосовуються природні іони типу алюмосилікатів, гідроокислів та солей багатовалентних металів, іони з вугілля та целюлози та різноманітні синтетичні іонообмінні смоли.

Основною властивістю іонітів є їхня поглинальна здатність – обмінна ємність (кількість грам-еквівалентів у стічній воді, що поглинається 1м<sup>3</sup> іоніту до повного насичення).

Після механічних, хімічних та фізико-хімічних методів очищення у стічних водах можуть знаходитись різноманітні віруси та бактерії (дизентерійні бактерії, холерний вібріон, збудники черевного тифу, вірус поліомієліту, вірус гепатиту, цитопатогенний вірус, аденовірус, віруси, що викликають захворювання очей). Тому з метою запобігання захворювань стічні води перед повторним використанням для побутових потреб підлягають біологічному очищенню.

Рідка фаза стічних вод піддається **біологічному очищенню** (природному або штучному). Перше здійснюється на полях фільтрації, полях зрошення, біологічних ставках тощо. Друге пов'язане із застосуванням біологічних фільтрів, аеротенків (великих резервуарів, в яких стічні води продувають потоком повітряних бульбашок і очищають активним мулом сотні кубічних метрів стічних вод за добу). Залежно від мікроорганізмів, котрі беруть участь у руйнуванні органічних

речовин, розрізняють *аеробне* (окислювальне) та *анаеробне* (відновлювальне) біологічне очищення стічних вод. Ця вода може повторно використовуватись для промислового водопостачання, зрошення.

*Стерилізація* води здійснюється шляхом нагрівання, хлорування, озонування, обробки ультрафіолетовими променями, біообробки, електролізу сріблом, коли анодом є срібний електрод, а катодом – вугілля. Іони срібла мають бактерицидну дію. Для стерилізації 20 м<sup>3</sup> води потрібно виділити з анода 1 г срібла. Другий метод електролізної обробки води полягає в додаванні до води кухонної солі, котра при пропусканні струму розкладається, виділяючи вільний хлор.

У виробничих умовах часто доводиться використовувати комплексні методи очищення, котрі базуються на механічних, хімічних, фізико-хімічних, біологічних способах та пристроях для вилучення забруднень (рис. 5.1).

Специфічні властивості радіоактивних відходів вимагають застосування спеціальних методів переробки (концентрування відходів або максимального розсіювання їх у довкіллі так, щоб не перевищити при цьому ГДК радіоактивних ізотопів). Концентрування можна застосовувати до стічних вод з високим рівнем радіоактивності і з великим періодом напіврозпаду радіонуклідів. Після концентрування радіоактивні відходи зберігають у спеціальних резервуарах або переводять у твердий стан.

Засоби очищення радіоактивних стічних вод поділяються на фізико-хімічні (осадження, коагулювання, сорбція, іонообмін, екстрагування, випарювання, дистиляція), електричні (електроліз, електродіаліз) та біологічні. Під час очищення радіоактивних стоків методом осаджування до них додають нерадіоактивний ізотоп цього елемента. Так осаджують, наприклад, радіоактивний йод-131. Метод коагулювання з наступним осадженням застосовують при наявності у воді радіоактивних колоїдів. Так, за допомогою коагулянтів сульфату алюмінію чи хлориду заліза виділяють до 98 % радіоактивного фосфору-32, який є у воді у вигляді іона PO<sub>4</sub>.

Методом сорбції на завислих у воді речовинах чи на активованому вугіллі з наступним осадженням виділяють до 99%



радіоактивних ізотопів цезію-144 та плутонію-239. Методом реагентного пом'якшення води із застосуванням вапна та соди виділяють із стічних вод до 74-84% радіоактивних ізотопів стронцію-89 і 90. Іонний обмін застосовується найчастіше при очищенні слаборадіоактивних стічних вод, які очищені від органічних речовин на біофільтрах і містять невеликі кількості радіоактивних речовин. Цей метод базується на здатності радіоізотопів сорбуватися на завислих частинках речовини і вибірково біологічно засвоюватися біоценозами.

При очищенні природних та стічних вод особливу увагу приділяють знешкодженню пестицидів, дуже токсичних речовин. Для цього застосовують методи коагулювання, окислення хлором, озонування та сорбції активованим вугіллям.

З евтрофікацією водойм борються шляхом виділення з води азоту і фосфору, які викликають підвищення біологічної активності водних організмів, а також збільшують у воді кисень за допомогою аераційних пристроїв.

## **5.7. Попередження забруднення вод нафтопродуктами**

До найбільш шкідливих забруднювачів Світового океану належать нафта й нафтопродукти. Щорічно їх потрапляє туди 5 – 10 млн т, головним чином в результаті втрат при добуванні нафти з морських родовищ, аварій танкерів, берегового стоку, війн тощо. Так в 1991 р. внаслідок війни між Кувейтом та Іраком нафта з підірваних танкерів і нафтопроводів вкрила 1550 км<sup>2</sup> поверхні Перської затоки і 450 км берегової смуги, де загинула велика кількість риби, морських черепах, птахів, крабів та інших тварин.

Нафтова плівка на поверхні моря пригнічує життєдіяльність морського фітопланктону, що є одним із головних постачальників кисню в земну атмосферу, порушує тепло- і вологообмін між океаном і атмосферою, губить мальків риби та інших морських організмів.

Для кораблів, суден та інших плаваючих засобів на території нашої держави встановлені гранично допустимі викиди 49 шкідливих речовин в сумішах вод. Згідно з міжнародною конвенцією попередження забруднення морів нафтою, заборонений викид у відкрите море ряду нафтопродуктів, масел, палива та інших речовин.

Авіаційне паливо (гас) має здатність фільтруватися через глину в чотири рази швидше води, тому водостійкий шар глини його не утримує. Цим пояснюється проникання гасу в підземні водоносні горизонти і поява його на поверхні джерельних вод, озер, у криницях на території населених пунктів.

Досить часто проходить перекачка пального із резервуарів по пошкоджених трубопроводах, прокладених під землею, що також є причиною забруднень підземних вод.

До іншої категорії виробничих стоків належать стоки ремонтно-поновлювальних майстерень, складів, баз ПММ, пунктів миття і заправки техніки, які містять у значній кількості нафтопродукти. Потрапляють вони у водоймища або поверхневі води у вигляді тонкої рухомої плівки. Ця плівка перешкоджає надходженню кисню у воду. Порушується екологічна рівновага водоймища, пригнічується життєдіяльність водних організмів, м'ясо риби дістає специфічний присмак. Одна краплина нафти розливається на поверхні води колом діаметром до 1,5 м, тому скид у воду нафтопродуктів призводить до забруднення значної кількості води. Такі забруднення води містять поліциклічні ароматичні вуглеводні, в тому числі канцерогенний бензапірен.

Є дві групи джерел забруднення вод нафтопродуктами: промислові об'єкти, які добувають і переробляють нафту, та об'єкти, які її використовують. До останніх належать транспортні засоби, нафтобази, склади ПММ, заправні пункти, ремонтні підприємства тощо. Нафта і нафтопродукти надходять у стічні води при технічному обслуговуванні, заправці та ремонті техніки, з водами пунктів миття техніки та автомобілів, дощовими і талими водами, з баз та складів ПММ, заправних пунктів.

Існує ряд шляхів попередження забруднення стічних вод нафтопродуктами:

- уникнення розливу нафтопродуктів при заправці автомашин та іншої техніки;
- обладнання території складів і баз ПММ виробничо-дощовою каналізацією для прийому виробничих стічних і дощових вод, які після відстою відводяться в очисні споруди;
- забезпечення надійної герметизації паливних трубопроводів і резервуарів;

- обладнання піскоуловлювачів, нафтоуловлювачів, ставків-випаровувачів і своєчасне відкачування зібраних нафтопродуктів цими спорудами для утилізації;
- відпрацьовані масла, використані розчинники та спеціальні рідини необхідно здавати на склади ПММ та нафтобази для наступної регенерації;
- забезпечення роботи систем очищення та зворотного використання води на пунктах миття техніки;
- затампування артезіанських свердловин (уникнення забруднення водоносних горизонтів).

Із стоків пунктів миття техніки та ремонтно-поновлювальних майстерень виноситься значна кількість сполук важких металів (міді, хрому, цинку, свинцю та ін.). Більшість цих металів концентрується у донних відкладах, тобто відбувається їх постійне накопичення на дні водоймища. Ці стоки виділяються окремою системою каналізації на очисні споруди для очищення.

Стічні води можуть бути забруднені у значній мірі синтетичними миючими засобами, до складу яких входять поверхнево-активні речовини (ПАР). ПАР порушують кисневий обмін водоймищ, в які потрапляють, уповільнюють процеси самоочищення в них. З побутовими миючими засобами у стоки потрапляє велика кількість фосфатів, що спричиняє евтрофікацію водоймищ.

Із продуктів миття техніки, складів, баз ПММ, ремонтних майстерень у воду потрапляють поліциклічні ароматичні вуглеводні (в т.ч. бензапірен, ароматичні аміни, нітросполуки), які мають канцерогенну дію і сприяють виникненню пухлин. До побутових стічних вод належать води, які поступають у стічний колектор з раковин, душових, санітарних вузлів, пральних і побутових приміщень, а також вода, яка використовується для прибирання приміщень.

## **5.8. Правові аспекти охорони водних ресурсів**

Правова основа охорони водних ресурсів України закладена в законі «Про охорону навколишнього природного середовища», де, зокрема передбачається державний контроль за використанням та охороною поверхневих і підземних вод,

морського середовища та природних ресурсів територіальних вод, континентального шельфу, ведення водного кадастру.

З 1972 р. в Україні введений в дію Водний Кодекс Української РСР, а з 1995 р. Водний Кодекс України, згідно з яким усі поверхневі і підземні води підлягають охороні від виснаження, забруднення, засмічення і замулювання, а також регулювання в режимі використання їх як ресурсів для задоволення потреб населення і народного господарства. Ряд водних законів регулюються відповідними постановами, наприклад «Про посилення охорони малих річок від забруднення, засмічення, вичерпання та раціональне використання їх водних ресурсів» (1980 р.), «Про створення водоохоронних зон» (1977 р.). В Україні також прийняті постанови про запобігання забрудненню та охорону басейну Дніпра, Сіверського Дінця, Чорного та Азовського морів, розроблено програму «Питна вода» (1992 р.). Вирішенням питання охорони водних ресурсів України займаються: Міністерство охорони навколишнього природного середовища, Держкомітет України по водному господарству, Міністерство охорони здоров'я, Держкомітет України по рибному господарству і рибній промисловості та ін.

На базі існуючих гідрометеорологічних бюро та обсерваторій створені обласні центри гідрометеорології. В нашій державі також діють державні інспекції охорони Чорного моря (Одеса) та Азовського (Маріуполь). Інспекціям надано право зупиняти, оглядати і тимчасово затримувати судна, кораблі та інші плавучі засоби, що перебувають у внутрішніх територіальних водах для перевірки вимог, які ставляться до охорони водного середовища та норм екологічної безпеки.

У вирішенні проблем охорони водних ресурсів Україна робить значний внесок завдяки широкому міжнародному співробітництву (участь у розробці проекту «Екологічний вплив діяльності людини на ресурси озер, дельт морів та прибережних зон», міжнародна програма ЮНЕСКО «Людина і біосфера»). У рамках Декларації (1985 р.) про співробітництво придунайських держав з питань водного господарства, Україна здійснює контроль за станом вод Дунаю. Як член ООН вона є учасницею міжнародних домовленостей: Домовленість про морське дно, Конвенція про континентальний шельф, Конвенція про

запобігання забруднення моря скиданням відходів та інших матеріалів. Україна підписала Конвенцію ООН з морського права (1982 р.). В ній закріплено правовий статус усіх морських пристроїв, живих і мінеральних ресурсів Світового океану та його дна, а також урегульовано усі види діяльності держав з питань дослідження, використання та освоєння морських просторів і ресурсів.

### **Контрольні питання**

1. Які води Землі відносяться до водних ресурсів?
2. Від чого залежить об'єм прісної води у світі?
3. Що таке "водоємність виробництва"?
4. Які є види забруднення водного середовища і що таке "кумулятивний ефект"?
5. Завдяки яким факторам відбувається очищення води в природі?
6. Які заходи повинна передбачати система охорони водних ресурсів?
7. Що являють собою зони санітарної охорони та яке їх призначення?
8. Які основні складові забруднень водного басейну залізничним транспортом?
9. В чому полягає механічне, хімічне та біологічне очищення стічних вод?
10. Які існують методи механічного очищення стічних вод?
11. Що таке флотація і до якого способу очищення стоків води вона відноситься?
12. В чому сутність процесів коагуляції та флокуляції при очищенні води?
13. Скільки є видів сорбційних процесів і що вони собою являють?
14. За рахунок чого можна попередити забруднення стічних вод нафтопродуктами?
15. Якими нормативними актами регулюються питання охорони водних ресурсів в Україні?

## Тема 6. ОХОРОНА ЗЕМЕЛЬНИХ І ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ

### 6.1. Земна поверхня, ґрунти, земні надра

*Літосфера* – зовнішня тверда оболонка Землі, яка має такі життєво важливі ресурси, як землі, ґрунти й збагачені різними копалинами та мінеральною сировиною надра. Ця оболонка включає всю земну кору з частиною верхньої мантії й складається з осадових, магматичних і метаморфічних порід.

За довгий період існування земна поверхня зазнала дуже великих змін. Геологам відомо, що за цей час неодноразово під впливом внутрішніх і зовнішніх геологічних та космічних сил змінювався не лише рельєф земної поверхні в межах окремих континентів, коли гори ставали глибокими морями й навпаки, а й сама форма континентів, їх розміри, розташування. За цей довгий період на земній поверхні відбувалися багаторазові локальні, регіональні й глобальні екологічні катастрофи, які різко змінювали клімат і склад атмосфери, чисельні й потужні землетруси, виверження вулканів, під час яких розпечена лава, вирвавшись з земних глибин, вкривала смертельною вогняною ковдрою тисячі квадратних кілометрів. Періоди катастроф змінювалися періодами спокою, коли протягом мільйонів років знову відтворювалося і розвивалося життя, відбувалися процеси вивітрювання порід. Одночасно з формуванням земної поверхні формувалися також ґрунти (на межі розділу літосфери й атмосфери) та корисні копалини (на поверхні та в надрах, на глибинах від кількох метрів до кількох десятків кілометрів).

Найбільше людина впливає на *земну кору* – тонку верхню оболонку Землі, яка має товщину на континентах 40–80 км, під океанами 5-10 км і становить всього близько 1 % маси Землі. Вісім елементів – кисень, кремній, водень, алюміній, залізо, магній, кальцій, натрій – утворюють 99,5 % земної кори. На континентах земна кора складається із трьох шарів: перший шар – осадові породи, другий – гранітогнейсові і третій – базальтовий шар. Під океанами кора "океанічного типу" складається із двох шарів: осадові породи залягають просто на базальтах, гранітогнейсового шару немає.

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

Актуальність вивчення літосфери зумовлена тим, що вона є середовищем існування усіх мінеральних ресурсів, одним з основних об'єктів антропогенної діяльності, через значні зміни якої розвивається глобальна екологічна криза. У межах літосфери періодично відбувалися і відбуваються сучасні фізико-географічні процеси (зсуви, селі, обвали, ерозія), які мають величезне значення для формування екологічних ситуацій у різних регіонах планети. З різними породами земної кори, як і з її тектонічними структурами, пов'язані різні корисні копалини. У верхній частині континентальної земної кори розвинені ґрунти, значення яких для людини важко переоцінити.

*Ґрунт* – самостійне природне орґано-мінеральне тіло, яке виникло на поверхні Землі внаслідок тривалого впливу біотичних, абіотичних і антропогенних факторів. Ґрунтом називаються видозмінені під впливом живих організмів, перш за все – зелених рослин, поверхневі шари земної кори (суходолу), котрі відрізняються від гірських порід складом мінеральної маси, значним вмістом специфічних органічних речовин (гумусу) і мають важливу відмінність – родючість, тобто здатність постачати рослинам необхідні для їх росту поживні речовини, воду і повітря. Родючість залежить від кількості азоту в перегної, кількості перегною в ґрунті та потужності ґрунту. Основна маса організмів і мікроорґанізмів літосфери зосереджена в ґрунтах на глибині не більше кількох метрів. Ґрунти є одночасно і результатом життєдіяльності зелених рослин, і умовою їхнього існування. Вони виникли в результаті тривалої взаємодії живих організмів і субстрату (певного типу гірських порід – гранітів, вапняків, базальтів, глин, пісків, сланців тощо), розкладу живих організмів, впливу природних вод і атмосферного повітря.

Ґрунт складається з твердих мінеральних і органічних частинок. Він має специфічні генетико-морфологічні властивості, які створюють відповідні умови для росту та розвитку рослин і родючості. Ґрунти розвивалися під впливом діяльності рослин, тварин і мікроорґанізмів, поки не стали цінним для людини

родючим субстратом, Залежно від кліматичних, геологічних та географічних умов ґрунти мають товщину від 15-25 см до 2-3 м.

На Україні налічується багато різновидів ґрунтів (близько 650), які відрізняються між собою мінералогічним складом, вмістом гумусу та поживних елементів, фізичними та хімічними властивостями, а значить, і родючістю, придатністю до лісо- та сільськогосподарського використання. З метою раціонального використання земель здійснюється їхнє великомасштабне дослідження, складаються детальні ґрунтові карти та визначається характеристика всіх ґрунтів (їхнє бонітування), що дає змогу виробити правильний підхід до використання, обробітку та удобрення ґрунтів, вибору найбільш придатних для кожного поля сільськогосподарських культур, організації сівозміни, захисту рослин.

Різні типи ґрунтів були вивчені і названі вченим В.В. Докучаєвим. У нас поширені такі народні назви ґрунтів, як чорнозем, підзол, сірозем, солончак, солонець, солодь та інші, які увійшли не лише у вітчизняну ґрунтову номенклатуру, а й у світову.

Серед усіх типів ґрунтів України найбільш поширеними є чорноземи. Вони найбільш родючі, з високим вмістом гумусу. Чорноземи формувалися протягом тисячоліть у зонах лугових степів, де був сприятливий клімат (тепле літо, кількість опадів – 500-600 мм на рік) і оптимальні умови для розвитку багатогривної рослинності. Моноліт чорнозему з Воронезької області, як еталон найбільш родючого ґрунту у світі, розмішено з еталонами метра та інших мір в міжнародному інституті метрології в Парижі. В.В. Докучаєв писав, що російський чорнозем – це цар ґрунтів, він дорожчий за вугілля, дорожчий за золото.

При загальній площі України 60,4 млн га у нас розорано 56,9 % території – більше, ніж у будь-якій іншій країні Європи. У США цей показник втричі менший.

У нашій країні переважно вирощуються різноманітні зернові, кормові та технічні культури. Але їх надто мало для вирішення продовольчої проблеми країни. Дуже не вистачає кормів, насамперед, кормового зерна (кукурудзи, вівса, бобових, коренеплодів) для тваринництва. І причина цього – не низька



віддача землі, а неправильне і недбале господарювання людей на ній, що призводить до виснаження ґрунтів, тобто втрати родючості.

Найбільшим багатством ґрунту є його гумус – органічна речовина, яка утворюється з решток померлих рослин під впливом діяльності мікроорганізмів, які живляться вуглеводнями, білками, жирами, лігніном, пептином, цукром та іншими речовинами, що містяться в рослинах, переробляють їх, розкладають, перетворюють на глюкозу, амінокислоти, гліцерин, поліфеноли. Його роль в біосфері величезна.

В українських чорноземах вміст гумусу становить сьогодні 3–6 %, а ще в кінці ХІХ ст. його вміст становив 8–12 і навіть 16%. Природі для того, аби утворити шар гумусу завтовшки 1 см, потрібно 250–400 років. Зменшення вмісту цієї речовини на 1% зменшує врожайність зернових на кілька центнерів.

Ґрунтоутворення є важливою частиною біологічного кругообігу речовин і енергії. Ґрунт забезпечує рослинний світ калієм і вуглецем, а також азотом і фосфором, які входять до складу білка. Ґрунт є основою організації біосфери. Таке образне визначення дає академік В.І. Вернадський. У ґрунті поєднуються всі компоненти біосфери, формуючи складну полігенетичну систему. Без ґрунту неможливе життя рослин і тварин на суші, бо він є основою цього життя. Вирішальне значення у формуванні ґрунту відіграє жива речовина. Без життя не було б і ґрунту. Ґрунтоутворення почалося тільки з появою життя на Землі. Будь-яка гірська порода, як би вона глибоко не була розкладена та вивітрена, ще не буде ґрунтом. Тільки тривала взаємодія материнських порід з живою речовиною за певних кліматичних умов створює специфічні якості, котрі відрізняють ґрунт від гірських порід. Ґрунт є акумулятором тепла і опадів. Найбільш родючим є ґрунт, здатний утримувати найбільшу кількість води.

### ***6.1.1. Земні надра***

Мінеральні ресурси, зосереджені в надрах, є основою функціонування головних галузей світового господарства. Надра Землі використовуються в кількох напрямках:

- для добування корисних копалин;

- для збереження рідких і газоподібних корисних копалин у природних і штучних сховищах;
- для створення різних споруд і навіть цілих заводів;
- для транспортних комунікацій (метро, трубопроводи);
- для захоронення токсичних і радіоактивних відходів.

З розвитком цивілізації і народонаселення різко зросло добування корисних копалин у всьому світі. Величезного значення для економіки всіх країн набули такі корисні копалини, як нафта і газ, алюмінієві руди, хром, нікель, кобальт, титан, уран, марганець, свинець і олово. Спеціалісти також вважають, що десятимільярдне населення Землі щорічно буде викидати близько 400 млрд т твердих відходів – кількість, достатня для того, щоб завалити відходами Лос-Анджелес шаром товщиною 100 м.

Ці відомості ще раз підтверджують необхідність стимуляції використання вторинних ресурсів, ресурсозбереження, переходу на безвідходні технології виробництва та використання альтернативних матеріалів.

За даними спеціалістів «Дойче Банк», мінеральні ресурси України оцінено у вісім балів за десятибальною системою. Мінерально-сировинна база України є багатством її народу, вона забезпечує незалежність і національну безпеку.

За різноманітністю і багатством мінерально-сировинної бази Україна вигідно відрізняється від більшості республік колишнього СРСР і багатьох держав, займаючи 0,4% суші й переробляючи близько 5% світового обсягу мінеральної сировини. На території України розвідано близько 8 тис. родовищ, майже 90 видів корисних копалин, з яких 20 мають важливе економічне значення. Серед них – нафта, газ, залізні, марганцеві, титанові, уранові руди, вугілля, сірка, ртуть, каолін, графіт, вогнетривкі глини, питні мінеральні води та інше.

Заходи щодо підвищення продуктивності земель та їхньої охорони дуже різноманітні й повинні здійснюватись комплексно, як єдина система, взаємно доповнюючи один одного і посилюючи дію всіх інших.

Сьогодні особливого значення набуває рекультивація земель – повне або часткове відновлення ландшафту та родючості ґрунтів, порушених попередньою господарською діяльністю, добуванням

корисних копалин, будівництвом і т. ін. Вона передбачає вирівнювання земель, лісопосадок, створення парків і озер на місці гірських розробок та інші заходи.

## **6.2. Напрямки використання ґрунтів**

Земля – національне багатство суспільства, основний засіб виробництва в сільському господарстві і просторовий базис, де розміщуються всі галузі господарства. Користуватися землею, ґрунтом слід розумно й обережно тому, що ґрунти мають для нас величезне значення.

Існують три головних напрямки використання ґрунтів:

- по-перше, це – головне джерело одержання продуктів харчування;
- по-друге, це – універсальний фільтр і нейтралізатор антропогенних забруднень (активне очищення природних і стічних вод, які через ґрунти фільтруються);
- по-третє, це – важлива частина біологічного кругообігу речовин і енергії (ґрунтово-рослинний покрив є регулятором водного балансу суші, який поглинає, утримує і перерозподіляє величезну кількість атмосферної вологи).

## **6.3. Негативний антропогенний вплив на стан земель**

Шкідливий антропогенний вплив, а також розгул стихій, природних та посилених людиною, завдають ґрунтам величезної, інколи непоправної шкоди. Це, насамперед:

- водна і вітрова ерозія;
- погіршення ґрунтової структури, механічне ущільнення ґрунту;
- збіднення на гумус та поживні речовини;
- забруднення отрутохімікатами, мінеральними добривами, відпрацьованими газами, мастилами та пальним;
- перезволоженість та засоленість, забруднення сульфатами та оксидами азоту, важкими металами від роботи промислових підприємств.

Ґрунт, який не є продуктом праці людини й створювався природою протягом тисячоліть, нині в результаті хижацького

користування, нерозумної аграрної політики та розбазарювання під різні види будівництва, кар'єри, полігони знаходиться в стані виснаження, вичерпання. Внаслідок того, що в погоні за врожаєм ґрунти почали орати дедалі глибше та частіше, завозити на поля величезні кількості мінеральних добрив та пестицидів для боротьби зі шкідниками, на величезних площах землі в степових та посушливих районах ґрунти втратили здатність вбирати й пропускати воду, їх структура деградувала, вони перенасичені шкідливими хімічними речовинами. Повсюдно врожайність ґрунтів катастрофічно зменшується. Потрібні термінові заходи для відтворення структури й родючості ґрунтів – нейтралізація, розсолення, збагачення гумусом тощо.

Як сказано в одній з останніх доповідей ООН про стан земельних ресурсів світу, подальше існування нашої цивілізації поставлене під загрозу через широкомасштабну загибель родючих земель, що збільшується. Нині охорона і раціональне використання земельних ресурсів (орні землі, пасовиська, сінокоси, рекреаційні зони) – одна з найактуальніших проблем.

За даними ЮНЕП, щорічно через вплив на ґрунти вітрів, ураганів, хімізації, будівництва міст, доріг, промислових об'єктів, аеродромів, розвиток кар'єрів в усьому світі втрачається від 5 до 7 млн га родючих земель.

Деякі із основних видів антропогенних впливів на ґрунти, котрі зумовлюють зміну їхньої родючості, наводяться в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

#### Наслідки антропогенних впливів на ґрунти

Вид впливу	Основні зміни ґрунтів
1	2
Щорічне розорювання	Вітрова та водна ерозія, зміна чисельності ґрунтових організмів
Сінокоси, збирання врожаю	Вилучення деяких хімічних елементів, підвищення випаровування
Випас худоби	Ущільнення та збіднення ґрунту, знищення рослинності, ерозія, висушування, удобрення гноєм, біологічне забруднення

Продовження табл. 6.1

1	2
Випалювання старої трави	Знищення ґрунтових організмів, підсилення випаровування
Зрошення	При неправильному поливанні заболочення та засолювання ґрунтів
Осушення	Зниження вологості, виникнення вітрової ерозії
Застосування отрутохімікатів та гербіцидів	Загибель ряду ґрунтових організмів, зміни ґрунтових процесів, накопичення небезпечних для живих організмів отрути
Створення промислових та побутових звалищ	Зниження площі землі, придатної для сільського господарства, труєння ґрунтових організмів на прилеглих ділянках
Робота автотранспорту	Ущільнення, отруєння ґрунтів автогазами та сипкими матеріалами
Стічні води	Зволоження ґрунтів, отруєння ґрунтових організмів, забруднення органічними та хімічними речовинами, зміна складу ґрунтів
Викиди в атмосферу	Забруднення хімічними речовинами, зміна кислотності та складу
Знищення лісів	Посилення вітрової та водної ерозії, посилення випаровування
Вивезення органіки та фекалій	Забруднення ґрунтів небезпечними організмами, зміна їхнього складу
Шум та вібрація	Сповільнення росту рослин, загибель живих організмів
Енерговипромінювання	Сповільнення росту рослин, забруднення ґрунтів

Втрата ґрунтами грудкуватої структури у верхньому горизонті відбулась внаслідок постійного зменшення вмісту органічних речовин, механічного руйнування структури різноманітними знаряддями обробітку, а також під впливом опадів, вітру, перепаду температур тощо.

Ще однією причиною втрати родючості є багаторазовий обробіток ґрунту різними знаряддями за допомогою потужних і важких тракторів. Часто поле протягом року обробляється до

10 – 12 разів. Не враховується, що добрива, посівний матеріал, зерно і соломку, коренеплоди завозять на поле та вивозять, і автотранспорт, уникаючи розкислих доріг, їде полем, через посіви, утворюючи тимчасові дороги. Такого не буває в жодній іншій країні. Висока частота обробітку пояснюється ще і тим, що наше сільське господарство не має знарядь для одночасного обробітку землі і догляду за посівами.

Через частий обробіток землі розпиллюється поверхня ґрунту. Один трактор "Беларусь", працюючи на сухих полях, здіймає 13 – 14 тонн пилу на кожному гектарі, що і без пилових буревіїв призводить до зносу мільярдів тонн родючого шару ґрунту щорічно.

Через ущільнення ґрунту колесами важких тракторів і комбайнів різко знижується родючість. Нормальна об'ємна маса структурного ґрунту –  $1,1\text{--}1,2 \text{ г/см}^3$  – на багатьох полях змінюється аж до  $1,6\text{--}1,7 \text{ г/см}^3$ , що значно перевищує критичні величини. У таких ґрунтах майже вдвоє зменшується загальна пористість, різко знижується водопроникна і водоутримуюча здатність, зменшується опір ґрунту до ерозійних процесів. Колеса трактора "К-700" ущільнюють у колії ґрунт на глибину до 20 см і врожай на таких смугах удвічі нижчий, ніж на ділянках між ними. Лише за рахунок цього фактора загальний врожай на полі зменшується на 20 %.

Глобальною проблемою сьогодні є постійне зменшення вмісту гумусу, який відіграє провідну роль у формуванні ґрунту, його цінних агрономічних властивостей, забезпеченні рослин поживними речовинами. Однією із основних причин цього є споживацький підхід до землі, намагання якнайбільше з неї взяти і якнайменше їй повернути. А гумус витрачається не тільки на мінералізацію з вивільненням доступних для рослин поживних речовин, а й виноситься з ґрунту в процесі ерозії, з коренеплодами та бульбоплодами, на колесах транспортних засобів, руйнується під впливом різноманітних хімічних речовин.

Нині в Україні кількість гумусу в ґрунті зменшилася в середньому в шість разів і становить приблизно 3%. Щорічно ґрунти України втрачають за рахунок мінералізації 14 млн т гумусу, а за рахунок ерозії – 19 млн т.

Сьогодні дедалі більш відчутними стають негативні наслідки хімізації сільського господарства – погіршуються властивості ґрунту, його стан через нагромадження в ньому великої кількості шкідливих хімічних речовин, що вносились без належних розрахунків і врахування екологічних законів. До таких хімічних речовин, в першу чергу, належать мінеральні добрива та різні отрутохімікати – пестициди. Внаслідок внесення високих доз мінеральних добрив ґрунт забруднюється баластними речовинами – хлоридами, сульфатами.

Пестициди пригнічують біологічну активність ґрунтів, знищують корисні мікроорганізми, черв'яків, зменшують природну родючість. Крім цього, гинуть комахи – запилювачі, від чого теж різко знижується врожайність, наприклад, гречки, баштанних культур та ін.

Вже сьогодні внаслідок спровокованої людиною пестицидної еволюції близько 500 видів комах є стійкими проти застосовуваних інсектицидів. Така стійкість виникає у рослин, моллюсків, гризунів, грибів. Всі без винятку пестициди належать до отрути широкої дії і тому, потрапляючи в продукти харчування, вони завдають великої шкоди здоров'ю людей. Дослідження в нашій країні засвідчили: там, де інтенсивно застосовуються сільськогосподарські отрутохімікати, у місцевого населення ушкоджуються структури спадковості, розладнується діяльність центральної нервової системи, життєво важливих органів, у жінок частішають випадки ускладнення вагітності, народження неповноцінних або мертвих дітей, виникає алергія. Американські дослідники виявили, що 30 % інсектицидів, 60 % гербіцидів, 90 % фунгіцидів, що застосовуються в США, здатні викликати рак. Також встановлено, що пестициди стимулюють розвиток у навколишньому середовищі вірусів, зокрема тих, які збуджують небезпечні захворювання людей, руйнують імунну систему. Площа земель, забруднених залишками отрутохімікатів, сягає 13 млн га.

Ґрунти також забруднюються відпрацьованими газами тракторів, комбайнів, автомобілів, мастилами та пальним, які з них виливаються під час роботи на полях. У ґрунти потрапляють і техногенні забруднення від промислових підприємств – сульфати, оксиди азоту, важкі метали та інші сполуки.

Винятково гострою проблемою є вилучення орних земель під забудову різних промислових об'єктів, а також складування промислових та побутових відходів. За останні шістдесят років в Україні під різні види не сільськогосподарського використання вилучено родючі землі, площа яких перевищує територію Одеської області (333 тис. км<sup>2</sup> або 3,3 млн га). Понад 700 тис. га родючих земель затоплено водоймищами на Дніпрі. Відвали промислових відходів поглинули 200 тис. га родючих земель.

Негативний бік мають і такі важливі для сільського господарства роботи, як зрошення й осушення земель. Зрошувані землі дають близько 30 % продукції рослинництва, але створення водоймищ і зрошення великих територій призводить до підняття рівня ґрунтових вод і зміни їхнього хімічного складу. Відбувається засолення ґрунтів, заболочування, підвищується сейсмічність території, 50 % зрошуваних земель у нашій країні підтоплена. Втрачається чи перевитрачається на кожному гектарі 700 куб. м води на рік. Перевитрата води закладена в самій нормі поливу, яка перевищена на 30 %. Взагалі довжина зрошувальних меліоративних водоводів України перевищує довжину екватора Землі, а площа затоплених угідь втричі перевищує площу такої держави, як Люксембург (2,6 тис. м<sup>2</sup>).

За двадцять років площа перезволожених земель на Україні збільшилась на 1 млн га. Разом із введенням нових осушених площ понад 30% староорних ґрунтів виводиться із сільськогосподарського використання, тобто, якщо щороку вводиться 135 тис. га, то 46 тис. га виводиться із числа меліоративних земель внаслідок їхньої деградації.

Внаслідок осушення зникають болота, міліють річки. Меліорація змінює склад рослинності, місця мешкання тварин, призводить до великих втрат лікарських та харчових рослин. Так, із 47 видів лікарських трав, що росли на Поліссі, тепер збирають 6 – 7 видів.

Таке використання та погіршення якості наших земель вимагає вжиття термінових науково обґрунтованих заходів, що сприятимуть значному підвищенню родючості ґрунтів та отриманню екологічно чистих продуктів харчування.

Сотні мільйонів гектарів земель потерпають від ерозії. Лише в Україні щорічно від ерозії гинуть десятки тисяч гектарів



орної землі, а в колишньому СРСР станом на 1990 р. було ерозовано близько 68% земель. Ерозії ґрунтів сприяє активне яроутворення, зумовлене діяльністю людини (ярами зруйновано близько 7 млн га земель) – вирубкою лісу на схилах, знищенням трав'яного чи чагарникового покриву, неправильним розорюванням землі тощо.

Сприяють ерозії й пилові бурі, коли в повітря на висоту 1-3 км здіймаються мільйони тонн пилу, піску, ґрунту, оголюючи в одних місцях землю на сантиметри й перетворюючи її на пустелю і засипаючи поля, сади, луки, дороги та будівлі в інших місцях шаром пилу й піску товщиною 20-50 см, а іноді навіть 2-3 м. Відомі пилові бурі, що завдали великої шкоди на Північному Кавказі, Східній Україні, Середній Азії, особливо поблизу Аралу, в Центральній Америці.

Вітрова і водна ерозії повністю знищують ґрунти або значно зменшують вміст у них азоту, фосфору, калію, ряду мікроелементів – усього, від чого залежить родючість. Ерозія також призводить до виникнення ґрунтової посухи, що теж знижує врожайність. Найбільше активізують ерозію часті оранки, культивації, боронування, ущільнення, трамбування колесами та гусеницями важкої сільськогосподарської техніки. Ґрунтовий покрив відносно мало травмують лише трактори з шириною шин на колесах 1 м і більше. Переважна більшість нашої техніки на полях завдає ґрунтам не виправної шкоди.

Однією з найбільших бід після ерозії ґрунтів є, мабуть, їх засолення, основна причина якого – неправильне зрошення. Ерозія й засолення ґрунтів призводять до спустошення земель. Протягом останніх десятиріч тисячі гектарів посушливих земель у степових районах, пустелях і напівпустелях, де проводилося інтенсивне зрошення, спочатку значно підвищили врожайність (більше половини приросту продукції світового сільського господарства зумовлено зрошенням), згодом стали непридатними через «білу отруту», як називають місцеві жителі сіль, якою забиті всі пори ґрунту та його поверхня в результаті випаровування зрошувальних вод.

Дедалі відчутнішими стають негативні наслідки хімізації сільського господарства – погіршення стану ґрунтів через накопичення в них шкідливих хімічних речовин після тривалих й

інтенсивних (без належних розрахунків і врахування гідрогеологічних та екологічних законів) внесень міндобри́в та різних пестицидів.

На сьогодні в ґрунтах світу накопичено близько 150 млрд т азоту, зокрема в чорноземах – до 20-30 т азоту на кожному гектарі. Але рослинам його все ж не вистачає, бо ними засвоюються далеко не всі азотні сполуки. При цьому дуже важливою умовою є поступовий розклад гумусу протягом кількох років, перехід азоту з однієї форми в іншу. Ґрунт повинен бути розпушеним, пористим, грудочкуватим, до нього вільно мають надходити вода й повітря. Розкладають азотні сполуки й відновлюють їх до різних окислів і молекулярної форми азоту – денітрофікатори. Одним з негативних наслідків перезбагачення ґрунтів і водоймищ хімікатами є евтрофікація.

Нітрати накопичуються не лише у воді й ґрунтах, а й у рослинах, овочах та фруктах, справляючи шкідливий вплив на здоров'я людини. Нітрати мало токсичні, але в шлунково-кишковому тракті вони під дією мікрофлори відновлюються до нітритів солей азотистої кислоти, які набагато токсичніші, особливо для людей похилого віку та дітей з серцево-судинними хворобами. Надлишки нітратів у організмі беруть участь в утворенні нітросоамінів – канцерогенів. Крім того, вони, взаємодіючи з гемоглобіном крові, перетворюють двовалентне залізо на тривалентне, зменшуючи транспорт кисню та перешкоджаючи нормальному диханню тканин.

Для зменшення нітрофікації рекомендують інгібітори – речовини, які гальмують цей процес. Необхідно користуватися рекомендаціями відповідних служб (агрохімічних центрів) щодо якості, типу й кількості мінеральних добрив, які застосовуються в певних районах для певних культур, організації транспортування, зберігання та застосування різних добрив, контролю за станом навколишнього середовища.

Дуже важливо також організувати моніторинг земель – систематичне спостереження за станом земельного фонду. Слід мати дані щодо розподілу земель за власниками і користувачами, продуктивності земельних ресурсів, ступеня деградації ґрунтів, стану їх забруднення, а також фонового забруднення (загального стану забруднення атмосфери, природних вод усього регіону).

Особливо важливо постійно контролювати вміст у ґрунтах та ґрунтових водах пестицидів (метафос, карбофос, центиурам, севін, гептахлор, поліхлорпропілен тощо) і ДДТ, який через свою стійкість міститься в ґрунтах ще багатьох років. Навколо всіх міст і промислових центрів слід постійно контролювати вміст у ґрунтах і водах важких металів, виявляти шляхи їх міграції.

#### **6.4. Нормування допустимих концентрацій шкідливих речовин у ґрунтах**

В мінеральній частині ґрунтів присутні близько 50 елементів. Хімічні елементи знаходяться у ґрунті в окисленому стані або у вигляді солей.

Органічна складова ґрунтів являє собою продукти розкладу тваринного або рослинного походження (гумус), а також білки, вуглеводні, органічні кислоти, жири, дубильні речовини тощо. У ґрунтах знаходиться велика кількість живих організмів, котрі мають велике значення для ґрунтоутворення.

З ґрунту хімічні речовини частково переходять в рослини, а із рослин з їжею потрапляють в організми тварин та людей. Хімічні мікроелементи мають велике значення для розвитку рослинного і тваринного світу, в тому числі й людини. Нестача або надлишок мікроелементів у ґрунті призводить до порушення обмінних процесів не лише у травоядних, але і м'ясоїдних тварин та в організмі людини. Це викликає ендемічні захворювання. Ґрунти мають здатність накопичувати радіоактивні речовини, котрі вражають живі організми, а потрапляючи з їжею в організм тварин та людей, викликають захворювання різних органів.

Найбільш поширеними є забруднення ґрунтів канцерогенами типу поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Основними джерелами канцерогенних забруднень є відпрацьовані гази двигунів автомобілів, тракторів, тепловозів, літаків, а також викиди котелень та промислових підприємств. Забруднення ґрунту канцерогенами фіксується на віддалі до 5 км від доріг та джерел викидів.

Патогенні мікроорганізми, котрі потрапляють в ґрунт та розмножуються в ньому, можуть бути збудниками інфекційних захворювань. До патогенних бактерій відносяться збудники таких

інфекційних захворювань, як сибірська виразка, газова гангрена, ботулізм, холера, черевний тиф, дизентерія, бруцельоз, чума тощо. Забруднення ґрунтів патогенними організмами відбувається від тваринних та людських фекалій. Зараження тварин та людини патогенними мікроорганізмами спостерігається при вживанні неочищеної сирової рослинної, погано провареної тваринної їжі, шляхом контакту із зараженим ґрунтом, котрий є місцем існування та розмноження мух. Особливу групу паразитарних хвороб, що поширюються через ґрунти, складають гельмінти (паразитні черв'яки).

Важливими заходами щодо збереження ґрунтів є гігієнічне регламентування їхнього забруднення. Нормування хімічних речовин в ґрунтах розпочалося лише в 1976 р. Розроблено методичні рекомендації щодо встановлення ГДК хімічних речовин у ґрунтах. Значення ГДК деяких хімічних речовин в ґрунтах наведено в табл. 6.2.

Таблиця 6.2

Значення ГДК хімічних речовин в ґрунті

Назва речовини	ГДК, мг/кг
Метали	
Кобальт (рухлива форма)	5,0
Мідь (рухлива форма)	3,0
Нікель	4,0
Ртуть	2,1
Свинець (рухлива форма)	6,0
Цинк	23
Неорганічні сполуки	
Нітрати	130
Миш'як	20
Сірководень	0,4
Фосфор (суперфосфат)	200
Ароматичні вуглеводні	
Бензол	0,3
Ксилоли	0,3
Толуол	0,3
Добрива та ПАР	
Азотно-калійні добрива	120
Поверхнево-активні речовини	0,2

При цьому термін “гранично допустима концентрація (ГДК) речовин, що забруднюють ґрунти” означає частку хімічної речовини, що забруднює ґрунти, мг/кг, і не справляє прямої або опосередкованої дії, включаючи віддалені наслідки для навколишнього середовища та здоров'я людини.

Принцип нормування шкідливих речовин у ґрунті відрізняється від принципів нормування їх для водоймищ, атмосферного повітря і харчових продуктів. Різниця в тому, що надходження шкідливих речовин через ґрунт в організм людини невеликий, за винятком прямого потрапляння. Вони потрапляють в організм людини за біологічним ланцюгом: ґрунт-рослина-тварина-людина. Тому при нормуванні хімічних речовин в ґрунті враховується небезпека вторинного забруднення. При нормуванні ГДК також враховується тип ґрунту, механічний склад, його морфологія тощо.

Суворому нормуванню підлягає вміст таких стабільних хімічних речовин, як солі важких металів (свинець, ртуть), а також мікроелементів (молібден, мідь, цинк, бор, ванадій та ін.), які використовуються як добрива.

За ступенем шкідливості хімічні речовини за умови їх проникнення до ґрунту розташовані в такій послідовності: пестициди, важкі метали, мікроелементи, нафтопродукти, сірчисті сполуки, речовини органічного синтезу тощо.

Санітарна оцінка стану ґрунтів здійснюється за спеціальними показниками. За основний хімічний показник беруть санітарне число – частка від ділення кількості ґрунтового білкового азоту у міліграмах в 100 г абсолютно сухого ґрунту до кількості органічного азоту в тих же одиницях.

Показником бактеріального забруднення ґрунту є титр кишкової палички та титр одного з анаеробів. Санітарно-гельмінтологічним показником ґрунту є число яєць гельмінтів у 1 кг ґрунту. Ентомологічний показник визначається за наявністю личинок та лялечок мух в 0,25 м<sup>2</sup> поверхні ґрунту.

## **6.5. Охорона та раціональне використання земель і лісових ресурсів**

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

Агрокультурою людина займається майже 10 тисячоліть. Низька культура землеробства та хижацька експлуатація земель призводили до руйнування ґрунтів. Французькі вчені підрахували, що за весь історичний період людство втратило близько 2 млрд га родючих земель.

Заходи щодо підвищення продуктивності земель та їхньої охорони дуже різноманітні й повинні здійснюватись комплексно, як єдина система, взаємно доповнюючи один одного і посилюючи дію всіх інших. Тому передусім потрібно, щоб кожний клапчик землі, кожне поле мало дбайливого господаря, освіченого, розсудливого, щоб від стану поля залежала не тільки його доля, а й доля його дітей та онуків.

Сьогодні особливого значення набуває рекультивація земель – повне або часткове відновлення ландшафту та родючості ґрунту, порушених попередньою господарською діяльністю, добуванням корисних копалин, будівництвом та ін. Вона передбачає вирівнювання земель, лісопосадок, створення парків і озер на місці гірських розробок та інші заходи. Однак розрив між відпрацьованими і поновленими площами ще великий, незважаючи на зростання обсягів рекультивації порушених земель.

Важливим напрямком є також організація і дотримання польових, кормових, протиерозійних та інших сівозмін. Необхідно оптимізувати розмір полів у сівозмінах, оскільки вони у нас часто завеликі. Поля сівозмін потрібно нарізати за контурами ґрунтових відмін, а не розбивати різноґрунтові ділянки на правильні прямокутники з метою полегшення механізованого обробітку. Адже кожна ґрунтова відміна дозріває для обробітку в певний час і потребує різних форм обробітку, різних норм та сортів гною, добрив, вапна та гіпсу.

Для того, щоб зберегти фізичні властивості ґрунтів – структуру, пористість, оптимальний водно-повітряний режим – потрібно різко скоротити повторність обробітку ґрунтів, перейти на прогресивні та ефективні його форми, легкі машини і механізми.

Раціональне землекористування в сільському господарстві включає правильну організацію користування територією, формування культурного агроландшафту. Екстенсивне землеробство призвело до розорювання кращих земель аж до зрізів русел рік, спадистих і крутих схилів, на яких повинні рости ліси, чагарники і трави. У кожному конкретному районі повинно бути своє, науково обґрунтоване співвідношення між полем, лісом, луками, болотами, водоймищами, що дасть найвищий господарський ефект і збереже навколишнє середовище. Раціональне землекористування в сільському господарстві потребує перегляду основного способу обробітку ґрунту. Досвід Полтавщини, народного академіка Т.С. Мальцева, а також Канади показує, що можна відмовитися від традиційного плуга. Нову безплужну систему обробітку ґрунту було розроблено українським агрономом І.Е. Овсинським ще в кінці XIX ст. Суть системи полягає у глибокому розпушуванні ґрунту спеціальними плоскорізами без перегортання пласта. Стерня і поживні рештки залишаються на поверхні. На такий спосіб обробітку витрачається менше пального, в 3–4 рази зменшується інтенсивність площинної ерозії на схилах, поліпшується капілярність ґрунту, збільшується вміст гумусу і не пересихає орний шар. Але побоювання новацій гальмує перехід на прогресивний шлях. У Канаді витрачено 20 років для переходу на безплужну систему обробітку. Це відбулося тоді, коли на зміну консервативним батькам-хліборобам прийшли діти, виховані у сільськогосподарських коледжах. Безплужний обробіток ґрунту є одним з елементів мінімального обробітку, який зберігає ґрунт, цінні властивості землі. На порядку денному постає ще один перспективний спосіб – нульовий обробіток, коли механічне втручання здійснюється раз на кілька років. Він можливий лише при високій культурі поля, коли можна сіяти або садити спеціальними навісними агрегатами у лунки, які робляться свердлами. Такі агрегати крокують по полю, опускаючи свердла

для утворення лунок, закладання добрив і насіння у лунки, їхнього закриття. Технологія нульового обробітку ґрунту вдосконалюється і знайде у майбутньому широке застосування. Таке органічне землеробство, при якому повністю виключається застосування отрутохімікатів та неякісних мінеральних добрив і навіть повністю забороняється їхнє використання, є альтернативою ультрахімізованого методу господарювання.

Органічне землеробство базується на використанні органічних добрив, насамперед гною, торфу, сапропелів (мулу), що постійно збільшує у ґрунті вміст гумусу – основи основ його родючості. При органічному (біологічному) землеробстві спершу врожаї дещо нижчі (на 10–20 %), але його продукція цінується на світовому ринку значно дорожче, ніж та, що вирощена із застосуванням міндобрив та отрутохімікатів, іноді навіть в 2–3 рази.

Щоб врятувати український чорнозем, треба щороку вносити на гектар по 30–40 т органіки. Раніше налічувалось більше десяти видів гною. Нині ж гнойове господарство занедбане. На поля вивозяться переважно гноївка, сечовина, котрі отруюють ґрунт. Доведено, що свинокомплекс на 100 тис. голів свиней дає стільки забруднень, скільки місто з 400-тисячним населенням. Але вихід знайдено й існує технологічно відпрацьований процес. Гній, гноївка, інші органічні рештки переробляються у спеціальних установках на біогаз (метан) і цінне концентроване органічне добриво.

У спеціальні металеві ємності закладають гній, гноївку, органічні рештки, герметично закупорюють і дещо підігривають. У процесі бродіння виділяється метан, що використовується для опалення як екологічно чисте паливо, а органічні речовини, багаті на азот, фосфор, калій та мікроелементи, осідають на дно. Після припинення бродіння воду зливають, осад висушують і гранулюють. У такому органічному добриві концентрація поживних елементів у 10 разів вища, ніж у гної. І транспортувати на поля таке добриво набагато зручніше, ніж гній. Такий досвід є в ряді країн. В 1986 р. у Китаї було отримано 100 млрд м<sup>3</sup> біогазу і велику кількість якісних знезаражених, без насіння бур'янів, органічних добрив.



Підвищенню вмісту гумусу в ґрунтах сприяє безплужний обробіток ґрунтів, а також ґрунтова фауна, яка здійснює гуміфікацію органічних решток. Особливо велика роль у цьому дощових черв'яків. У ряді країн Європи вирощують дощових черв'яків на спеціальних біофабриках. Фермери їх купують і завозять на поля для поліпшення властивостей ґрунту (за умови переходу на органічне землеробство).

Збільшення вмісту гумусу значно підвищує ефективність мінеральних добрив, знижує їхню побічну негативну дію, сприяє закріпленню їхніх надлишків і нейтралізує шкідливі домішки.

Для постійного невпинного підвищення врожайності ґрунтів необхідно здійснити ряд меліоративних заходів. **Меліорація** – докорінне поліпшення природних умов ґрунтів з метою підвищення їхньої родючості.

За дією на ґрунт і рослини меліорація поділяється на декілька видів. *Агротехнічні меліорації* передбачають суттєве поліпшення агрономічних властивостей ґрунту шляхом оптимального обробітку із застосуванням спеціальних прийомів – переривчастого боронування, щілинування, лункування та інших прийомів для затримання снігу і стічних вод.

*Лісотехнічні меліорації* здійснюються з метою поліпшення водного режиму та мікроклімату, захисту ґрунтів від ерозії шляхом заліснення схилів, балок і ярів, вододілів і рухомих пісків, розведення лісів загального агрономічного призначення.

*Хімічні меліорації* поліпшують агрохімічні і агрофізичні властивості ґрунтів шляхом використання вапна, гіпсу, дефекату, торфу, сапропелів, компостів, гною та інших матеріалів, що збагачують ґрунт на органіку.

*Гідротехнічні меліорації* спрямовані на поліпшення водного режиму шляхом обводнення або осушення, правильним регулюванням водного режиму ґрунту. Всі ці види меліорації потрібно застосовувати лише на основі науково обґрунтованих потреб, щоб не погіршити стан земель.

Площа всієї суші на землі становить 148 млн км<sup>2</sup>, 10 % цієї території займають льодовики (Антарктида, Гренландія та ін.). Вся інша територія є вичерпними ресурсами поверхні Землі: 33,1 % цієї території – це сільськогосподарські угіддя, 30,1 % – ліси, 36,8 % – так звані «інші землі» (площі, зайняті населеними

пунктами, промисловими підприємствами, транспортними магістралями тощо, а також пустелями, болотами, тундрою, горами). Під впливом антропогенної діяльності структура земної поверхні постійно змінюється: скорочуються площі сільськогосподарських угідь і лісів, зростають площі «інших земель».

Берегти землю – це означає розумно, по-господарськи її використовувати, щоб служила вона довго, багатьом поколінням. Існує декілька класифікацій природних ресурсів. Згідно з природничою класифікацією, ресурси поділяються на природні групи: водні, повітряні, ґрунтові, рослинні, тваринні, мінеральні, кліматичні тощо. За природноекономічною класифікацією розрізняють ресурси, які використовуються в матеріальному виробництві і ті, що використовуються в невиробничій сфері. За іншою класифікацією природні ресурси поділяються на невичерпні та вичерпні, а останні – на відновлювані, важковідновлювані та невідновлювані.

Земельні ресурси – одні з найбільш універсальних природних ресурсів, які необхідні для всіх галузей господарства. Особливості земельних ресурсів полягають у тому, що їх не можуть замінити жодні інші ресурси і вони повинні використовуватися там, де знаходяться.

Територія України (603,7 тис. км<sup>2</sup>) становить усього лише 0,4 % загальної поверхні суші, але в Європі це друга за площею країна після Росії, вона займає 6 % Європейського континенту. Крім того, Україна має дуже зручне економіко-географічне положення і практично вся її територія придатна для промислового, транспортного та сільськогосподарського освоєння. Майже 95% її території займають низовини та височини і лише 5% – гори. Переважно високородючі ґрунти і сприятливі кліматичні умови зумовили високу господарську освоєність території – 92%. При цьому сільськогосподарське освоєння земель перевищує 70%, і це один з найвищих показників у світі.

Дуже важливою особливістю земельних ресурсів є те, що верхній тонкий шар Землі – ґрунт, має природну родючість, тобто здатність забезпечувати рослини компонентами, необхідними для

їхнього життя. Цю особливість здавна використовує людина, вирощуючи різноманітні сільськогосподарські культури.

Значні втрати земельних ресурсів пов'язані з такими видами антропогенної діяльності: 1) промислове й громадське будівництво, особливо в зонах мегаполісів (столиці та найбільші міста великих країн); 2) військове будівництво (аеродроми, полігони, бази, військові містечка, склади пального та боєприпасів, літні табори, радіолокаційні станції тощо); 3) розвідка, пошуки та видобування корисних копалин.

Усі ці види людської діяльності раніше здійснювалися без знання екологічних ситуацій. Нині кожен проект на будівництво проходить екологічну експертизу, досліджується ступінь майбутніх екологічних змін і шкоди природі, розробляються відповідні заходи щодо мінімізації негативного впливу на довкілля. Якщо навіть у віддаленому майбутньому (кілька десятків років) будівництво призведе до значних негативних екологічних змін, воно має бути заборонене.

Сільськогосподарські землі є найціннішою частиною земельних ресурсів, бо вони забезпечують людство продуктами харчування. Більша частина сільськогосподарських земель відводиться під рілля, решта – площі багаторічних насаджень (сади, лісосмуги тощо), луки й пасовиська. Зростання населення землі потребує збільшення кількості продуктів харчування, основним постачальником яких є орні землі. А тим часом можливості для розширення орних земель нині майже ніде на Землі не залишилося. Навпаки, в багатьох країнах спостерігається неухильне скорочення цих площ. Тому єдиним способом задоволення зростаючих потреб у продуктах харчування є інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, зокрема підвищення врожайності за умови збереження стабільності посівних площ.

У посушливих районах Землі спостерігається дуже небезпечне явище спустошення. Причиною цього є легка вразливість природи в цих зонах, надмірне використання земель під пасовиська, вирубування нечисленних дерев і кущів. Пустеля Сахара за останні 50 років збільшила свою площу на 650 тис. км<sup>2</sup>. Фахівці ООН підраховали, що кожної хвилини в світі втрачається, перетворюється на безплідну пустелю 44 га землі.

Особливо небезпечним є вплив на земельні ресурси геологічної та гірничодобувної діяльності. Під час геологорозвідувальних робіт змінюються природні ландшафти місцевості – порушується ґрунтово-рослинний покрив, утворюються западини через проведення відкритих каналів, шурфів, розчисток порід, а також підвищення внаслідок звалювання, викидання на поверхню гірських порід (відвали).

Протягом останніх років проведено ряд заходів, які зменшують негативний вплив на земельні ресурси пошуково-розвідувальної геологічної діяльності. Це – використання техніки з дуже широкими спеціальними шинами, селективне виймання й складування ґрунтів уздовж каналів, шурфів і виробок, проведення робіт стосовно відновлення ґрунтового покриву й рекультивації земель, зменшення розмірів ділянок свердлування, вивезення ґрунтів у яри (але поки що вони мало ефективні), проведення екологічної паспортизації земель, відведених під гірничі роботи.

Розроблено також норми на вирубку лісу під час розвідувальних робіт, розміри площ науково-розвідувальних ділянок, ділянок під тимчасові поселення, траси доріг, а також раціональної схеми транспортування, оптимальні розміри відвалів та інші нормативи.

Нині техніко-будівельній діяльності на родючих землях передують знімання, переміщення та зберігання ґрунтів, які потім використовуються для покриття інших територій з гіршими ґрунтами чи для рекультивації кар'єрів, териконів. На рекультивованих землях розводять сади, парки, городи.

Для охорони земельних ресурсів велике значення мають закони про землю (національні, регіональні), які нині є більш конкретними, суворими, дієвими.

### ***6.5.1. Охорона лісових ресурсів***

Стан навколишнього природного середовища значною мірою визначається рівнем лісистості та якісними характеристиками лісів. Ліси – надзвичайно важлива складова біосфери, вони є:

- одним із основних поглиначів вуглекислого газу в атмосфері;

- виробником кисню та постачальником людству цінних матеріалів (деревина, сировина для хімічної промисловості, продуктів харчування тощо);

- мають велике рекреаційне значення.

Охорона лісових ресурсів – це система науково обґрунтованих біологічних, лісотехнічних, адміністративних, правових та інших заходів, спрямованих на бережливе, раціональне використання і відновлення лісів для посилення їх природоохоронних, господарських та інших властивостей.

Україна – малолісова держава; лісистість її території близько 14 %. Площа земель лісового фонду складає 9,9 млн га. За останні 50 років лісистість країни збільшилась на 4 %, але ліси розміщені нерівномірно і виконують, в основному, водоохоронні та санітарно-гігієнічні функції.

Згідно з народногосподарським значенням, місцезональними і функціями, які виконуються, та відповідно до норм лісового законодавства, прийнятих у більшості країн, ліси поділяють на три групи:

- ліси із захисною функцією – охорона водних ресурсів, протиерозійні ліси, лісозахисні смуги, ліси заповідників і національних парків, ліси, що мають санітарно-гігієнічне й оздоровче значення;

- ліси захисного й обмеженого експлуатаційного значення – лісові масиви в густо населених районах і місцевостях з обмеженими лісосировинними ресурсами;

- ліси експлуатаційні – тайга, тропічні ліси.

До лісів першої та другої груп застосовуються більш суворі режими лісокористування. Ліси, що є в Україні, належать саме до перших двох груп, у нас практично немає експлуатаційних лісів (за винятком невеликих площ у Карпатах).

Нині ліси інтенсивно експлуатуються, гинуть від промислових викидів і пожеж, часто недбайливого відведення земель під різного роду будівництво з наступною вирубкою лісу. Лише за останнє десятиріччя в Україні загинуло від промислових викидів 2,5 тис. га лісових насаджень, впливу радіаційного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС зазнали 3,3 млн га лісів. Вирубка лісового фонду перевищує його відновлення, бо процес відновлення лісу є довготривалим

(100-200 років). Обсяги сучасного захисного лісорозведення не забезпечують повного заліснення непридатних для сільськогосподарського виробництва земель. Велике занепокоєння викликає інтенсивна експлуатація лісів у Карпатському та Поліському регіонах, де зосереджені основні запаси експлуатаційної деревини. Великих збитків завдають лісові пожежі.

Охорона лісових ресурсів здійснюється у відповідності до Лісового кодексу України, а також природоохоронними державними постановами та директивними документами.

Охорона лісу – екологічний комплекс, який включає:

- протипожежну і санітарну охорону, а також охорону лісів від знищення та виснаження;
- систему попереджувальних, заборонних, право регулюючих та зобов'язуючих заходів експлуатації лісу;
- встановлення раціонального лісокористування та захист лісової рослинності від шкідливих впливів;
- створення захисних насаджень та зелених зон.

## **6.6. Рекультивація порушених земель**

В результаті антропогенної діяльності утворюються порушені землі, тобто такі, що втратили свою господарську цінність або стали джерелом негативного впливу на природне середовище. Найбільше порушення земель виникає внаслідок відкритих гірничодобувних робіт (кар'єри, відвали).

Згідно з існуючим законодавством, порушені землі підлягають рекультивації, тобто відновленню їх цінних властивостей (рис. 6.1).

Проведення рекультиваційних робіт є обов'язком тих гірничодобувних підприємств, які ці землі порушили, причому вартість рекультивації входить у собівартість одержаного вугілля, руди чи інших копалин.

Послідовність рекультиваційних робіт така: спочатку виконується технічна рекультивація, а потім біологічна.

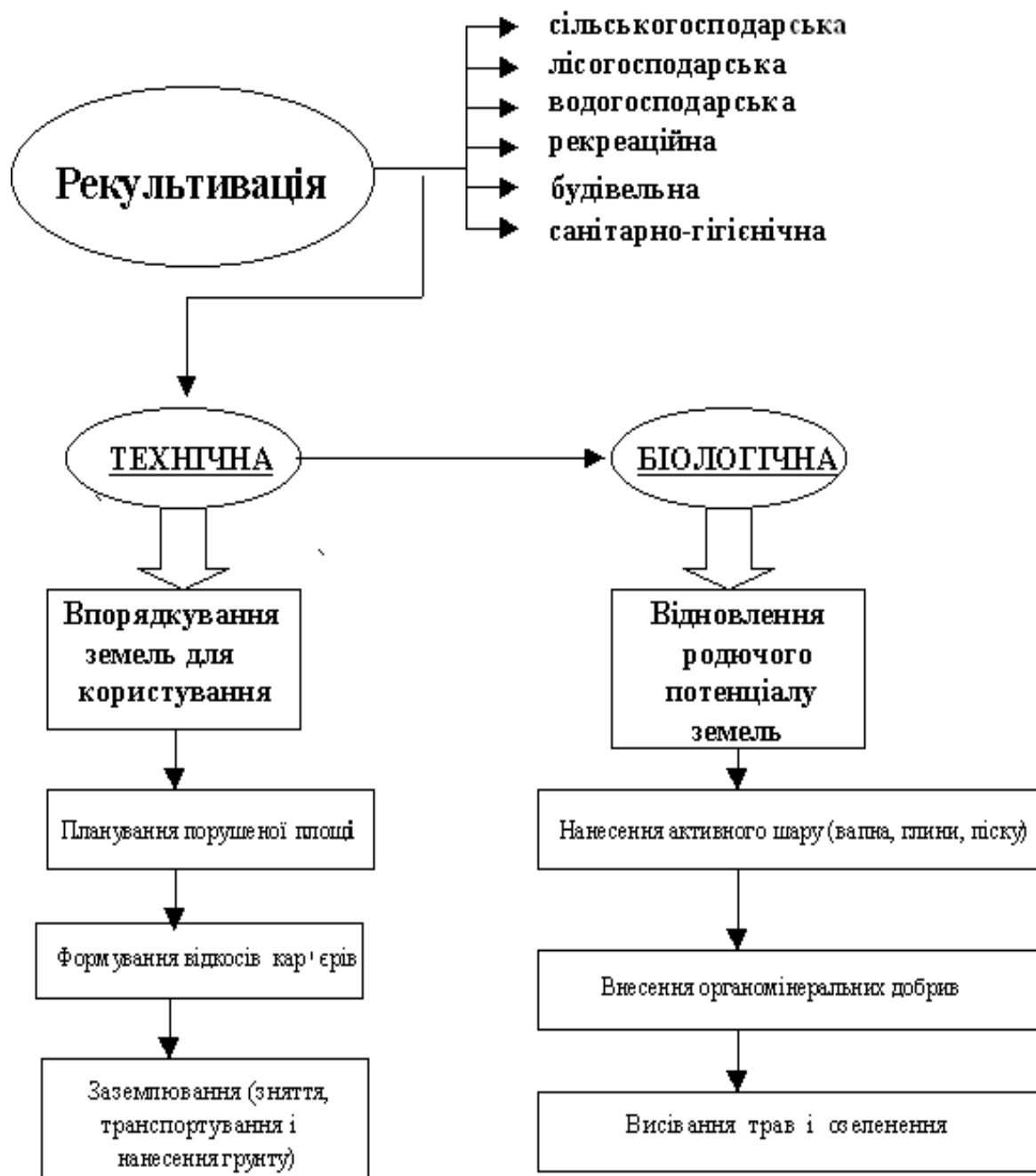


Рис. 6.1. Види та етапи рекультивациі землі

Технічна, або гірничотехнічна, рекультивация полягає в підготовці порушених земель для використання в народному господарстві. В залежності від того, як планується використовувати порушені землі, розрізняються такі види технічної рекультивациі:

- сільськогосподарська (підготовка земель до використання як сільськогосподарських угідь);
- лісогосподарська (підготовка земель під посадки лісу, лісопосадки);
- будівельна (підготовка земель до промислового і цивільного будівництва);
- водогосподарська (підготовка для створення на них водоймищ, зокрема для розведення риби);
- рекреаційна (підготовка земель під об'єкти відпочинку);
- санітарно-гігієнічна (консервування порушених земель, якщо їх рекультивація з іншою метою за якихось причин недоцільна).

Сільськогосподарська рекультивація є найдорожчим видом відновлення земель і здійснюється в районах розвинутого сільського господарства та сприятливих для нього кліматичних зонах на великих за площею відвалах або кар'єрах.

Лісогосподарська рекультивація здебільшого проводиться там, де є можливість відновити ділянки лісу з цінними породами дерев. Вартість її й вимоги до агрохімічних характеристик відновлюваних ґрунтів нижчі, ніж при сільськогосподарській рекультивації.

Водогосподарська рекультивація здійснюється у відпрацьованих кар'єрах, які часто заповнюються ґрунтовими водами.

Рекреаційна рекультивація проводиться неподалік від міст і великих населених пунктів з метою створення зон відпочинку для населення. Здебільшого вона поєднується з водогосподарською і лісогосподарською.

Санітарно-гігієнічна рекультивація застосовується до тих об'єктів, які й до порушення були непридатними для використання в народному господарстві, а також на таких ділянках, як шламосховища збагачувальних фабрик тощо. Мета цього виду рекультивації – консервація об'єктів, запобігання їх шкідливого впливу на навколишнє середовище (скажімо, щоб шламосховище не забруднювало повітря й підземні води шкідливими речовинами).

Під час технічної рекультивації виконуються такі роботи:

- планування поверхні порушеної землі;



- формування відкосів відвалів і бортів кар'єрів;
- зняття, перевезення, зберігання та повторне нанесення ґрунтів;
- будівництво доріг, гідротехнічних та меліоративних споруд.

Найскладніший вид гірничотехнічної рекультивації – рекультивація відвалів кар'єрів, шахт і гірничо-збагачувальних фабрик. При цьому вирівнюються відкоси відвалів і борти кар'єрів або їм надається терасовидний профіль, формуються похилі й горизонтальні поверхні. При плануванні відвалів під сільськогосподарські угіддя кути нахилу поверхні повинні становити не більше 1-3°, при лісогосподарській рекультивації – 3-5°. Після планування відвалів проходить період стабілізації (1-2 роки), коли під дією тяжіння й вологи відвальні породи ущільнюються. Шар ґрунту наноситься на поверхню спланованого відвалу лише після його стабілізації. При цьому, якщо відвальні породи містять шкідливі для рослин речовини (скажімо, сульфіди), то вони попередньо вкриваються шаром інертних порід (пісок, глина, шлак тощо), а родючий ґрунт наноситься зверху.

На відвалах, що рекультивуються, проводяться меліоративні роботи, метою яких є створення сприятливих гідрологічних умов у поверхневій товщині порід, запобігання шкідливого впливу на біологічні властивості ґрунту кислих, лужних чи солоних розчинів з підстилаючих непридатних (отруйних) порід, а також поліпшення агрохімічних властивостей малоприсадатних порід. Комплекс меліоративних заходів включає такі роботи, як дренаж, гідроізоляцію родючих ґрунтів від токсичних речовин тощо.

Біологічна рекультивація здійснюється після технічної й передбачає заходи, що сприяють поліпшенню фізичних і агрохімічних властивостей ґрунтів на рекультивованих землях. Залежно від конкретних умов проводяться вапнування, піскування чи глинування ґрунтів, вносяться мінеральні й органічні добрива, а також зола, шлаки чи, скажімо, стічні води, збагачені поживними речовинами.

Часто порушені території, зокрема кар'єри, після відповідної обробки стінок та дна використовують для створення водосховищ, ставків, засаджуючи береги деревами, чагарниками.

Іноді їх відводять (після засипання відвальними породами) під будівництво житлових будинків, спортивних майданчиків, складів тощо.

Рекультивацію земель включають у основні виробничі процеси. Підприємства, які порушують землі, зобов'язані після закінчення робіт привести їх до стану, придатного для використання в сільському, лісовому чи рибному господарстві.

### ***Контрольні питання***

1. Що являє собою земна кора?
2. Що таке ґрунт і в чому полягає його значення для життя на планеті?
3. Які основні напрямки використання ґрунтів?
4. Які існують напрямки використання надр Землі?
5. Які природні та антропогенні фактори негативно впливають на родючість ґрунтів?
6. В чому проявляються негативні наслідки хімізації сільського господарства?
7. В чому проявляються негативні наслідки зрошення і осушення земель?
8. Що є основним джерелом канцерогенного забруднення ґрунтів?
9. Що означає термін "гранично допустима концентрація речовин, що забруднюють ґрунти"?
10. За якими показниками визначається хімічне та бактеріальне забруднення ґрунту при його санітарній оцінці?
11. Які заходи передбачає раціональне землекористування?
12. Що таке меліорація та на які види вона поділяється?
13. З якими видами антропогенної діяльності пов'язані втрати земельних ресурсів?
14. З якими видами антропогенної діяльності пов'язані втрати лісових ресурсів?
15. Що розуміється під рекультивацією землі та які є види рекультивації?

## Тема 7. ОХОРОНА ФЛОРИ І ФАУНИ

### 7.1. Біологічне різноманіття та його багатофункціональне значення для планети

Збереження біологічного різноманіття (біофілія) – це глобальна проблема екології. Сьогодні ні в кого не викликає сумніву той факт, що тільки у випадку збереження біорізноманіття можливе стабільне функціонування біосфери і збереження життя на нашій планеті.

Україна, завдяки сприятливому географічному положенню в Середній Європі та різноманітним типам рівнинних, степових, лісостепових, лісових ландшафтів, а також гірських екосистем, відрізняється багатими за видовим складом флорою та фауною.

**Ландшафт** – територіальна система, яка складається з природних компонентів та комплексів, котрі взаємодіють між собою, і формується під впливом природних процесів. Під впливом антропогенних дій структура і зовнішній вид ландшафтів зазнають змін. Порушені ландшафти відновлювати надзвичайно важко, а інколи і неможливо.

Природа – не випадкове скупчення предметів і явищ, а цілісна система, яка розвивається за певними і лише їй властивими законами. Повітря і вода, рослинність і ґрунти, звірі й птахи та інші живі організми утворюють взаємозв'язану і взаємозумовлену світову біосферу, яка підтримує все живе і яка, незважаючи на могутню життєздатність, складається з надто уразливих систем, рівновага яких дуже легко порушується. Природні системи досить різноманітні, вони складаються з величезної кількості різноорганізованих, взаємозумовлених і взаємозамінних компонентів, які об'єднані безліччю прямих і зворотних зв'язків. У природі нема нічого постійного, в ній все рухається, розвивається і змінюється. Розвиток завжди йде від простого до складного, але не по замкненому колу, а по висхідній спіралі.

На думку багатьох вчених, світ організований у вигляді ланцюжка, що складається з ланок зростаючої складності. Ця послідовність починається з елементарних частинок, з яких

складається атом, йде до молекул, клітин і поширюється до складних індивідуумів (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Рівні організації органічного світу

<b>Р і в е н ь</b>
Молекулярний (елементарні частинки, атоми, молекули)
Субклітинний (протоплазма)
Клітинний (клітини)
Тканинний (тканини)
Органовий (органи)
Організмий (організми)
Популяційно-видовий (популяції, види)
Біоценотичний (біоценози, екосистеми)
Біосферно-глобальний (біосфера)

Сфера екології

Одиниці одного рівня організації є частинками, з яких утворюється наступний вищий рівень. Молекули, об'єднуючись, утворюють клітини, клітини утворюють тканини і органи, які в свою чергу утворюють багатоклітинні організми, організми утворюють надорганізміві системи: види, популяції, біоценози, біогеоценози. Кожен організм, з однієї сторони, складається з одиниць підпорядкованих йому рівнів організації (органів, клітин, молекул), з іншої – сам є одиницею, що входить до складу надорганізмівих біологічних макросистем (популяцій, видів, біоценозів, екосистем, біосфери).

**Флора** – сукупність видів рослин, що історично склались, які ростуть в будь-якій місцевості або на Землі в цілому. Флора земної кулі налічує 250-300 тис. видів судинних рослин, в тому числі 15 тис. папоротникових та 25 тис. мохоподібних. Кожен вид має свою територію поширення.

Флористично найбагатші райони України – Крим (2200 видів – 240 ендемів), Карпати (2012 видів – 92 ендеми), Полісся (1403 види), Кременецькі гори на Поділлі, Донецький кряж у степовій зоні. У всіх цих регіонах і, передусім, в

індустріальних районах, існує небезпека зникання рослин внаслідок техногенного впливу. З метою збереження фітогенофонду в Червону книгу України занесене понад 450 видів квіткових і вищих спорових рослин (10 % флори), 28 – мохоподібних, 27 – лишайників, 17 – водоростей, 30 видів грибів.

Незважаючи на багатий видовий склад, лісові ресурси України обмежені. Площа лісового фонду складає близько 10 млн га, лісистість усього 14,3 % (проти 37 % у колишньому Радянському Союзі та 29% у світі). На одного жителя держави припадає всього 0,2 га лісу. У флорі України відомо понад 100 видів (крім родини злакових) квіткових рослин, плоди і насіння яких споживаються людиною. Серед них рідкісними є виноград лісовий, берека та інші, які потребують ретельної охорони.

**Фауна** – сукупність видів живих організмів, котрі мешкають у певній місцевості або на Землі в цілому. Фауна в процесі еволюції постійно зазнає змін. Вона характеризується кількістю видів тварин, які спільно об'єднані територією поширення (ареалом), ступенем її своєрідності (ендемізмом). На жаль, антропогенний вплив на фауну призводить до зникнення окремих видів живих організмів. Види, які зникають, заносяться в Червону книгу і для них створюються особливі умови існування.

Організми, які фото- та хемосинтезом накопичують потенційну енергію у виді органічних речовин, утворених з мінеральних речовин, починають собою ланцюги живлення, тобто сопідлеглі ряди організмів. В такому ряді одні організми є кормом для інших, а їх в свою чергу поїдають треті.

Ланцюги живлення утворюють послідовність ієрархічних рівнів, розпочатих рівнем утворення органічної рослинної продукції, за яким іде декілька рівнів споживання (див. рис. 7.1).

На всіх рівнях життя спостерігається певна впорядкованість, обмін речовин, енергії, інформації та ін. Завдяки обміну речовин та енергії встановлюється єдність живого з середовищем.

Значення рослинності як автотрофного блоку біосфери було екологічно важливим протягом усіх геологічних періодів її еволюції. З еволюційної та біохімічної точок зору найбільш характерною рисою зелених рослин є те, що вони для свого існування самі створюють сприятливе екологічне середовище.

Завдяки фотосинтезу зелених рослин первинна атмосфера, що виникла під впливом вулканічних вивержень, збагачувалась на кисень і збіднювалась на вуглекислий газ, внаслідок чого створились сприятливі екологічні умови для еволюції нових форм органічного життя.

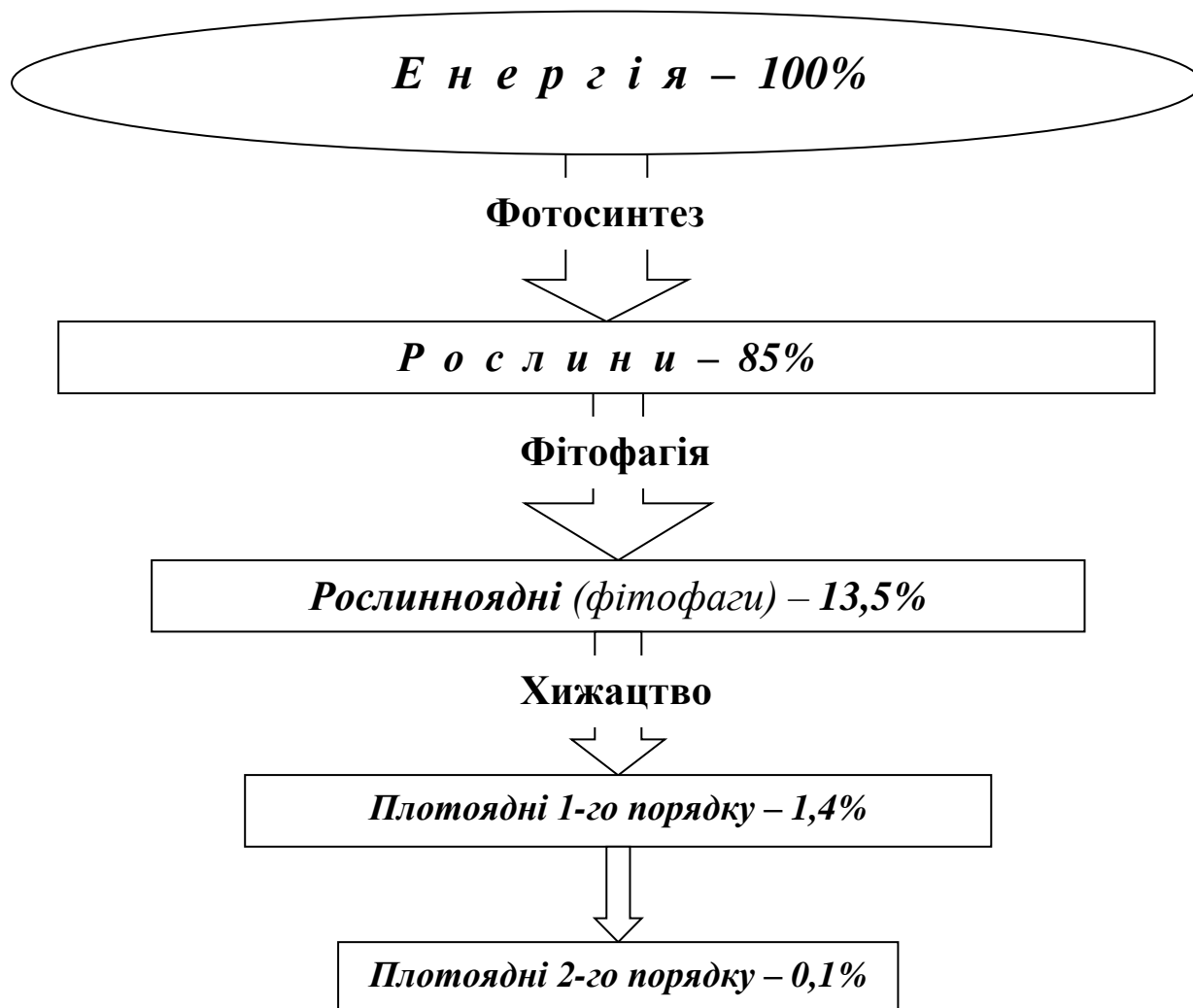


Рис. 7.1. Харчовий ланцюг та енергетична піраміда.

## 7.2. Флора та заходи щодо її захисту

Біосферна функція рослинного світу безпосередньо зв'язана з еволюцією біосфери та підтриманням її організованості.

Космічна функція зелених рослин полягає в тому, що вони, трансформуючи променеву енергію Сонця, є сполучною енергетичною ланкою між Космосом і Землею.

«Газова» функція зелених рослин мала вирішальне екологічне значення для зміни фізичного стану земної оболонки й одночасно для покращення життєвих умов на суходолі, в гідросфері, атмосфері.

Змінюючи газове середовище у біосфері, зелені рослини впливали таким чином на еволюцію нових систематичних груп органічного світу. Наприклад, у кам'яновугільному періоді багата наземна рослинність сприяла акумуляції вуглецю в осадових відкладах і, змінюючи киснево-вуглекислий баланс повітряного басейну, створювала сприятливі умови для подальшої еволюції органічного світу.

Газові функції, які виконує рослинний покрив, життєво важливі у наш час у планетарному масштабі у зв'язку з порушенням хімічного складу атмосфери внаслідок спалювання енергетичної сировини органічного походження. Без глобальних газових функцій зелених рослин і, в першу чергу, тропічних та тайгових лісів, а також поверхні Світового океану неможливе підтримання киснево-вуглекислого балансу в біосфері.

Як автотрофи біосфери, зелені рослини шляхом фотосинтезу утворюють органічні сполуки з неорганічних, забезпечують людину харчовими продуктами, промисловість – рослинною сировиною, а тваринний світ кормовими продуктами.

Незамінна у біосфері ґрунтоутворююча функція рослин, зокрема лісових формацій – найпоширенішого і найдавнішого типу материкової рослинності, що сформувався ще в палеогеновому періоді. Як відмічає відомий ґрунтознавець В.О. Ковда, ґрунтовий покрив є загальнопланетарним акумулятором органічної речовини й унікальним екраном, що затримує найважливіші хімічні елементи – азот, фосфор, калій, кальцій, запобігаючи вилугуванню їх. Про цю функцію рослинності слід пам'ятати в районах, де активно проходить процес денатуралізації ландшафтів внаслідок антропогенних змін рослинного покриву, а також в індустріальних районах, де промислові викиди погіршують структуру ґрунтів і знижують їх родючість.

Біогенетичне значення рослинного світу виявляється у тому, що завдяки його екологічній ролі у біосфері, трофічним зв'язкам в екосистемах він сприяв еволюції гетеротрофного компонента.

Так птахи, ссавці, численні групи комах могли поширитися у біосфері лише після масового розвитку квіткових рослин з властивими їм морфологічно різноманітними квітками, суцвіттями та біохімічно різними плодами.

Основне економічне значення рослинного світу полягає у продукуванні харчової, кормової та технічної сировини. Проте слід відзначити, що незважаючи на тривалий агрокультурний період, який нараховує понад 10 тис. років, людина ще далеко не повністю освоїла для своїх потреб світовий генофонд рослин.

Основними причинами збіднення генофонду флори є:

- монокультурне сільське господарство;
- зміна природних ландшафтів в результаті підвищеного антропогенного (техногенного – хімічне, радіоактивне, масове знищення тропічних лісів та ін.) впливу;
- знищення ендемів і реліктів (відсутність дійової охорони);
- перевантаження лісових масивів відпочиваючими, з їх дикунським ставленням до природи;
- винищення рідкісних лікарських рослин, ягід, грибів, вирубування дерев;
- спричинені людьми пожежі;
- хибна оцінка ролі боліт, важливого гідрологічного і кліматичного регулятора та біоти рідкісних та цінних видів рослин, їх масове науково не обґрунтоване осушення;
- велика розораність степів (екстенсивне господарювання, інтенсивне випасання худоби, неправильна меліорація, переущільнення важкою технікою, перехімізація та ін.);
- відсутність ефективного державного контролю за охороною, захистом, використанням та відтворенням флори.

У практиці рослинництва на сьогодні використовується лише близько 2500 видів вищих рослин, тобто менше 1% видового складу цього відділу. На основній частині сільськогосподарських угідь культивується 25-30 важливих харчових і технічних видів рослин. За даними Міжнародної комісії з навколишнього середовища і розвитку в Європі, зараз із кожних 100 видів рослин в полі зору вчених, зайнятих активним дослідженням їх, є лише один вид. Практично лише в останні десятиліття людина стала



використовувати в промислових масштабах рослинні ресурси Світового океану та нижчих рослин.

Одним з найбільш виразних у наш час проявів техногенного впливу людини на довкілля є активний процес змінення природних ландшафтів. Він стає причиною небажаних кількісних і якісних змін у структурі рослинного покриву, збідніння видового складу флори і фауни та порушення функцій природних екосистем. Протягом агрокультурного періоду людина змінила природний біогеоценотичний покрив на 55 % площі суші. Площа повністю деградованих земель (еродовані, засолені й заболочені землі, занедбані гірські розробки тощо), становить у світі 4,5 млн км<sup>2</sup> або 3 % площ суші. Така критична екологічна ситуація створює небезпеку еволюційного зниження потенціалу земної біоти, отже загрожує нормальному функціонуванню біосфери як планетарної екосистеми.

Радикальні зміни у структурі природних ландшафтів та рослинного покриву відбулися і в Україні. Нині на Поліссі, територія якого складає 19% території України, природна рослинність збереглась на площі близько 50 % (лісом покрито лише 29 %). В лісостепу, площа якого становить 41 % території України природна рослинність займає 16% території (13 % – ліси, 2 % – луки і 1 % – степові екосистеми і болота). У степовій зоні, що займає 40% території України, 80% земель розорано. Лісистість становить тут лише 4 %. Степові фітоценози в цій зоні збереглися лише в заповідниках (Асканія-Нова, Кам'яні Могили, Хомутовський степ), старих ярах і балках.

Україна визначається багатою за видовим складом рослинністю. За даними ботаніків у республіці росте понад 5000 квіткових і вищих спорових рослин, що становить третю частину флори всієї Європи. На території України відомо близько 400 ендемів і субендемів, які за її межами не ростуть або ж трапляються зрідка (ендеми – види, роди, поширення яких обмежене певною територією). Тому проблема охорони генофонду флори України має не лише національне, а й загальноєвропейське значення і вимагає спеціальних екологічних та організаційних заходів.

Причини рідкості (раритетності) флори можуть бути як природні, так і антропогенні. Проте природні причини, такі як

реліктовість, не є для них небезпечними, бо даний процес відбувається у природі дуже повільно, а стихійні явища трапляються періодично (релікти – рослинні і тваринні організми, що залишились на певній території і збереглися з минулих геологічних періодів). Значно небезпечнішими є антропогенні, а перед усім техногенні причини. Серед них особливо загрозливим є хімічне і радіоактивне забруднення, яке порушує генетичну структуру біологічних видів.

У зв'язку з існуючою небезпекою зникання рідкісних в Україні видів рослин, важливою природоохоронною проблемою є забезпечення системи заходів їх збереження. Насамперед, слід передбачити надійну охорону ендемів і реліктів. Такими рідкісними ендемами є Подільський ендем відказник татарниколистий та Східно-Карпатський ендем астрагал, відомий з Свідовецьких гір. З реліктів абсолютній охороні підлягає поширений в Криму та Карпатах тис ягідний, що включений у Червону книгу Світу, реліктами є клокичка периста, що трапляється поодинокі в лісостепових ландшафтах і має лікувальне значення, сосна кедрова європейська, що збереглась в Чорногорії та Карпатах, тощо.

З генетичної та народногосподарської точок зору дуже важливо забезпечити охорону диких родичів культурних рослин, які є цінним генофондом для покращання генетичної структури плодових дерев і чагарників, сільськогосподарських рослин. Сучасні методи селекції спрямовані на максималізацію продуктивності нових сортів, у зв'язку з чим їхня генетична основа звузилася до критичного рівня, внаслідок чого вони втрачають імунітет до різних захворювань. Стійкі до захворювань дикі предки культурних рослин, що збереглися у природних умовах, є генетичним фондом для покращання культурних сортів.

Таке ж значення мають для людини ресурси лікарських рослин. Не зважаючи на сучасні досягнення біохімії, у фармацевтичній промисловості й зараз близько 50 % усіх ліків одержують з лікарської сировини рослинного і тваринного походження. В Україні найбагатшими на лікарські рослини, що використовуються у офіційній фармакології та народній

медицині, є Карпати, Крим, Волино-Поділля, Полісся, Донецький край.

У збереженні природного середовища людини (як середовища її існування) від забруднення внаслідок антропогенної дії і зниження її негативного впливу важливу роль відіграють рослини. Вони покращують якість навколишнього середовища, осаджують і поглинають пил, токсичні речовини, радіонукліди, збагачують атмосферу фітонцидами й легкими іонами. Підраховано, що 1 га ялинового лісу поглинає з повітря 32 т пилу, соснового – 35, букового – 65. Ліс здатний очистити атмосферу від радіоактивного забруднення.

Слід особливо відзначити здатність деяких рослин поглинати певні забруднювачі. Так, тополя чорна поглинає феноли й ціаніди, акація біла – ціаніди, кінський каштан – сполуки свинцю, бузок звичайний – піридини. Липа дрібнолиста, шовковиця біла, клен, каштан звичайний, дуб звичайний очищують повітря від сполук, що містять сірководень.

Леткі фітонциди рослин знижують концентрацію оксиду вуглецю в атмосфері на 10 – 30, оксиду сірки – на 50 – 74, оксидів азоту – на 15 – 35 %. Фітонциди гальмують ріст мікроорганізмів, знищують ряд патогенних бактерій і вірусів, згубних для ряду шкідливих комах, грибків і водоростей.

З давніх-давен відомо, що сосновий ліс оздоровче діє на людину (особливо корисний для хворих на легені і при захворюванні верхніх дихальних шляхів). З хвойних дерев учені отримали препарат, який згубно діє на збудників дизентерії і коклюшу.

Майже всю територію України (крім Причорнобильської зони) можна вважати санаторно-курортним регіоном. Найбільш сприятливим для відпочинку є ліс. Відпочинок у лісі, особливо в гірському, сприяє зростанню фізичних можливостей людини, запобігає серцево-судинним захворюванням, захворюванням органів кровотворення, неврозам, стабілізує роботу органів опорно-рухового апарату. Рекреаційні ресурси є передумовою відтворення фізичних і духовних сил людини, затрачених у процесі праці.

Рослини повинні стати найважливішим засобом боротьби із забрудненням і сприяти оздоровленню середовища в містах.

Вони не тільки дають кисень, але й служать відмінним пилозахисним і протишумовим екраном. На озеленених територіях запилюваність повітря знижується на 40, а рівень шуму – на 20 %.

Зелені насадження впливають на психофізіологічний стан людини. Як показали дослідження останніх років, психічний і фізичний стани людини пов'язані між собою значно сильніше, ніж вважали раніше. У жовтні 1995 р. в фінському місті Еспо відбувся Міжнародний конгрес медиків, де було показано, що багато фізичних захворювань мають у своїй основі психічні фактори. Пригнічений стан психіки хворого негативно відбивається на здатності організму протистояти різним хворобам. Помітили, наприклад, сильний вплив психічного фактора на перебіг такої небезпечної хвороби, як СНІД. Люди, фізичне здоров'я яких має якийсь психічний розлад, одужують не так швидко, й одужання ніколи не буває повним.

Різноманітні декоративні властивості рослин формують художнє середовище, яке викликає позитивні емоції в людини, заспокійливо впливає на нервову систему її. Здавна відома цілюща дія багатьох запахів. Запахи ароматичних рослин заспокоюють, можуть викликати глибокий сон, вилікувати, але не виключена подразнююча дія і навіть смерть. Але не тільки запахи, але й відвари, екстракти, порошки, мазі та інші лікарські засоби з рослин використовує як народна, так і наукова медицина (фітотерапія). У сучасному каталозі лікарських засобів препарати рослинного походження складають 50 % і мають тенденцію до збільшення. Більшість таких препаратів поєднує в собі велику терапевтичну ефективність з відсутністю побічних ефектів для організму. На жаль, величезні багатства України в цьому плані використовуються недостатньо. Прикладом можуть бути дикі плодови, ягідні й горіхові рослини, що дають цінну лікарську сировину й харчові продукти, їх використання в Україні має фрагментарний характер.

Один із найвидатніших екологів сучасності Ю. Одум сказав: «Тепер збереження цивілізації залежить від наших знань про природу та розумних дій, спрямованих на збереження та покращання навколишнього середовища через гармонійне, а не руйнівне втручання». З цим не можна не погодитися.

Однією з глобальних проблем сучасності є повальне знищення лісів на нашій планеті. З найбільшим розмахом ліси знищуються у тропічному поясі. Пояснюється це економічними причинами. Господарі лісових масивів країн, що розвиваються й основним видом експорту яких є сировина (ліс), вивозять його в промислово розвинуті країни. Зменшуються площі лісів при містобудуванні, прокладанні доріг та інших комунікацій. Якщо на початку ХХ століття тропічні ліси займали 24,5 млн км<sup>2</sup>, то зараз вони скоротились до 10 млн км<sup>2</sup>. Територія, що звільнилась, використовується під пасовища (3,5 млн км<sup>2</sup>), орні землі (8 млн км<sup>2</sup>) і 3 млн км<sup>2</sup> – під перелоговим землеробством. У цілому на планеті за ХХ сторіччя площі під лісами скоротилися більше, ніж у 2 рази (з 16 до 7 % від площі суші). У деяких країнах цей процес йде ще швидше (Бразилія, Індонезія, Таїланд). Людство непокоять наслідки знищення лісових масивів, але воно планомірно, із завидною впертістю руйнує «легені» планети, основний генератор кисню, небачену за масштабами комору органіки. Основних успіхів у цьому сумному експерименті досягли Африка і Південна Америка. Знищення тропічних лісів означає одночасно зубожіння і деградацію тропічних екосистем, на відновлення яких природі на відміну від інших екосистем, потрібні будуть мільйони років. Ці системи відрізняються величезним біорізноманіттям. Так наприклад, у долині Амазонки на сьогодні виявлено 1,7 млн видів рослин і тварин.

Знищення лісів веде до зміни ландшафтів, супроводжується негативними змінами клімату, посиленням ерозії, змивами ґрунтів. Виникають величезні пустелі, міліють ріки, знижується рівень ґрунтових вод, переслідують спустошувальні засухи.

Лісові запаси України дуже обмежені. Можливості промислової заготівлі лісу незначні. Незважаючи на це, в останні роки у зв'язку з обмеженим ввозом лісу з Росії знищення лісів в Україні набуло небезпечного характеру. Зазнали сильної вирубки острівні діброви в Одеській області. Під загрозою знищення знаменита Савраньська діброва на березі Південного Бугу (площа понад 9 тис. га). Ведеться інтенсивна заготівля лісу в Закарпатті (в тому числі вирубуються гірські діброви) та в інших областях. Наслідки такого «господарювання» для України можуть бути дуже сумними.

Основними заходами захисту лісів є такі:

- раціональне (з урахуванням екологічної ситуації) обмежене їх вирубування;
- висаджування нового лісу на місці вирубаного;
- повна переробка деревини й супутньої сировини з метою збільшення виходу продукції з одиниці площі;
- раціональне збереження ягідних, кормових, лікарських, технічних рослин;
- проведення селекції та насінєвих дослідів для створення видів лісової флори, продуктивніших і стійких до хвороб і забруднень середовища;
- створення лісозахисних і водоохоронних лісосмуг, рекреаційних і заповідних лісових і лісопаркових зон та масивів;
- боротьба з кислотними дощами;
- підвищення рівня екологічної освіти та виховання свідомого ставлення населення до лісу.

Особливу групу флори становлять агроценози. Це площі, зайняті культурними рослинами, тобто тими їх видами, що культивуються людиною. Кількість цих рослин не перевищує 1500 видів, але на Землі вони займають велику площу – 1,5 млрд га. Культурні рослини – це молода група видів, їх вік становить усього 2,5-4 тис. років (жито, овес, буряк). А такі культури, як каучуконос гівея, хінне дерево, обліпіха та інші – зовсім молоді, вони були окультурені кілька сотень років тому. Агроценози – це досить вразливі ділянки Землі. Величезні площі, зайняті монокультурами, роблять їх вразливими для хвороб і шкідників через генетичну одноманітність; монокультури також сильно виснажують ґрунти, сприяють пере забрудненню їх хімікатами й продуктами життєдіяльності рослин.

Рослинний світ (флора) дуже чутливо реагує на зміни екологічних факторів і є чітким показником обсягу антропогенного впливу на природу. Рослини – найбільш незахищені перед діяльністю людини, й з урахуванням сучасного стану біосфери їх охорона стала важливим комплексним завданням. У 1948 р. при ООН було створено спеціальну постійну Комісію з питань охорони зникаючих видів рослин і тварин, а згодом – Міжнародну Червону книгу, куди заносяться всі рослини та тварини, яким загрожує вимирання (по Україні 800 видів рослин і тварин).

### **7.3. Фауна та її значення. Причини збіднення генофонду наземних і водних тварин**

Тваринний світ, як гетеротрофний блок природних екосистем, також має важливе біосферне значення, як і рослинний світ. Завдяки трофічним взаємозв'язкам з цим автотрофним блоком та геохімічній ролі живої речовини у природі відбувається кругообіг речовин і потік енергії, забезпечується біоенергетична основа нормального ходу еволюційного процесу. Для його підтримання потрібно зберегти різноманітність рослинного і тваринного світу та відповідні екологічні умови для всіх форм органічного життя.

Тваринний світ - це також важливий природний ресурс. Як і рослинний світ, він має багатогранне значення у природі і народному господарстві. Проте темпи розмноження тварин, накопичення їх біомаси значно повільніші ніж у рослин. Біомаса тварин становить 2 % всієї біомаси у біосфері. Особливо повільні темпи розмноження великих хребетних тварин. Тому масштаби використання їхніх ресурсів не повинні перевищувати темпів відтворення популяції. У світі зараз описано понад 1,5 млн видів фауни, з яких хребетних лише 50 тис. видів (таксонів). Найбільшою видовою різноманітністю відзначається ентомофауна, яка нараховує понад 1 млн видів комах. Дуже бідний клас ссавців, що включає лише 3500 видів (таксонів). Завдяки важливому харчовому значенню багатьох видів ссавців вони, як і птахи, зазнали найбільших втрат протягом історичного часу. Щодо кількості особин орієнтовні дані є тільки відносно птахів і ссавців. Птахів на Землі приблизно 100 млрд, а ссавців 2-3 млрд, але багато видів нечисленні – кілька тисяч або навіть сотень особин. Внаслідок природної катастрофи чи непередбачливої діяльності людини вони можуть зникнути назавжди.

З біосферної точки зору всі види фауни корисні тому, що шляхом еволюції не могли виникнути шкідливі або зайві для природи види. Кожен вид у природі “потрібний” і залежно від його еколого-біологічних властивостей займає відповідну екологічну нішу. Поділ деяких видів тварин на такі категорії, як “шкідливі” і “нешкідливі”, “корисні” і “некорисні”, зробила людина, виходячи з своїх власних господарських міркувань, а не з еколого-біологічних чи біосферних позицій. Наприклад, деякі

хижі тварини (дикий кіт, вовк, лисиця, орел, гриф тощо), що відомі як шкідники, часто бувають не тільки корисними, а й необхідними компонентами природних екосистем, бо виступають як регулятори чисельності популяцій та їхні санітари, або ж є необхідними проміжними ланками в ланцюгах живлення.

Дикі тварини мають велику наукову, культурну та матеріальну цінність, а саме – вони дають хутро, м'ясо, лікарську і технічну сировину, племінний матеріал для звіринництва (одомашнення, покращання порід свійської худоби), зооекспорту. Тварини є засобом боротьби з шкідливими видами фауни і флори, об'єктом наукових досліджень, конструктивні особливості тіла тварин використовують для моделювання механічних пристроїв.

Найбільш інтенсивним використанням дикої фауни є одомашнення. Можливості його ще аж ніяк не вичерпані. Одомашнених видів не так і багато, тепер ведуться роботи з одомашнення деяких антилоп (зокрема, в Асканії-Новій), мускусного вівцебика, лося, окремих видів птахів (дрофи, глухаря, куріпки, перепелиці).

У медицині здавна існує поняття – зоотерапія. Ще за часів Гіппократа деякі захворювання нервової системи лікували співом птахів. Візуальний контакт з тваринами на лісовій чи польовій стежці позитивно впливає на функціонування організму людини, нормалізує діяльність серцево-судинної та інших систем. У домі, де є собака чи кіт, хворі одужують швидше, зменшується можливість повторного інсульту, інфаркту.

Тварини сприяють утворенню ґрунту, запиленню та поширенню рослин, розкладу органічних решток. Дикий кабан щороку “переорює” до 4 га землі. Кроти на гектарі лісу за рік переміщують з глибини 10-40 см на поверхню майже 20 т ґрунту. Дощові черв'яки, що живуть на площі 1 га (на 1 м<sup>2</sup> їх можна нарахувати до 430 шт.), викидають у вигляді екскрементів за рік 10-30 т землі (біогумусу).

Комахи запилюють до 80% всіх квіткових рослин, є поживою для багатьох тварин. Велике господарське значення мають бджоли, шовкопряди. Бджільництво є давнім і престижним заняттям українців. Бджіл наші предки завжди цінували і оберігали, мед і віск були істотною статтею експорту давньої України-Русі.



За даними Міжнародного союзу охорони природи і природних ресурсів, у Червону книгу Світу зараз включено 1036 видів хребетних тварин (193 види риб, 138 видів амфібій і плазунів, 40 видів птахів, 305 видів ссавців).

На жаль, ще дуже мало відомо про негативний вплив техногенного забруднення на генофонд безхребетних тварин та грибів, зокрема на ґрунтові і водні мікроорганізми, біогеохімічна роль яких важлива і незамінна у трофічних ланцюгах між автотрофними і гетеротрофними блоками екосистем, у забезпеченні кругообігу речовин і потоків енергії, у складному ґрунтоутворюючому процесі. Екологи дослідили, що на 1 га широколистяного лісу живе до 2,5 млн дощових черв'яків, 6 млн комах, близько 400 млн кліщів і ногохвісток загальною біомасою до 2 тис. кг/га. Ще Ч. Дарвін довів важливе ґрунтотворче значення ґрунтової фауни. Кислі дощі та інші види хімічного забруднення шкідливо впливають на життєздатність цих організмів, що знижує мікробіологічну діяльність у літосфері, а отже і потенційну родючість ґрунтів. Тому системою природоохоронних законів слід охоплювати і ці групи організмів.

Завдяки різноманітним лісовим, лісостеповим та степовим ландшафтам, наявності розгалуженої мережі рік, значної кількості озер та сприятливим умовам, фауна України відзначається значним видовим багатством. За даними зоологів, тваринний світ України нараховує 44800 видів (включаючи прибережні акваторії Чорного і Азовського морів). З них 98,5 % припадає на безхребетних тварин і лише 1,5 % – на хребетних. Серед безхребетних налічується близько 20 тис. видів комах. Хребетних на Україні близько 800 видів, у тому числі ссавців – 108 видів, птахів – 367, рептилій – 21, земноводних – 17, риб – понад 250, інших – 12 видів. До фауністично найбагатших і зоогеографічно найцікавіших регіонів України належать Крим, Полісся та Карпати. Так у Карпатському регіоні площею 37 тис. км<sup>2</sup> (6,1 % території України) зосереджено половина видів хребетних тварин. Там відомо 53 види прісноводних риб та круглоротих, 16 видів земноводних, 11 – плазунів, 180 – птахів, 74 види ссавців. Тому цей регіон має особливе екологічне значення для збереження генофонду тваринного світу.

### ***7.3.1. Причини збіднення генофонду наземної фауни***

Незважаючи на сприятливі природні умови для різних видів фауни з кінця ХІХ ст., у зв'язку з інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва, зменшуються площі лісів та цілинних степів, у результаті рідкісними стають такі види птахів, як степовий орел, беркут, стрепет, дрофа.

У наш час основними причинами збіднення генофонду тваринного світу є техногенні зміни в природному середовищі – хімічне і фізичне забруднення, меліорація заболочених угідь, монокультурне лісове і сільське господарство та інші форми антропогенної трансформації ландшафтів. Але зміна місць існування на різних тварин впливає по-різному. Для одних видів воно може виявитись сприятливим, як, наприклад, створення каскаду Дніпровських водосховищ для водоплавних птахів, інші види залишають змінену територію: при вирубці лісу зникають глухарі, при розорюванні степу – дрофи, степові журавлі. Загалом, внаслідок руйнування місць існування приблизно 80 % видів знаходяться в критичному стані.

Інші причини зменшення чисельності та вимирання тварин – браконьєрство, надмірне добування декоративних видів, зокрема гарних метеликів і жуків, навмисне знищення при добуванні інших видів, знищення з метою захисту сільськогосподарських чи промислових об'єктів (серед таких тварин – хижі птахи), виловлювання для досліджень у лабораторіях, а також для одержання лікувальної сировини (земноводні, плазуни).

У Червону книгу України включено понад 100 видів рідкісних і зникаючих хребетних і безхребетних тварин. Екологічний стан багатьох з них дуже критичний. На території нашої країни гніздиться лише 80-90 пар дроф, по кілька пар стрепетів, орланів, орланів-могильників, чорних грифів. Відомо лише 30 пар пугачів та 200 пар чорних лелек. У Карпатах під загрозою зникнення перебувають популяції видри, лісового kota, глухаря, тетерева.

### ***7.3.2. Причини збіднення генофонду водної фауни***

Моря, ріки, озера та інші водойми є середовищем проживання водної фауни. Причин зменшення її чисельності у наш час чимало, зокрема такі:

- нераціональне ведення рибного промислу, перепромисел. Вилучена частина популяції не поповнюється шляхом природного відтворення. Перепромисел виявляють за зменшенням середньої маси добутих екземплярів і зниженням обсягу добування;

- забруднення водоймищ. Промислові стоки викликають зменшення кисню у воді, нафтова плівка на поверхні води перешкоджає газообміну між водою і атмосферою. Річковий мул, осідаючи на дно водосховища, робить його непридатним для нересту;

- гідротехнічне будівництво. Водний режим річок перебиває риbam шлях до місць нересту, зменшує територію нерестилищ. Частина молоді риб гине в зрошувальних системах.

Україна має значні площі водних акваторій. Її Південь омивають Чорне та Азовське моря. Площа великих водосховищ перевищує 700 тис. га, ставків – 200, озер – 80 тис. га. Кількість річок довжиною понад 10 км перевищує 4000 тисяч. Щороку тільки у внутрішніх водоймищах виловлюють 200-250 ц риби, але загалом рибні запаси, особливо останнім часом, значно зменшились, що пов'язано з майже суцільним забрудненням водоймищ, зміною у зв'язку з цим їхнього фізичного, хімічного та біологічного режиму. Стічні води підприємств, хімікати, що змиваються з полів і городів, викликають масову загибель або ж поступове отруєння риб, зменшення кількості безхребетних, які є кормом для риб. Масова загибель риби спостерігається, наприклад, при потраплянні у воду сульфатної пульпи від целюлозних та паперових підприємств. Через забруднення водоймищ та річок нафтою щороку гине більше 100 тис. качок. Нафта склеює пера птахів, знижує терморегулюючу здатність їх, з тіла птаха потрапляє на яйцекладку і яйця гинуть.

З метою охорони і раціонального використання ресурсів водних тварин встановлюють рибоохоронні зони, обмежують виловлювання особливо цінних видів, греблі на водоймах обладнують рибоходами і рибопідйомниками, здійснюють біологічну меліорацію водоймищ, регулюють терміни та способи вилову.

#### 7.4. Заходи щодо захисту тваринного світу

Зоологи багато роблять для збереження рідкісних видів фауни. За останнє десятиріччя врятовано і поширено ареал таких видів як бобер, лось, бабак, лебідь шипун, велика і мала білі чаплі. Позитивні результати дала акліматизація в південних областях України далекосхідного плямистого оленя, що став цінним мисливським видом. Успішно реінтродуковано на Волинь, в Прикарпаття та Буковину зубрів, популяція яких нараховує вже понад 500 особин. Оленя розселено в 17 областях України, кабана – в 11, зайця – в 9, бобра – в 8, ондатру – у 6, білку – в Одеській та Херсонській областях, куріпку – в лісостепових та південних областях. Практикують штучне розведення окремих видів, зокрема качок і фазанів. Створено умови для акліматизації окремих видів, зокрема у внутрішніх водоймищах успішно акліматизовано великих рослиноїдних риб з Далекого Сходу: товстолобика та білого амура. Ці види швидко досягають товарної маси, харчуючись водною рослинністю, перешкоджають заростанню і “цвітінню” водоймищ.

Найбільш надійну охорону зникаючих видів тварин можна забезпечити в системі державного природно-заповідного фонду – в державних заповідниках і фауністичних заказниках, національних парках, заказно-мисливських господарствах. Так, у Чорноморському біосферному заповіднику (60 тис. га) охороняється 385 видів тварин, з яких 40 видів занесені у Червону книгу України. Із 280 видів птахів половина гніздиться тут. До 25000 особин збільшилась популяція зимуючих лебедів. Згідно з Рамсарською конвенцією, заповідник включено до списку екосистем водоплавних птахів міжнародного значення.

З природоохоронних та екологічних міркувань важливо покращити екологічну ситуацію в урочищах поширення мисливських тварин. В Україні мисливство має давню історію і традиції. У фауні України зараз нараховується майже сорок видів мисливських звірів і понад 70 видів мисливських птахів. Площа мисливських угідь перевищує 50 млн га. З метою збільшення в них поголів'я мисливських звірів і птахів потрібно організувати спеціалізовані господарства на екологічних засадах. Дику фауну потрібно забезпечувати кормами, створювати сприятливі умови для її розмноження, слідкувати за її належним санітарним станом та організувати належну охорону від

браконьєрів. Обґрунтовуючи з екологічних позицій охорону фауни, слід відзначити, що гетеротрофні види екосистеми екологічно зв'язані з автотрофними. Втрата одного виду рослин може спричинити втрату 10-30 видів комах, трофічно залежних від цього. Тому проблему охорони рослинного і тваринного світу, як гетеротрофного і автотрофного блоків екосистем, потрібно вирішувати в єдиному екологічному плані.

Отже, біологічні аспекти взаємодії суспільства і природи охоплюють різні форми використання біологічних ресурсів. Екологічний прогноз підтверджує, що в майбутньому техногенний вплив на біосферу зростатиме. Тому при обґрунтуванні екологічної стратегії охорони її біологічного макроблоку слід керуватись такими постулатами:

- збереженням біологічного різноманіття живої речовини, що виконує біогеохімічну функцію у біосфері та забезпечує її організованість і функціонування;
- охороною генофонду рослинного і тваринного світу, як відновного природного ресурсу, що має важливе економічне значення для суспільства;
- пріоритетністю у сфері природокористування екологічних вимог, що забезпечують відновлення природних ресурсів, перед тими економічними вимогами, які дають лише тимчасову вигоду;
- постійністю та гармонізацією використання біологічних ресурсів з урахуванням потреб у них майбутніх поколінь, забезпеченість таких форм раціональним природокористуванням в окремих регіонах, які б не були екологічно загрозливими для інших регіонів.

Під охороною диких тварин розуміють широкий комплекс заходів, які проводять державні та громадські організації для збереження видового складу фауни, підтримання оптимальної чисельності корисних та інших видів тварин. Вона включає правове регулювання використання ресурсів тваринного світу, роз'яснювальну роботу серед населення, біотехнічні заходи, спрямовані на збереження та збільшення чисельності диких тварин, організацію заказників, заповідників, боротьбу з браконьєрством, регулювання відлову для зоопарків і на експорт, розведення і випуск в угіддя дичини тощо.

Метою охорони рідкісних промислових тварин є збільшення чисельності до рівня, який дозволяє використовувати їх в

інтересах людини. Зі збільшенням чисельності тварина знову стає промисловим об'єктом. Якщо чисельність перевищує оптимальну, вона може наносити шкоду суміжним галузям господарства. Так, в ряді областей надміру розмножені лосі на великих площах знищують молодий ліс або пошкоджують картопляні поля, посіви гороху, вівса, інші зернові культури. Масові нальоти на поля здійснюють восени водоплавні птахи.

У сучасних умовах охорона тварин повинна носити активний характер. Найбільший ефект дає комплекс біотехнічних заходів, які діють одночасно і на тварин, і на їх середовище існування. Ці заходи спрямовані на збереження дикої фауни, покращання умов її існування і розмноження, а саме, активна безпосередня охорона тварин, збереження зайнятих тваринами біотопів, підвищення захисних властивостей угідь, покращання і розширення кормової бази, забезпечення умов для гніздування, боротьба з хворобами, регулювання чисельності хижаків, розселення (акліматизація і реакліматизація) фауни, допомога у випадку стихійного лиха (повінь, снігопади тощо).

При суворих багатосніжних зимах диких тварин підгодовують, прокладають стежки до місць підгодівлі. У період повені тварин відловлюють на незатоплених озерах і вивозять у човнах на берег. На період розмноження встановлюють зони спокою, сезони тиші. На дорогах у місцях переходу тварин встановлюють попереджувальні знаки, обмежують швидкість руху. При посадці лісу створюють захисні ділянки з колючих і густоростучих порід, висаджують плодові та ягідні рослини.

Для попередження загибелі тварин (на полях їх гине у 7-10 разів більше, ніж добувають мисливці) всі види сільськогосподарських робіт треба починати від середини поля або від села, дороги, що дає тваринам можливість своєчасно покинути небезпечне місце. Слід неухильно дотримуватись правил зберігання та використання отрутохімікатів та мінеральних добрив, при гідромеліоративних роботах обладнати проходи через канали, використовувати комплекс біотехнічних робіт для створення необхідних умов для існування польової фауни.

Людина не антагоністична тваринному світу, вона співіснує з багатьма живими істотами. Поруч з нею можуть поселятись соколи, качки, гуси, чайки, білки, борсуки, видри, куниці, лисиці.

З практичної точки зору тварини можуть поділятися на корисних і шкідливих. Кількість останніх (деяких комах, кліщів, гризунів, носіїв небезпечних для людини хвороб тощо) треба контролювати всіма відомими засобами, але і вони повинні залишатись на землі – у заповідниках, зоопарках, лабораторіях.

У 1978 р. ЮНЕСКО проголошена Декларація прав тварин, у якій йдеться про незаперечне право на життя усіх живих істот. Товариства захисту тварин виникли на Землі на початку ХІХ ст. В Україні перші осередки таких товариств засновані в 60–70 роках ХІХ ст. (Одеса, Умань). Вони проводили пташині свята, дні птахів (20 березня), дні бджіл (20 квітня). Наприкінці ХХ ст. ми повернулися до ідеї повного розуміння захисту тварин. Питання збереження та раціонального використання тваринних і рослинних ресурсів знайшли своє відображення в Законі України «Про рослинний і тваринний світ». Цей закон регулює відносини у галузі користування рослинним і тваринним світом з метою збереження умов необмежено довгого існування всього видового і популяційного різноманіття тварин в стані природної волі, збереження цілісності природних угруповань і середовища перебування рослин і тварин.

### **7.5. Охорона рослинного і тваринного світу**

Турбота про охорону природних багатств – обов'язок усіх громадян України. Зокрема необхідні дбайливе ведення лісового господарства, своєчасне відтворення лісів, охорона лісів від пожеж, незаконних порубок та інших лісопорушень, а також захист лісів від шкідливих комах і хвороб.

Ліс слід очищати від сушняку та сухостою, створювати протипожежні застави (мінералізовані смуги) шириною не менше 2,5 м. Між внутрішніми і зовнішніми огорожами об'єктів, розташованих в лісі, повинні створюватись штучні пожежні водойми, місткістю понад 50 м<sup>3</sup>, а також будуватись під'їзди до природних джерел води (річок, озер, ставків).

Забороняється випалювання трави на лісових галявинах, прогалинах, лугах та стерні на полях, що безпосередньо примикають до лісів або до захисних і зелених лісонасаджень.

Під час проведення заходів щодо охорони, раціонального використання і відтворення тваринного світу, а також під час здійснення будь-якої діяльності, яка може вплинути на

середовище перебування тварин і стан тваринного світу, згідно з Законом України 1993 р. "Про тваринний світ" повинно забезпечуватись додержання таких основних вимог та принципів:

- збереження умов існування видового і популяційного різноманіття тваринного світу в стані природної волі;
- недопустимість погіршення середовища перебування, шляхів міграції та умов розмноження диких тварин;
- збереження цілісності природних угруповань тварин;
- додержання науково обґрунтованих нормативів і лімітів використання об'єктів тваринного світу, забезпечення невиснажливого використання диких тварин та їх відтворення;
- раціональне використання корисних властивостей і продуктів життєдіяльності диких тварин;
- платність за спеціальне використання об'єктів тваринного світу;
- регулювання чисельності тварин з метою охорони запобігання заподіяння шкоди природі та народному господарству;
- врахування висновків екологічної експертизи щодо народногосподарських об'єктів, які можуть вплинути на стан тваринного світу.

Охорона тваринного світу включає систему правових, організаційних, економічних, матеріально-технічних, освітніх та інших заходів, спрямованих на збереження, відтворення та раціональне використання об'єктів тваринного світу. Вона передбачає комплексний підхід до вивчення стану, розробки і здійснення заходів щодо охорони та поліпшення усієї екологічної системи, в якій перебуває і складовою частиною якої є тваринний світ.

Підприємства, організації, установи і громадяни при здійсненні будь-якої діяльності, що впливає або може вплинути на стан тваринного світу, зобов'язані забезпечувати охорону середовища перебування, умов розмноження та шляхів міграції тварин. Порушення законодавства України в галузі охорони, використання та відтворення тваринного світу тягне за собою дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову і кримінальну відповідальність.

Для збереження, збільшення і збагачення полювальної фауни та рибних запасів, їх раціонального використання в Україні



створені товариства мисливців та рибалок, природоохоронна діяльність яких повинна вестись в таких напрямках:

- упорядкування територій мисливських угідь;
- облік чисельності тварин;
- охорона мисливських угідь;
- утримання мисливських будиночків та будинків рибалки;
- утримання громадських мисливських інспекцій.

На підприємствах, розташованих у заповідниках, заказниках або інших територіях, що охороняються особливо, повинні виконуватись усі вимоги законодавства України з охорони тваринного та рослинного світу.

На територіях, що особливо охороняються, категорично забороняється полювання, рибальство, добування безхребетних і ссавців, руйнування пташиних гнізд, рубка дерев, будівництво різноманітних споруд, бурильні та вибухові роботи, а також інші види користування тваринним світом та діяльність, несумісна з цілями заповідника (заказника).

### ***Контрольні питання***

1. Чому для природи є небезпечним зникнення окремих представників флори і фауни?
2. В чому полягає "газова функція" зелених рослин і яке її значення?
3. В чому полягає ґрунтоутворювальна функція рослин і яке її значення?
4. Яке значення має генофонд флори та які основні причини його збіднення?
5. В чому найбільш виразно проявляється техногенний вплив людини на довкілля?
6. Що таке ендеми і релікти?
7. Які основні заходи захисту лісів?
8. Чому агроценози дуже вразливі ділянки землі?
9. Які основні напрямки використання фауни людиною?
10. Які причини збіднення генофонду наземної та водної фауни?
11. Які заходи проводяться для захисту тваринного і рослинного світу і в чому суть екологічної стратегії їх охорони?
12. Якими нормативними актами регулюються питання охорони флори і фауни в Україні?

## **Тема 8. ОСНОВИ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ. ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ, ВІБРАЦІЙНЕ, ШУМОВЕ ТА ТЕПЛОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ**

### **8.1. Вплив іонізуючого випромінювання на людину**

Відкриття рентгенівського випромінювання і природної радіоактивності можна вважати великими досягненнями кінця XIX ст., з яких було почато вивчення і використання джерел іонізуючої радіації у різних сферах життя і діяльності людини. Сьогодні іонізуюча радіація широко використовується в медицині, геології, хімічній промисловості, у енергетиці, металургії і приладобудуванні для контролю якості продукції, у сільському господарстві і багатьох інших галузях.

Коли ядерне лихо спіткало влітку 1945 р. Хіросіму та Нагасакі, жахливі наслідки атомного бомбардування та першого в історії людства вибуху такої сили привернули увагу і викликали занепокоєння майже всього людства. Але тоді, на фоні трагедії другої світової війни та через недостатню інформованість й відсутність знань про можливі наслідки радіоактивних забруднень і пошкоджень біосфери, людство ще не могло об'єктивно оцінити всю серйозність цієї проблеми. Навпаки, під тиском мілітаристських сил у розвинених країнах небаченими темпами почали нарощувати арсенал ядерної зброї, намагаючись досягти якнайбільшої руйнівної сили.

Але вже через 10–15 років почали розуміти всю недалекоглядність такої політики, зростання загрози світової катастрофи в результаті ядерної війни.

Вивчення радіоактивності почалося з 1933 р., а її згубного впливу як компонента ядерної зброї – з 1945 р. Дослідження з метою визначення глобального впливу на біосферу антропогенної радіації, ядерної зброї, відходів від її виробництва, діючих АЕС, аварій на них, а також прогнозування розвитку атомної енергетики на далеку перспективу були започатковані в 1986 р.

Уже на перших етапах досліджень явища радіоактивності людство зштовхнулося з негативним ефектом проникаючої радіації. Так, один із помічників відкривачів рентгенівських

променів В. Груббе отримав під час роботи з випромінюванням сильний опік рук, а винахідник природної радіоактивності французький учений А. Беккерель – сильний опік шкіри від випромінювання радію. Марія Кюрі померла, напевно, від раку, що спричинився внаслідок тривалого впливу радіоактивного випромінювання. Дані сумної статистики швидко збільшуються.

Наведені факти були однією з причин розпочатого вивчення дії іонізуючої радіації на живі мікроорганізми, а потім і на більш складні живі системи. Вже перші дослідження дозволяли експериментаторам висунути припущення про здатність радіоактивного випромінювання іонізувати молекули біологічних систем і розривати їх на частини. Пізніше це припущення було підтверджено. Енергія альфа-, бета- і гамма-променів, що випромінюється у процесі радіоактивного розпаду, значно перевищує енергію звичайних зв'язків. При проникненні в речовину це випромінювання передає свою енергію молекулам, що зустрічаються на його шляху, й залишає за собою слід у вигляді молекулярних осколків. Частинки, що утворились, мають дуже велику реакційну здатність. У біологічних системах вони можуть порушувати функції клітин. Особливо небезпечні гамма-промені, які здатні проникати через тканини організму і викликати руйнування внутрішніх органів. На відміну від них більша частина альфа-променів поглинається шкірою, а бета-промені здатні проникати на глибину до 1 см. Тому небезпека від них порівняно з гамма-променями менша за умови, що джерело випромінювання не потрапило до організму. В середині організму альфа-частинки дуже небезпечно діють. Вони розповсюджуються у тканинах і залишають за собою дуже щільний слід із зруйнованих молекул.

Розрізняють два механізми радіаційних і хімічних змін молекул, які позначаються, як пряма і непряма дії радіації. Під прямою дією розуміють такі зміни, що виникають внаслідок поглинання енергії випромінювання клітинами, а під непрямою – зміни, які викликають продукти радіоактивного розпаду речовин у живій клітині.

Особливо небезпечні для організму радіоактивні нукліди з великим періодом напіврозпаду. Вони здатні надходити до

організму з повітрям при диханні, через шкіру, через забруднену воду та їжу.

Легкість, з якою радіонуклід потрапляє до організму, визначається хімічною формою, в якій він перебуває. Від цього залежить і тривалість його перебування в організмі, а також накопичення в певних органах і тканинах. Наприклад, стронцій-90 утворюється внаслідок ядерного розпаду, цей лужноземельний елемент має здатність заміщувати кальцій і його сполуки в організмі. Тому він нагромаджується в кістковій тканині і сприяє захворюванню на рак або лейкемію.

Слід ураховувати й інший важливий канал накопичення радіонуклідів в організмі – «біологічне накопичення», коли радіонуклід за ланцюгами живлення переходить з організму в організм і його концентрація поступово зростає. Наприклад, концентрація стронцію-90 у траві може бути низькою, але корови, споживаючи її у великій кількості, збільшують його концентрацію у своєму організмі. Людина, споживаючи молоко від таких корів, може отримати ще більшу дозу радіонуклідів.

Вплив радіонуклідів на організм людини може бути соматичним або генетичним. Соматична дія виявляється протягом усього життя організму. Генетичний вплив виявляється у потомків внаслідок порушень у генах і хромосомах, що відповідають за відтворення потомків. Найчастіше вони виявляються у наступних поколіннях. До соматичних впливів належить руйнування молекул, подібне до того, яке спостерігається при дії високих температур, а також при ракових захворюваннях. Останні виникають внаслідок порушення радіоактивним випромінюванням механізмів регуляції росту клітин, коли відбувається їх неконтрольоване розмноження. Радіоактивне випромінювання найнебезпечніше для тканин, які себе відтворюють з великою швидкістю росту, наприклад кістковий мозок, епітеліальна тканина, лімфатична тканина (вузли).

Клінічними симптомами короткочасного опромінювання є зменшення кількості лейкоцитів, втомлюваність, нудота, пронос. Тривале опромінювання може призвести до розвитку гострої променевої хвороби, захворювання крові, порушення діяльності органів травлення, центральної нервової системи, у подальшому

й до виникнення ракових захворювань, а також до летального кінця.

Дуже важливо знати допустимі дози радіоактивного випромінювання на організм. Біологічний ефект іонізуючого випромінювання залежить від його активності, дози, часу впливу, виду випромінювання, розмірів поверхні, що опромінюється, швидкості виведення радіонуклідів та індивідуальних особливостей організму.

Небезпека надходження в організм радіонуклідів тим більша, чим вища їх активність і тривалість періоду напіввиведення, а також чим більша поверхня опромінювання.

Найбільш небезпечна для життя форма променевого ураження виникає при короткотривалому загальному опромінюванні (гамма- або гамма-нейтральному) – це гостра променева хвороба. У людини вона може виникнути, якщо доза опромінювання, яка поглинається (одноразова), перевищує 100 Рад. Розрізняють чотири ступеня гострої променевої хвороби: легку (100 – 200 Рад), середньої важкості (200 – 400 Рад), тяжку (400 – 600 Рад), дуже тяжку (понад 600 Рад). Розрізняють ще хронічну променеву хворобу, що виникає при тривалому опромінюванні організму у відносно малих дозах.

Аварія на Чорнобильській АЕС дала своєрідну форму гострої променевої хвороби, яка виникає внаслідок комплексної дії на організм загального опромінювання гамма-променями всього тіла у поєднанні з бета-променями значних ділянок шкіри і частково з інгаляційним надходженням суміші радіонуклідів (в основному радіоактивного йоду й цезію). Наслідки аварії на ЧАЕС зараз ще неможливо повністю собі уявити. Масштаби та характер забруднення навколишнього середовища призвели до виникнення негативних явищ у природних екосистемах. Це передусім дія радіоактивних речовин на живі організми, про що ми вже говорили. По-друге, радіонукліди з великим періодом напіврозпаду нагромаджуються у ґрунті, водоймах, мігрують по трофічних зв'язках, відкладаються в органах рослин і тварин, потрапляють до організму людини.

Незворотність та безпороговість пошкоджень, кумулятивність дії реакції, практична неможливість

знешкодження та прихований тривалий характер генетичних аномалій – ось характерні особливості радіоактивних речовин.

Особливо негативний вплив відзначено при постійному опромінюванні материнського організму, що призводить до аномалій не лише ембріонального, але й постембріонального розвитку. Відзначені випадки стерильності жіночого та чоловічого організмів під впливом постійного опромінювання в невеликих дозах.

Пошкодження структури та функцій імунної системи внаслідок аварії на ЧАЕС призвело до появи імунодефіцитного стану організму. У результаті вже в 1989 р. на тисячу новонароджених дефекти розвитку становили 33,9%, захворювання щитовидної залози зросли в 2 рази, кількість захворювань дихальних шляхів – у 11 разів. Збільшилася смертність не лише дорослого, але й дитячого населення (дошкільного та шкільного віку). Негативно змінилась демографічна ситуація в Україні. У 1990 р. приріст населення становив лише 0,5 %, а надалі повністю припинився, а в 1994 р. кількість населення України зменшилась на 0,5 млн чоловік. Дуже сумними прогнозами щодо стану здоров'я населення України діляться фахівці НАН України. Вони вважають, що забруднення навколишнього середовища пестицидами (17 % яких виявились мутагенами), викидами техногенного походження та радіоактивне забруднення місцевості внаслідок аварії на ЧАЕС можуть призвести до значного збільшення частоти спадкової патології (у 25 разів) і злоякісних новоутворень (у 40 разів).

В основі імунодефіцитного стану лежать генетичні зміни коду чи інших структур на рівні Т- і В-лімфоцитів, макрофагів, а також на рівні ферментів, які беруть участь у формуванні імуноцитів чи лізисі сторонніх клітин. Внаслідок цього виникають аутоімунні захворювання (наприклад, щитовидної залози). Пригнічуються також імуноцити. Тому імунна система втрачає здатність протидії мікробам та продуктам їх життєдіяльності, раковим клітинам та ін. Так, у пияків виявлено зміни у клітинному складі лімфоцитів. Це призвело до значного збільшення захворювань верхніх дихальних шляхів, респіраторних вірусних інфекцій (особливо в перші 3–4 роки після аварії на ЧАЕС). Зросла кількість людей із збільшеною

щитовидною залозою; збільшилось кількість випадків хронічної втоми, слабості, сонливості та ін.

Аварія на Чорнобильській АЕС розвіяла міф про безпеку мирного атома. До середини ХХ ст. основним джерелом іонізуючого випромінювання були тільки природні джерела – гірські породи, космос. Але й тоді рівні земної радіації в різних районах різнилися, досягаючи максимальних значень у районах родовищ уранових руд, радіоактивних сланців, фосфоритів або кристалічних порід, радонових мінеральних джерел, торієвих пісків (Індія, Бразилія, Іран, Канада, Чехія та Словаччина, ПАР та ін.). Відомі такі аномальні райони і у нас на Україні – Хмільник, Миронівка, Жовті води. В цих місцях рівні природного радіоактивного фону в десятки і сотні разів вищі, ніж у інших.

Сьогодні на Поліссі є великі райони, де вміст Цезію-137 у продуктах місцевого виробництва в десятки і сотні разів перевищує середній рівень його в межах більшої частини держави, наприклад, чим в Росії. Це викликано підвищеною міграцією цезію з ґрунтів, які його утримують (піщані, малоглинисті, дерново-підзолисті), в рослинні та тваринні організми. В зв'язку з цим у траві, рослинах, грибах, лишайниках, м'ясі, молоці й рибі цезію в декілька разів більше, ніж у інших регіонах, місцями в 50-100 разів.

Через те, що майже до недавнього часу не було відомостей про наявність тих чи інших відхилень у стані здоров'я й розвитку людей, які проживають у районах з підвищеним радіоактивним фоном, показники тривалості життя, кількості мертвонароджених, спотворень, захворювань на лейкоз, рак у жителів цих районів були середньостатистично нормальні. На підставі нових досліджень і глибокого аналізу проблеми можна зробити висновок, що і раніше, десятки та сотні років тому, підвищений радіаційний фон справляв негативний вплив на населення. Це проявлялося в значному підвищенні кількості хворих з синдромом Дауна (майже в 5 разів), іншими патологічними проявами, зокрема раковими пухлинами.

Особлива проблема, яка потребує негайного вирішення, полягає в необхідності видалення з навколишнього природного середовища радіоактивних речовин. Відомо, що рослинність і біота агроценозів здатна у великій кількості накопичувати

радіонукліди. Ефективність переносу радіонуклідів з коренів в листя можна зобразити так: цезій-137, рутеній-106, цезій-133, стронцій-90.

Результати досліджень з рослинами-галофітами свідчать про їх здатність інтенсивно кумулювати в наземній масі стронцій-90. Це нашоухнуло дослідників на думку про можливість використання цих рослин для фітодезактивації та зменшення забруднення ґрунтів стронцієм-90 в зоні аварії на ЧАЕС. Ефективність методу залежить від властивостей ґрунту, агротехнічних прийомів, виду рослин, їх морфофізіологічних властивостей та вегетативного періоду. Проводяться інтенсивні дослідження з питань розробки методів зниження нагромадження радіонуклідів у рослинах. Передусім встановлений суттєвий вплив на рухомість радіонуклідів у ґрунті. Зміна рН ґрунтів у бік лужних характеристик веде до послаблення рухомості легкогідролізних радіонуклідів. Нейтралізація кислотності ґрунту під дією кальцієвих сполук зменшує надходження в рослини легкогідролізних сполук (стронцію та кобальту). Тому вапнування ґрунтів може бути ефективним засобом переведення радіонуклідів у важкодоступні для рослин форми.

Певний сенс має внесення у ґрунт конкурентноспроможних добрив з неізотопними носіями і багатим складом мікроелементів, які поглинаються рослинами, зменшуючи надходження до них радіоактивних елементів (передусім використовуються сполуки кальцію та калію). Доведено, що застосування сполук кальцію гальмує надходження в рослини стронцію-90 (Sr-90), а калійних – цезію-137 (Cs-137). Найкращі наслідки отримані, коли використовується здатність деяких добрив (наприклад, фосфорних) утворювати з радіонуклідами хімічні сполуки, які мало розчиняються у воді.

Також поступово зменшується кількість радіонуклідів у ґрунті (відповідно, і в рослинах) внаслідок так званого «старіння» радіонуклідів, коли вони вступають в ізотопний обмін зі стабільними нуклідами тих самих елементів ґрунту. Високий темп «старіння» характерний для цезію-137 (Cs-137), радію (Ra-226), торію-232 (Th-232).

Дуже ефективним виявився агроприйом заорювання забрудненого радіонуклідами шару ґрунту на глибину 60 см. При



цьому зменшується надходження радіонуклідів у рослини в 2–30 разів, особливо у рослини, які мають поверхневе розташування кореневої системи. Недоліком цього засобу є зменшення родючості ґрунтів (чорноземний шар ґрунту заорано).

Досить ефективним виявився прийом використання на забруднених ґрунтах рослин з низьким коефіцієнтом нагромадження радіонуклідів: овес, ячмінь, пшениця та інші злаки, деякі технічні культури. Зерно з таких ділянок використовують як насіння для посіву на незабруднених ділянках.

Важливою проблемою є використання тварин та тваринницької продукції з радіонуклідної території. Встановлено, що кумуляція радіонуклідів (особливо цезію і стронцію) в організмі хребетних тварин залежить від біологічних особливостей організмів, характеру харчування, розміщення у біогеоценозі та ін. В організмі травоядних тварин накопичується багато стронцію-90 ( $Sr-90$ ), в той час як у хижаків, які живляться ними, акумулюється значна кількість як стронцію, так і цезію, але стронцію значно менше, ніж у жертви. Встановлено, що шкіри тварин із забруднених стронцієм-90 ( $Sr-90$ ) територій після звичайної обробки можуть використовуватися у виробах ширпотребу (радіонукліди вимиваються зі шкірок під час обробки хімікаліями). У народному господарстві можливе використання інших продуктів тваринництва з радіаційно-забруднених територій. Відпрацьовуються методи кількісного зменшення цезію в м'ясі тварин. Але ця продукція ні в якому разі не повинна використовуватися для дитячого харчування.

Дослідження з питань розробки нових прийомів раціонального природокористування в умовах радіаційного забруднення великих територій унаслідок аварії на ЧАЕС продовжуються. Вони потребують зусиль фахівців багатьох професій та великих коштів, але, коли мова йде про здоров'я людини, будь-які витрати мають сенс.

У цій важливій справі Україна може сподіватися на допомогу світового співтовариства, тому що проблема ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС виходить далеко за межі однієї країни. Це світова проблема, яка очікує негайного вирішення.

Якщо методи профілактики та лікування гострої променевої хвороби розроблені, то способи попередження генетичних мутацій, які викликає радіація, практично не розроблені, їх потенційна небезпека для жителів України, які перебувають у зоні забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС, дуже велика. Злідиства генетики полягають в тому, що людство може перетворити себе в цивілізацію мутантів. І що ще більш небезпечно, так це різке збільшення кількості «молекулярних хвороб» – хвороб обміну речовин, їх понад 100 – від ідіотії до лейкемії. Народження ненормальних та нежиттєздатних немовлят приховується, щоб не вимітати сміття з хати.

Можна впевнено стверджувати, якщо справа йтиме так і далі, якщо радіаційно-хімічне забруднення планети буде продовжуватися, перед людством з усією трагічністю постане питання про виродження генофонду.

Сьогодні головними джерелами радіоактивних забруднень біосфери є радіоактивні аерозолі, які потрапляють в атмосферу під час випробувань ядерної зброї, аварій на АЕС та радіоактивних виробництвах, а також радіонукліди, що виділяються з радіоактивних відходів, захоронених на суші і на морі, з відпрацьованих атомних реакторів і устаткування. Радіоактивні опади залежно від розміру часток і висоти їх виносу в атмосферу мають різні терміни осідання та радіус поширення.

За силою та глибиною впливу на організм іонізуюче випромінювання вважається найсильнішим. Різні організми мають неоднакову стійкість до дії радіоактивного опромінення, навіть клітини одного організму мають різну чутливість. Найвищою радіочутливістю (гинуть швидше за інших) характеризуються клітини кісткового мозку, лімфоїдної тканини, статеві клітини, епітелій шлунково-кишечного тракту, загалом – клітини з дуже високим рівнем відновлення (процесів поділу). Тканини, які мають уповільнений поділ клітин, значно стійкіші до радіації (нервові клітини, кістки, хрящі).

Не однаковою радіочутливістю (вразливістю) мають організми різного віку. Чим молодший організм, тим він чутливіший до радіації. Розрізняють кілька видів іонізуючого випромінювання. Гамма – випромінювання є найнебезпечнішим джерелом зовнішньої іонізації. Воно діє (проникає) на відстані сотень

метрів. Гамма – частки не заряджені і мають електромагнітну природу. Бета – випромінювання проникає в повітрі на відстані кількох метрів, а в живих тканинах – від кількох міліметрів, до 1 см. Бетачастки складаються з від’ємно заряджених електронів, що рухаються з величезною швидкістю. Альфа-частки мають найменшу проникаючу дію (кілька сантиметрів у повітрі, 0,1 мм у тканинах), а тому небезпечні лише у разі безпосереднього контакту з слизовими оболонками очей, шкіри та внутрішнім середовищем організму. Альфа-частки складаються з позитивно заряджених ядер гелію.

Радіоактивність – це розпад ядер важких елементів, які переважані нейтронами. Природна радіоактивність – довільний не спровокований розпад ядер елементів у природному стані, а штучна – викликана людиною в лабораторіях чи реакторах АЕС тощо.

Ядерна реакція – це сильна взаємодія атомного ядра з елементарними частинами його (протонами, нейтронами) або з іншими ядрами, в результаті якої відбувається збудження та перетворення ядер з виділенням великої кількості енергії.

Тяжкі ядра, наприклад, урана-235, не розпадаються самовільно і атомна енергія не вивільняється. Потрібен спусковий механізм. Радіоактивний розпад не залежить від зовнішніх причин (тиску, температури, хімічних умов), але для виникнення самої ядерної реакції потрібне зіткнення атомного ядра з іншим ядром або з елементарною частиною ядра (бомбардування потоком заряджених часток – нейтронами), що приводить до поділу ядра на 2-3 частини. При цьому вивільняється 2-3 нейтрони, які ініціюють нові розчеплення урану. Таким чином реакція є самопідтримною. З ядра під час його поділу виділяється величезна кількість енергії. Якщо процес не контролювати, то утворена за короткий час енергія спричиняє вибух. Ця енергія й викинуті радіоактивні частинки різного типу іонізують речовини в тілі організмів, діючи на молекулярному рівні, викликаючи сильні зміни (залежно від дози опромінення) в ядрах клітин, порушуючи їх нормальне функціонування. Поглинаючи ж частину утворених нейтронів, можна керувати ядерним процесом і отримати стійкий вихід енергії у реакторі. В результаті взаємодії ядер з нейтронами утворюються

радіонукліди. Нові ядра можуть бути радіоактивними. Реактори, як і прискорювачі, використовують для отримання радіонуклідів, які в подальшому застосовують в медицині і сільському господарстві.

## **8.2. Джерела іонізуючого випромінювання та нормування доз опромінення при роботі з ними**

Одним із джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ) є дозиметричне майно, яке містить у своїй конструкції радіоактивні речовини. До дозиметричного майна належать дозиметричні прилади, джерела їх живлення, радіоактивні джерела для градування і перевірки працездатності приладів, гамма-установки для градування приладів і ремонтні комплекси.

Розроблені головні санітарні правила роботи з радіоактивними та іншими джерелами іонізуючого випромінювання, згідно з «Нормами радіоактивної безпеки», «Правилами безпеки при транспортуванні радіоактивних речовин», «Санітарними правилами влаштування та експлуатації радіоізотопних приладів».

Кількість енергії випромінювання, яку дістала одиниця маси тіла, називається поглиненою дозою і вимірюється в системі СІ в греях ( $1 \text{ Гй} = 1 \text{ Дж/кг}$ ). Несистемною одиницею дози є Рад ( $1 \text{ Рад} = 0,01 \text{ Гй}$ ). Для вимірювання ступеня іонізації повітря користуються старою одиницею експозійної дози – рентгеном (Р). Рентген використовується для вимірювання дози рентгенівського та гамма-випромінювання або рівня радіації (Р/рік). Кінцевий результат опромінення залежить не стільки від повної дози, скільки від її потужності, тобто часу, протягом якого вона накопичена, також від характеру її розподілу.

Для людей, які безпосередньо працюють з ДІВ, встановлюється річна гранично допустима доза (ГДД) внутрішнього і зовнішнього опромінення. ГДД – це максимальне значення доз опромінення, встановлене відповідними правилами радіаційної безпеки. При систематичній роботі з джерелами іонізуючого випромінювання ГДД зовнішнього гама-опромінення складає  $100 \text{ мР/тиждень}$  або  $5 \text{ Р/рік}$ . На практиці розрізняють одноразові і

багаторазові дози. Одноразовою називається доза, отримана без перерви за 4 доби; багаторазовою називається доза, отримана протягом понад 4-х діб. Одноразова допустима доза 50 Р, а багаторазова – 100 Р за 10-30 діб, 200 Р за 3 місяці, 300 Р за рік.

Для попередження річної ГДД, а також для оперативного контролю за радіаційною обстановкою, санітарно-епідеміологічні заклади встановлюють контрольні рівні доз для об'єктів, на яких проводяться роботи з ДІВ. Ці дози, як правило, не повинні перевищувати допустимих рівнів. Випадки перевищення цих рівнів належить розслідувати, а причини усувати.

З метою попередження переопромінення, а також для визначення ступеня ураження іонізуючим випромінюванням і призначення лікувально-профілактичних заходів, проводиться грязновий та індивідуальний контроль опромінених осіб шляхом вимірювання доз за допомогою дозиметрів.

Радіоактивним випромінюванням крім організмів, заражаються і предмети, що також є небезпечним для людини. Встановлені допустимі ступені зараженості різних об'єктів, при контакті з якими виникає небезпека для організму (для натільної білизни – 20, засобів індивідуального захисту – 30, поверхні тіла тварини – 50, внутрішньої поверхні інженерних споруд, кораблів, літаків, – 100, відповідно зовнішньої поверхні – 500 мР/рік).

Допустимі величини зараженості продуктів харчування і води, які не призводять при їх тривалому вживанні до променевого пошкодження, становлять: для буханки хліба (1 доба) – 6, м'яса (туша) – 100, 1 кг риби – 10, відро води – 20 мР/рік. При збільшенні тривалості зберігання цих продуктів відповідно зменшується допустима величина зараженості радіонуклідами. З метою уникнення використання заражених продуктів та контакту із зараженими об'єктами проводиться контроль рівня їх радіації за допомогою радіометрів.

### ***8.2.1. Радіаційний контроль***

Кожен об'єкт, на якому проводяться роботи з джерелами іонізуючого випромінювання, повинен мати санітарний паспорт на ДІВ, який є дозволом на право зберігання цих джерел і проведення з ними робіт.

Цей паспорт оформляється на термін не більше 3 років. Робота з ДІВ дозволяється тільки в тих приміщеннях і з тією кількістю і номенклатурою радіоактивних речовин, які вказані в санітарному паспорті.

На об'єкті, де проводяться роботи з ДІВ, повинна бути інструкція щодо забезпечення радіаційної безпеки, в якій дається характеристика ДІВ, вказується порядок проведення робіт, обліку, зберігання та видачі ДІВ, збору та видалення радіоактивних відходів, утримання приміщень, заходи особистої профілактики, організація і порядок проведення радіаційного контролю тощо. Також повинна бути розроблена інструкція з ліквідації аварій (пожежі), які можуть спричинити переопромінення людей та забруднення навколишнього середовища. Такі ж інструкції повинні бути і для пересувних об'єктів техніки.

Керівники об'єктів повинні забезпечити такі умови зберігання ДІВ, при яких були б виключені їх можливі втрати та безконтрольне використання. Втрата ДІВ вважається правопорушенням, і винні особи притягаються до відповідальності згідно з кримінальним кодексом України. Всі джерела іонізуючого випромінювання враховуються в журналі приходу - розходу. Дозиметричні прилади, які мають контрольні джерела випромінювання, підлягають обліку за спеціальними формами.

На об'єктах, де проводяться роботи з ДІВ, повинен здійснюватись радіаційний контроль. Радіаційний контроль охоплює:

- контроль за потужністю дози рентгенівського і гамма-випромінювання, за щільністю потоків бета-частинок, нейтронів та інших іонізуючих випромінювань;
- контроль за рівнем забруднення радіоактивними речовинами робочих поверхонь і обладнання, шкіряних покривів і одягу осіб, які безпосередньо працюють з ДІВ;
- контроль за викидом радіоактивних речовин в атмосферу;
- контроль за вмістом радіоактивних речовин у рідких відходах, які скидаються у водойми і каналізацію;
- контроль за збором, видаленням і знешкодженням радіоактивних твердих і рідких відходів;

- контроль за рівнем забруднення радіоактивними речовинами транспортних засобів та об'єктів зовнішнього середовища за межами об'єкту.

Обов'язковим є індивідуальний радіаційний контроль, дані якого заносяться до індивідуальної картки обліку доз радіоактивного опромінення.

Обсяг і характер періодичності радіаційного контролю реєструється в журналі, який зберігається 5 років.

### **8.3. Загальні методи захисту від дії іонізуючого випромінювання**

Першим і основним заходом захисту від дії іонізуючого випромінювання є обмеження часу опромінення, оскільки доза, що діє на організм, прямопропорційна потужності і часу дії ДІВ. Збільшення відстані до ДІВ – простий і ефективний метод захисту, особливо коли початкові відстані дуже малі. Якщо, наприклад, збільшити відстань між ДІВ і об'єктом опромінення в 2 рази, то потужність дози, що діє на нього, зменшиться в 4 рази і в стільки ж разів зменшиться доза, яку він дістає.

Зменшити опромінення організму можна, розташувавши на шляху проходження іонізуючого випромінювання поглинаючі захисні екрани. Захисну екрануючу дію мають такі матеріали, як парафін, графіт, вода, які затримують швидкі нейтрони. Альфа-випромінювання поглинається досить тонким шаром різних речовин. Бета-випромінювання також легко поглинається: 50% затримується одягом, 25% шкірою.

Найнебезпечнішим джерелом зовнішньої іонізації є гамма-випромінювання, оскільки воно діє на відстані сотень метрів. Гамма-частинки мають електромагнітну природу і не заряджені. Тому для їх екранування використовують речовини великої щільності та атомної ваги (свинець, бетон).

Під час роботи з відкритими радіоактивними речовинами та зарядженими ними об'єктами застосовуються індивідуальні засоби захисту: протигази (респіратори), спеціальний одяг, захисні рукавиці. Забруднення спецодягу, засобів захисту і шкіряних покривів людей не повинно перевищувати допустимих рівнів. Забруднений одяг і взуття підлягають дезактивації. Одяг

відправляється до спеціальної пральні в тому випадку, якщо після попередньої дезактивації його забруднення перевищує допустимий рівень.

Дуже гостро стоїть питання про можливість профілактики та лікування негативної дії радіоактивного забруднення організму людини та знезаражування навколишнього середовища, яке є основним джерелом надходження радіонуклідів до організму людини.

Сучасна медицина, а також хімічна промисловість та сільське господарство мають у своєму арсеналі деякі досить ефективні засоби лікування людини та знезаражування навколишнього середовища від радіоактивного забруднення.

Для профілактики гострої променевої хвороби використовуються радіозахисні лікарські засоби – радіопротектори: цистін, цистамін, мексамін і бетисол. Перші два вживаються за годину до можливого опромінювання. Вони підсилюють стійкість організму до опромінювання в 2 рази; лікувальної дії не мають. Широко використовувались у період ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС.

Бетаміл і мексамін застосовують не тільки для профілактики, але й для лікування променевої хвороби. Поряд з протекторами загальної дії використовують і препарати вибіркової дії, які захищають окремі органи. Так, стабільні сполуки йоду – ефективний засіб, що блокує поглинання щитовидною залозою радіоактивних ізотопів йоду (J-131). Препарат випускається у вигляді таблеток калію йодиду або водно-спиртового розчину (5% йодна настойка).

Розроблено препарати, призначені для виведення окремих радіоізотопів. Наприклад, адсобар – для захисту організму від стронцію, берилію та інших радіоізотопів; фероцин – від цезію-237; пентацин – від лантанідів і трансуранових елементів.

Важливу роль приділяють загальному тонізуванню організму й мобілізації імунної системи людей, які постраждали від радіоактивного забруднення. Це підвищення неспецифічної резистентності організму – так званий біологічний захист від радіації. До нього відносять анаболічні гормони (нероболіл, ретаболіл, естрогени та ін.), вітаміни, нуклеїнові кислоти.



Неспецифічну дію мають і речовини-адаптогени (екстракти женьшеню, елеутерококу, китайського лимоннику та інших представників родини арилієвих). Вони підвищують стійкість організму до радіації та інших шкідливих впливів. Ефект від цих ліків чітко виявляється, якщо їх вживати завчасно (за місяць) до опромінювання.

Велика увага приділяється застосуванню спеціальної дієти з метою попередження пострадіаційного канцерогенезу. Вона передбачає зменшення калорійності їжі, насиченість вітамінами протягом року, широке використання штучних та природних антиоксидантів, які сприяють видаленню з організму радіонуклідів. Певне місце в раціоні хворих повинні займати пектини (полісахариди рослинного походження) – 4 г на добу для дорослих та 2 г – для дітей. Вони містяться в салатах, соках овочів та фруктів і сприяють виведенню з організму стронцію, цезію, ртуті та ін. Необхідно також вводити до дієти щавелеву кислоту, лимоннокислий натрій, глюконат кальцію та інші сполуки кальцію та фосфору.

Ефективним радіопротектором вважається вітамін А. Він сприяє стабілізації нуклеїнового та жирового обміну, формуванню мембрани соматичних та нервових клітин, оптимізує роботу з експресії генів та диференціації лімфоцитів в інші клітини.

Бета-каротин (різновид вітаміну А, що міститься в моркві та інших овочах) інгібує передракову лейкоплакію. Найкращі наслідки дає його застосування разом з вітамінами Е та С.

Важлива роль серед імуномодуючих засобів належить ферментам цитокінінам та препаратам із тимусу (тималін, тактивін, тимоптин). Встановлена антиканцерогенна дія інгібіторів трипсину, хемотрипсину, плазміну, еластази, які містяться в сої.

За даними вчених Японії, антиканцерогенні властивості притаманні жовто-зеленим овочам. Такі ж властивості має риб'ячий жир. Фахівці США встановили, що він, крім антиканцерогенної дії, сприяє також профілактиці серцево-судинних захворювань.

У випадках надходження радіоактивних речовин до організму необхідно швидко вжити заходів щодо зменшення резорбції та скорочення часу перебування їх у шлунку та

дихальних шляхах. Для цього радіонукліди повинні бути пов'язані сорбентами з наступним застосуванням блювальних або послаблюючих засобів, промивання шлунка, вживанням відхаркуючих засобів.

Велику допомогу в вилученні з організму радіоактивних сполук може надати застосування «інтенсивної терапії» з використанням протягом тижня саун (по 4 години на добу), інтенсивного вживання засобів «промивання» організму та ін.

Попереджувати ураження організму іонізуючим випромінюванням можна з допомогою деяких хімічних речовин, ліків. Їх потрібно вводити в організм за 5-15 хвилин до опромінення. Механізм їх захисної дії пояснюється тим, що вони, вступаючи в реакцію зі створеними випромінюванням радикалами, попереджають утворення активних перекисів. За допомогою хімічних речовин дія іонізуючого випромінювання на організм послаблюється в 2 рази.

Навколо об'єкту з ДІВ при необхідності встановлюється санітарно-захисна зона (СЗЗ) і зона спостережень. Їх розміри визначаються на основі розрахунку дози зовнішнього опромінення, радіоактивних викидів в атмосферу і скидів до водойм від усіх джерел з урахуванням наявної системи очищення, перспективного збільшення потужності об'єкту, а також метеорологічних, гідрологічних та екологічних факторів. Критеріями для встановлення розмірів санітарно-захисної зони служать обсяг радіоактивних речовин за рік і річні граничні дози зовнішнього опромінення, а також допустима концентрація радіоактивних речовин у повітрі і воді. За межами цієї зони, опромінення людей не повинно перевищувати рівень річних граничних доз. Зона спостережень прилягає безпосередньо до санітарно-захисної зони, а розміри її в 3-4 рази більші, ніж розміри СЗЗ.

В СЗЗ забороняється розміщення житлових будинків, лікарень, санаторіїв та інших оздоровчих закладів, а також виробничих і підсобних споруд, які не належать до об'єкту, навколо якого встановлюють СЗЗ.

## 8.4. Екологічний вплив електромагнітного поля

Інтенсивний розвиток електроніки та радіотехніки викликав забруднення природного середовища електромагнітними випромінюваннями (полями). Одним із головних факторів впливу на людину і навколишнє середовище є електромагнітне опромінювання, пов'язане з функціонуванням радіоапаратури. В сучасних умовах на організм людини впливають електромагнітні поля (ЕМП) антропогенного походження, джерелами яких виступають радіо-, телевізійні і радіолокаційні станції, високовольтні лінії електропередач, електротранспорт, причому кількість цих джерел з кожним роком росте. Поблизу кожного обласного центру, багатьох районних центрів, великих міст розташовані телевізійні центри або ретранслятори, радіоцентри, засоби радіозв'язку різного призначення.

Рівень електромагнітних випромінювань у таких районах (діапазон радіочастот об'єктів може змінюватися від 50 – 100 Гц до 100 ГГц) часто перевищує допустимі гігієнічні норми й дуже шкодить здоров'ю людей, що мешкають поруч.

Мірою забруднення електромагнітними полями є напруженість поля (В/м). Ці поля завдають шкоди перш за все нервовій системі. Так, напруженість поля 1000 В/м спричинює головний біль і сильну втому, більші значення зумовлюють розвиток неврозів, безсоння, важкі захворювання.

Існують розроблені на основі медико-біологічних досліджень санітарні норми та правила щодо радіотехнічних і електротехнічних об'єктів. Вони регламентують умови їхньої експлуатації з метою охорони населення від шкідливого впливу електромагнітних випромінювань.

Зростання енергетичних потужностей становить небезпеку для довкілля – розширюється мережа та зростає напруга повітряних ліній електропередач. Вони негативно впливають на нормальний розвиток тваринного і рослинного світу. Спеціальні дослідження показали, що технічно найперспективнішими є лінії надвисокої та ультрависокої напруги (750 – 1150 кВ), однак вони є небезпечними. Навколо них утворюються потужні електромагнітні поля, які негативно впливають на людину, порушують природну міграцію тварин, процеси росту рослин тощо.

До основних джерел електромагнітного випромінювання належать радіолокаційні і радіонавігаційні станції. Навколо передавальних пристроїв станцій великої потужності, а також навколо фідерів (ліній, які ідуть від передавачів до антен) існує інтенсивне ЕМП. Опромінюванню ультра- і надвисоких частот (УВЧ і НВЧ) також піддаються медичні працівники, які обслуговують відповідну апаратуру в фізіотерапевтичних кабінетах.

Біосфера протягом усієї своєї еволюції знаходилась під дією електромагнітних полів так званого фонового випромінювання, викликаного природними причинами земного, навколосемного і космічного походження. Людина пристосувалась до цього, але з екологічної точки зору більш небезпечними для неї є сучасні ЕМП антропогенного походження, а саме ті, що створюються роботою радіоапаратури.

З підвищенням частоти, тобто зі зменшенням довжини хвилі, біологічна дія ЕМП стає більш вираженою. Так, ЕМП довгих хвиль має меншу біологічну дію, ніж коротких і ультракоротких. В гігієнічній практиці є такі спектри радіочастот: високі (ВЧ), ультрависокі (УВЧ) і надвисокі (НВЧ). Можливості прямого опромінення радіохвилями визначаються умовами їх поширення, які залежать від довжини хвилі. Проведення досліджень дії ВЧ і УВЧ на людей, які безпосередньо працюють з радіоапаратурою і знаходяться біля передавачів, пультів управління, комутаторних пристроїв, радіо- і телевізійних станцій, показало, що в них спостерігається загальна слабкість, підвищена втомлюваність, пітливість, сонливість, загальний розлад сну, з'являється агресивність, головні та серцеві болі, губиться увага.

При тривалому та інтенсивному опроміненні після вичерпання пристосувальних реакцій наступають суттєві зміни діяльності нервової і серцево-судинної системи, які є зворотними, хоча носять кумулятивний (накопичувальний) характер, але зменшуються і зникають при виключенні впливу ЕМП.

Досить серйозний вплив мають хвилі надвисокої частоти, опромінення яких діє аналогічно довготривалому, але сильніше. Крім цього спостерігається ряд особливостей, пов'язаних з перетворенням енергії опромінення в теплову, а отже

перегрівими тканин та органів. Одним із серйозних наслідків, викликаних НВЧ, є пошкодження органів зору і сильна слъозотеча при гострому опроміненні.

Суттєвим є питання опромінення людей, які знаходяться за межами територій радіостанцій. В окремих місцях поблизу радіо- і телевізійних станцій, аеродромів інтенсивність радіоопромінення настільки велика, що мало чим відрізняється від виробничої. До того ж опромінення тут проходить протягом значної частини доби чи цілодобово і є серйозною екологічною небезпекою.

Джерелами ЕМП є також високовольтні лінії електропередач (ЛЕП), які створюють поля промислової частоти в населених пунктах. Напряга поля від ЛЕП і поблизу неї залежить від напруги в ній, а також від відстані між дротами і точками заміру. Під дією цього поля систематично знаходиться значна частина людей, організм яких зазнає впливу на нервову систему, а отже і на ендокринний апарат та обмінні процеси. ЕМП впливає на морфологічний склад крові, що проявляється в зниженні кількості лейкоцитів.

Газета «Известия» (1995 р.) повідомляла, що Російський центр електромагнітної безпеки провів експертизу комп'ютерів, які продавались у Росії, і дійшов до висновку, що більше половини з них небезпечні для здоров'я. Дослідження показали, що підвищений рівень випромінювань спостерігається навіть за 2,5 м від екранів таких машин, а робота за монітором від двох до шести годин на добу призводить до збільшення функціональних порушень центральної нервової системи в середньому в 4,5 рази, хвороби опорно-рухового апарату збільшуються в 3, серцево-судинної системи – в 2 рази. Лікарями також встановлено, що частий вплив електромагнітних полів від монітора комп'ютера призводить до аномальних наслідків при вагітності. Обстеження 1583 вагітних жінок, яке було проведено в Окленді (США), показало, що при роботі за комп'ютером більше 20 годин на тиждень у перші три місяці вагітності в 2 рази частіша абортівність, ніж у жінок, які зайняті на інших роботах. У Канаді було обстежено 17735 жінок, які працювали на комп'ютерах без захисних екранів. Висновок: імовірність ненормального протікання вагітності зростає вже при тривалості роботи біля

комп'ютера більше чотирьох годин на тиждень. Шведські спеціалісти встановили, що у користувачів персональними комп'ютерами в 2,5 рази частіше з'являються діти з уродженими пороками.

За висновками експертів ВООЗ, з кожним роком збільшується небезпека зниження репродуктивної функції жінок і здоров'я дітей, зростає частка уроджених пороків розвитку, зростають алергічні захворювання з цієї причини.

#### ***8.4.1. Захист від дії електромагнітних полів***

Інтенсивність ЕМП радіопередавальних пристроїв залежить від їх потужності, конструктивних особливостей, антенних систем та способів їх встановлення, рельєфу місцевості. Вона може бути визначена не лише інструментальними, але й розрахунковими методами, що дає можливість завчасно вирішити питання про раціональне розміщення радіолокаційного об'єкту, а також передбачити захисні заходи від дії ЕМП. Існують гранично допустимі рівні (ГДР) напруженості поля для населених місць, які вимірюються в В/м. Крім того, діють “Санітарні правила при роботі з джерелами ЕМП високої та ультрависокої частоти”. Згідно зі стандартами, ГДР протягом робочого дня за електричною складовою не повинні перевищувати 50 В/м, знижуючись ступенями до 5 В/м з підвищенням частоти. За магнітною складовою встановлені ГДР тільки для окремих ділянок діапазону: 5 А/м для частот 60 кГц – 1,5 мГц і 0,3 А/м для частот 30-50 мГц. Допускається перевищення цих рівнів, але не більше, ніж дворазове при скороченні робочого часу не менш, ніж на 50 %.

Для зменшення дії ЕМП на населення, яке знаходиться в зоні дії радіолокаційних засобів, необхідно здійснювати ряд захисних заходів. Сюди входять організаційні, інженерно-технічні та лікувально-профілактичні заходи. Здійснення організаційних та інженерно-технічних заходів покладається на посадових осіб, які діють спільно з медичною службою і місцевими органами екобезпеки та санітарного нагляду. Вони повинні вжити попереджувальні заходи з гігієнічної оцінки об'єкту; проводити поточний санітарний нагляд за ним;

здійснювати організаційно-методичну роботу з підготовки спеціалістів, які працюють на цих об'єктах; організувати інженерно-технічне забезпечення нагляду.

На стадії проектування повинно бути забезпечене таке взаємне розташування випромінюючих об'єктів та осіб, які піддаються опроміненню, яке б зводило до мінімуму інтенсивність опромінення. Оскільки повністю уникнути опромінення неможливо, потрібно зменшити ймовірність знаходження людей в зоні високої інтенсивності ЕМП і обмежити час перебування під опроміненням.

Винятково важлива роль належить засобам колективного, локального та індивідуального захисту.

Колективний захист базується на обліку поширення радіохвиль в умовах конкретного рельєфу місцевості. Доцільно використовувати природні екрани для захисту від ЕМП – складки місцевості, лісонасадження, насипи, нежитлові будинки. Якщо розташувати антену на підвищеній місцевості, то можна знизити інтенсивність поля, яке опромінює населений пункт, в кілька разів. Аналогічний результат дає відповідне орієнтування діаграми спрямованості, особливо високоспрямованих антен, наприклад, шляхом збільшення висоти антени. Ефективність такого способу захисту зменшується із зростанням віддалі.

При захисті від випромінювання шляхом застосування екранів необхідно враховувати затухання хвилі при проходженні через екран (наприклад, через лісову смугу), а також дифракційні явища на верхній і бокових краях екрану, які збільшують інтенсивність ЕМП за екраном.

Для зменшення дії ЕМП організують санітарно-захисні зони, які поділяють на зону суворого режиму і зону обмеженого користування. На межі зони суворого режиму напруженість поля не повинна перевищувати 20 В/м. Площа цієї зони використовується під радіостанцію. В зоні суворого режиму не дозволяється житлове будівництво, і вона повинна бути огороженою і охоронятись. В зоні обмеженого користування напруженість поля повинна бути нижчою 20 В/м, а на периферії зони рівень не повинен бути вищим 4 В/м. У цій зоні також забороняється житлове будівництво. Її можна використовувати

під автотранспортні стоянки, побутові приміщення і т. п., тобто об'єкти, де люди знаходяться не тривалий час.

Досить ефективним є локальний захист, який базується на застосуванні радіозахисних матеріалів, що забезпечують високе поглинання енергії випромінювання матеріалом і відбивання від його поверхні. Для екранування шляхом загородження використовують металеві листи та сітки. Захист приміщень від зовнішнього випромінювання можна здійснити шляхом обклеювання стін металізованими шпалерами, закриття вікон металевими сітками, металізованими шторами. Опромінення в такому приміщенні зводиться до мінімуму, але відбите від екранів випромінювання перерозподіляється в просторі і потрапляє на інші об'єкти.

Поряд з відбиваючими екранами широко застосовуються екрани з матеріалів, які поглинають випромінювання (найчастіше застосовується матеріал на основі вуглецю), причому поверхню екрану роблять жорсткою, ребристою чи шипоподібною.

Засоби індивідуального захисту також є досить ефективними, але вони застосовуються тільки в тих випадках, коли інші захисні заходи не досить ефективні, або їх неможливо застосовувати: при проході людини через зону підвищеної інтенсивності випромінювання, при ремонтних та налагоджених роботах в аварійних ситуаціях, під час короткочасного контролю та вимірювання інтенсивності опромінення. При роботі на РЛС необхідно дотримуватись таких вимог захисту від НВЧ випромінювання:

- проміжок дверей апаратної спрямовується в бік найменшого випромінювання;
- категорично забороняється знаходитись у незахищених місцях в радіусі 1600 м від місця розташування радіовисотоміру при спільній роботі РЛС та в радіусі 200 м при автономній роботі;
- у випадку необхідності проведення робіт на більш близьких відстанях при роботі РЛС на випромінювання, обслуговуючий персонал зобов'язаний користуватися індивідуальними захисними засобами (одяг з металізованих тканин, радіопоглинаючих матеріалів, захисні окуляри, рукавиці та ін.);
- під час роботи місце оператора необхідно закривати шторами з металізованої захисної тканини.



## 8.5. Джерела вібрації та вимоги до її нормування

Вібрація – це тремтіння або струси всього тіла чи окремих його частин під час різних робіт (бетоноукладання, пневмоелектроподрібнення порід, роботи в шахтах з відбійним молотком, розпилювання матеріалів тощо). Тривалі вібрації завдають великої шкоди здоров'ю – від сильної втоми й не дуже значних змін багатьох функцій організму до струсу мозку, розриву тканин, порушення серцевої діяльності і нервової системи, деформації кісток і м'язів, порушення чутливості шкіри, кровообігу тощо. Існує цілий ряд вібронебезпечних професій, пов'язаних з умовами праці, при яких вібраційне навантаження на оператора перевищує гранично допустимі значення (оператори бетоноукладальних та шляхоукладальних машин, гірничошахтного устаткування, гусеничної техніки і т.п.) Кожна машина чи технічний засіб має свою вібраційну характеристику, тобто кількісний показник вібраційної активності машини, встановлений і контрольований для оцінки її технічних властивостей з позиції забезпечення вібраційної безпеки тощо.

Вібрація може безпосередньо передаватися від машини до оператора або опосередковано через елементи виробничого середовища – пристрої, будівельні та інші споруди (фундаменти, перекриття, будови, майданчики, дороги і т.п.).

За способом передачі на людину розрізняють загальну і локальну вібрацію. Загальна вібрація передається через опорні поверхні на тіло людини, яка стоїть чи сидить. Локальна вібрація передається через руки людини (вібрація, яка впливає на передпліччя, які контактують з вібруючими поверхнями робочих столів, тощо).

За часовою характеристикою розрізняють:

- постійну вібрацію, для якої спектральний і коректований за частотою параметр протягом часу спостереження змінюється не більше ніж у 2 рази (на 6 дБ);
- непостійну вібрацію, для якої ці параметри протягом часу спостереження змінюються більше, ніж у 2 рази (на 6 дБ).

Джерелами вібрації можуть бути:

- дизельні, газодинамічні та вентиляційні установки;
- верстати та обладнання ремонтно-поновлювальних майстерень;

- автомобілі та інша техніка;
- обладнання комунально-побутових об'єктів (пральні, бойлерні, різні насоси і т.п.);
- будівельно-ремонтні дорожні машини;
- залізничний транспорт;
- авіаційні силові установки (двигуни та гвинти) на аеродромах.

Загальну вібрацію за джерелом її виникнення поділяють на категорії:

1. *Транспортна вібрація*, яка діє на водія рухомих машин і засобів при їх пересуванні на місцевості, а також на водіїв будівельно-дорожніх машин (бульдозери, скрепери, грейдери, катки і т.п.).

2. *Транспортно-технологічна вібрація*, яка діє на водіїв (операторів) машин з обмеженим пересуванням тільки на спеціально підготовлених поверхнях майстерень, майданчиків (самохідний рельсовий транспорт, екскаватори, крани промислові та будівельні, шляхові машини, бетоноукладачі);

3. *Технологічна вібрація*, яка діє на операторів стаціонарних машин або яка передається на робочі місця, що не мають джерел вібрації (станки, електричні машини, насосні агрегати, димовсмоктувачі та вентилятори, обладнання промисловості будматеріалів).

Вібрація завдає шкоди не лише операторові машини чи установки, але й людям, які потрапляють в поле її дії. Перш за все, людина швидко перевтомлюється, може дістати розлади нервової системи, серцево-судинної діяльності. Значна вібрація здатна викликати струс мозку, деформацію м'язів і кісток, порушення функцій опорно-рухового апарату. Вплив вібрації проявляється у вигляді різних патологічних відхилень людини і навіть у появі професійної вібраційної хвороби.

Кількісні та якісні критерії і показники несприятливого впливу вібрації на людину диктуються санітарними нормативними документами Міністерства охорони здоров'я. Згідно з ними вводяться наступні критерії оцінки несприятливого впливу вібрації:

- критерій “безпека”, який забезпечує не порушення здоров'я оператора і виключає можливість виникнення травмонебезпечних чи аварійних ситуацій через дію вібрації;

- критерій “межа зниження продуктивності праці” – забезпечує підтримку нормативної продуктивності, яка не знижується через розвиток втоми під впливом вібрації;
- критерій “комфорт”, при якому людина має відчуття комфортності умов праці.

### ***8.5.1. Методи зниження вібрації***

Уникнути негативної дії вібрації можливо лише при дотриманні вібраційної безпеки при експлуатації пересувної техніки, обладнання, машин та устаткування. Цього досягають впровадженням:

- системи технічних, технологічних і організаційних заходів;
- системи проектних і технологічних рішень елементів виробничого середовища, які знижують вібраційне навантаження на оператора і навколишнє середовище;
- системи профілактичних заходів, які послабляють негативну дію на людину – оператора.

В цілому зменшити вібраційні впливи допомагають такі заходи:

- конструкторські;
- проектно-будівельні;
- експлуатаційні.

**Конструкторськими заходами** забезпечення вібробезпеки повинно бути створення вібробезпечних машин. На віброактивні машини встановлюються норми вібрації, які вносяться в технічні умови на конкретні машини або в стандарти на групи машин. Вібраційні характеристики нормуються і контролюються при виготовленні та експлуатації машин.

Для вібробезпечних машин нормою вібрації є допустима вібраційна характеристика (ДВХ). Для машин, які не є вібробезпечними, норма вібрації повинна бути встановлена у вигляді технічно досяжної вібраційної характеристики (ТДВХ). При цьому виконання санітарних норм, встановлених для умов використання конкретних машин, повинно бути забезпечене застосуванням віброзахисту поза машиною (дизелі, димовсмоктувачі, вентилятори, кондиціонери, станки, насоси і

т.п.). З метою зменшення вібрації стаціонарних машин, які передають її на несучу конструкцію, застосовують пружини або гумові віброізолятори. Для агрегатів, які мають швидкість обертання, меншу ніж 1800 об/хв, рекомендується застосовувати пружинні віброізолятори; для тих, які мають швидкість обертання понад 1800 хв<sup>-1</sup>, – гумові.

**Проектно-будівельні заходи** полягають у застосуванні будівельних рішень при проектуванні та спорудженні будинків та споруд, які б знижували вібрацію на шляху її поширення від джерела збудження. При проектуванні споруд і технології виконання робіт повинні бути:

- обрані машини та зафіксовані робочі місця (зони) з найменшою вібрацією;
- визначені вимоги віробезпеки за санітарними нормами з часовим обмеженням дії вібрації, які закладені в проектній документації, та розроблені схеми розташування машин з мінімальним рівнем вібрації;
- проведена і вказана в технологічній документації оцінка очікуваного вібраційного навантаження на оператора;
- обрані будівельні рішення основ і перекриттів, які забезпечують вимоги вібраційної безпеки праці;
- обрані і розраховані необхідні засоби віброзахисту, які забезпечать виконання вимог віробезпеки праці.

При проектуванні будівельних конструкцій, систем установки машин, засобів віброзахисту від загальної вібрації робочих місць використовують допустимі амплітуди вібропереміщення. Значення амплітуд розраховуються за допустимими середньоквадратичними значеннями віброшвидостей, встановлених санітарними нормами для певних частот коливань.

**Експлуатаційні заходи.** Значної ефективності зменшення негативної дії вібрацій на людину можна досягти організаційними і профілактичними методами стосовно експлуатації механізмів, які відзначаються регламентом віробезпечного проведення робіт.

Віробезпека праці повинна забезпечуватись:

- 1) дотриманням правил і умов експлуатації машин та виробничих процесів;

2) підтримкою технічного стану машин і параметрів технологічних процесів, своєчасним проведенням планових і попереджувальних ремонтів;

3) виключенням контакту працюючих з вібруючими поверхнями за межами робочого місця шляхом введення загорож, попереджувальних знаків, написів, сигналізації і т.п.;

4) застосуванням засобів індивідуального захисту від вібрації (віброгасних рукавичок, прокладок, килимків) та дотриманням безпечних режимів праці;

5) контролем вібраційних характеристик машин і вібраційного навантаження оператора згідно з нормами Міністерства охорони здоров'я.

Ефективним є обмеження часу впливу вібрації на людину, яка працює на вібронебезпечній установці. При дії локальної вібрації режим праці будується у відповідності з рекомендаціями Міністерства охорони здоров'я. Для його контролю проводяться періодичні експлуатаційні перевірки вібрації, які полягають у визначенні характеристик виробничих вібрацій на конкретному робочому місці.

Вібрацію вимірюють за допомогою спеціальних приладів. Головним чином це вібровимірювальні перетворювачі – переадаптери (рожки, планки), агрегатні комплекси, комплекси засобів вимірювання вібрації, а також допоміжні пристрої (проміжні платформи для виміру загальної вібрації на сидінні водія).

Періодичність контролю вібраційного навантаження на людину при дії локальної вібрації повинна бути не рідше двох разів на рік, загальної – не рідше одного разу на рік. У водіїв, операторів машин, механіків із засобів індивідуального захисту широке застосування мають рукавиці з м'якими нашивками на долонях та спеціальне взуття на вібропоглинальній підошві.

## **8.6. Шумове забруднення довкілля**

З ростом індустріалізації народного господарства і розвитком усіх видів транспорту проблема боротьби з шумом продовжує загострюватись. У другій половині ХХ ст., за деякими оцінками, інтенсивність шуму в розвинених країнах

подвоювалась кожні 5-10 років, тобто росла швидше, ніж збільшувалось споживання енергії. Інтенсивний і тривалий шум негативно впливає на продуктивність праці, самопочуття і здоров'я людини, а також тварин і навіть рослин. Все це визначає необхідність широкого і серйозного вивчення проблеми шуму з позиції фізики, інженерії, біології, медицини, архітектури і ряду інших галузей сучасних знань.

Вплив шуму на кожну людину – це складне і неоднозначне явище. Об'єктивними критеріями вважаються рівень (інтенсивність) і висота звуків, складових шуму, а також тривалість його впливу.

Інтенсивність вимірюється за логарифмічною шкалою в децибелах (дБ) і відображає величину тиску звукової хвилі на барабанну перетинку людського вуха. Шум в 1 дБ ледве уловлюється людиною з виключно загостреним слухом. Шум від нормального дихання людини оцінюється в 10 дБ і такий рівень шуму приймають за межу чутності для більшості людей з нормальним слухом. Шепіт створює шум в 20 дБ (табл. 8.1).

Таблиця 8.1

Інтенсивність шуму різних джерел, дБ

Джерело шуму	Рівень шуму, дБ
<i>Зимовий ліс за тихої погоди</i>	0
Шепіт	20
Сільська місцевість	30
Читальня	40
Машбюро	65
Салон автомобіля	70
Відбійний молоток	90
Важкий самоскид	100
Оркестр поп-музики	110
Блискавка	130
Реактивний літак на віддалі 25 м	140
<i>Старт космічної ракети</i>	<i>150</i>

Відпочинок і сон вважаються повноцінними, коли шум не перевищує 20-30 дБ. В закладах і на підприємствах шум досягає 40-60 дБ. На шумних підприємствах деякі категорії людей працюють при шумі до 70 дБ. Короткодопустимим вважається

шум до 80 дБ. Більш сильний шум небезпечний. Больовий поріг лежить звичайно у межах 120-130 дБ, за яким можливе безпосереднє пошкодження слухового апарату.

Необхідно звернути увагу на те, що при зростанні шуму з 40 до 60 дБ за звуковим тиском це зростання відбувається не в 1,5 рази, а в 100 разів, оскільки для обчислення рівня шуму застосовується логарифмічна шкала. Для ілюстрації можна навести такий приклад: артилерійський постріл оцінюється за шкалою в 150 дБ і перевищує абсолютний мінімум чутності (1 дБ) в 150 разів, а за звуковим тиском звук пострілу більше приблизно в 10 разів.

Висота звуків визначається частотою коливань джерела і вимірюється у герцах (Гц), тобто числом періодів (коливань) за секунду. В діапазоні відчутних людиною звуків (від 16 до 20000 Гц) високочастотні шуми вважаються більш шкідливими. Звукові хвилі частотою нижче 16-20 Гц називають інфразвуковими, вище 20000 Гц (20кГц) – ультразвуковими.

В загальній гамі шумів інфра- і ультразвуки людина не чує. Встановлено, що ультра- і інфразвуки здійснюють негативний вплив на організм людини і викликають перш за все розлади нервової системи. Хоча вплив низькочастотних шумів ще не достатньо вивчено, вчені вважають їх шкідливими для людини. Джерелами інфразвуків можуть бути гроза, урагани, сильні вітри, землетруси та інші явища природи. Інфразвуки мають як правило малу інтенсивність. В США встановлено зв'язок між підвищенням інтенсивності інфразвуків і ростом кількості надзвичайних подій, особливо на дорогах країни. Тривалість негативного впливу, особливо підвищеної інтенсивності, має негативний вплив на функції слухового апарату і взагалі на здоров'я людини. Так, Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) в доповіді від 1966 року констатувала: «Якщо оцінювати професійні захворювання, виходячи із загальної суми допомоги і компенсацій з непрацездатності, то із всіх професійних захворювань перше місце займає втрата слуху».

До радикальних заходів попередження інтенсивного шуму слід віднести ліквідацію його в джерелі, тобто конструювання відносно мал шумних транспортних засобів і застосування «тихих» технологічних процесів. Але це потребує великих витрат

і тривалого часу для реалізації. Сьогодні розгортання цих робіт супроводжується прийняттям інших заходів, у тому числі організаційних.

Застосовуються також архітектурно-планувальні заходи, до яких належить зонування території міст, тобто територія розбивається на зони підвищеного шумового рівня (заводи, підприємства, гаражі і т.п.) і зони з порівняно низькими шумовими рівнями (житлові квартали, комунально-побутові об'єкти і т.п.). Шумні зони обмежуються за периметром будинками і спорудами, які мають екрануючий ефект. При цьому екрануюча споруда на боці, зверненому до джерела звуку, повинна мати звукоізоляційні вікна.

Територіальні розриви дають можливість в певній мірі знизити рівень шуму. Будівельні норми передбачають розміщення житлової забудови на відстані не менше 100 м від осі крайньої колії руху залізничного транспорту, від морських і річних портів. Відстань від доріг з автомобільним рухом повинна бути не меншою 50 м. Для аеродромів існують спеціальні вимоги, які диктуються ГОСТом 22283-76 і нормами СНіПу II 60-75.

В кожному конкретному випадку необхідні розриви між населеним пунктом і аеродромом визначаються з урахуванням характеристики шуму літаків, які експлуатуються, і умов їх експлуатації.

Створюються також санітарно-захисні зони від 1000 до 50 м між виробничими об'єктами і житловою забудовою. Крім цього створюються шумозахисні смуги, засаджені деревами і чагарниками. Шумозахисні смуги насаджують із швидкорослих дерев і чагарників, стійких до даного типу забруднювачів навколишнього середовища і характерних для конкретного природного регіону.

Будівельні заходи боротьби з шумом перш за все включають удосконалення віконних конструкцій (віконні рами). Такі конструкції мають середній коефіцієнт звукоізоляції до 50 дБ. Ефективним є облицювання окремих ділянок фасадів будинків звукопоглинаючими матеріалами. Шукаються й інші, іноді нетрадиційні заходи. Так, наприклад, в Англії випробувались прилади, що автоматично зачиняють вікна школи, яка знаходиться поблизу Лондонського аеропорту Хітроу. При



наростанні шуму від літаків вікна закриваються, а при віддаленні літака вони автоматично розкриваються.

Дійовим заходом у боротьбі з шумом є віднесення аеродромів і аеропортів на більшу відстань від густо населених пунктів, що різко скорочує або повністю виключає проліт літаків над заселеною територією.

## **8.7. Теплове забруднення довкілля**

Викиди теплоти є одним з основних факторів взаємодії енергетичних об'єктів з навколишнім середовищем, зокрема з атмосферою й гідросферою. Для оцінки впливу теплових викидів на тепловий режим всіх компонентів навколишнього середовища, необхідно враховувати основні процеси викидів теплоти, їхню сумарну кількість та умови розповсюдження в атмосфері й гідросфері.

Виділення теплоти відбувається на всіх стадіях перетворення хімічної енергії, органічного або ядерного палива для виробництва електроенергії, а також при використанні теплової енергії (при прямому спалюванні палива в промислових і комунально-побутових установках та у більшості процесів використання електроенергії, виробленої електростанціями).

Кількість теплоти, що відводиться у конденсатори турбін на ТЕС з надкритичними параметрами пари становить 50-55% теплової енергії, виділеної при спалюванні палива. На АЕС із водоохолоджуваними реакторами ця величина досягає значення 65-68%.

Теплота конденсації відводиться від робочого тіла парових турбін ТЕС й АЕС у конденсаторах поверхневого типу (або в змішувальних конденсаторах) і передається системі технічного водопостачання. При прямоточній системі технічного водопостачання (СТВП) теплота конденсації передається проточній воді, охолоджуваній в ставках-охолоджувачах, або атмосферному повітрю при розпиленні в бризкальних басейнах або в градирнях. Принципово можлива безпосередня віддача теплоти конденсації атмосферному повітрю в повітряних конденсаторах.

З позиції забезпечення найбільшої ефективності ТЕС й АЕС краще використовувати прямоточні СТВП із поверхневими конденсаторами. Основними факторами, що обмежують застосування прямоточних СТВП, є витрата охолоджуючої води в місцях дислокації електростанцій і допустимі рівні підвищення температури охолоджуючої води.

В оборотних СТВП джерелами охолоджуючої води є природні або реконструйовані озера, водоймища на ріках, наливні або штучні ставки-охолоджувачі (ізольовані від інших компонентів гідросфери), а також різні типи градирень. Відведення теплоти в атмосферу в оборотних СТВП лімітується закономірностями теплообміну поверхневої води з атмосферним повітрям.

З метою скорочення площі водоймищ-охолоджувачів, що досягає 20 – 30 км<sup>2</sup> для потужних ТЕС, застосовуються спеціальні конструкції глибинних водозаборів і плаваючі бризкальні установки.

У СТВП з градирнями практично відсутні скидання теплоти в гідросферу, тому що вся теплота, що відводиться із конденсаторів, передається в атмосферу.

Конденсаційні установки із «сухими» градирнями (охолоджуючий агент – навколишнє повітря) мають ряд переваг: зменшення площі, зручність компонування, висока надійність. Їхній недолік: велика витрата кольорових металів (приблизно 4 кг/кВт), знижена економічність установок при температурі повітря вище 15 – 25 °С і більш високі капітальні витрати (в 1,8 – 2 рази вище в порівнянні з витратами на оборотну систему з водосховищем).

У цей час у країнах СНД на теплових електростанціях відводиться близько 10<sup>10</sup> ГДж (2,5·10<sup>9</sup> Гкал) теплоти. Якщо цю теплоту передавати проточній воді, то витрата охолоджуючої води складе 390 км<sup>3</sup> у рік і сумарне середнє нагрівання води перевищить 5°С. Цей же фактор утрудняє можливість застосування прямоточних систем водопостачання і в Україні.

Таке ж положення із застосуванням прямоточних систем водопостачання спостерігається і в більшості промислово розвинених країн. Так, всі нові ТЕС й АЕС США, що

споруджують не на берегах океанів, проектується з оборотними системами водопостачання.

За підрахунками німецьких і швейцарських вчених, можливості рік Швейцарії й верхнього течії Рейну по нагріванню скидною теплотою електростанцій вже вичерпані. Нагрівання води в будь-якому місці ріки не повинно перевищувати максимальну температуру води ріки, що прийнята  $28^{\circ}\text{C}$ , більше ніж на  $3^{\circ}\text{C}$  (у виняткових випадках – на  $5^{\circ}\text{C}$ ). З цих умов потужність електростанцій ФРН, що споруджують на Рейні, Інні, Везере й Ельбі, обмежується значенням 35000 МВт, а всі нові ТЕС й АЕС у басейнах цих рік проектується з оборотним СТВП.

Широке застосування потужних градирень висуває ряд нових проблем взаємодії електростанцій з навколишнім середовищем. Витрата охолоджуючої води для типового блоку АЕС потужністю 1100 МВт із випарними градирнями становить 120 тис. т/год (при температурі охолоджуючої води  $14^{\circ}\text{C}$ ). Таким чином за рік випаровується 20 млн т води, а з продувкою СТВП (подвоєний солевміст) – 25 млн т, з краплинним віднесенням – близько 1 млн тонн. При нормальному солевмісті живильної води за рік виділяється близько 13,5 тис. т солі, яка випадає на поверхню навколишньої території. Дотепер немає достовірних даних про вплив на навколишнє середовище цих факторів.

Фахівцями фірми «Дженерал Електрик» розроблена конструкція градирні для багатоблочної АЕС, яка створює потужний висхідний потік вологого теплого повітря, що пробиває інверсійний шар і розсіюється у верхніх шарах атмосфери. Градирня має висоту 180 м.

У звичайних градирнях швидкість висхідного потоку повітря досягає 30 м/с, внаслідок чого потік втягує велику масу густого й холодного навколишнього повітря і губить свою енергію на висоті декількох десятків метрів. У градирні фірми «Дженерал Електрик» повітря піднімається зі швидкістю 1,5 - 5 м/с, що стабілізує висхідний потік, запобігає підсмоктуванню холодного повітря, дозволяє пробивати інверсійний шар, шар смогу, хмар і тільки потім потік дисипує, сприяючи очищенню атмосфери.

При такій організації відводу теплоти в енергетичній установці відбувається, подібно навколишньому середовищу,

замкнутий тепловий цикл, який ніби «самоочищує» наслідки свого теплового впливу на приземний шар атмосфери. Однак кінцеві результати таких впливів не явні, тому необхідне вивчення можливого наслідку теплових викидів у більш високі шари атмосфери, що грають найважливішу роль у планетарному балансі енергії.

Наступна велика складова виділення теплоти в навколишнє середовище ( $Q_{yx}$ ) – втрати тепла з газами, які виходять з котлів. Для сучасних ТЕС вона залежить від роду палива та досконалості топкових пристроїв і перебуває в межах від 8 до 14 %. Значення втрат тепла із продувкою водою котлоагрегатів береться, як правило, близько 1% втрати конденсату, а на витік й випар втрати додатково становлять 1 - 2 % від продуктивності котлів.

На АЕС втрати з газами, які виходять з котлів, відсутні, а втрати через продувки й ізоляцію приблизно такі ж, як на ТЕС.

**Тепловий режим гідросфери.** Як і для інших компонентів навколишнього середовища, основним фактором формування теплового режиму гідросфери є взаємодія поверхні із сонячним випромінюванням. Для гідросфери характерне значне розходження теплових режимів її складових (відкрите море, океан, замкнуте водоймище, ріка), наявність потужних течій і малорухомих зон, а також залежність випарів води від локальних температур та їхніх змін.

У водотоків природного й штучного походження розрізняють три види теплового режиму за річними коливаннями температури: з невеликими змінами; з помітними змінами, але без замерзання взимку; з великими змінами й замерзанням взимку.

Великі ріки, що протікають через різні кліматичні зони, можуть мати різні види теплових режимів у різних зонах течії.

**Поширення теплових скидів у гідросфері.** Більша частина теплоти, одержуваної охолоджуючою водою в конденсаторах парових турбін, передається у водойми або водотоки. Поширення викидів теплоти у водоймах залежить від розподілу температури води в них, від перегріву води в конденсаторах відносно температури води в місці скидання, від конструкції водоскидних пристроїв, течії та інших факторів, що визначають характер зміни

температур і протяжність зони змішування нагрітої частини води (циркуляційної) з водою водойми.

В умовах сталої стратифікації у водоймі, скидання нагрітої води до неї може викликати різке порушення її сталого природного рівноважного теплового режиму. Процеси тепло- і масопереносу супроводжуються специфічними явищами, як, наприклад, виникненням термоклину, що послаблює турбулентний обмін між горизонтальними шарами води, зменшенням розчинності кисню у воді, зменшенням процесів реаерації та ін.

Важливо відзначити, що у віх випадках, при сталому в часі процесі, вся теплота, яка надходить від енергетичних об'єктів у

**Вплив теплових скидів на гідросферу.** В реальних умовах вплив теплових скидів в окремі водойми, озера або ділянки рік може проявлятися різним чином, залежно від біологічної, гідрологічної й фізико-хімічної обстановки в даній водоймі, від діапазону, швидкості й частоти зміни температур і їхнього зв'язку з природними циклами.

Основним фактором теплового впливу на ріки або водойми є підвищення температури води в місці скидання нагрітої води, що призводить до підвищення середньої температури поверхні водойми.

За діючими правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами, нагрів води у всіх природних водоймах не повинен перевищувати 5 °С зимою і 3 °С літом. Такі ж обмеження введені в більшості країн Європи. У деяких країнах встановлені верхня межа температури води, що скидається в ріки, а також швидкості підвищення температури води та ін.

З метою забезпечення якості води, необхідної для мешканців гідросфери, поблизу джерел теплового забруднення рекомендується залишати коридори, у яких завжди повинен підтримуватися необхідний для флори і фауни стан води. У ріках поперечний переріз коридорів повинен бути не менш 75 % перетину потоку. Припустимі теплові навантаження на водотоки, обумовлені припустимим підвищенням температури, залежать від стоку, швидкості й характеру течії, організації водоскиду (перемішування гарячої й холодної води). При оцінках теплових впливів на ріки, необхідно також враховувати локальне

підвищення температури як по перетину русла, так і в місці скидання.

**Вплив теплових викидів на атмосферу.** Кількість теплоти, що надходить в атмосферу, визначається теплотою спалювання палива або тепловим еквівалентом використаних енергоресурсів. Значна частка цієї енергії виділяється в атмосферу в зоні розташування енергетичної установки, що викликає локальне підвищення температури над нею. Такі області атмосферного повітря з підвищеною температурою називають «островами теплоти». «Острови теплоти» над одиничними енергетичними об'єктами не стійкі в часі внаслідок впливу переміщення повітря та інших атмосферних факторів.

Найбільший інтерес представляє розгляд теплових викидів в атмосферу від сукупності об'єктів, тобто аналіз цього ефекту на регіональному рівні. Це пов'язано з тим, що викликана урбанізацією концентрація виробництва й споживання енергії є характерною рисою сучасного етапу науково-технічної революції.

Для середини 70-х років минулого століття характерна наявність регіонів з питомим тепловиділенням у діапазоні від 10 до 100 Вт/м<sup>2</sup> площею 10<sup>4</sup> – 10<sup>5</sup> км<sup>2</sup>, а також окремих регіонів з питомим тепловиділенням до 200 Вт/м<sup>2</sup> площею до 10<sup>4</sup> км<sup>2</sup>. Основний результат теплового впливу в цих регіонах – утворення стійкого (майже стаціонарного) просторового «куполу» повітря з більш високою температурою – на 1-4 °С вище рівноважної природної температури.

Будь-яке місцеве джерело теплоти достатньої інтенсивності сприяє утворенню термічної циркуляції, що чітко проявляється при відсутності вітру. Цей ефект спостерігається на висотах до декількох сотень метрів. Так над круглим «островом теплоти» діаметром 10 км, при швидкості вітру 1 м/с, у шарі товщиною до 500 м виникає вертикальна швидкість повітря, яка досягає 0,1 м/с.

Вплив «островів теплоти» на інші атмосферні процеси до теперішнього часу вивчено недостатньо, однак більшість досліджень вказує на те, що утворення туманів та збільшення атмосферних опадів напряму пов'язані з «островами теплоти».

При розгляді впливу теплових викидів в атмосферу на вищому (глобальному) рівні, необхідно враховувати фактори

формування глобальних балансів і їхніх можливих змін. Очевидно, що ці впливи необхідно розглядати в рамках інших можливих антропогенних впливів, а також природних процесів.

### *Контрольні питання*

1. В чому полягає руйнівна дія радіоактивного випромінювання на організм людини?
2. Чому радіоактивні нукліди дуже небезпечні для організму?
3. В чому сутність соматичного та генетичного впливу радіоактивного випромінювання на організм?
4. Які наслідки аварії на Чорнобильській АЕС та способи їх подолання?
5. Що є головними джерелами радіоактивних забруднень біосфери?
6. Для чого і як нормуються дози опромінення і здійснюється радіаційний контроль?
7. Які є методи захисту від іонізуючого випромінювання та попередження його негативного впливу на організм?
8. Що є джерелами електромагнітного випромінювання і як воно впливає на організм людини?
9. Які є методи захисту від електромагнітного випромінювання?
10. Що таке вібрація і який вплив вона має на здоров'я людини?
11. Що є джерелами вібрації та які існують методи зниження її впливу?
12. Чому необхідно знижувати інтенсивність шуму і якими заходами це можна зробити?
13. Яким чином відбувається теплове забруднення атмосфери і гідросфери енергетичними об'єктами?
14. В чому полягає негативний вплив теплових викидів на гідросферу і атмосферу?

## Тема 9. КОСМОС І ЕКОЛОГІЯ

Країни, які проводять роботу у космічному просторі, зацікавлені у дослідженнях, пов'язаних із забруднення навколоземного простору фрагментами ракетно-космічної техніки. Проблема забруднення стосується інтересів багатьох країн і сьогодні особливо актуальна. Оцінка існуючої ситуації і прогноз її розвитку вказує на необхідність тісного міжнародного співробітництва з метою прийняття своєчасних і дієвих заходів щодо зниження темпів росту «космічного сміття» і забезпечення безпеки орбітальних польотів майбутнього.

Забруднення космічного простору почалось після запуску Радянським Союзом першого штучного супутника Землі (ШСЗ), 4 жовтня 1957 р., (США – 1958 р.), разом з яким на орбіту вийшли останні ступені ракети-носія (РН). За роки космічної ери на навколоземних орбітах було зареєстровано понад 20000 космічних об'єктів штучного походження розміром понад 10 см, за якими можна спостерігати за допомогою сучасних наземних засобів. Це відпрацьовані верхні ступені РН і розгінні блоки, космічні апарати, що відпрацювали свій строк, у тому числі відокремлені від них у космосі елементи конструкцій типу перехідників, кришок, пружинних штовхачів, піроболтів. Сюди ж належать загублені космонавтами при виході до відкритого космосу рукавичка, викрутка, кінокамера та багаточисельні фрагменти, що утворилися в результаті різних вибухів і сутичок об'єктів.

Частина цих об'єктів та фрагментів з часом, в залежності від висоти їх орбіти і маси, входять в щільні шари атмосфери і, в більшості випадків, згорають. Тільки невелика частка їх досягає поверхні Землі. Сьогодні у космосі знаходиться біля 7200 спостережуваних штучних об'єктів, однак лише 5 % з них – це діючі космічні апарати (КА), а все інше, за своєю сутністю, «космічне сміття».

На жаль «космічне сміття» не обмежується тільки зареєстрованими об'єктами. Число фрагментів розміром в декілька сантиметрів становить десятки тисяч, а уламки розміром 1 см і менше обчислюються сотнями тисяч. Уламки розповсюджуються по всій сфері навколоземного простору:



траєкторія їх польотів охоплює Землю тонкою оболонкою. Вільними залишаються тільки полюси.

Зростаюче забруднення космосу починає викликати хвилювання. Від падаючих залишків космічних об'єктів нас захищає щільний шар атмосфери, в якому вони згоряють. Але вони залишаються небезпечними для транспортної авіації, яка літає на великих висотах. Можливі випадки, коли під час падіння об'єктів, частина їх уламків не встигає згоріти у атмосфері і досягає поверхні землі. У 1979 р. серйозне занепокоєння з цього приводу викликало непередбачено швидке зниження радянської орбітальної станції «Салют-7», фрагменти якої ввійшли в щільні шари атмосфери над територією Південної Америки.

Зростає вірогідність сутичок у космосі кораблів з уламками «сміття». Це у майбутньому може істотно впливати на безпеку польотів орбітальних станцій і пілотуємих транспортних кораблів, а також на тривалість функціонування автоматичних штучних супутників Землі (ШСЗ). Головна небезпека «космічного сміття» пов'язана з великими, дійсно космічними швидкостями сутичок орбітальних фрагментів з КА. Наприклад, зіткнення із звичайним болтом кріплення, загубленим на орбіті, при відносній швидкості зустрічі 10 км/с рівнозначна для КА зіткненню з гарматним ядром, запущеним із швидкістю 300 м/с. Частинка діаметром приблизно 0,5 мм, яка летить у космосі, може пробити космічний скафандр, навіть якщо він вироблений з багатошарового матеріалу. Про те, яку небезпеку складають у Космосі такі, майже невидимі людським оком, мікроуламки, як частинки фарби, свідчать веродійні ураження ілюмінаторів на орбітальних станціях «Салют-7», «Мир» і американських багаторазових кораблів типу «Шаттл».

Найбільша концентрація фрагментів спостерігається в діапазоні висот від 300 до 1600 км, де вірогідність зіткнення КА з дрібним уламком стала наближатися до вірогідності зіткнення з метеоритом тих же розмірів. Мабуть у перспективі виникне необхідність створювати додаткові конструкції для захисту орбітальних станцій і КА від «космічного сміття», а також впроваджувати спеціальні заходи для зменшення забруднення орбіт, оскільки при сучасному рості забруднення Космосу вірогідність зіткнення наприклад, станції типу «Мир» з

небезпечним уламком розміром 1 см і більше зараз прогнозується як один раз на 7 років, а у 2020 році як один раз на 2 роки.

Не менш серйозну небезпеку, поряд з механічним забрудненням низьких навколоземних орбіт, являють можливі аварії КА з радіоізотопними і ядерними енергоустановками на борту. Вони можуть призвести і вже приводили до радіоактивного забруднення Землі, атмосфери і найближчого простору. Так, у 1964 р. американський навігаційний супутник «Транзит» з радіоізотопним джерелом енергії не зміг вийти на орбіту. Пристрій з плутонієм-238 розпався в атмосфері і розсіявся по всій земній кулі. При цьому вміст даного ізотопу в навколишньому середовищі збільшився втричі. У 1978 р. радянський супутник «Космос-954» увійшов в атмосферу і розпався на частини, розкидаючи при цьому радіоактивні уламки над північно-західними районами Канади.

Проблема екологічно чистої утилізації відходів лишається навіть при нормальному функціонуванні ШСЗ з ядерним паливом на борту. Передбачений в деяких конструкціях відстріл активної зони з переводом її на орбіту «висвічування» є далеко не ідеальним рішенням. Вважається, що на навколоземних орбітах сьогодні знаходиться декілька десятків ШСЗ, які несуть на борту загалом не менше однієї тони «Урану-235» та інших продуктів розпаду. Більшість цих ШСЗ обертається на орбітах в найбільш забрудненій зоні і піддається небезпеці руйнування при зіткненні з уламками.

Фахівці і вчені висловлюються за обмеження використання ядерних енергоприладів (ЯЕП) в космічних апаратах на навколоземних орбітах. Як вважають експерти, ЯЕП повинні використовуватись лише для КА, які відправляються у далекий Космос до інших планет, де інших (альтернативних) джерел енергії немає.

Обговорюючи перспективи розвитку космонавтики, у тому числі вирішення таких завдань, як розгортання багатоцільових орбітальних комплексів, супутникових сонячних електростанцій, створення бази – станції на Місяці, не можна забувати про екологічний стан навколишнього середовища. Інтенсивне освоєння Космосу може призвести до досить відчутного впливу на навколоземну орбіту.

Для розгляду екологічного впливу ракетних продуктів згорання на атмосферу Землі, в залежності від висоти викидів слід розділити її на три шари (сфери): тропосферу, стратосферу та іоносферу.

*Тропосфера* – нижня, головна частина атмосфери простягається від поверхні Землі до висоти 16-18 км у тропіках, до 10-12 км в середніх широтах і до 8-10 км в полярних зонах. Характеризується зниженням температури з висотою і розвиненою турбулентністю, яка забезпечує швидке перемішування забруднень як по горизонталі, так і по вертикалі.

*Стратосфера* – шар атмосфери, який знаходиться над тропосферою і простягається до висоти 50 км. Із стратосферою практично співпадає озоносфера – прошарок з підвищеною концентрацією озону, який надійно захищає поверхню Землі і все живе від шкідливого впливу короткохвильової ультрафіолетової сонячної радіації. Максимальна густина озону (число молекул на одиницю об'єму) спостерігається в середніх широтах на висоті 24-26 км. Характерною особливістю стратосфери є аерозольні прошарки, які впливають на тепловий і динамічний режими атмосфери.

*Іоносфера* простягається від висот 60-80 км до висоти біля 400 км. В ній спостерігаються заряджені частинки (іони і електрони), відносний вміст яких зростає з висотою. Особливістю іоносфери є здатність впливати на розповсюдження радіохвиль різних частотних діапазонів. З цієї точки зору важливими характеристиками іоносфери слід вважати концентрацію і ефективну частоту співударів вільних електронів.

Головними шкідливими факторами, які впливають на стан навколишнього середовища при запусках РН, є великі викиди продуктів згорання під час старту в приземному шарі атмосфери – тропосфері, зменшення концентрації озону у стратосфері і кількості вільних електронів у іоносфері.

До небажаних локальних наслідків у районі старту ракет-носіїв можуть призвести викиди хлористого водню і оксидів алюмінію, які містяться в продуктах згорання деяких ракет-носіїв, наприклад «Шаттла». Ці викиди можуть викликати кислотні опади, збільшення у повітрі зважених частинок,

токсичне забруднення хмарного покриву, зміну погодних умов на територіях, що прилягають до стартового майданчика.

Порівняно із тропосферою, для якої характерна виражена сильна турбулентність, у стратосфері на висотах 16-20 км стан газового складу практично незмінний, тому будь-які забруднення цих шарів будуть мати тривалий характер.

На озоновий шар впливають продукти спалювання палива РН. Їх обсяг порівняно з промисловими забрудненнями малий, але на відміну від них вони викидаються ракетами-носіями у широкому діапазоні висот атмосфери. Практично при польоті будь-якого РН в озоновому шарі виникає «вікно», яке з часом затягується. Озон руйнується в результаті впливу водяних парів, які містяться в значній кількості в продуктах спалювання усіх ракетних двигунів, що працюють на рідкому паливі. А також за рахунок оксидів азоту, які утворюються із азоту і кисню повітря під впливом високих температур у факелах ракетних двигунів. Розміри таких «вікон» збільшуються, якщо це РН на твердому паливі. Крім аналогічного утворення оксидів азоту (із повітря), в їх реактивних струменях міститься велика кількість хлору, який віднесено Венською конвенцією про охорону озонового шару (березень 1985 р.) до особливо активних озоноруйнуючих речовин.

Так, при кожному запускові «челнока» по програмі Space Shuttle на висотах до 50 км викидається 187 т хлору і хлористого ангідриду, а також 7 т оксидів азоту. І якщо одна молекула азоту «з'їдає» біля 10 молекул озону, то одна молекула хлору здатна знищити до 100 тис. молекул озону, тобто, тільки при одному запускові знищується більше 10 млн т озону або 0,3% від загальної кількості його в атмосфері.

Які ж процеси відбуваються в іоносфері під час запуску ракет-носіїв? Ще в 60 роки ХХ ст. увагу фахівців привернули незвичайні явища на цих висотах, які відбувалися при запусках потужних РН. В іоносфері поблизу сліду ракети утворюється «дірка», яка зникає тільки через декілька годин. В той час передбачали, що розріджена іоносферна плазма «виштовхується» газами, що викидаються при польоті ракети.

Вражаючий ефект впливу ракети на іоносферу було зареєстровано у травні 1973 р. під час виведення на навколосемну

орбіту американської станції «Скайлеб». Запуск здійснювався важкою ракетою – носієм «Сатурн-5», двигуни якої працювали до висот 300-400 км, саме на які припадає максимум іонізації іоносфери. Було помічено, що під час запуску станції концентрація електронів в іоносфері зменшилася вдвоє, причому площа збурення досягла 1 млн км<sup>2</sup>. Так званий скайлеб-ефект в іоносфері повторився під час запуску астрофізичної обсерваторії ракетою-носієм «Атлас-Центавр» у вересні 1979 р. Тоді утворилася іоносферна «дірка» площею 1-3 млн км<sup>2</sup>. Вимірювання показали, що 80% іонів і електронів зникли протягом двох хвилин після проходження ракети. При польоті в іоносфері головним продуктом згорання важких ракет-носіїв, що працюють на киснево-водневому паливі, є вода. Враховуючи те, що вода відсутня на великих висотах, це явище можна також розцінювати як фактор забруднення довкілля, наслідком якого може бути порушення природної рівноваги. Дійсно, на висотах 70-90 км, де найбільш низькі температури атмосфери, молекули води швидко конденсуються і змерзаються в кристалики льоду. В результаті цього можуть виникнути штучні хмари, подібні сріблястим, які утворюють верхній прошарок в атмосфері Землі.

На ще більших висотах в іоносфері спостерігається взаємодія водяної пари з іоносферною плазмою, в результаті чого і утворюються зони з пониженою густиною електронів, які супроводжуються різного роду аномаліями в області свічення іоносфери, розповсюдження радіохвиль і т.д.

Таким чином, при виведенні КА на навколоземну орбіту у природному середовищі відбуваються такі зміни:

- зміни місцевого клімату у межах тропосфери;
- утворення (озонового вікна) у стратосфері;
- відбувається збурення іоносфери, так званий «Скайлеб-ефект».

### ***Контрольні питання***

1. Які складові при згорянні ракетного палива негативно впливають на озоновий шар атмосфери?
2. В чому полягає сутність «скайлеб-ефекту»?
3. Які наслідки впливу на навколишнє середовище стартів ракет-носіїв можна віднести до локальних, а які до глобальних?

## **Тема 10. ЕКОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ І ОСНОВИ ЕКОНОМІКИ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

### **10.1. Загальні науково-практичні положення природокористування**

Під природокористуванням розуміють сукупність усіх форм експлуатації природно-ресурсного потенціалу та заходи щодо його збереження.

В природокористування входять:

- 1) добування та переробка природних ресурсів і їх відновлення;
- 2) використання та охорона природних умов життя;
- 3) збереження, відновлення та раціональну зміну екологічного балансу (рівноваги) природних систем, що є основою збереження природно-ресурсного потенціалу і розвитку суспільства.

Узагальнюючи, можна сказати, що природокористування – це наукова дисципліна, яка досліджує загальні принципи раціонального (для даного історичного моменту) використання природних ресурсів людським суспільством.

*Завдання природокористування:* розробляти загальні принципи, пов'язані з безпосереднім користуванням природою.

*Об'єктом природокористування* служить комплекс взаємовідносин між природними ресурсами, природними умовами життя суспільства та його соціально-економічним розвитком.

*Предметом природокористування* є оптимізація цих відносин, прагнення до збереження та відновлення середовища життя.

*Кінцева мета природокористування* – розробка загальних принципів і забезпечення єдиного підходу до природи, її збереження і відтворення.

Природокористування, як сфера знань, містить у собі елементи природних, суспільних і технічних наук (у тому числі і охорону природи з її розділами – охорона атмосфери, вод і т.д.).

Природокористування може бути нераціональним і раціональним.

**Природокористування нераціональне** – система діяльності, яка не забезпечує збереження природно-ресурсного потенціалу. Це таке природокористування, в результаті якого природа втрачає здатність до самовідновлення, саморегулювання і самоочищення, порушується рівновага біологічних систем, вичерпуються мінеральні ресурси, погіршується виконання рекреаційних, оздоровчих та естетичних функцій природних об'єктів. Нераціональне використання може бути як навмисне, так і випадкове чи супутнє.

**Природокористування раціональне** – система діяльності, яка повинна забезпечити економну експлуатацію природних ресурсів і найбільш ефективний режим їх відтворення, та, водночас, піклуватися про збереження здоров'я людей.

Таким чином, раціональне природокористування – це високоефективне господарювання, яке не призводить до різких змін природоресурсного потенціалу, до яких не підготовлене людство, і не веде до глибоких змін довкілля, які наносили б великої шкоди здоров'ю людини або загрожували її життю.

Кожна країна визначає свої норми природокористування в межах своєї території. Але в останні роки, у зв'язку зі збільшенням транскордонних перенесень різних забруднень, а також таких національних видів діяльності, які шкодять всій планеті (вирубка великих площ лісів, випробування ядерної зброї, розширення атомної енергетики тощо), дедалі більше уваги приділяється підписанню міжнародних угод про методи й норми природокористування. Яскравим прикладом цього може бути пакет міжнародних природоохоронних документів, прийнятих на форумі в Ріо-де-Жанейро в 1992 році.

Людство вступило в такий етап екологічного розвитку, коли економічний ефект визнається реальним лише з урахуванням екологічних наслідків і обмежень.

Досвід розвинених країн світу показав, що могутність держави визначається перш за все високим рівнем культури і технологій, в тому числі — культури природокористування. Цей же досвід, а також досвід вітчизняного господарювання переконують, що рухатися далі шляхом старого економічного

розвитку неможливо, потрібна нова концепція природокористування.

Головний екологічний ресурс сучасності полягає в зміні системи цінностей і засобів освоєння світу, в зміні загальнолюдського світогляду. Економічні критерії прогресу тепер повинні оцінюватися тільки з огляду їхнього впливу на «якість життя» і збереження біосфери, розвиток духовності людини. Економіка товарів поступово повинна замінюватися економікою інформації, а принципи природокористування в ХХІ ст. – набувати нових особливостей:

1. Підхід до вивчення будь-якого природного об'єкту чи процесу має бути універсальним, цілісним, в основі якого лежить ідея єдності світу, тісних взаємозв'язків всіх явищ і процесів у природі, невідворотність розплати за будь-які втручання в довкілля.

2. Будь-яка людська діяльність повинна супроводжуватися думкою, що людина – частка природи, елемент її, який своїм функціонуванням не має права порушувати гармонію життєвих процесів біосфери; тільки їй належить вирішити проблему самовизначення й пріоритету людських цінностей, використавши для цього могутній колективний інтелект і піднявши рівень духовності.

3. Моделювання стратегії еколого-економічного розвитку націй і людства в цілому повинно йти шляхом поліваріантного прогнозу.

Ці прогнози мають передбачити кілька співвідношень наслідків розвитку нашої цивілізації:

- які прогнозуються і які проектуються;
- які прогнозуються, але не проектуються;
- які не проектуються і не прогнозуються.

І чим демократичніше, цивілізованіше буде суспільство, тим більше гарантій вибору соціально-економічних і науково-технічних рішень з наслідками, які прогнозуються і проектуються.

4. Нова цивілізація в процесі свого розвитку повинна виробити принципово іншу матеріальну основу – спрямування суспільно-виробничої технології формування природно діючих систем, які здатні здійснювати еквівалентний обмін речовини і енергії між суспільством і довкіллям.



## 10.2. Економіка природокористування

Економіка природокористування – новий розділ екології, в якому вивчаються питання економічної оцінки природних ресурсів, негативний вплив забруднення природного середовища, процеси та явища суспільного життя, викликані нестачею природних ресурсів, і дається оцінка величезним збиткам від зростання виробництва й забруднення всіх сфер Землі. Як і в інших науках, базою економіки природокористування є знання основних екологічних законів, законів розвитку природи й суспільства.

Економіка природокористування вивчає характер співвідношення позитивних і негативних змін природних умов, рівень використання суспільством природного середовища у зв'язку з виробничими відносинами між людьми за даними конкретних економічних наук, а також геології, біології, ґрунтознавства, лісівництва, демографії, метеорології, гідрології та інших наук. Як самостійна наука економіка природокористування сформувалася в 60 – 70-ті роки ХХ ст.

Економіка природокористування вивчає найбільш ефективний вплив людини на природу з метою підтримки динамічної рівноваги кругообігу речовин у природі. Витрати на підтримку цієї рівноваги мають певну мету: зберегти найбільш благоприємні в екологічному розумінні умови відтворення матеріальних благ, як сьогодні, так і в майбутньому.

Головне питання економіки природокористування – забезпечення росту ефективних витрат на підтримку нормальних умов відтворення. Економіка природокористування розширює сам критерій економічності. Такий критерій з точки зору економіки природокористування повинен включати не тільки мінімально можливі витрати суспільної праці для задоволення потреб суспільства, а й мінімально можливі витрати на підтримку динамічної рівноваги кругообігу речовин у природі, порушення якого настає внаслідок виробничої діяльності людини.

У процесі розвитку суспільства постійно виникають суперечності між зростаючими потребами людей і обмеженими можливостями біосфери. Враховувати й оцінити їх має економіка природокористування, оперуючи переважно такою складовою

природного середовища, як природні ресурси – елементи й сили природи, які людина може використовувати й використовує для своїх життєвих потреб.

Економіка природокористування освітлює дві групи пов'язаних між собою проблем.

По-перше, як найбільш економічно і ефективно використовувати необхідні у виробництві і споживанні ресурси.

По-друге, які є найбільш економічно доцільні методи запобігання або ліквідації забруднення навколишнього середовища.

Ці питання повинні вирішуватись з урахуванням зміни потреб – особистих і суспільних, споживацьких і виробничих – у ході розвитку виробничих сил і прогресу науки та техніки.

### **10.3. Поняття природного ресурсу та природних умов**

**Ресурси** – це будь-які джерела постачання необхідних людям матеріальних і духовних благ, які можна реалізувати при існуючих технологіях та соціально-економічних стосунках.

Таким чином, ресурси – це такі природні об'єкти, які використовуються людиною і є джерелом для створення матеріальних благ. Класифікація природних ресурсів має практичне значення. Ресурси поділяють на три головні групи:

- матеріальні;
- трудові (в тому числі інтелектуальні);
- природні.

Поряд з природними ресурсами розрізняють також **природні умови**. Останні відрізняються від ресурсів тим, що вони впливають на життя і діяльність людини, але в даний період не беруть участі у матеріальному виробництві. Між природними ресурсами і природними умовами немає чіткої межі. Наприклад, повітря до певного часу було тільки природною умовою. Сьогодні воно виступає і умовою, і ресурсом.

*Класифікація природних ресурсів:*

1. За джерелом та місцем знаходження: (енергетичні, водні, атмосферні, газові, ресурси рослин);

2. За швидкістю вичерпання: вичерпні (біологічні ресурси, викопні джерела палива, мінеральні ресурси); невичерпні (сонячна енергія, енергія вітру, геотермальна енергія);

3. За можливістю самовідновлення: відновні (біологічні) і невідновні (нафта, газ);

4. За темпами економічного відновлення: (за рахунок пошуку нових джерел або нових технологій добування) які поповнюються, які не поповнюються;

5. За можливістю заміни одних ресурсів іншими: замінювані (наприклад метал на пластмасу); незамінювані (атмосферний кисень).

Класифікація ресурсів щодо вичерпаності цікава у тому понятті, що вона орієнтує людину на ті ресурси, які пріоритетні для використання. До них, по-перше, належать невичерпні ресурси. Вони до того ж менш шкідливі щодо впливу на навколишнє середовище. По-друге, перспективне використання відновних ресурсів, наприклад рослинних, у тому числі і тих, що відновлюються повільно, наприклад, торф.

### ***10.3.1. Вичерпні та невичерпні ресурси***

До вичерпних ресурсів належать ресурси, які можуть бути вичерпані в найближчій або віддаленій перспективі. Сюди належать, перш за все, ресурси надр і ресурси живої природи. Вичерпаність ресурсу – відносне поняття. Як правило, ресурс вважають вичерпаним у тому випадку, коли його добування і використання (з урахуванням переробки) стає економічно не вигідним. Зрозуміло, що останнє залежить від рівня технологій, культури виробництва і т.п. Наприклад, в Росії родовища нафти вважаються вичерпаними, коли з нього взято біля 30 % самого продукту. Передові технології дозволяють використовувати до 60-70 % нафти при збереженні рентабельності виробництва.

В інших випадках використання ресурсу є рентабельним практично до повного його вичерпання. Наприклад, це стосується окремих видів тварин і рослин, а також використання екосистем.

До невичерпних ресурсів належать ті ресурси, які можуть використовуватись необмежено довгий строк. Наприклад, ресурси сонячної енергії, вітру, морських приливів. Але і в

даному випадку невичерпаність відносна. Для кожного ресурсу є ліміти використання, перевищення яких шкідливо для середовища. Наприклад, використання вище визначених меж сонячної енергії загрожує підвищенням температури навколоземного простору і можливою тепловою або термодинамічною кризою.

Особливе положення серед ресурсів займає вода. Вона вичерпна, хоч і тимчасово, внаслідок забруднення (якісно), але невичерпна кількісно. Запаси її на Землі практично не змінюються, а відбувається лише перерозподіл між окремими сферами (океан, суходіл, атмосфера) або формами (рідка, тверда, пароподібна).

Проблема вичерпаності природних ресурсів з кожним роком набуває все більшої актуальності. Це пов'язано з розумінням факту їх обмеженості та із інтенсивним збільшенням потреб. Темпи росту використання ресурсів приблизно на порядок перевищують темпи росту чисельності населення.

Ресурси поділяються на невідновні (корисні копалини) та відновні (рослини і тварини та продукти їх життєдіяльності). Ґрунт вважається відносно відновним природним ресурсом, тому що для відновлення порушеного шару ґрунту в 1 см, природі потрібен великий відрізок часу – 150-200 років. Важливою особливістю відновних природних ресурсів є те, що при раціональному використанні їх запаси постійно відновлюються. Але це відбувається тільки за певних умов і протягом певного часу. Так, мисливська фауна поповнюється через декілька років, а на місці вирубаного лісу новий виростає за 50-80 років

Правила раціонального використання і охорони відновних і невідновних ресурсів передбачають таке:

- відновні ресурси: не брати від природи більше, ніж потрібно і відновлювати все, що піддається відновленню;
- невідновні ресурси: економно використовувати відомі родовища і активно вести пошуки нових відкладень.

Під економним використанням слід розуміти:

- а) зменшення обсягу розробок;
- б) більш повне їх використання.

Раніше існувала така практика, коли, наприклад, видобували тільки половину запасів нафти і кам'яного вугілля, а як тільки

видобуток ставав важчим і дорожчим, родовище просто залишали. Безліч мінералів викидали у відвали, а чимало лісоматеріалів втрачалося при лісозаготівлях, транспортуванні і переробці.

#### 10.4. Принципи природокористування та їх формування

Тривалий час природокористування здійснювалось людським суспільством настільки неекономно, ніби всі природні ресурси нашої планети невичерпні. При цьому з природного середовища вилучалося значно більше ресурсів, ніж це було потрібно для забезпечення життєвих потреб людей. Крім того, здобуті природні ресурси використовувалися далеко не повністю. Не зважаючи на застереження окремих мислителів, домінуючим принципом природокористування до недавнього часу залишався *економічний принцип*, згідно з яким критерієм ефективності господарської діяльності вважається отримання максимальної економічної вигоди при мінімальних затратах. До природи ставились як до завойованого ворога, якого намагались обкладати як найбільшою контрибуцією. Головною метою природокористування було негайне отримання якнайбільшого зиску. Як від цього постраждає природа не бралось до уваги.

Лише тоді, коли порушення нераціональною антропогенною діяльністю динамічної рівноваги геоекосистем почало обертатись величезними економічними збитками, в природокористуванні спочатку несміливо, а потім усе ширше почав впроваджуватися *еколого-економічний принцип*, згідно з яким критерієм ефективності господарської діяльності і отримання максимально можливої економічної вигоди є якнайменша шкода природному середовищу. На цьому етапі природокористування починає розглядатись система спеціалізованих видів трудової діяльності, які здійснюють первинне присвоєння елементів навколишнього середовища, їх використання, охорону від забруднення, а також цільове їх відтворення.

Впровадження у практику в 60-х та на початку 80-х років ХХ ст. еколого-економічного принципу природокористування дало певні позитивні зрушення – сприяло утвердженню в суспільній свідомості нового природоохоронного мислення,

усвідомленого більшістю населення всієї гостроти сучасної екологічної кризи, розробці і частковому впровадженню у виробництво маловідхідних і ресурсозберігаючих та екологічно чистих технологій, замкнених циклів водопостачання, очисних споруд і пристроїв, розширення мережі об'єктів державного природно-заповідного фонду, зокрема створення біосферних заповідників.

Однак, еколого-економічний принцип природокористування не зміг вирішити існуюче протиріччя між суспільством і природою, оскільки поняття «найменша шкода для природного середовища» надто вже неконкретне і розпливчате... Воно дає змогу природокористувачам трактувати його дуже довільно, висуваючи на перший план другу частину даної формули – отримання максимальної економічної вигоди. Тому розрив між руйнуванням природи антропогенною діяльністю і спробами залікувати завдані природі пошкодження не тільки не зменшується, а навіть зростає внаслідок інтенсифікації економічного розвитку країн, збільшення об'ємів і темпів суспільного виробництва, залучення до сфери природокористування нових природних об'єктів.

Отже, доки природоохоронна діяльність не стане органічною складовою частиною природокористування, доки вся господарська діяльність не буде перебудована на принципово нових засадах, які полягають у тому, щоб не порушувати природного кругообігу речовин і обмінно-енергетичні процеси у біосфері, дана проблема не буде вирішена остаточно.

Завдання економіки природокористування з часом змінювались. На перших порах її головною задачею було обґрунтування так званої еколого-економічної концепції природокористування. В цей час деякі економісти надто переоцінювали роль своєї науки у вирішенні проблем гармонізації взаємовідносин між суспільством і природою. Саме в цей час було висунуто концепцію, згідно з якою пропонувалося перейти від економічної оцінки сфер матеріального виробництва до еколого-економічної оцінки сфери виробництва. І при оцінці еколого-економічної ефективності різних виробничих процесів чи технічних засобів тощо до безпосереднього економічного ефекту додавати прогнозований довготривалий ефект, який би

врахував економічні наслідки від зміни якості навколишнього середовища в майбутньому. Цей довготривалий економічний ефект визначається грошовим вираженням і являє собою як додатне, так і від'ємне число і є еколого-економічним ефектом.

Отже, щоб визнати природокористування раціональним, досить було показати, що сума економічного та екологічного ефектів є додатна величина. Критерієм ефективності природокористування, разом з природоохоронними заходами, оголошувався максимально стійкий в часі еколого-економічний ефект.

Тому, для визначення еколого-економічної ефективності будь-якого діючого чи запроєктованого підприємства потрібно було оцінити у грошовому виразі його екологічні витрати:

а) вартість природоохоронних заходів (впровадження у виробництво мало відхідних, ресурсозберігаючих та екологічно чистих технологій, будівництво очисних споруд, встановлення очисних пристроїв, озеленювання виробничих територій тощо);

б) прогнозовані витрати від пошкодження навколишнього середовища.

в) вартість використаних природних ресурсів.

Еколого-економічний ефект ( $E$ ) визначається при цьому за формулою:

$$E = E_{заг} - (A + B + C), \quad (10.1)$$

де  $E_{заг}$  – загальний економічний ефект;

$A$  – вартість природоохоронних заходів;

$B$  – втрата від пошкодження природного середовища;

$C$  – вартість природних ресурсів.

Рентабельним могло вважатися таке виробництво, у якого еколого-економічний ефект є додатною величиною.

Однак, визначення реальної еколого-економічної ефективності підприємств виявилось не такою простою справою, як це здавалося спочатку. Найбільші труднощі виникли з оцінкою прогнозованих втрат від пошкодження природного середовища. Існуючі методики пропонують відносити до цих втрат вартісне (грошове) вираження таких негативних наслідків, як підвищення

рівня захворювань населення, зниження продуктивності сільськогосподарських культур, прискорення спрацювання основних фондів тощо. Не кажучи вже про те, що при подібному підході вдається врахувати лише якусь невеличку частину справжніх втрат, яких зазнають природа і люди від нераціональної господарської діяльності. Для більшості цих втрат взагалі неможливо знайти відповідний грошовий еквівалент.

Чого лише вартий, наприклад, підрахунок втрат від забруднення життєвого середовища за оплаченими державою листками непрацездатності.

По-перше, подібний підхід не етичний, бо втрачене здоров'я не можна компенсувати жодними грошима.

По-друге, він не точний, тому що багато захворювань, пов'язаних із забрудненням середовища, невірно діагностуються або ж приписуються іншим причинам.

По-третє, він не враховує «ціну» передчасної смерті людей, народжувань неповноцінних дітей, зниження рівня здоров'я наступних поколінь та багато інших негативних наслідків.

Не менші труднощі виникли також при спробах економічно оцінити природні ресурси. Головним мірилом їхньої вартості у колишньому СРСР були прийняті трудовитрати на їх видобуток і транспортування. Деякі економісти показували безглуздість такого підходу, тому, що в разі відсутності трудової діяльності для видобутку та транспортування природного ресурсу його вартість стає нульовою. Економічна оцінка природних ресурсів, тобто зведення їхньої цінності до величини затрат людської праці, може мати сенс лише відносно тих елементів природи, втрату яких суспільство може компенсувати завдяки подальшому розвитку виробництва. Однак, коло таких відновлювальних природних ресурсів досить обмежене. Здебільшого виробництво завдає природі таких втрат, які принципово не можуть порівнюватись з сумою створюваних матеріальних благ.

Отже принципова неможливість економічно рівноцінно (адекватно) оцінити природні ресурси та втрати, що їх завдає господарська діяльність навколишньому середовищу і людству, стало головною причиною того, що широко розрекламований еколого-економічний принцип природокористування виявився неспроможним вирішити суперечності між суспільством і



природою. Більш того на практиці розрахунки еколого-економічної ефективності підприємств часто використовувались як виправдання (науково-обґрунтоване) подальшого руйнування навколишнього середовища і здоров'я людей.

Охорона природного середовища, що оточує людину – це комплекс міжнародних, державних і регіональних адміністративно – господарських, політичних і суспільних заходів із забезпечення фізичних, хімічних і біологічних параметрів функціонування природних систем у межах, необхідних з точки зору здоров'я і добробуту людини.

Охорона природи (з точки зору планети Земля) – це заходи щодо збереження глобальної системи життєзабезпечення людства на умовно-нескінченний строк.

#### ***10.4.1. Методи управління природоохоронною діяльністю***

Незважаючи на досконалість інженерних методів охорони природи та природоохоронного законодавства, підприємства не будуть їх використовувати, якщо це не буде їм вигідно. Слід зауважити, що власне природоохоронна діяльність не дає прибутку підприємствам, за винятком утилізації відходів, отриманих внаслідок процесу очищення стічних вод та газів, що викидаються в атмосферу. Більшість вловлених речовин є цінною сировиною (сірка, пил кольорових металів тощо) і можуть бути використані при виробництві продукції, сприяючи отриманню додаткового прибутку. Однак обладнання для вловлювання цих речовин та підготовка їх до подальшого використання часто вимагають таких видатків на придбання, монтаж та експлуатацію, котрі з'їдають весь прибуток від продажу виготовленої продукції.

Іншою причиною відсутності зацікавленості підприємств в природоохоронній діяльності є часто розбіжність часу забруднення або завдання шкоди навколишньому середовищу в іншій формі з моментом відшкодування збитків. Наприклад, надмірний вилов риби або надмірна вирубка деревини найсильніше відіб'ються на економіці галузі в майбутньому, а в поточному році навіть можуть дати прибуток. Забруднення повітря, води та продуктів харчування, особливо радіаційне, може відбитися на нашому здоров'ї через декілька років або

десятиріч. А люди схильні більше клопотатися про нинішній день, ніж про майбутній, не замислюючись, що для усунення збитків в майбутньому будуть потрібні кошти, котрі набагато перевищуватимуть прибуток, отриманий шляхом порушення законів екології. Це явище має назву принципу віддаленості подій.

Ще однією важливою причиною того, що підприємства не дуже зацікавлені реалізовувати заходи з охорони навколишнього природного середовища, є неузгодженість між підприємствами-отруювачами та підприємствами-реципієнтами, котрі зазнають найбільших збитків від забруднення навколишнього середовища. Основними забруднювачами є хімічна, нафтохімічна, металургійна, целюлозно-паперова галузі, енергетичний комплекс тощо. Разом з тим, найбільших збитків зазнають охорона здоров'я, комунальне, сільське, лісове та рибне господарства, оскільки зростають видатки на лікування хворих, ремонт будівель, висаджування дерев замість загиблих, знижується врожайність та якість продуктів рослинництва, продуктивність тваринництва. Галузі-забруднювачі також зазнають збитків, принаймні через зростання захворюваності своїх працівників, однак вони значно менші, ніж видатки, котрі необхідні для здійснення повноцінної природоохоронної діяльності, з одного боку, та збитки, що завдаються підприємствам-реципієнтам, з другого.

У зв'язку з цим, поряд із поліпшенням екологічного виховання та освіти важливим завданням держави є створення таких умов діяльності підприємств, коли б вони були змушені займатися природоохоронною діяльністю або були матеріально зацікавленими у реалізації заходів у цій галузі.

Перший шлях стосується адміністративного механізму управління, котрий базується на встановленні норм, стандартів, правил природокористування та відповідних планових показників підприємствам з охорони навколишнього природного середовища та покарань від догани до тюремного ув'язнення або зняття з роботи та виплати штрафів підприємством і його керівниками. Однак цей шлях дорогий та малоефективний, оскільки вимагає постійного контролю та значного числа контролерів.

Значно ефективнішим є шлях економічного стимулювання, коли за допомогою різноманітних важелів (цін, платежів, податкових пільг та покарань) держава робить більш вигідним матеріально, більш прибутковим дотримання природоохоронного законодавства, ніж його порушення.

Отже, адміністрування, не пов'язане з матеріальною зацікавленістю, не може змусити підприємство постійно, ефективно і дбайливо ставитись до довкілля. З другого боку, економічні методи, не підсилені безпосереднім примусом у найбільш важливих екологічних проблемах, теж не завжди забезпечують необхідний якісний рівень та терміни здійснення природоохоронної діяльності. При цьому слід врахувати, що деякі адміністративні та економічні методи переплітаються. Наприклад, штраф – це і адміністративний, і економічний захід, а встановлення лімітів користування та забруднення природних ресурсів спирається на такий адміністративний захід, як нормування.

Тому найкращих результатів досягають при розумному поєднанні економічної зацікавленості з достатньо жорстким контролем та позаекономічним примусом (рис. 10.1).

#### ***10.4.2. Економічні важелі оптимізації природокористування***

Економічні важелі охорони природного середовища містять цілий ряд інструментів впливу на матеріальні інтереси підприємств та окремих працівників.

Лімітування природокористування – дієвий елемент механізму охорони навколишнього природного середовища. Існують підприємства, котрі, з екологічної точки зору, краще було б закрити або перепрофілювати, тобто перевести на випуск іншої продукції, що завдавало б менше шкоди навколишньому середовищу. Проте, з економічної точки зору, а часом і з соціальної, це не завжди реально, оскільки підприємство може бути постачальником потрібних суспільству товарів та робочих місць. У цьому випадку його діяльність в галузі природокористування деякий час регулюється не нормативами гранично-допустимих скидів (ГДС) та гранично-допустимих викидів (ГДВ), а індивідуальними лімітами, тобто тимчасово припустимими викидами (ТПВ).

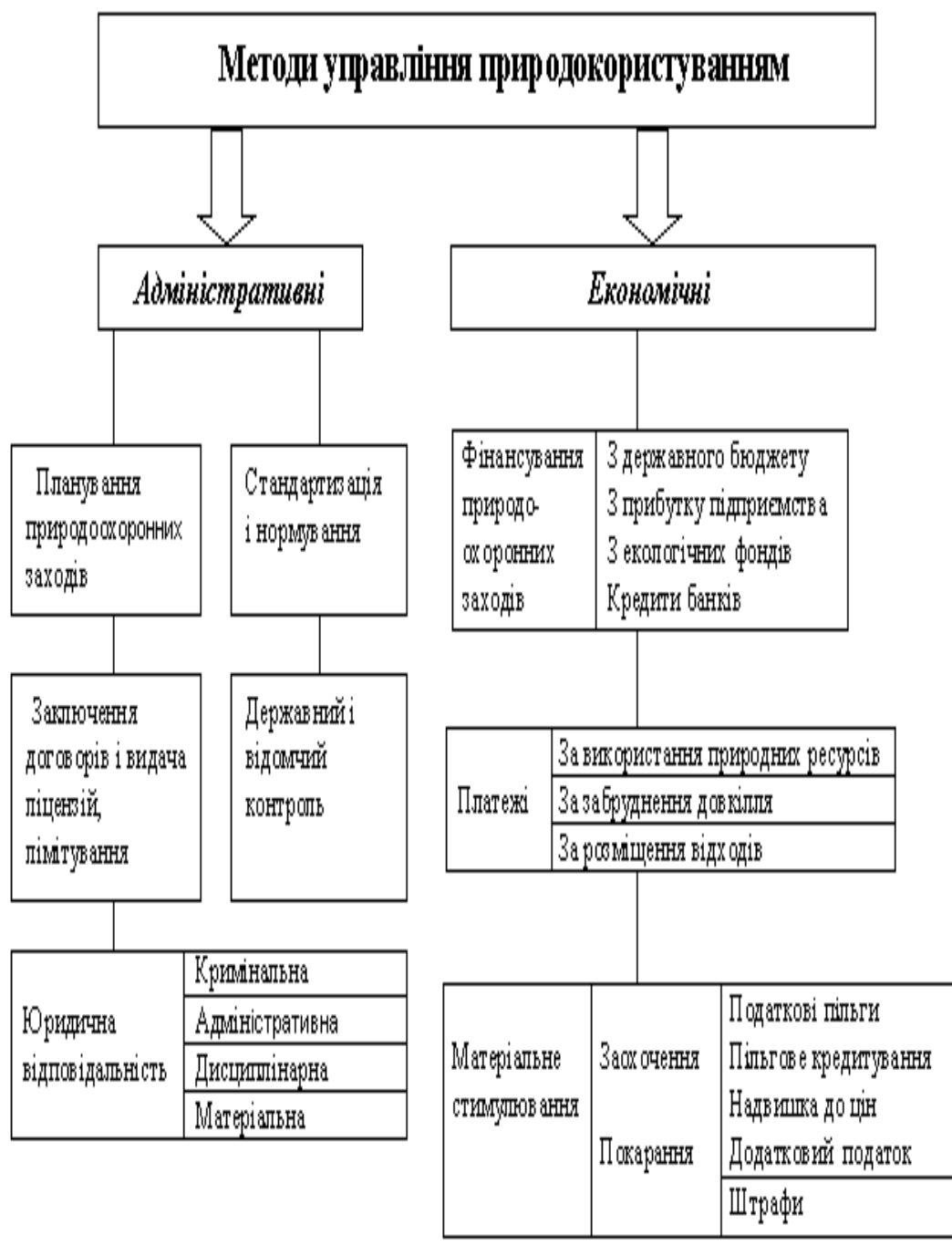


Рис. 10.1. Схема поєднання адміністративних та економічних методів управління природокористуванням

Довгий час природокористування в країні було безкоштовним, тобто підприємства використовували землю, воду та інші природні ресурси, а також забруднювали навколишнє природне середовище безкоштовно. Лише у випадку сильного

забруднення з катастрофічними наслідками для навколишнього середовища підприємства виплачували штрафи, але не завжди. Така безвідповідальність зумовлювала нераціональне використання природних ресурсів.

З метою заохочення дбайливого використання природних ресурсів та відшкодування державі частини витрат на охорону та відновлення природних ресурсів навколишнього середовища, з 50-х років ХХ ст. поступово впроваджується плата за окремі види ресурсів, котрі вилучаються з природи.

На початку 90-х років ХХ ст. було запроваджено платність природокористування, що передбачає плату за практично всі природні ресурси, за забруднення навколишнього природного середовища, розташування в ньому відходів виробництва та за інші види впливів. При цьому плата за понадлімітне використання та забруднення в декілька разів перевищує плату за використання та забруднення в межах встановлених нормативів (лімітів). Однак внесення плати за використання та забруднення не звільняє природокористувача від виконання заходів з охорони навколишнього природного середовища (ОНПС) та відшкодування збитків.

Головним економічним важелем, спроможним перетворити нераціональне природокористування на раціональне, слід вважати не надмірно високі штрафи, а постійну обов'язкову плату за природні ресурси та пошкодження навколишнього середовища. Ця плата повинна бути достатньо високою, щоб економічно змушувати підприємства впроваджувати у виробництво ресурсозберігаючі, мало- та безвідходні технології, ефективні очисні споруди і пристрої тощо.

Ця плата повинна бути також диференційованою, тобто залежати від неоднорідності географічного середовища та стану природних компонентів. Ціна одиниці того чи іншого виду природного ресурсу має встановлюватись відповідно до реально існуючих економічних категорій: попиту та пропозиції.

Попит безпосередньо залежить від потреб населення конкретної соціоекосистеми в даному ресурсі. Щодо пропозиції, вона повинна визначатися не лише залежно від запасів даного ресурсу, якщо він невідновлюваний, але, перед усім, – від здатності геоекосистеми, де він добувається, постачати певну

кількість цього ресурсу або витримати певне антропогенне навантаження без суттєвої шкоди для свого нормального функціонування. Одним з важливих методів економічного управління є фінансування, тобто надання коштів на чітко визначені природоохоронні заходи. Джерелами фінансування можуть бути бюджетні кошти, власні кошти підприємств (собівартість продукції або прибуток), банківські кредити та різні екологічні фонди.

Створення екологічних фондів також є одним з економічних методів управління в природокористуванні. Під фондами слід розуміти установи, покликані надавати будь-яку матеріальну допомогу, та самі грошові матеріальні кошти, а також їхні джерела. Наприклад, в екологічні фонди надходять платежі всіх підприємств за природокористування. А потім ці кошти видаються на проведення невідкладних та дорогих природоохоронних заходів. Крім цього, підприємства можуть робити внески у фонди екологічного страхування.

Важливим економічним методом управління є правильне застосування матеріального стимулювання – забезпечення зацікавленості, вигідності для підприємства та його працівників природоохоронної діяльності. При цьому передбачається застосування не лише заохочувальних заходів, але й покарань.

До заохочувальних заходів відносяться:

- встановлення податкових пільг (сума прибутку, з якого стягується податок, зменшується на величину, що повністю або частково відповідає природоохоронним видаткам);
- звільнення від оподаткування екологічних фондів та природоохоронного майна;
- застосування заохочувальних цін та надвишок на екологічно чисту продукцію;
- застосування пільгового кредитування підприємств, які ефективно здійснюють ОНПС (зниження процента за кредит або безпроцентне кредитування).

До каральних заходів відносяться:

- запровадження спеціального додаткового оподаткування екологічно шкідливої продукції та продукції, що випускається із застосуванням екологічно небезпечних технологій;
- штрафи за екологічні правопорушення.

Підприємства будуть активно працювати в галузі природоохоронної діяльності, коли буде розроблено та широко впроваджено такий механізм стимулювання, при якому дотримується така нерівність:

$$Z_{под} < (P_{ут} + P_{о} + K_{п} + Ц_{н}); \quad (10.2)$$

$$Z_{под} < (P_{вр} + P_{зс} + P_{вр} + Ш + Д_{о}), \quad (10.3)$$

де  $Z_{под}$  – видатки підприємства на природоохоронну діяльність;

$P_{ут}$  – прибуток від утилізації відходів;

$P_{о}$  – пільги оподаткування;

$K_{п}$  – кредитні пільги;

$Ц_{н}$  – надвишка до ціни;

$P_{вр}$  – плата за понаднормативне використання ресурсів природи;

$P_{зс}$  – плата за понаднормативне забруднення навколишнього середовища;

$P_{рв}$  – плата за розташування відходів в навколишньому середовищі;

$Ш$  – штрафи;

$Д_{о}$  – додаткове оподаткування.

Елементи формули (10.2) повинні збільшувати прибуток, який залишається у розпорядженні підприємства за умови реалізації ефективної природоохоронної діяльності, а елементи формули (10.3) – знижувати його, коли підприємство намагається заощаджувати на природоохоронних видатках.

Плату за пошкодження природного середовища доцільно визначати відповідно до масштабів пошкоджень, що їх завдає підприємство чи окремий природокористувач, тобто за вартістю трудовитрат, які потрібні на ліквідацію цих пошкоджень. Проте, для того щоб захистити геоекосистеми від пошкоджень і руйнувань і звести до мінімуму шкоду, якої завдає забруднення середовища здоров'ю населення, в плату за пошкодження природного середовища доцільно вводити коефіцієнти геоекологічної і антропоєкологічної небезпеки.

Під економним використанням природних ресурсів слід розуміти зменшення обсягу розробок цих ресурсів та повне і раціональне їх використання.

### ***Контрольні питання***

1. Які аспекти діяльності людини передбачає термін «природокористування»?
2. Що розуміється під нераціональним природокористуванням і раціональним природокористуванням?
3. Якими особливостями мають відрізнятися сучасні принципи природокористування?
4. Спектр яких питань вивчає економіка природокористування?
5. За якими факторами класифікуються природні ресурси?
6. Які ресурси вважаються вичерпними, а які належать до невичерпних?
7. Які основні правила використання відновних і невідновних ресурсів?
8. Чим відрізняється еколого-економічний принцип природокористування від економічного принципу?
9. В чому основні недоліки існуючих методик розрахунку еколого-економічної ефективності господарської діяльності?
10. Якими методами управління природокористуванням можна досягти позитивних результатів з точки зору охорони природного середовища?
11. В чому сутність такого економічного заходу охорони довкілля, як «лімітування природокористування»?
12. Якими заохочувальними і каральними заходами можна стимулювати природоохоронну діяльність підприємств?



## Тема 11. НЕТРАДИЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

### 11.1. Енергетика та пов'язані з нею проблеми

Сучасний період розвитку людства характеризують через три “Е” – енергетика, економіка і екологія. Енергетика у цьому ряду займає особливе місце. Вона є визначальною і для економіки і для екології. Від неї в значній мірі залежить економічний потенціал держав і добробут людей. Вона впливає на навколишнє середовище, екосистему і біосферу в цілому. Особливо гострі екологічні проблеми (зміна клімату, кислотні опади, загальне забруднення середовища та інші) прямо чи побічно пов'язані з виробництвом або з використанням енергії. Енергетиці належить першість не тільки в хімічному, а й в інших видах забруднення: тепловому, аерозольному, електромагнітному, радіоактивному. Тому не буде перебільшенням сказати, що від вирішення енергетичних проблем залежить можливість вирішення головних екологічних проблем.

Сьогодні енергетичні потреби забезпечуються головним чином за рахунок трьох видів енергоресурсів: органічного палива, води і атомного ядра. За рахунок спалювання палива (у тому числі деревини і біоресурсів) в світі сьогодні виробляється біля 90% енергії. Спалювання палива – це не тільки головне джерело енергії, а й найважливіший постачальник до середовища забруднюючих речовин.

Теплові електростанції (ТЕС) в найбільшій мірі “відповідальні” за посилення парникового ефекту і випадання кислотних опадів. Вони, разом з транспортом, постачають до атмосфери головну долю техногенного вуглецю (як правило у вигляді двоокису вуглецю), біля 50 % двоокису сірки, 35–40 % оксидів азоту і біля 35% пилу. Можна вважати, що тепла енергетика негативно впливає практично на всі складові середовища, а також на людину, інші організми і спільноти.

Серйозну проблему поблизу ТЕС являють складування золи і шлаків. Для цього потрібні значні території, які тривалий час не використовуються, а також є місцями накопичення важких металів, підвищеної радіоактивності.

ТЕС – істотне джерело підігрітих вод, які використовуються як охолоджуючий агент. Ці води часто потрапляють до річок і водойм, обумовлюють їх теплове забруднення і провокують ланцюгові природні реакції (розмноження водоростей, втрата кисню, загибель гідробіонтів і перетворення типово водних екосистем на болотні і т.п.).

Одним із важливих впливів гідроенергетики є відчуження значних площ родючих земель під водосховища. Значні площі земель поблизу водосховищ підтоплюються в результаті підвищення рівня ґрунтових вод. Ці землі, як правило, переходять в категорію заболочених. З будівництвом водосховищ пов'язане різке порушення гідрологічного режиму річок, властивих їм екосистем і видового складу гідробіонтів.

Ядерна енергетика до недавнього часу розглядалась як найбільш перспективна. Це пов'язано з відносно великими запасами ядерного палива та відносно малим негативним впливом на довкілля. До переваг належить також можливість будівництва АЕС, не прив'язуючись до родовищ ресурсів, оскільки їх транспортування не вимагає істотних витрат у зв'язку з малими об'ємами. Достатньо відмітити, що 0,5 кг ядерного палива дозволяє отримати стільки ж енергії, скільки дає спалювання 1000 т кам'яного вугілля.

До середини 80-х років ХХ ст. людство в ядерній енергетиці бачило один із виходів з енергетичної кризи. Тільки за 20 років (з середини 60-х до середини 80-х років) світова доля енергетики, що отримувалась на АЕС, виросла практично з нульових значень до 15–17%, а в ряді країн (Франція, Швеція) вона стала превалюючою. Ні один з інших видів енергетики не мав таких темпів росту.

До недавнього часу головні екологічні проблеми АЕС пов'язувались з захороненням відпрацьованого палива, а також з ліквідацією АЕС після закінчення допустимих строків експлуатації. Є інформація про те, що вартість таких ліквідаційних робіт складає от 1/6 до 1/3 від вартості самих АЕС.

При нормальній роботі АЕС викиди радіоактивних елементів у довкілля дійсно незначні. В середньому вони в 2-4 рази менше, ніж від ТЕС однакової потужності.

До травня 1986 р. 400 енергоблоків, що працювали і давали понад 17% електроенергії, збільшували природний фон радіоактивності не більше чим на 0,02%. До Чорнобильської катастрофи в колишньому СРСР жодна з галузей виробництва не мала меншого рівня виробничого травматизму, ніж АЕС. За 30 років до трагедії (і то з нетрадиційних причин) загинуло 17 чоловік. Після 1986 р. головну екологічну безпеку стали пов'язувати саме з можливістю аварій. Вірогідність їх на сучасних АЕС незначна, але не виключається. І як загальновідомо, до найбільших аварій такого типу належить та, що сталася на четвертому блоці ЧАЕС.

В результаті аварії на ЧАЕС радіоактивне забруднення отримала територія радіусом понад 2 тис. км, що охопило площу понад 20 держав. У межах колишнього СРСР постраждало 11 областей, де мешкають 17 млн чоловік. Загальна площа забруднених територій перевищує 8 млн га або 80000 км<sup>2</sup>.

Після аварії на ЧАЕС окремі країни прийняли рішення про повну заборону будівництва АЕС. У їх числі Швеція, Італія, Бразилія, Мексика. Швеція, до того ж, об'явила про намір демонтувати усі діючі реактори, не зважаючи на те, що вони давали біля 45 % усієї електроенергії країни. Різко уповільнились темпи розвитку даного виду енергетики і в інших країнах. Прийняті заходи щодо посилення захисту від аварій на діючих АЕС і тих, що будуються. Разом з цим людство усвідомлює, що без атомної енергетики на сучасному етапі розвитку не обійтись. Будівництво і введення у дію нових АЕС поступово збільшується. Сьогодні у світі діють понад 500 атомних реакторів. Біля 100 реакторів знаходиться у стані будівництва.

Таким чином із усіх проблем, які спіткали людство на початку ХХІ ст., енергетична проблема є однією з головних. Основні сучасні джерела отримання енергії (особливо викопне паливо) можна розглядати як засоби вирішення енергетичних проблем найближчої перспективи. Це пов'язано з їх вичерпанням і неминучим забрудненням середовища. У цьому зв'язку можна познайомитись з можливостями використання нових джерел енергії, які дозволили б збільшити потенціал існуючих. Ці джерела мають позитивні характеристики: вони екологічно чисті і їх добування базується на практично вічних природних явищах.

Перешкодою до їх широкого використання є недосконалість сучасних технологій, що робить ці джерела енергії достатньо дорогими.

До нетрадиційних енергетичних джерел належать відновлювальні – це вітер, сонячне випромінювання тощо. Їх перевагою є те, що всі вони екологічно чисті.

## **11.2. Сонце, як джерело теплової енергії**

Це практично невичерпне джерело енергії. Її можна використовувати прямо (за допомогою уловлювання технічними пристроями) або опосередковано через продукцію фотосинтезу, кругообіг води, рух повітряних мас й інші процеси, які обумовлюються сонячними явищами.

Використання сонячного тепла – найпростіший і найдешевший шлях вирішення окремих енергетичних проблем. Найбільш розповсюджено уловлювання сонячної енергії за допомогою різноманітних колекторів. У найпростішому вигляді це темного кольору поверхні для уловлювання тепла і пристосування для його накопичення та утримання. Колектори розміщуються у прозорій камері, яка діє за принципом парникового ефекту. Є також пристрої для зменшення розсіювання енергії (гарна ізоляція) і її відведення, наприклад, потоками повітря або води.

На Кіпрі 90 % котеджів, багато готелів і багатоповерхових будинків проблеми теплозабезпечення і гарячого водопостачання вирішують за рахунок сонячних водонагрівачів. В Ізраїлі відсоток житлових приміщень, що забезпечені сонячною енергією, складає 65 %. В інших країнах використання сонячної енергії ще не має широкого розповсюдження, але інтенсивно збільшується виробництво різноманітних сонячних колекторів.

Найперспективнішим вважається метод безпосереднього перетворення сонячного випромінювання на електричну енергію за допомогою напівпровідникових фотоелектричних генераторів (сонячних батарей). Перетворення сонячної енергії на електричну можливе за допомогою фотоелементів, в яких сонячна енергія індукується в електричний струм без додаткових пристроїв. Незважаючи на невисокий ККД, ці пристрої дуже вигідні тому,

що вони повільно втрачають свої властивості. Головні труднощі у застосуванні фотоелементів пов'язані з їх високою ціною і тим, що вони займають великі площі. Проблема в певній мірі може бути вирішена за рахунок заміни металевих фотоперетворювачів енергії синтетичними, використання дахів і стін домів для розташування батарей, виносу перетворювачів до космічного простору і т.п.

У тих випадках, коли необхідно отримати невелику кількість енергії, використання фотоелементів уже сьогодні економічно вигідно. Прикладом такого використання можуть бути калькулятори, телефони, телевізори, кондиціонери, маяки, буї, невеликі зрошувальні системи і т.п. На сьогодні такі батареї застосовуються ще обмежено: на космічних станціях (де їх сумарна потужність перевищує 10 кВт, а площа 100 м<sup>2</sup>), ретрансляторах, навігаційних маяках, телефонних станціях, станціях у пустельних місцевостях, для живлення невеликих радіостанцій геологів, чабанів тощо.

Створення великих електростанцій на сонячних батареях стримується високою вартістю самих станцій, і вартістю отриманої кіловата енергії, що сьогодні значно вищий, ніж у ТЕС і АЕС. Проте спостерігається тенденція до зниження вартості батарей. Так, інтенсивні розробки американських вчених у цій галузі дозволили за 10 років знизити вартість сонячних батарей у 50 разів. Очікується, що вона буде зменшуватися й надалі, тоді як вартість спорудження ТЕС і АЕС стабільно зростає. Сонячні електростанції не забруднюють навколишнього середовища, однак вони займають великі площі земель (перед усім це стосується майбутніх СЕС на сонячних батареях).

Сонячна енергія може використовуватися для одержання побутового тепла – опалювання житлових приміщень. Розроблено проекти сонячних будинків, які вже реалізовано в різних країнах (США, Туркменістан, Узбекистан). Використовується сонячне проміння, що падає на дах і стіни будинку, які вкриті спеціальними колекторами. В них нагрівається вода до 95°C. Для зберігання тепла, зокрема на зимовий період, ніч і в хмарні дні, частина тепла відводиться в спеціальні резервуари, розміщені в підвальному приміщенні і заповнені щебенем. Тепло, акумульоване щебенем,

використовується тоді, коли виникне потреба. Влітку сонячна система такого будинку може застосовуватись й для охолодження приміщень (кондиціонування приміщень). З цією метою вдень колектори виключаються, а вночі працюють, охолоджуючи щєбінь у резервуарах нічним прохолодним повітрям. Потім, протягом жаркого дня, охолоджений щєбінь забирає тепло з приміщень.

В експериментальних сонячних будинках, споруджених в США, крім колекторів – збирачів тепла, дахи вкриваються ще й сонячними батареями, що забезпечують будинки електроенергією протягом дня. Це дає велику економію електроенергії, що споживається таким будинком у мережі.

Сонячна енергія в південних районах може бути використана також для готування їжі, сушіння зерна та фруктів, опріснення води, підйому води з глибоких колодязів тощо. Розроблено досить зручні пристрої для таких потреб, наприклад, параболічні дзеркала діаметром близько 1,5 м. У фокусі такого дзеркала трилітровий чайник з водою закипає за 10 хвилин.

Сонячна енергія може використовуватися й на транспорті – для енергоживлення автомобілів, невеликих суден і навіть літаків. З площі кілька квадратних метрів (дах мікроавтобуса) можна зібрати енергію для живлення акумуляторів, які рухають автомобіль. У 1982 р. автомобіль з сонячними батареями на даху без жодної краплі бензину перетнув Австралію з заходу на схід, подолавши за два місяця відстань близько 4 тис. км із середньою швидкістю близько 30 км/год. На сонячному літаку (верхня площа його крил вкрита сонячними батареями) здійснено переліт через Ла-Манш.

Другий напрямок перетворення сонячної енергії на електричну пов'язаний з перетворенням води на пару, яка рухає турбогенератори. Електроенергія отримується за допомогою генераторів, що використовують теплову дію сонячних променів (паротурбінні, термоіонні і термоелектричні генератори). Однією з таких станцій є сонячна електростанція (СЕС), споруджена в Криму поблизу Керчі. Це станція баштового типу. В центрі водного кола, діаметром 500 м, вставлено 70 м башту з парогенератором на верхівці. Башту оточують 1600 геліостатів – рухомих дзеркал площею 5х5 м, які стежать за рухом Сонця (за

допомогою ЕОМ) і спрямовують його промені на воду парогенератора, нагрівають її і перетворюють на пару з температурою 300°C. Пара рухає турбіну з генератором. Потужність станції становить 1200 кВт. Це експериментальна станція. У таких випадках для енергонакопичення використовують велику кількість рухомих лінз, які концентрують сонячні промені на парогенераторі.

Сонце є найпотужнішим джерелом екологічно чистої енергії. Проте до земної поверхні доходить не вся енергія – частина відбивається в космос, частина розсіюється атмосферою, витрачається на утворення озонового шару тощо. Така розсіяність сонячної енергії є головною перешкодою для її використання. Але вчені та інженери працюють над проблемою перетворення сонячної енергії. Сонячна енергетика має велике майбутнє.

### ***11.2.1. Використання сонячної енергії через фотосинтез і біомасу***

Найпростіший шлях використання енергії фотосинтезу – безпосереднє спалювання біомаси. В окремих країнах, які не вступили на шлях економічного розвитку, такий метод є основним. Більш вигідним є метод переробки біомаси в інші види палива, наприклад, в біогаз або етиловий спирт. Перший – це результат анаеробного (без надходження кисню) і аеробного (при наявності кисню) бродіння.

Є дані, що молочна ферма на 2000 голів здатна за рахунок використання відходів забезпечити біогазом не тільки саме господарство, а й приносити істотні прибутки від реалізації отриманої енергії. Великі енергетичні ресурси сконцентровані в каналізаційному намулі, смітті та інших органічних відходах.

Спирт, який отримується з біоресурсів, знаходить все більше застосування в двигунах внутрішнього згорання. Так, Бразилія з 70-х р. ХХ ст. значну частку автотранспорту перевела на спиртове пальне або на суміш з бензину і спирту – бензоспирт. Досвід використання спирту як енергоносія мають й інші країни, наприклад, США.

Для отримання спирту використовується різноманітна органічна сировина. В Бразилії – це переважно цукрова тростина, в США – кукурудза. В інших країнах – різноманітні зернові культури, картопля. Обмежувочими факторами для використання спирту як енергоносія є нестача земель для отримання органічної маси і забруднення середовища під час виробництва спирту (спалювання викопного палива), а також ціна (він приблизно в два рази дорожчий бензину).

В останній час в літературі з'явилися терміни “енергетичні культури”, “енергетичний ліс”. Під ними слід розуміти фітоценози, що вирощуються для переробки їх біомаси в газ або рідке паливо. Під “енергетичні ліси”, як правило, відводяться землі, на яких за інтенсивними технологіями за короткі строки (5-10 років) вирощується і знімається врожай швидкозростаючих видів дерев (тополя, евкаліпти та інші).

В цілому ж біопаливо можна розглядати як істотний фактор вирішення енергетичних проблем якщо не сьогодні, то в майбутньому. Головна перевага цього ресурсу – його постійне і швидке відновлення, а при розумному використанні і невичерпність.

### **11.3. Вітер як джерело енергії**

Вітрова енергія – це давній вид енергії. Протягом декількох століть це джерело використовувалось як механічне на млинах, пилорамах, в системах подачі води до місць використання і т.п. Також використовувався вітер для добування електроенергії (наприклад, Севастопольська ВЕС). Інтерес щодо використання вітру для отримання електроенергії виріс в останні роки. На сьогоднішній день досліджені вітродвигуни різної потужності, у тому числі й дуже великої. Зроблені висновки, що в районах з інтенсивним рухом повітря вітроустановки можуть забезпечувати енергією місцеві потреби. За підрахунками вчених, загальний вітроенергетичний потенціал Землі в 30 разів перевищує річне споживання електроенергії в усьому світі. Однак використовується лише мала частина цієї енергії. Але так було не завжди. За даними статистики в дореволюційній Росії налічувалося близько 30 тис. вітряків. Ця нехитра установка була



майже у кожному другому селі в Україні. Проте парова машина, а потім двигун внутрішнього згорання витіснили їх. Можливості використання цього виду енергії в різних місцях землі не однакові. Для нормальної роботи вітрових двигунів швидкість вітру не повинна в середньому за рік падати нижче 4-5 м/с, а краще, коли вона становить 6-8 м/с. Для цих установок є небезпечною і надто велика швидкість вітру (ураган), який може їх зламати. Найбільш сприятливі зони для використання вітрової енергії – узбережжя морів і океанів, степи, тундра, гори. В Україні такими ділянками є узбережжя Чорного моря, особливо Крим, а також Карпати, Південні степові райони.

Як відомо, енергозбереження та впровадження безпаливної електроенергетики є одним з пріоритетних напрямів діяльності уряду України. Піонером будівництва вітрових електростанцій (ВЕС) у нашій країні до війни був український вчений та інженер, один з основоположників космонавтики Ю. Кондратюк. Побудована ним в 1931 р. поблизу Севастополя ВЕС потужністю 100 кВт забезпечувала струмом міську мережу понад 10 років.

Міжвідомчу координаційну раду з питань будівництва вітрових електростанцій затверджено постановою уряду України. Діяльність ради має посилити координацію дій міністерств та відомств при будівництві вітрових електростанцій (ВЕС) в Україні з використанням потужностей вітчизняних машинобудівних підприємств. Нині здійснюється другий етап комплексної програми будівництва вітрових електростанцій, затвердженої урядом у 1997 році. Програмою передбачено будівництво до 2010 року ряду ВЕС сумарною потужністю майже 1900 МВт на рік. На цей час в Україні споруджується шість великих ВЕС загальною потужністю 156 МВт, зокрема Донузлавська, Сакська та Новоазовська. Участь у цьому беруть 23 підприємства на чолі з «Південмашем».

Загалом річний вітроенергетичний потенціал України дорівнює 30 млрд кВт·год і тому, завдяки здійсненню названої програми, ВЕС та автономні вітряки уже зараз можуть забезпечити 2,5 % річного електроспоживання в Україні.

Сьогодні в Данії та США серійно випускаються невеликі ВЕС потужністю від 1,5 до 100 кВт. Побудовано кілька експериментальних ВЕС потужністю до 30 тис. кВт. Втілюється інша технічна ідея Кондратюка, який запропонував свого часу будувати ВЕС разом з установками з виробництва водню шляхом електролізу води. Тоді, коли потреба в електроенергії нижча, “зайва” потужність ВЕС спрямовується на виробництво надзвичайно цінного енергетичного продукту – водню. Водень може використовуватись як паливо для автомобілів, а також замість природного газу в багатьох інших установках, причому внаслідок його спалювання не утворюються шкідливі речовини, а лише водяна пара. Особливо актуальним використання енергії вітру є для Криму. Сьогодні півострів споживає 1,3 млн кВт, причому майже вся ця енергія надходить із-за меж Криму. Деяку частину її дають дизельні станції, що забруднюють повітря курортної зони. А між тим на одній Арабатській стрілці, що на Сиваші, можна встановити 30 тис. ВЕС і одержати 2 млн кВт екологічно чистої електроенергії. Це ділянки сталих і досить сильних вітрів.

Під час роботи ВЕС навколишнє середовище не зазнає жодних забруднень. Єдині негативні впливи – це низькочастотний шум (гудіння) працюючих вітряків та ще загибель птахів, що потрапляють у лопаті вітродвигунів. Стало зрозумілим, що можна використовувати вітротурбіни для обслуговування окремих об'єктів (житлових будинків, неенергоємних виробництв і т.п.), разом з цим стало очевидним, що гігантські вітроустановки ще себе не оправдовують внаслідок великої вартості, сильних вібрацій, шумів і швидкого виходу з ладу.

Широко ведуться роботи з використання вітрової енергії в Канаді, Нідерландах, Данії, Швеції, Німеччині та інших країнах. Перевагою вітрових турбін є те, що отримана з їх допомогою енергія достатньо дешева. В Україні теж є певні напрацювання щодо використання енергії вітру.

## 11.4. Енергетичні ресурси морських, океанічних і термальних вод

Великі енергетичні ресурси зосереджені в водах морів і океанів. До них належить енергія припливів і відпливів, морських течій, різниці температур різних шарів води у океані. Сьогодні ця енергія використовується дуже обмежено із-за її великої коштовності. Але це не означає, що вона не має майбутнього у своєму використанні.

Світовий океан містить велетенський енергетичний потенціал. Це, по-перше, енергія Сонця, поглинута океанською водою, що виявляється в енергії морських течій, хвиль, прибою, різниці температур різних шарів морської води і, по-друге, енергія тяжіння Місяця й Сонця, яка спричиняє морські припливи і відпливи. Використовується цей екологічно чистий потенціал ще мало.

Одну з перших електростанцій, що використовує енергію морських хвиль, було побудовано ще в 1970 р. поблизу норвезького м. Бергена. Вона має потужність 350 кВт і забезпечує енергією селище з 100 будинків. Можливість створення більш потужних хвильових станцій досліджуються вченими Великобританії, США та Японії.

Усі типи морських хвильових електростанцій, що будуються і діють сьогодні, побудовані за єдиним принципом: у спеціальному буї-поплавку під дією хвилі коливається рівень води. Це призводить до стискання в ньому повітря, яке рухає турбіну. В експериментальних електростанціях навіть невеликі хвилі висотою 35 см примушують турбіну розвивати швидкість понад 2000 тис. обертів за хвилину. Метрової висоти хвиля забезпечує від 25-30 кВт енергії.

Іншим різновидом морських електростанцій є установки, що перетворюють енергію морського прибою. Такі станції використовують принцип накачки сильним прибоєм морської води в резервуар, розташований вище рівня моря. Звідти вода спускається вниз, крутячи турбіни енергоустановок. У океані є досить близько розташовані шари води з різною температурою. Найбільш значною (до 22 °С) різниця температур є в тропічній зоні Світового океану. На цьому явищі базується принцип

одержання електроенергії за рахунок різниці температур води різних горизонтів. В океанічних водах для отримання енергії використовують різницю температур на різних глибинах. В теплих течіях, наприклад, в Гольфстрімі, вона досягає 20 °С. В основі принципу лежить застосування рідин, які закипають і конденсуються при невеликих різницях температур. Робоча рідина (фреон), як у домашньому холодильнику, по чергово випаровується і конденсується й переходить у різний агрегатний стан в різних частинах теплообмінника. Таким чином, тепла вода поверхневих шарів використовується для перетворення рідини на пару, яка і обертає турбіну, холодні глибинні маси води використовуються для перетворення пари на рідину. Така установка потужністю 100 кВт працює на Тихоокеанському острові Науру і забезпечує усі енергопотреби населення цього острова. Установки такого типу розробляються в США.

Розроблені й уже діють електростанції, що використовують енергію морських припливів. Вигідними вони є в тих ділянках узбережжя, де припливи бувають найвищими. Це Канадська затока Фанді (висота припливу становить 17 м), протока Ла-Манш (15 м), Пенжинська затока Охотського моря (13 м). На узбережжі Чорного моря висота припливу дуже незначна. Сьогодні працює кілька припливних станцій: у гирлі ріки Ранс на узбережжі Ла-Маншу (Франція) потужністю 240 тис. кВт і Кислогубська в Кольській затоці (Росія) потужністю 400 кВт.

Широке впровадження морських електростанцій різних типів стримується відносно високою їх вартістю. Проте їх енергетичний баланс (співвідношення одержаної та затраченої енергії) може бути більш високим, ніж у деяких ТЕС, що працюють на вугіллі та нафті. Розрахунки свідчать, що в майбутньому можливе спорудження великих електростанцій такого типу. Привертають увагу проекти електростанцій, розташованих на плавучих установках вдалині від берега. Отримати енергію на таких станціях можливо комплексним методом, наприклад, за рахунок хвиль, різниці температур води, а також за рахунок вітру та енергії Сонця. Ця енергія може використовуватися для виробництва водню або передаватися на берег по підводному кабелю.

Робота згаданих електростанцій не спричиняє забруднення навколишнього середовища, зокрема й теплового, вони лише перетворюють енергію хвиль, вітру, Сонця, припливу тощо на інші види енергії, зокрема електричну.

Більш реальні можливості використання геотермальної енергії. У даному випадку джерелом тепла являються розігріті води надр землі. В окремих районах такі води виходять на поверхню у вигляді гейзерів (наприклад на Камчатці). Геотермальна енергія може використовуватись як теплова, так і для отримання електричного струму.

Ведуться також дослідження з використання тепла, що міститься в твердих сполуках земної кори. Таке тепло із надр добувається за допомогою закачування води, яку потім використовують так само, як і інші термальні води. Уже сьогодні окремі міста або підприємства забезпечуються енергією геотермальних вод. На початку 80-х років у світі вироблялось на геотермальних електростанціях біля 5000 МВт електроенергії (приблизно 5 АЕС). Як відомо, з заглибленням під Землю зростає температура (в середньому на 30 °С на 1 км, а в вулканічних районах значно швидше). За оцінками фахівців у земній корі до глибин 7-10 км акумульовано тепло, загальна кількість якого в 5 тис. разів перевищує теплоємність усіх видів викопного палива, що є на Землі. Теоретично лише 1 % тепла, що міститься в земній корі до глибин 5 км, вистачило б для того, щоб вирішити енергетичні проблеми людства в перспективі на 4000 років. Та на практиці це джерело енергії використовується ще мало. Найкращих результатів досягнуто в районах активної вулканічної діяльності, таких як Ісландія, Камчатка тощо, де близько до поверхні залягають термальні води. Через свердловини гаряча водяна пара надходить до турбін і виробляє електроенергію. Відпрацьована гаряча (75-80°C) вода використовується для опалення будинків, теплиць, тваринницьких ферм тощо. В холодній Ісландії столиця крани Рейк'явік протягом останніх 40 років повністю опалюється підземним теплом. В США (штат Нью-Мексіко) працює інша термальна електростанція. Тут на глибині 4 км скельні породи нагріті до температури 185 °С. Вода, що закачується насосами через свердловину, нагрівається й уже у вигляді пари з температурою 150 °С повертається на поверхню,

де обертає турбіни електростанції, що живить електроенергією селище з 2000-м населенням, а відпрацьована гаряча вода подається в систему центрального опалення. Експерименти з використанням геотермічної енергії проводяться у Великобританії, Франції та Японії. В Україні досі немає жодної установки такого типу, проте перспективними зонами для використання геотермальної енергії є Карпати, Закарпаття, Крим.

### **11.5. Термоядерна енергія**

Сучасна атомна енергетика базується на розщепленні ядер атомів на два більш легких. При цьому виділяється енергія, пропорційна втраті маси. Джерелом енергії і продуктами розпаду є різноманітні радіоактивні елементи (радіонукліди), з якими пов'язані головні екологічні проблеми ядерної енергетики.

Ще більша кількість енергії вивільняється в процесі ядерного синтезу, при якому два ядра зливаються в одне, більш важке, з втратою маси і виділенням енергії. Початковим елементом для синтезу є водень, кінцевим – гелій. Обидва елементи не мають негативного впливу на природу і практично невичерпні.

Результатом ядерного синтезу є енергія сонця. Людина цей процес змоделювала при вибухах водневих бомб. Завдання полягає в тому, щоб зробити ядерний синтез керованим, а його енергію використовувати цілеспрямовано. Головні труднощі полягають в тому, що ядерний синтез можливий при дуже високому тиску і температурі біля 100 млн °С. Саме такі умови існують в надрах зірок, які живлять їх енергією. Отримання енергії за рахунок синтезу ядер побудоване на приведені у взаємодію дейтерію або тритію в умовах високого тиску та температури в 100 млн °С. У водневій бомбі зливання елементів відбувається за допомогою попереднього вибуху атомної бомби на підставі реакції поділу ядер. На сьогодні ще відсутні матеріали, з яких можна виготовляти реактори для здійснення надвисокотемпературних (термоядерних реакцій). Будь-який матеріал при цьому розплавлюється і випаровується.

Учені пішли шляхом пошуку можливостей здійснення реакцій в середовищі, не здатному до випаровування. Для цього сьогодні досліджуються два шляхи. Один з них базується на отриманні водню у сильному магнітному полі. Установка такого типу отримала назву ТОКАМАК (тороїдальна камера з магнітним полем). Така камера розроблена в інституті ім. Курчатова (Росія). Другий шлях передбачає використання лазерних променів, за рахунок яких забезпечується отримання необхідної температури і в місце концентрації яких подається водень.

Не дивлячись на деякі позитивні результати щодо здійснення керованого ядерного синтезу, є думки, що в найближчій перспективі його навряд чи буде використано для вирішення енергетичних і екологічних проблем. Це пов'язано з невирішеністю багатьох питань і з необхідністю величезних витрат на подальші експерименти, а тим паче промислові розробки.

## **11.6. Біоенергетичні технології**

Життя та діяльність людей супроводжується утворенням великої кількості різноманітних твердих і рідких відходів. Це побутові відходи, каналізаційні стоки міст, стоки та відходи виробництва й переробки сільськогосподарської продукції, величезна кількість органічних залишків після лісозаготовок і переробки деревини тощо. Навколо великих міст вже ніде розміщувати звалища, які займають тисячі гектарів земель і отруюють воду і повітря, разом з тим існують технології, що дозволяють одержувати з усієї цієї колосальної маси органічних решток енергію.

Найпростіше рішення – це спалювання органічних відходів на спеціальних заводах, що забезпечує одержання побутового тепла. Щоправда, воно обходиться в десять разів дорожче, ніж на ТЕЦ, проте головне тут – не одержання тепла, а охорона довкілля.

Існують шляхи здешевлення цього процесу і виробництва на таких заводах не лише тепла, а й електроенергії. Такий досвід, наприклад, є в Японії. Недоліком таких технологій є те, що спалювання сміття супроводжується новими відходами –

твердими і газоподібними. Потрібні спеціальні фільтри, а це ще більше здорожує процес.

Але існує зовсім інша можливість переробки органічних відходів, що має багато переваг перед згаданим способом – це біотехнологічний метод з використанням метанобактерій. Ці мікроорганізми активно розвиваються в будь-яких органічних рештках, а в результаті процесу їх життєдіяльності утворюється біогаз – суміш метану (70 %) і чадного газу (30 %). Теплоємність біогазу досить велика: 1 м<sup>3</sup> утворює стільки ж тепла, як 600-800 г антрациту. Тонна органічних решток (гній, сміття тощо) дає до 500 м<sup>3</sup> біогазу. Щоправда, цей процес відбувається досить повільно, але безсумнівною його перевагою є те, що понад 80 % енергії, яка міститься в стічних водах або відходах, вилучається у вигляді горючого газу.

Підрховано, що одна корова може забезпечити електричним освітленням невелике приміщення протягом 10 тисяч годин за рахунок використання газу, добутого з гною, продукovanого цією коровою. Технологія отримання біогазу дуже проста. Гноєм, сміттям, соломною, листям заповнюють бетонні ємкості або колодязі будь-якого об'єму. Ємкість має бути щільно закритою, щоб не було доступу кисню. Газ, що утворюється в процесі бродіння, відводять у приймальні пристрої або безпосередньо в газову плиту. В Китаї сьогодні діє 7 млн таких установок, головним чином у сільській місцевості, багато їх також і в Індії. Тут колодязі заповнюють гноєм, щільно зачиняють, а газ, що утворюється, надходить у газові плити господарства. Після процесу бродіння залишається добриво – беззаражене, без запаху, більш цінне, ніж звичайний гній.

Найбільше визнання така технологія набула в Китаї, де вже функціонує близько 8 млн біогазових установок, якими користуються 4% населення країни (найбільше у світі). Досвід свідчить, що 1 м<sup>3</sup> біогазу вистачає, щоб освітлювати невелике приміщення протягом 6-8 год. Китайські біогазові установки дуже дешеві (13 доларів США). Найперші газові установки створили в Індії в 1890 р., пізніше в Німеччині, Англії, США. В Індії планується збудувати 18 млн сімейних біореакторів і 6 млн великих.

У колишньому СРСР перші біореактори розробили в Латвії в 1949 р., потім у Грузії. В 1959 р. в Україні (в Запоріжжі) був



створений біореактор, розрахований на 150 корів і 20 свиноматок з поросятами.

В Латвії та Естонії сьогодні створено промислові установки для переробки відходів і одержання з них горючого газу.

В Румунії навіть проведено успішні досліді з використанням біогазу як палива для тракторів. Для України, яка забезпечена власними запасами природного газу лише на 22 %, така технологія є дуже перспективною, особливо для сільської місцевості.

### 11.7. Енергозбереження

Нині оцінюючи нову техніку, перевагу надають тим зразкам, які більш економно витрачають енергію. Енергозберігаючі технології і енергозбереження – це головний шлях розвитку сучасного виробництва в розвинених країнах. Статистика свідчить, що в більшості країн світу на освітлення витрачається близько 13% виробленої електроенергії (стільки ж приблизно й у нашій країні, але питомі витрати енергії на виробництво світла в Україні в 1,5 рази вищі, ніж у західних країнах). Причина в лампах розжарювання (вони перетворюють лише 5-8 % енергії у світло, інше – тепло). У Західних країнах – люмінесцентні лампи з віддачею 20%, а найновіші до 30%. Перехід на прогресивні джерела світла дає економію від 20 до 70 % електроенергії.

**Побутова техніка.** Якби вітчизняні телевізори, пилососи, пральні машини тощо мали такі економічні показники, як кращі зразки світової побутової техніки, економія електроенергії була б такою, що Україна могла б відмовитися від усіх АЕС на своїй території.

У чорній металургії Японії питомі затрати енергії на 20-30% нижчі, ніж у нас. За рахунок чого? Головним чином завдяки купівлі вітчизняних ліцензій на технології безперервної розливки сталі, сухого гасіння коксу, утилізації тепла газів доменних печей. А в нас ці технології не мають широкого поширення.

Великі витрати під час передачі електроенергії через недосконалу техніку і технологію. Обсяги втрат дорівнюють

електроенергії, що виробляється десятками таких ГЕС, як Саяно-Шушенська.

**Автотранспорт.** Середній автомобіль витрачає 12,4 л бензину на 100 км. Сучасні автомобілі ( в умовах рівної дороги) потребують від 4,3 до 5,9 л на 100 км. Це досягається завдяки покращеній аеродинаміці, використанню легких матеріалів і закруглених обводів. Шведська компанія «Вольво» розробила модель автомобіля, що споживає 3,6 л бензину на 100 км. Таких прикладів можна приводити безліч в різних галузях народного господарства.

Таким чином, ми можемо зробити наступні висновки. Сучасний рівень знань, а також технології, що розробляються, дають можливість думати, що ми маємо оптимістичні прогнози: людству не загрожує безвихідна ситуація ні щодо вичерпання енергетичних ресурсів, ні щодо екологічних проблем, які породжує енергетика. Є реальні можливості переходу на альтернативні джерела енергії (невичерпні і екологічно чисті). З цієї позиції сучасні методи отримання енергії можна розглядати як перехідні. Питання полягає в тому, яка тривалість цього перехідного періоду і які є можливості для його скорочення.

### ***Контрольні питання***

1. Чому на сучасному етапі розвитку людство змушене шукати альтернативу існуючим джерелам енергії?
2. Які є альтернативні джерела енергії і в чому їх основна відмінність від традиційних?
3. Які є напрямки використання сонячної енергії і в чому їх сутність?
4. Яким чином може використовуватися енергія вітру?
5. Яким чином можна використовувати енергію океану і земної кори?
6. Чому енергія ядерного синтезу не використовується для задоволення енергетичних потреб?
7. В чому сутність і вигода біотехнологічного методу переробки органічних відходів?
8. Чому впровадження енергозберігаючих технологій та енергозбереження призводять до зменшення негативного впливу на природне середовище?

## **Тема 12. ПРАВОВІ ОСНОВИ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

### **12.1. Роль юриспруденції у регулюванні взаємовідносин між суспільством і природою**

Сьогодні, коли людина завдає дедалі більшої шкоди природному середовищу, коли екологічні катастрофи різного масштабу завдають людству значних економічних втрат, виникла потреба їх оцінювати не лише для визначення обсягів шкоди та покарання винних, відшкодування збитків, завданих природі, а й для прогнозування ситуації, оптимізації втручань у природні процеси та коригування законів про охорону природи. Настав час, коли людина зрозуміла: якщо не буде досягнуто збалансованості подальшого розвитку нашої цивілізації та гармонізації взаємовідносин людства й природи, катастрофа глобального масштабу неминуча.

Роль права в регулюванні взаємовідносин природи і суспільства полягає у формуванні науково обґрунтованих правил поведінки людини в стосунках з природою. Основні правила такої поведінки закріплюються державою в законодавстві і стають обов'язковими для виконання і дотримання норм права, які забезпечені державним примусом на випадок їх невиконання.

Правовою основою охорони природи є закони регіонального (внутрішньодержавного) та міжнародного значення. В цих законах наведено обов'язкові для всіх громадян вимоги, спрямовані на забезпечення нормальних умов функціонування екосистем біосфери та раціональне використання людиною природних ресурсів. Виконання цих законів забезпечується різними методами: від виховних (особливо для дітей) і просвітницьких (лекції, плакати, популярна література) до штрафів, адміністративних та кримінальних покарань правопорушників.

### **12.2. Природно-ресурсне, природоохоронне і єдине екологічне право**

В історії правового регулювання суспільних відношень у сфері взаємодії суспільства та природи російський вчений В.В. Петров виділяє три етапи:

- природно-ресурсний;
- природоохоронний;
- соціально-екологічний.

Природно-ресурсний етап відзначався переважанням споживацького підходу у взаємовідносинах між суспільством та природою, що формує природно-ресурсне право.

**Природно-ресурсне право** – це система правових норм, що регулюють природно-ресурсні відносини з метою раціонального використання і відтворення земельних, водних, гірських та лісових, фауністичних природних ресурсів для задоволення потреб народного господарства.

Природоохоронний етап. Оскільки руйнування біосфери продовжувалось, з'явився новий вид діяльності – охорона оточуючого середовища. Відповідно до цього формується й нова галузь права – природоохоронне право.

**Природоохоронне право** – це система правових норм, які регулюють суспільні відносини з метою охорони природи й захисту оточуючого середовища від впливу господарської діяльності.

Соціально-екологічний етап. У 80-х роках природно-ресурсне і природоохоронне права інтегруються в **єдине екологічне право** оточуючого середовища.

З початку ХХ ст. в багатьох країнах світу законодавство регулювало взаємодію природи і суспільства шляхом встановлення особливого режиму охорони об'єктів природи, які мають культурне, історичне, наукове і природоохоронне значення.

У середині ХХ ст., у зв'язку зі збільшенням антропогенного впливу на природу у правовому регулюванні взаємодії суспільства і природи, на перший план висуваються завдання раціонального природокористування.

У кінці ХХ ст. (80-90 роки) у законодавстві з'являється новий аспект регулювання і новий термін «охорона оточуючого середовища». Охорона оточуючого середовища стає одним із основних напрямів діяльності держави і суспільства, а в Україні, як і в інших державах, що входили до складу колишнього СРСР, правове регулювання взаємодії суспільства і природи закріплюється в юридичній науці як «Екологічне право».

### **12.3. Розвиток екологічного права в Україні. Права і обов'язки громадян України з екологічного права**

Екстенсивне природокористування, нехтування екологічним обґрунтуванням при визначенні шляхів розвитку агропромислового та лісохімічного комплексів, регулювання стоку річок, осушення боліт та стихійний розвиток колективного садівництва призвели до зниження природного потенціалу майже 70 % цінних природних комплексів і ландшафтів України. Внаслідок цього процес деградації генетичного фонду живої природи спостерігається практично у всіх регіонах України.

Слід наголосити, що в колишньому СРСР важливих природоохоронних законів було прийнято багато, але більшість їх не виконувалася, що й призвело до того сумного становища в природі, яке ми маємо сьогодні. Виснажуючи природу України, центральні та республіканські відомства не дбали про її відновлення, й навіть ті невеликі кошти, які асигнувалися на природоохоронні заходи, з року в рік не використовувались.

Загострення екологічної кризи в Україні, яка дуже сильно постраждала від нераціонального, незбалансованого господарювання, перевищення природних ресурсів, мілітаризації та аварії на Чорнобильській АЕС, змусило Верховну Раду й уряд України прийняти термінові рішення щодо впровадження заходів економічного, науково-технічного, інформаційного, організаційного та правового характеру, спрямованих на подолання кризової екологічної ситуації і оптимізацію взаємовідносин людини й природи. У 1991 р. Верховна Рада України прийняла Закон про охорону навколишнього природного середовища, а в 1993 р. окремі його положення було уточнено й деталізовано. Формування природоохоронного законодавства у регулюванні взаємодії природи і суспільства в Україні наведено на рис. 12.1.

Суспільні відносини у сфері взаємодії суспільства та природи регулюються нормативними актами різної юридичної сили – конституцією, законами, кодексами, урядовими актами, відомчими нормативними актами та нормативними актами місцевих органів влади.

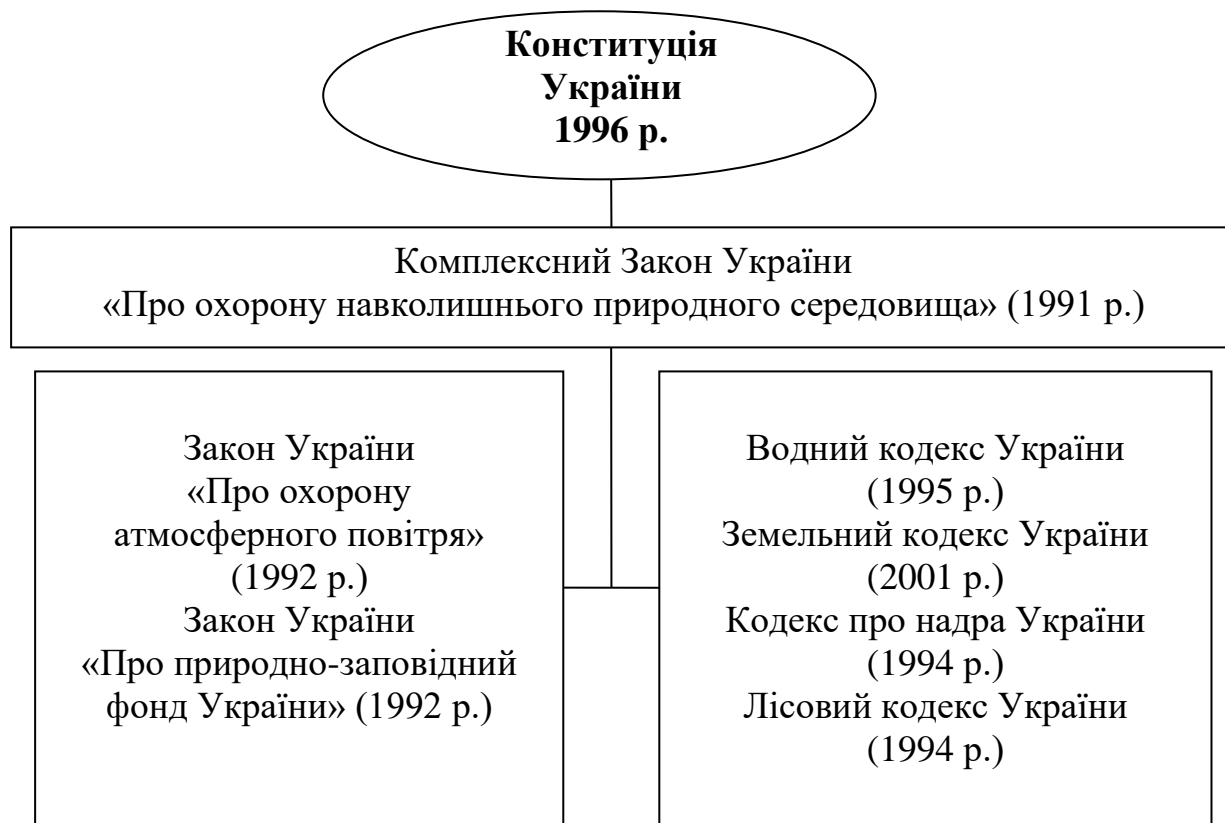


Рис. 12.1. Схема формування природоохоронного законодавства у регулюванні взаємодії природи і суспільства в Україні.

В Україні головним джерелом єдиного екологічного права є Конституція України (1996 р.) і комплексний Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991 р.).

У Законі встановлені такі принципи охорони навколишнього природного середовища:

- пріоритетність вимог екологічної безпеки;
- гарантування екологічно безпечного життя та здоров'я людей;
- екологізація матеріального виробництва;
- науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства;
- збереження просторової та видової різноманітності й цілісності природних об'єктів і комплексів;
- гласність в реалізації рішень, які впливають на стан навколишнього середовища, формування у населення екологічного світогляду;

- наукове нормування впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє середовище;
- стягнення плати за використання природних ресурсів, за забруднення навколишнього природного середовища та зниження якості природних ресурсів;
- вирішення проблем охорони навколишнього природного середовища на основі широкого міжнародного співробітництва.

Закон визначає повноваження Верховної Ради України та місцевих рад народних депутатів, органів управління (Кабінету Міністрів України, виконавчих і розпорядчих органів місцевих рад народних депутатів) в галузі охорони навколишнього природного середовища. Спеціально уповноваженим органом управління в цій галузі є Міністерство охорони навколишнього природного середовища.

Серйозним недоліком чинного на сьогодні природоохоронного законодавства є той факт, що формувалося воно за поресурсною ознакою, тобто окремому регулюванню підлягають земельні, водні, гірничі, лісові, атмосфероохоронні та інші відносини. Такий підхід не забезпечував і не забезпечує комплексності в регулюванні відносин щодо природного середовища як єдиного організму.

**Земельний кодекс України (2001 р.)** регулює охорону і раціональне використання земель. Кодекс встановлює три форми власності на землю: державну, колективну і приватну. Право одержання земельної ділянки у приватну власність за плату або безплатно мають громадяни України. Земельні ділянки можуть надаватись в постійне або тимчасове користування, в тому числі на умовах оренди.

Земельний кодекс встановив переважне надання земель для сільського господарства з метою забезпечення раціонального використання родючих земель. Охорона цінних і продуктивних земель (ріллі, ділянок, зайнятих багаторічними насадженнями, земель природоохоронного, рекреаційного призначення, курортів тощо) досягається встановленням особливого порядку їх вилучення для державних і громадських потреб. Вилучення особливо продуктивних земель, земель науково-дослідних сільськогосподарських установ, заповідників, національних, дендрологічних, меморіальних парків, поховань та археологічних

пам'яток не допускається. З метою охорони земель Земельний кодекс встановлює обов'язки власників земельних ділянок та землекористувачів:

- використовувати землю ефективно і відповідно до цільового призначення;
- підвищувати її родючість, застосовувати природоохоронні технології виробництва, не допускати погіршення екологічної обстановки внаслідок своєї господарської діяльності;
- здійснювати захист земель від водної та вітрової ерозії, та інших процесів руйнування, для збереження і підвищення родючості землі.

При розміщенні, проектуванні, будівництві та введенні в дію нових та реконструйованих об'єктів і споруд повинно передбачатися додержання екологічних та санітарних вимог щодо охорони земель.

У разі порушення вимог земельного законодавства (самовільного зайняття земельних ділянок, псування, забруднення земель, невиконання вимог природоохоронного режиму використання земель, розміщення, проектування, будівництва і введення в експлуатацію об'єктів, котрі негативно впливають на стан земель та інших) настає адміністративна, кримінальна або цивільна (відшкодування заподіяної шкоди) відповідальність згідно із законодавством України.

**Водний кодекс України (1995 р.)** забезпечує правову охорону вод від забруднення, засмічення і виснаження і регулює порядок їхнього використання.

Водний кодекс встановлює пріоритет питного і побутового водокористування. З метою охорони вод, які використовуються для питних і побутових, курортних, лікувальних і оздоровчих потреб, встановлюються округи і зони санітарної охорони із суворим режимом використання, а також водоохоронні зони лісів.

У Водному кодексі закріплені обов'язки водокористувачів щодо раціонального використання водних об'єктів, економного використання води, відновлення і поліпшення її якості. Власники засобів водного транспорту, лісосплавні організації повинні не



допускати забруднення і засмічення вод внаслідок втрати масел, хімічних речовин і нафтопродуктів, деревини.

Сільськогосподарські підприємства повинні попереджувати забруднення вод мінеральними добривами і отрутохімікатами. У Водному кодексі встановлено кримінальну або адміністративну відповідальність за порушення водного законодавства (самовільне захоплення водних об'єктів, забруднення і засмічення вод, безгосподарське використання вод, введення в експлуатацію підприємств та інших об'єктів без споруд, які попереджують забруднення і засмічення вод та ін.), а також передбачено відшкодування збитків, які заподіяні порушенням водного законодавства.

**Лісовий кодекс України (1994 р.)** регулює відносини з охорони і відтворення лісів, посилення їх корисних властивостей та підвищення продуктивності, раціонального використання лісів з метою задоволення потреб суспільства у лісових ресурсах.

У Лісовому кодексі визначені основні завдання, вимоги і зміст організації лісового господарства, критерії поділу лісів на дві групи за їхнім екологічним і господарським значенням; встановлені порядок та види загального і спеціального використання лісових ресурсів, права і обов'язки лісокористувачів; порядок охорони і захисту лісів; плата за використання лісових ресурсів, економічне стимулювання охорони, захисту, раціонального використання та відтворення лісів.

Відповідальність (дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову або кримінальну) за порушення лісового господарства несуть особи, винні в:

- незаконному вирубуванні та пошкодженні дерев і чагарників;
- порушенні вимог пожежної безпеки в лісах, знищенні або пошкодженні лісу внаслідок підпалу або необережного поводження з вогнем, внаслідок забруднення лісу хімічними та радіоактивними речовинами, виробничими і побутовими відходами, стічними водами та ін. видами шкідливого впливу;
- порушенні строків лісовідновлення;
- знищенні або пошкодженні лісових культур, сіянців або саджанців у лісових розсадниках і на плантаціях, а також

природного підросту та самосіву на землях, призначених для відновлення лісу.

**Кодекс України про надра (1994 р.)** регулює гірничі відносини з метою забезпечення раціонального, комплексного використання надр для задоволення потреб суспільства у мінеральній сировині, охорони надр, гарантування безпеки людей, майна, навколишнього природного середовища при користуванні надрами.

Кодекс визначає поняття про надра, порядок і види користування надрами, основні вимоги в галузі охорони надр. Такими вимогами, зокрема, є:

- забезпечення повного і комплексного геологічного вивчення надр;
- додержання встановленого законодавством порядку надання надр у користування;
- раціональне вилучення і використання корисних копалин і наявних в них компонентів;
- недопущення шкідливого впливу робіт, пов'язаних з користуванням надрами;
- охорона родовищ корисних копалин від затоплення, обводнення, пожеж та інших факторів, що впливають на якість корисних копалин і промислову цінність родовищ або ускладнюють їхню розробку тощо.

У Кодексі про надра встановлений перелік правопорушень законодавства про надра, які тягнуть за собою дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову та кримінальну відповідальність згідно з законодавством України:

- самовільне користування надрами;
- порушення норм, правил і вимог щодо проведення робіт з геологічного вивчення надр;
- вибіркоче вироблення багатих ділянок родовищ, що призводить до наднормативних витрат корисних копалин;
- наднормативні витрати і пошкодження якості корисних копалин при їхньому добуванні;
- пошкодження родовищ корисних копалин;
- невиконання правил охорони надр та вимог щодо безпеки людей, майна і навколишнього природного середовища щодо

шкідливого впливу робіт, пов'язаних з користуванням надрами тощо.

**Закон України про охорону атмосферного повітря (1992 р.)** спрямований на збереження сприятливого стану атмосферного повітря, його відновлення і поліпшення для забезпечення екологічної безпеки людини, а також відвернення шкідливого впливу на навколишнє природне середовище.

Закон встановлює екологічні закони і нормативи в галузі охорони та екологічної безпеки атмосферного повітря (гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, гранично допустимих викидів забруднюючих речовин для кожного стаціонарного та пересувного джерела викиду).

Підприємства, установи, організації, діяльність котрих пов'язана з негативним шкідливим впливом на атмосферне повітря, повинні вживати заходів щодо зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин і зниження шкідливого впливу фізичних і біологічних факторів, здійснювати контроль за обсягом та складом забруднюючих речовин, забезпечувати безперебійну та ефективну роботу очисного обладнання.

Закон регулює діяльність, що впливає на погоду і клімат. Підприємства повинні скорочувати і в подальшому повністю припинити виробництво та використання речовин, які шкідливо впливають на озоновий шар або можуть призвести до негативних змін клімату. Закон встановлює вимоги щодо охорони атмосферного повітря при видобуванні корисних копалин, при застосуванні засобів захисту рослин, міндобрив та інших препаратів; при розміщенні й розвитку міст та інших населених пунктів; при погодженні місць забудови, проектів будівництва і реконструкції підприємств та інших об'єктів, які впливають на стан атмосферного повітря.

У Законі встановлено перелік порушень законодавства про охорону атмосферного повітря:

- порушення прав громадян на екологічно безпечний стан атмосферного повітря;
- перевищення лімітів та нормативів гранично допустимих викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря, гранично

допустимих рівнів шкідливого впливу на атмосферне повітря фізичних і біологічних факторів;

- здійснення незаконної діяльності, яка негативно впливає на погоду і клімат,

- невиконання розпоряджень і приписів, які здійснюють контроль за станом атмосферного повітря тощо.

Особи, винні у порушенні законодавства про охорону атмосферного повітря, несуть адміністративну чи кримінальну відповідальність, а також повинні відшкодувати збитки, заподіяні внаслідок правопорушень.

**Закон "Про природно-заповідний фонд України" (1992 р.)** визначає правові основи організації, охорони і використання природно-заповідного фонду, відтворення його природних комплексів і об'єктів. До природно-заповідного фонду належать природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища, ботанічні сади, дендрологічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва.

Природно-заповідний фонд складають ділянки суші та водного простору, природні комплекси, об'єкти яких мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність і виділені з метою збереження природної різноманітності ландшафтів, генофонду рослинного і тваринного світу, підтримання загального екологічного балансу та забезпечення фонового моніторингу навколишнього природного середовища.

Природно-заповідний фонд охороняється відповідно до цього закону як національне надбання, відносно якого встановлюється особливий режим охорони, відтворення і використання.

### ***12.3.1. Права і обов'язки громадян України з екологічного права***

У 1996 р. була прийнята нова Конституція України, згідно з якою, а також комплексним Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991 р.), громадяни України мають не лише права, а й обов'язки берегти природу,

раціонально використовувати її. Одним з незаперечних прав є право громадян на екологічну безпеку. Вже з перших законотворчих кроків незалежної України визначено основи забезпечення екологічних прав людини.

Закон закріплює такі екологічні права громадян України:

- право на безпечне для життя і здоров'я навколишнє природне середовище;
- участь в обговоренні проектів законодавчих актів, матеріалів щодо розміщення та реконструкції об'єктів, які можуть негативно вплинути на стан навколишнього природного середовища;
- участь у проведенні громадської екологічної експертизи;
- одержання повної і достовірної інформації про стан навколишнього природного середовища та його вплив на здоров'я населення;
- право на подання до суду позовів на державні органи, підприємства, установи, організації і громадян про відшкодування збитків, заподіяних їхньому здоров'ю та майну внаслідок негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Громадяни України зобов'язані:

- берегти природу, охороняти, раціонально використовувати її багатства, здійснювати діяльність із додержанням вимог екологічної безпеки, екологічних нормативів;
- не порушувати екологічні права та законні інтереси інших суб'єктів;
- вносити плату за спеціальне природокористування;
- компенсувати шкоду, заподіяну забрудненням та іншим негативним впливом на навколишнє природне середовище.

### ***12.3.2. Організація служб охорони навколишнього природного середовища***

В Україні функціонує багатогалузева структура державного регулювання природокористуванням. Державні закони, кодекси, нормативні акти у сфері екології формуються Верховною Радою України (Комісією з питань екологічної політики), а також на

рівні Кабінету Міністрів (Відділом з питань техногенної та екологічної безпеки і цивільного захисту населення) та Комісією з питань ядерної політики та екологічної безпеки при Президентові України (рис.12.2).

Міністерство охорони навколишнього природного середовища України (Мінприроди) є центральним органом державної виконавчої влади, підвідомчим Кабінету Міністрів України, утворене в червні 1991 р. на базі Державного Комітету Охорони природи, який виконував природоохоронні функції в республіці ще з 60-х років ХХ століття.

Міністерство реалізує державну політику в галузі охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання і відтворення природних ресурсів, захисту населення і навколишнього природного середовища від негативного впливу господарської діяльності шляхом регулювання екологічної безпеки на об'єктах усіх форм власності (Витяг з Положення про Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 2 листопада 2006 р. №1524).

Мінприроди України проводить державну екологічну, науково-технічну та економічну політику, спрямовану на збереження та відтворення безпечного для існування живої і неживої природи навколишнього середовища, забезпечення радіаційної безпеки, захист життя і здоров'я населення від негативного впливу, зумовленого забрудненням навколишнього природного середовища, досягнення стійкого соціально-економічного розвитку та гармонійної взаємодії суспільства і природи. Серед головних завдань Міністерства: захист екологічних інтересів України на міжнародній арені, державний контроль за додержанням вимог законодавства України з питань охорони навколишнього природного середовища, ядерної та радіаційної безпеки (в межах його компетенції).

Крім того, Мінприроди України здійснює нормативно-правове регулювання щодо використання природних ресурсів, організовує і проводить державну екологічну експертизу, обґрунтовує доцільність розробки державних і регіональних екологічних програм.



Рис. 12.2. Схема багатогалузевої структури державного регулювання природокористуванням України.

Свої повноваження Мінприроди виконує безпосередньо та через утворені в його складі урядові органи державного управління, орган виконавчої влади з питань охорони навколишнього природного середовища Автономної Республіки Крим, територіальні органи, інспекції, установи та організації, що належать до сфери його управління.

#### **12.4. Екологічна експертиза, її статус та значення**

Центральне місце в системі природоохоронного контролю займає екологічна експертиза. Екологічна експертиза – це встановлений державою і обов'язковий для всіх міністерств і відомств, підприємств і організацій порядок попередньої перевірки відповідності проектів, планів, заходів, стандартів, виробів, матеріалів і тому подібне вимогам екологічного захисту суспільства.

5 лютого 1995 р. вийшла Постанова Верховної Ради України про введення в дію Закону України "Про екологічну експертизу".

Метою екологічної експертизи є запобігання негативному впливу антропогенної діяльності на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей, а також оцінка ступеня екологічної безпеки господарської діяльності та екологічної ситуації на окремих територіях і об'єктах.

Завданням екологічної експертизи є визначення екологічної безпеки. Законодавчо закріплена її обов'язковість. Позитивний висновок державної екологічної експертизи є підставою для відкриття фінансування за всіма проектами і програмами, реалізація яких без такого висновку забороняється.

Державні стандарти в галузі охорони навколишнього середовища проголошуються обов'язковими. Визначена система екологічних нормативів; гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин у навколишньому середовищі, гранично допустимі й тимчасово узгоджені викиди і скиди забруднюючих речовин; гранично допустимі рівні шуму, електромагнітного випромінювання та інших шкідливих впливів, а також норми і правила радіаційної безпеки; норми і правила природокористування, які встановлюються і вводяться в дію Міністерством охорони здоров'я та Мінприроди України.



Основними завданнями екологічної експертизи є:

- визначення ступеня екологічного ризику і безпеки запланованої чи здійснюваної діяльності;
- організація комплексної, науково обґрунтованої оцінки об'єктів екологічної експертизи;
- встановлення відповідності об'єктів експертизи вимогам екологічного законодавства, санітарних норм і правил; оцінка впливу діяльності об'єктів екологічної експертизи на стан навколишнього природного середовища, здоров'я людей і якість природних ресурсів;
- оцінка ефективності, повноти, обґрунтованості та достатності заходів щодо охорони навколишнього природного середовища і здоров'я людей;
- підготовка об'єктивних, всебічно обґрунтованих висновків екологічної експертизи.

Основними принципами екологічної експертизи є:

- гарантування безпечного для життя і здоров'я людей навколишнього природного середовища;
- збалансованість екологічних, економічних, медико-біологічних і соціальних інтересів та врахування громадської думки;
- наукова обґрунтованість, незалежність, об'єктивність, комплексність, варіантність, гласність.

Об'єктами екологічної експертизи є: проекти законодавчих та інших нормативно-правових актів, проектні матеріали, документація із впровадження нової техніки, технологій, матеріалів, речовин, продукції, реалізація яких може призвести до порушення екологічних нормативів, негативного впливу на стан навколишнього природного середовища, створення загрози здоров'ю людей.

Військові, оборонні та інші об'єкти, інформація про які становить державну таємницю, підлягають екологічній експертизі відповідно до цього Закону та інших спеціальних законодавчих актів України.

Форми екологічної експертизи в Україні наступні: державна, відомча, виробнича та громадська.

Висновки державної екологічної експертизи є обов'язковими для виконання. Висновки громадської та іншої екологічної

експертизи мають рекомендаційний характер і можуть бути враховані при проведенні державної екологічної експертизи.

Порядок проведення екологічної експертизи передбачає вирішення еколого-експертними органами чи формуваннями завдань експертного дослідження і оцінку об'єктів екологічної експертизи, підготовку обґрунтованого об'єктивного еколого-експертного висновку (рис. 12.3).



Рис. 12.3. Екологічна експертиза та стадії її проведення

Загальний порядок проведення екологічної експертизи може бути умовно розділений на такі стадії:

- представлення заявки на експертизу та необхідної документації, перевірка документації;
- розгляд документації із залученням необхідних спеціалістів, з виїздом на місце і т.д.;
- оцінка представленої документації і винесення відповідного рішення.

Державне управління в галузі екологічної експертизи здійснюють Кабінет Міністрів України, Уряд Автономної Республіки Крим, місцеві ради народних депутатів, органи виконавчої влади на місцях, Мінприроди України, як спеціально уповноважений орган у цій галузі, і його органи на місцях.

Державна екологічна експертиза, як один з найбільш дієвих засобів управління охороною навколишнього природного середовища, проводиться і для об'єктів Міністерства оборони (програм, схем, техніко-економічних обґрунтувань та рішень, проектів та ін.). Одним із дієвих видів екологічного експертування є проведення екологічної експертизи військових навчань та маневрів, як сумісних з іншими державами, так і тих, які проводяться виключно Збройними Силами України.

## **12.5. Міжнародне співробітництво в галузі охорони природи**

При використанні міжнародних ресурсів особливо важливими є наявність та дотримання міжнародних домовленостей, їх спільне використання має супроводжуватися співробітництвом, а не протиборством.

Розвідка, раціональний видобуток і використання невідновлюваних ресурсів, охорона та відтворення відновлюваних ресурсів, в міру їх вичерпання та забруднення, все більше повинні перетворюватися з внутрішньої справи кожної країни в загальнолюдську проблему забезпечення виживання. Вирішення проблем оптимізації природокористування вимагає наявності високого наукового потенціалу, коштів для проведення експериментів, обладнання, чого багато країн, особливо тих, що

розвиваються, не мають. Багатьом країнам є чому вчитися одній у одної.

Найбільші проблеми постають при сумісному використанні запасів риби та мігруючих тварин і пташок, адже для біогеоценозів не існує державних кордонів. Внаслідок цього виникає багато проблем, коли тварини, котрі знаходяться під охороною на території однієї країни, стають об'єктом промислу на території іншої. Це проблема не лише екологічна, але й економічна, оскільки виходить, що країна-споживач отримує додатковий прибуток за рахунок того, що країна-охоронець витрачає кошти на охорону і відмовляється від здобичі заради збереження зникаючого виду. Внаслідок цього зростає і політична напруженість у стосунках між країнами. Вирішити конфлікт можна прийняттям відповідної двосторонньої або багатосторонньої угоди.

Виникають конфлікти, викликані браконьєрством, в так званих економічних зонах тих чи інших країн. В 60-х роках ХХ ст. прибережні країни стали встановлювати, крім територіальних вод (12 миль від берега), що знаходяться під повним державним суверенітетом, ще й 200-мильну економічну зону з вільним судноплавством, але обмеженим видобутком біологічних ресурсів за ліцензіями, що містять квоти, тобто допустиму кількість улову.

Важливою проблемою, що вимагає міжнародного співробітництва та відповідних домовленостей, є забруднення, котрому підлягають абсолютно всі міжнародні та міжнаціональні ресурси. Навіть у пінгвінів Антарктиди в печінці виявлено ДДТ – дуже стійку отруту, майже всюди заборонену для використання.

У навколосемному просторі за останні роки різко зросла кількість відходів земного походження – контейнерів зі сміттям, відпрацьованих космічних апаратів тощо, котрі спричиняють труднощі в роботі астрономів, зв'язківців, метеорологів, підвищують небезпеку космічних польотів.

Важливою проблемою сьогодення є забруднення Світового океану нафтою, промисловими стічними водами, побутовими відходами з кораблів, контейнерами з радіоактивними відходами та затонулими реакторами і бойовими зарядами атомних підводних човнів.

Нарешті, існування всієї біосфери залежить від того, чи зможуть люди запобігти початку атомної, бактеріологічної, хімічної та екологічної (існують проекти навмисного знищення озонового шару над територією ворога) воєн. Кожна з цих воєн може викликати незворотні екологічні зміни.

Таким чином, зростаючий вплив людської діяльності на довкілля викликає небажані зміни в природному середовищі, забруднення повітряного басейну, океанів, виснаження природних ресурсів у всесвітньому масштабі. А порушення екологічної рівноваги завдає величезної шкоди генофонду всього живого, зокрема людини. Тому проблема гармонізації відносин суспільства і природи, охорони навколишнього середовища набула глобального значення. Виникла потреба розробки ефективних міжнародних механізмів, які забезпечували б розумне використання ресурсів планети, їхню охорону, сприяли б збереженню екологічної рівноваги. Рішення всіх цих проблем можливе лише на базі міжнародного співробітництва, здійснюваного на двосторонній і багатосторонній основах.

Формами такого співробітництва є організація наукових та практичних зустрічей; створення міжнародних організацій, що координують спільні зусилля з охорони природи; укладання офіційних договорів та угод, а також діяльність міжнародних громадських партій та організацій ("зелених" та "екологів").

Історія міжнародної екологічної співпраці почалась понад 100 років тому. У 1875 р. Австро-Угорщина та Італія прийняли Декларацію про охорону птахів. У 1897 р. Росія, Японія, США уклали угоду про спільне використання і охорону морських котиків у Тихому океані.

Перша міжнародна конвенція була укладена деякими європейськими країнами в 1902 р. в Парижі про охорону птахів, корисних для сільського господарства. У межах міжнародного співробітництва в галузі охорони навколишнього природного середовища вирішуються найбільш складні проблеми і конкретні проекти. До їхнього числа належать спільні інженерні й технічні розробки з питань охорони атмосфери від промислових викидів, запобігання забруднень під час сільськогосподарських робіт, збереження дикої флори і фауни, створення заповідників та ін.

Особливу групу проектів складають наукові дослідження впливу діяльності людини на клімат, передбачення землетрусів і цунамі, роботи в галузі біологічних та генетичних наслідків забруднення оточуючого середовища.

Реалізацією цих проектів займаються різноманітні міжнародні спеціалізовані як урядові, так і громадські організації, в тому числі ЮНЕП (Програма ООН з навколишнього середовища), створена в 1973 р., котра координує всі види діяльності в галузі захисту навколишнього природного середовища, розробляє програми подальших спільних дій в цій галузі, ВМО (Всесвітня метеорологічна організація), ЮНЕСКО (Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури), ВООЗ (Всесвітня організація охорони здоров'я), ЄЕК (Європейська екологічна комісія), ММО (Міжнародна морська організація), МАГАТЕ (Міжнародна організація з використання атомної енергії та радіологічного захисту), МСОП (Міжнародна спілка охорони природи, природних ресурсів).

З громадських організацій велику роботу щодо охорони довкілля проводить Greenpeace – Зелений світ, з котрою співпрацюють представники громадськості нашої країни. Її головним завданням є недопущення радіоактивного забруднення біосфери. Ця організація утворена в 1971 р. в Північній Америці. Вона діє в 30 країнах світу. В Україні почала працювати в 1990 р.

Розвитку природоохоронного співробітництва сприяє проведення міжнародних форумів – Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища (1972 р.), день відкриття якої – 5 червня – був оголошений Всесвітнім днем навколишнього середовища; Наради з безпеки та співробітництва в Європі (Хельсінкі, 1975 р.); Глобального форуму з проблем виживання (Москва, 1990 р.); Конференції ООН з навколишнього середовища та розвитку (ЮНСЕД, Ріо-де-Жанейро, 1992 р.).

Одне з перших починань ЮНЕП – створення всесвітньої системи станцій спостереження (моніторингу) за станом і змінами біосфери. Роботи щодо проекту "Біосферні заповідники" передбачають спостереження за станом біосфери на фоновому рівні. Перший Міжнародний конгрес у справі біосферних заповідників було проведено у Мінську в 1983 р. У світову

мережу було включено 17 великих заповідників колишнього СРСР.

Важливими документами в міжнародних природоохоронних відносинах є Всесвітня хартія охорони природи, котра проголосила та взяла під захист право всіх форм життя на виживання; Конвенція про заборону воєнного та ворожого використання засобів впливу на природне середовище; Декларація про оточуюче людину середовище, котра є зведенням основних принципів міжнародного співробітництва; Кіотський протокол; Конвенція про зміну клімату; Конвенція про біологічну різноманітність; Конвенція про боротьбу зі спустелюванням. Особливе значення має головний документ, прийнятий ЮНЕСД – "Порядок денний на XXI століття" – всесвітній план дій з метою сталого розвитку, під котрим слід розуміти таку модель соціально-економічного поступу суспільства, коли життєві потреби людей будуть задовольнятися з врахуванням прав майбутніх поколінь на життя в здоровому та невиснаженому природному середовищі. Крім того, досягнення сталого розвитку неможливе без більш справедливого використання ресурсів природи, боротьби з бідністю, з однієї сторони, та неприпустимими розкошами – з іншої.

Таким чином, екологічна проблематика все частіше виходить на перше місце в міжнародних відносинах.

Українська держава з перших днів незалежності бере активну участь у міжнародних природоохоронних заходах та реалізації екологічних програм і проектів. Так, відповідно до Закону "Про природно-заповідний фонд України" затверджено перелік біосферних заповідників в Україні, що внесені Бюро міжнародної координаційної ради ЮНЕСКО "Людина та біосфера" до міжнародної мережі біосферних заповідників. Станом на листопад 1993 року таких заповідників було три: Асканія-Нова (Херсонська обл.), Чорноморський (Херсонська, Миколаївська обл.), Карпатський (Закарпатська обл.). Міністерству закордонних справ України і Академії наук України доручено підготувати матеріали, необхідні для підписання угоди з Республікою Польща та Словацькою Республікою про

створення міжнародного біосферного заповідника "Східні Карпати".

Міжнародне співробітництво у галузі охорони навколишнього природного середовища займає одне з важливих місць у зовнішньополітичному курсі України. Україна як член ООН є суверенною стороною багатьох міжнародних природоохоронних угод і разом з іншими країнами світу продовжує активно працювати над завданнями щодо врятування нашої планети від екологічного лиха. Українські вчені підтримують ділові стосунки зі своїми колегами з Угорщини, Чехії, Словаччини, Польщі та ін. країн. Спільними силами ведуться дослідження екосистем Карпат, Полісся, Чорного моря, розробляються заходи щодо збереження рекреаційних ресурсів, рідкісної флори і фауни.

Законом передбачено, що Україна приєднується до всіх видів міжнародного співробітництва в галузі охорони природи та раціонального використання природних ресурсів, яке здійснюється шляхом укладання договорів, угод, а також участі у природоохоронній діяльності ООН, інших урядових і неурядових організацій.

Міжнародне співробітництво в галузі охорони оточуючого середовища здійснюється відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», включає співробітництво, організацію, виконання міжнародних зобов'язань України, взаємодію з організаціями, фондами, банками, які надають кредити і технічну допомогу.

Протягом останнього десятиріччя Україна доклала чимало зусиль щодо розширення своєї участі у природоохоронному співробітництві, активно виступала за розгляд екологічної проблематики в ООН та її органах. Так, при активному сприянні України на 44-й сесії Генеральної Асамблеї ООН була прийнята резолюція про міжнародне співробітництво в галузі моніторингу та прогнозування екологічних загроз.

Мінприроди України підтримує робочі контакти з Європейською екологічною комісією ООН, Всесвітньою метеорологічною організацією, Програмою ООН з охорони навколишнього середовища ЮНЕП, ЮНЕСКО, ЮНІДО тощо. Вона організовує й контролює виконання міжнародних договорів,



конвенцій та протоколів у галузі охорони оточуючого середовища, укладених за участю України.

За останній час підписані українсько-американська та українсько-угорська міжурядові угоди про співробітництво в галузі охорони оточуючого середовища. Аналогічні міжвідомчі угоди укладені з багатьма країнами Східної і Західної Європи, Канади.

Україна бере активну участь у роботі експертів у галузі оточуючого середовища Світового банку, Європейського банку реконструкції та розвитку, Глобального екологічного фонду. Її включено до міжнародних проектів щодо Чорного моря, басейну Дунаю й окремо – по дельті Дунаю.

### ***Контрольні питання***

1. Яким чином юриспруденція може впливати на відношення суспільства до природи?

2. Які етапи проходило правове регулювання у сфері взаємодії суспільства і природи?

3. Які нормативні акти формують основу природоохоронного законодавства України?

4. Які екологічні права та обов'язки громадян визначає Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»?

5. Що включає в себе структура державного регулювання природокористуванням України?

6. Що являє собою екологічна експертиза і яка її основна мета?

7. Що є об'єктами екологічної експертизи?

8. Які є форми екологічної експертизи?

9. Які державні органи здійснюють управління в галузі екологічної експертизи?

10. Чому охорона природи неможлива без ефективного міжнародного співробітництва в цій галузі?

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. – М., 1998.
2. Аксенов И.Я. Транспорт и охрана окружающей среды. – М.: Транспорт, 1986.
3. Александров Э.Л., Седунов Ю.С. Человек и стратосферный озон. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979.
4. Алексеев В.П. Круговорот элементов жизни, экологические проблемы. – Л.: Знание, 1990.
5. Арцішевський Р.А. Світ і природа. – К.: Освіта, 1992.
6. Арский Ю.М., Данилов-Данильян В.И., Залиханов М.И. Экологические проблемы: что происходит, кто виноват и что делать? – М., 1997.
7. Ахтырцев Б.П. Актуальные вопросы антропогенного почвоведения. – Вопросы географии. – 1977. – №106.
8. Баринов Г.В. Биосферные ритмы и проблемы сохранения экологического оптимума. – Журнал общей биологии. – 1976. – Т. 37. – №3.
9. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975.
10. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології. – К.: Либідь, 1995.
11. Боков В.А., Лищук А.В. Основы экономической безопасности. – Симферополь: Сонит, 1998.
12. Бровдій В.М., Гаца О.О. Екологічні проблеми України. – К.: НПУ, 2000.
13. Будыко М.И. Глобальная экология. – М.: Мысль, 1977.
14. Букварева Е.Н., Алещенко Г.М. Задачи оптимизации взаимодействия человека и живой природы и стратегия сохранения биоразнообразия // Успехи современной биологии. – 1994. – Т. 114. – С. 133-143.
15. Вавилов А.М. Экологические последствия гонки вооружений. – М., 1988.

16. Вернадский В.И. Общее понятие о биосфере //Вернадский В.И. Начало и вечность жизни / Сост. вступ. ст., коммент. Бастракова М.С., Мочалова И.И., Неаполитанский В.С. – М.: Сов. Россия, 1989.
17. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // Научная мысль как планетарное явление. – М., 1991. – С. 235-244,
18. Водний кодекс України. –К., 1995.
19. Вронский В.А. Прикладная экология. – Ростов-на-дону, 1996.
20. Григорьев А.А. Экологические уроки прошлого и современности. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1991.
21. Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды. – М.: Мир, 1979.
22. Демина Т.А. Экология, природопользование, охрана окружающей среды: Учеб. пособие. – М.: Аспект Пресс, 1997.
23. Егоров В.А., Калистов Ю.М., Митрофанов В.Б., Пионтковский А.А. Математические модели глобального развития. – Л., 1980.
24. Жемайтис С. Чернобыль: интервью на одну отдельную тему // Знание – сила. – 1968. – №8. – С. 10-19.
25. Завтра будет поздно: Сб. науч. тр. – Харьков: Прапор, 1990.
26. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища". – К., 1991.
27. Закон України "Про охорону атмосферного повітря". – К., 1992.
28. Земельний кодекс України. – К., 1992.
29. Закон України "Про екологічну експертизу". – К., 1995.
30. Зербино Д.Д. Антропогенные экологические катастрофы. – К.: Наукова думка, 1991.
31. Карасев А.Б. Космос и экология: Обзор Сов. отд. Междунар. фонда развит. человечества. – М.: ИНИОН, 1995.
32. Клиге Р.К. Изменение некоторых компонентов глобального водообмена. – Водные ресурсы. – 1979. – №2.
33. Ковда В.А. Аридизация суши и борьба с засухой. – М.: Наука, 1977.
34. Конституція України. – К., 1996.
35. Кодекс України про надра. – К., 1994.
36. Куракова Л.И. Антропогенные ландшафты. – М.: Изд-во МГУ, 1976.

37. Лапо А.В. Следы былых биосфер или рассказ о том, как устроена биосфера и что осталось от бывшего геологического прошлого. – М., 1987.
38. Лісовий кодекс України. – К., 1994.
39. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. – М.: Мысль, 1974.
40. Мазур И.И., Молдаванов О.И. Введение в инженерную экологию. – М.: Наука, 1989.
41. Моисеев Н. Экология человечества глазами математика. – М.: Молодая гвардия, 1988.
42. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні. – К., 1992.
43. Никберг И.И. Ионизирующая радиация и здоровье человека. – К.: Здоров'я, 1989.
44. Нудельман М.С. Социально-экономические проблемы рационального природопользования. – К.: Наукова думка, 1987.
45. Одум Ю. Основы экологии. – М., 1975.
46. Основы соціоекології / Під ред. Бачинського Г.О. – К.: Вища школа, 1995.
47. Петров В.В. Экология и право. – М.: Юридическая литература, 1981.
48. Платонов Г.В. Диалектика взаимодействия общества и природы. – М.: Изд-во МГУ, 1989.
49. Положення про Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України (затверджено Указом Президента України 1995 р., № 120/95).
50. Постанова Кабінету Міністрів України 1995 р. № 554 "Про перелік видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку".
51. Протоерейский А.С., Загульская А.А. Охрана окружающей среды в условиях применения авиации. – К.: Книга, 1983.
52. Прохоров Б.Б. Экология человека: эволюционный аспект // Эволюционная и историческая антропоэкология. – М., 1994. – С. 47-65.
53. Реймерс Н.Ф. Природопользование. – М.: Мысль, 1990.

54. Руденко Л.Г., Горленко І.О., Шевченко Л.М., Барановський В.А. Еколого-географічні дослідження території України. – К.: Наукова думка, 1990.
55. Ситаров В.А., Пустовойтов В.В. Социальная экология. – М.: Academia, 2000.
56. Смирнов Б.М. Углекислый газ в атмосфере Земли. – Успехи физических наук. – 1978. – Т. 126. – Вып. 3.
57. Соколов М.С., Галиуллин Р.В. Факторы биоразложения в почве нелетучих пестицидов // Экологические последствия применения агрохимикатов (пестициды). Мат. 3-го Вс. науч. коорд. совещания по международной программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера». – Пушино, 1982.
58. Соломина С.Н. Взаимодействие общества и природы. – М., 1982.
59. Сонькин Л.Р., Соломатина И.И. Прогнозирование загрязнения воздуха // Проблемы контроля и обеспечения чистоты атмосферы. – Л., 1975.



