

Войцицький А. П., Дубровський В. П., Боголюбов В. М.

ТЕХНОЕКОЛОГІЯ

Підручник

*Схвалено Міністерством аграрної політики України
як підручник для студентів вищих навчальних закладів
II-IV рівнів акредитації*

За редакцією В. М. Боголюбова

КИЇВ
Аграрна освіта
2009

УДК 504.064.2(075.8)

ББК 20.1я 73

Т38

Рецензенти:

д. с.-г. н., професор, завкафедри агроекології

Житомирського агроекологічного університету О. Ф. Смаглій,

д. т. н., професор кафедри екології Національного університету

"Києво-Могилянська академія" В. І. Лаврик,

д. т. н., професор, завкафедри техноекології Житомирського

державного технологічного університету В. П. Манойлов

*Схвалено Міністерством аграрної політики України
як підручник для студентів вищих навчальних закладів II-IV рівнів
акредитації (лист від 08.05.2008 № 18-128-13/748).*

Войцицький А. П. Техноекологія : підручник / Войцицький А.П.,
Дубровський В.П., Боголюбов В.М. ; за ред. В. М. Боголюбова. –
К. : Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

ISBN 978-966-7906-79-5

У підручнику викладено теоретичні основи техноекології, визначено місце дисципліни в блоці нормативних дисциплін підготовки фахівців напряму "Екологія". Підручник містить інформацію про головні чинники і характеристики антропогенного впливу на довкілля. Розглянуто основні технологічні процеси і виробництва, що створюють загрозу довкіллю та екологічній безпеці України.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
Розділ 1. ТЕХНОСФЕРА	13
1.1. Історичні аспекти виникнення техносфери	13
1.2. Ресурси техносфери	18
1.2.1. Земельні ресурси	20
1.2.2. Водні ресурси	24
1.2.3. Біологічні ресурси	36
1.2.4. Енергетичні ресурси	39
1.2.5. Мінеральні ресурси	43
1.2.6. Збалансоване використання і відтворення природних ресурсів	45
1.3. Загальні поняття матеріального виробництва	51
1.3.1. Матеріальний та енергетичний баланс промисловово-виробничого об'єкта	55
1.3.2. Техніко-екологічні аспекти виробництва	57
1.3.3. Вплив надійності технічних систем на формування техносфери	59
1.3.4. Ступінь техногенного впливу виробництва на довкілля	59
1.4. Техногенні забруднення та їх джерела	60
1.4.1. Загальна характеристика найбільш поширених і небезпечних для довкілля матеріальних забруднювальних речовин	63
1.4.2. Енергетичне забруднення довкілля	66
1.4.2.1. Шумове та вібраційне забруднення	66
1.4.2.2. Електромагнітне забруднення	73
1.4.2.3. Радіаційне забруднення	81
1.4.2.4. Теплове забруднення	83
1.4.3. Джерела утворення відходів та їх класифікація	84
Контрольні запитання	86

2.3.6. Технологія видобування торфу	113
2.3.7. Технологія видобування солі	115
2.4. Технологія перероблення і збагачення корисних копалин	117
2.5. Вплив складових гірничо-видобувного комплексу на довкілля	121
Контрольні запитання	132
Розділ 3. ЕНЕРГЕТИКА	133
3.1. Значення енергетики для розвитку економіки країни	133
3.2. Теплові електростанції	137
3.3. Атомні електростанції	140
3.4. Гідроелектростанції	143
3.5. Вплив електроенергетики на довкілля	145
3.5.1. Вплив ТЕС на довкілля	145
3.5.2. Вплив ГЕС на довкілля	147
3.5.3. Вплив АЕС на довкілля	148
3.5.4. Наслідки Чорнобильської катастрофи	151
3.5.5. Очікувані наслідки розвитку ядерної енергетики	153

Розділ 5. МАШИНОБУДІВНИЙ КОМПЛЕКС	209
5.1. Загальні відомості про складові комплексу.	209
Географія розміщення	
5.2. Мала металургія	212
5.2.1. Ливарне виробництво. Основні технологічні процеси	212
5.2.2. Кування та штампування. Основні технологічні процеси	218
5.3. Оброблювальне виробництво	221
5.3.1. Обробка матеріалів різанням	221
5.3.2. Електрофізичні, електрохімічні, термічні методи обробки матеріалів	222
5.3.3. Зварювання. Основні технологічні процеси	222
5.4. Вплив складових машинобудівного комплексу на довкілля	224
Контрольні запитання	236
Розділ 6. ХІМІЧНИЙ КОМПЛЕКС	237
6.1. Загальні відомості	237
6.2. Класифікація основних галузей хімічного комплексу.	238
Географія розміщення	
6.3. Необхідні ресурси хімічної промисловості	242
6.4. Найбільш характерні технологічні процеси	243
6.5. Вплив хімічної промисловості на довкілля та стан здоров'я людини	247
6.6. Оздоровчі заходи	252
Контрольні запитання	254
Розділ 7. ЛІСОПРОМИСЛОВИЙ КОМПЛЕКС	255
7.1. Ліс як невід'ємна складова біосфери	255
7.2. Загальні відомості про лісопромисловий комплекс.	259
Географія розміщення	
7.3. Деревообробна промисловість	261
7.4. Целюлозно-паперова промисловість	263
7.4.1. Виробництво целюлози	263
7.4.2. Виробництво паперу	267
7.5. Вплив складових лісопромислового комплексу на стан довкілля	272
7.5.1. Вплив деревообробної промисловості	273
7.5.2. Вплив целюлозно-паперової промисловості	279
Контрольні запитання	280
Розділ 8. АГРОПРОМИСЛОВИЙ КОМПЛЕКС	281
8.1. Сучасний стан агропромислового комплексу	281
8.2. Структура агропромислового комплексу	282
8.3. Сільське господарство	284

Розділ 11. БУДІВЕЛЬНИЙ КОМПЛЕКС

371

11.1. Загальна структура будівельного комплексу

371

14.1.6. Забруднення Світового океану	462
14.1.7. Зникнення видів і зменшення біологічного різноманіття	466
14.2. Кризові ситуації	467
14.2.1. Ресурсна криза	467
14.2.2. Криза надвиробництва промислових відходів	470
14.2.3. Енерго-екологічна криза	472
14.2.4. Біолого-психологічні причини кризи	474
14.2.4.1. Зростання народонаселення на планеті	474
14.2.4.2. Необмежене зростання потреб	477
14.2.4.3. Технократичний спосіб мислення	478
14.3. Шляхи виходу з екологічної кризи	478
14.3.1. Ноосфера. Ідея ноосфери	478
14.3.2. Ноосферні принципи вирішення проблем гармонійного співіснування суспільства і природи	480
14.3.3. Екологізація виробництва	481
14.4. Сталий розвиток як сучасна концепція збереження людства	484
Контрольні запитання	488
ГЛОСАРІЙ	489
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	515
ДОДАТКИ	519

використання природних ресурсів, що призводить до зростання негативного дисбалансу в природних екосистемах. Антропогенна діяльність сприяла перетворенню біосфери у *техносферу* – частину біосфери, в якій природні екосистеми перетворені людиною в техногенні або природно-техногенні комплекси шляхом прямого або опосередкованого впливу інформаційно-технічних засобів.

На межі тисячоліть виникло розуміння ролі екологічних знань і екологічної освіти для підтримання рівноваги біосфери, яка порушується під впливом антропогенної діяльності. З цих позицій важливою науково-технічною дисципліною, яка визначає способи та засоби досягнення екологічно розумного компромісу між людиною і природою, є *техноекологія* – розділ екології, який вивчає джерела і можливий вплив виробничої діяльності на довкілля.

У сучасному суспільстві різко зростає важливість ролі техноекології та екологічної інженерії, які мають на меті оцінювати ступінь шкоди, завданий довкіллю різними галузями виробництва, розробляти і вдосконалювати інженерно-технічні засоби захисту навколошнього середовища, розвивати основи створення замкнених та безвідхідних технологічних циклів і виробництв із мінімізацією або й повним виключенням негативного впливу на довкілля.

про стан
навколишнього природного середовища у 2003 і 2004 рр., статистичні
дані Міністерства аграрної політики (www.minagro.gov.ua), Міністерства
палива та енергетики (www.mpe.gov.ua), Міністерства охорони
навколишнього природного середовища (www.menr.gov.ua), Міністерства
транспорту і зв'язку (www.mintrans.gov.ua) та Міністерства промислової
політики (www.industry.gov.ua).

Подяки. Автори щиро вдячні всім колегам і фахівцям, які морально і матеріально сприяли завершенню роботи над цим підручником. Особливо вдячні своїм сім'ям за терпіння і витримку, за розуміння і всебічну підтримку, виявлені в період підготовки роботи до друку.

За цінні зауваження і побажання ми щиро вдячні рецензентам – завідувачу кафедри агроекології Житомирського агроекологічного університету, професору, доктору сільськогосподарських наук О. Ф. Смаглію; професору кафедри екології Національного університету „Києво-Могилянська академія”, доктору технічних наук, В. І. Лаврику; завідувачу кафедри техноекології Житомирського державного технологічного університету, доктору технічних наук, професору В. П. Манойлову.

Окрема подяка професору Національного університету архітектури і будівництва В. М. Удод за ідеї та надані матеріали, використання яких суттєво збагатило наш підручник.



суттєво активізувався після “революції машин” у XVIII столітті і надзвичайно загострився в середині XX століття, поступово перетворивши біосферу на ***техносферу***.

Техносфера – це сукупність штучних і природних об'єктів, створених або змінених цілеспрямованою діяльністю людини. Техносфера є складовою частиною біосфери, яка з часом може перетворитись у ноосферу, що за теорією В.І. Вернадського має стати основною метою сучасного суспільства. Однак, на сьогодні, господарська діяльність людини зумовила деградацію та вичерпування природних ресурсів, що призвело до трансформації сформованих протягом багатьох мільйонів років матеріальних та енергетичних потоків на планеті.

Особливо швидко посилюється вплив людства на природні комплекси у зв'язку з розвитком технічної і технологічної діяльності людини – цей процес називають **техногенезом**. Іншими словами, **техногенез** – це нинішній етап еволюції біосфери, обумовлений технологічною діяльністю людини, наслідком якої є порушення біотичного кругообігу речовин і природної рівноваги екологічних систем. Початком техногенезу можна вважати відкриття людиною вогню як джерела енергії. Застосування вогню значно розширило екологічну нішу людини і зробило її унікальною істотою на планеті.

Активне перетворення біосфери в техносферу пов'язано з активізацією діяльності людини та появою таких факторів негативного впливу на довкілля, як:

- 1) розвиток гірничо-видобувної, металургійної, хімічної промисловості тощо;
- 2) інтенсифікація та хімізація сільського господарства;
- 3) бурхливий розвиток усіх видів транспорту;
- 4) розробка нових видів озброєння та освоєння космічного простору;
- 5) теплова та атомна енергетика;
- 6) подальший розвиток машинобудування.

Внаслідок техногенезу катастрофічно збільшилося забруднення всіх компонентів довкілля – атмосферного повітря, води, ґрунтів та харчових продуктів. Людство вже втратило можливість виробляти продукцію промисловості, сільського господарства і продукти харчування, не завдаючи негативного впливу на довкілля. Використання ресурсів біосфери для забезпечення повсякденних потреб призводить до їх вичерпування, зміни природних ландшафтів, зникнення багатьох видів живих організмів та забруднення довкілля відходами діяльності людини, обсяги яких також катастрофічно зростають.

Промислова, сільськогосподарська, лісогосподарська, рекреаційна та інші види виробничої діяльності супроводжуються не тільки одержанням бажаних результатів (економічним зростанням), але й

посиленням еколого-економічних та еколого-соціальних проблем, виникнення яких визначило кризову для розвитку суспільства екологічну ситуацію в багатьох регіонах й на земній кулі загалом.

Стан навколошнього природного середовища нашої планети у ХХІ ст. продовжує неухильно погіршуватись внаслідок щоразу більшого техногенного впливу. Людина і біосфера все більше втрачають спроможність адаптуватися до швидких глобальних змін. Okрім того, загострюється демографічна проблема, пов'язана як із зростанням чисельності населення, так і з обмеженістю природних ресурсів та життєвого простору на Земній кулі.

Екологічні аксіоми Баррі Коммонера стверджують, що у глобальній екосистемі, біосфері, яка є єдиним цілим, ніщо не може бути виграно або втрачено і не може бути об'єктом загального поліпшення. Усе, що добуто з біосфери, має бути їй повернено – сплати цього “векселя” не можливо уникнути, розплата може бути лише перенесена на майбутнє, тобто наступним поколінням.

Масштаби впливу суспільства на природу зростали так швидко, що людство поступово перетворилося у визначальну геологічну силу світового масштабу, яка дедалі більше впливає на природні процеси (за Вернадським). Експлуатуючи природні ресурси, людство значною мірою погіршило умови власної життєдіяльності.

Про це свідчать відомі цифри і факти. Так, за останні 100 років людство більше ніж у 1000 разів збільшило використання енергетичних ресурсів, а за останні 40 років – вдвічі збільшились обсяги світового виробництва індустріальної і сільськогосподарської продукції. У розвинених країнах загальний обсяг товарів та послуг зростає вдвічі через кожні 15 років. Відповідно збільшується і кількість відходів виробничої діяльності, які забруднюють атмосферу, водойми, ґрунт. У розрахунку на кожного мешканця індустріально розвинених країн, щорічно видобувається близько 30 тонн природних ресурсів, з них лише 11-15% набирає форми продукту, що використовується (споживається), а решта потрапляє у відходи.

Протягом ХХ ст. з надр Землі видобуто корисних копалин більше, ніж за всю історію людства, до того ж значну частину сировини одержано за останніх 25-30 років. Видобуваючи із земних надр щорічно понад 10 млрд тонн гірських порід, людство тисячами свердловин, шахт, різних гірських виробок порушує земну поверхню, послаблює міцність верхньої частини земної кори та невідповідно змінює її вигляд кар'єрами, териконами, горами відвальних порід, шлаконакопичувачами та звалищами. Загальна маса речовин, яка щорічно переміщується під впливом господарської діяльності людини, становить близько $2 \cdot 10^{11}$ т, що перевищує сумарні наслідки дії на поверхню суші всіх екзогенних рельєфоутворювальних сил.

У процесі технологічної діяльності постійно зростає забруднення біосфери відходами виробничої діяльності. Так, щорічні втрати нафти під час видобування становлять близько 25 млн тонн на суші, 8 млн тонн в океані, та близько 17 млн тонн її надходить до атмосфери у вигляді парів бензину та інших вуглеводнів. Підраховано, що за рік у світі спалюється близько 9 млрд тонн умовного палива¹, близько 70 кг на один м² поверхні планети, а в таких індустріальних районах, як Рурський або Донецький, надходження двоокису сірки досягає 100 т/км²). Щорічно світова промисловість скидає в річки понад 160 км³ забруднених стоків.

Для інтенсифікації сільського господарства у ґрунти щорічно вноситься близько 500 млн тонн мінеральних добрив, 4 млн тонн пестицидів, значна частина яких осідає в ґрунтах та виноситься поверхневими водами в річки, озера, моря та океани і накопичується в штучних водосховищах, які живлять водою промислові центри. На сьогодні в Україні накопичено близько 11 тисяч тонн застарілих пестицидів. Проблему їх утилізації досі не вирішено. Багато сховищ, де вони зберігаються, знаходяться в катастрофічному стані.

За останні 100 років людство винищило майже половину лісів планети. На жаль, винищенння лісів продовжується не тільки в Азії, Африці та Південній Америці, але й в Україні. При цьому, в Україні лісовокриті території становлять близько 16% проти науково рекомендованих 30-36 відсотків.

Щорічно в світі близько 6 млн га сільськогосподарських угідь перетворюються на пустелі, під час сільськогосподарських робіт розпушується і вивітрюється понад 3 тис. км³ ґрунту.

Зростання викидів вуглекислого газу через спалювання різних видів палива об'єктами господарської діяльності може призвести на початку ХХІ століття до підвищення середньорічної температури на 1,5-2°C, що у свою чергу може призвести до танення льодовиків, підвищення рівня Світового океану та до зростання площі пустель тощо.

Штучно створені радіоактивні речовини, випробування ядерної зброї, аварії на АЕС привели до значного підсилення радіаційного фону планети. Під час аварій атомних реакторів, розгерметизації сховищ радіоактивних відходів радіаційний бруд поширюється на десятки й сотні кілометрів, а внаслідок вибухів ядерної зброї – на всій планеті.

Важко переоцінити трагічні наслідки Чорнобильської катастрофи, що стала для України фатальним фактором, який спричинив загрозу здоров'ю нації.

Десятиліттями в Україні пріоритетними були такі ресурсномісткі та енергоємні галузі, як гірниче-металургійна, енергетична, нафтохімічна.

¹ У світі за добу спалюється стільки ж палива органічного походження, скільки природа здатна синтезувати за 1000 років.

До того ж, підприємства роками не модернізувалися, виробничі процеси застаріли. Морально та фізично зношені підприємства стають потужними джерелами забруднення довкілля й становлять небезпеку для населення.

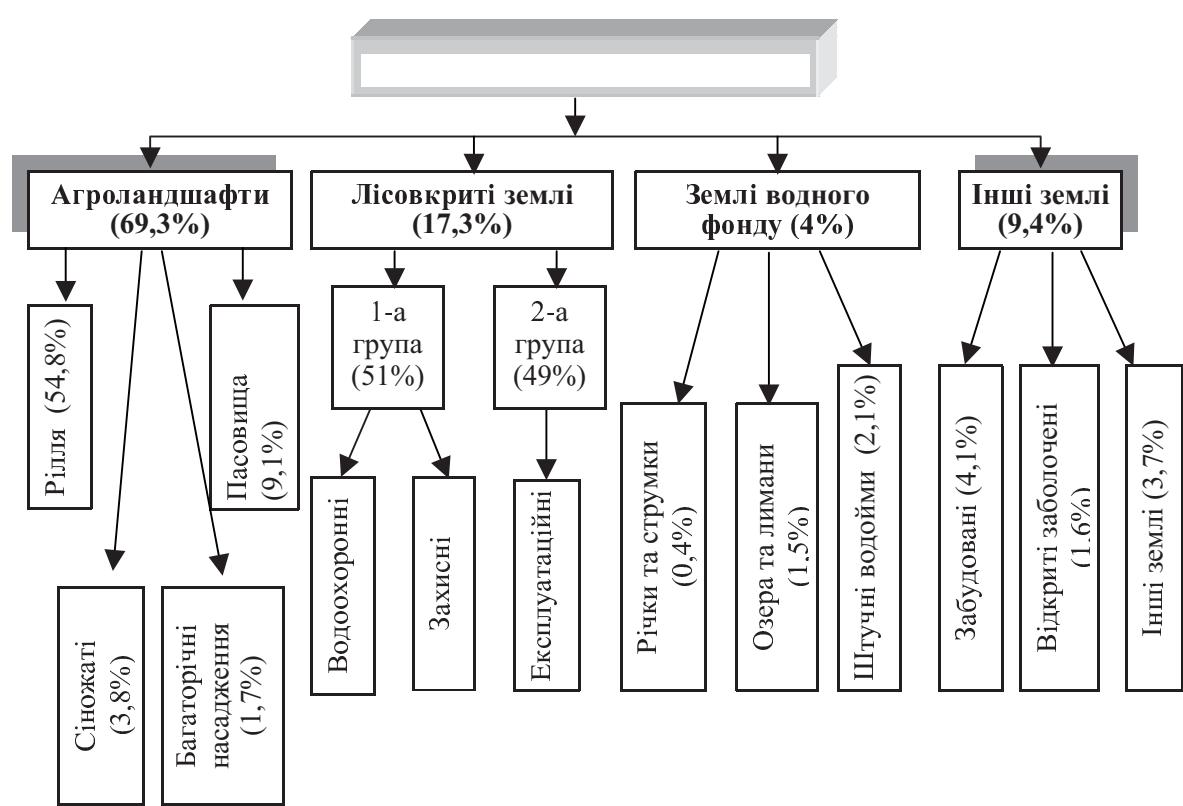
Серед промислових підприємств найбільше забруднюють довкілля гірничо-металургійні. Найбільшої шкоди ці підприємства завдають *повітряному басейнові*, спричинюючи появу кислотних дощів, а також земельним ресурсам через утворення кар'єрів, відвалах, шламонакопичувачів тощо (1 га металургійних шламів у відвалах забруднює близько 5 га сусідніх земель, виділяючи в атмосферу пил, сірчисті та інші гази). Окрім того, відбувається сильне *теплове забруднення* навколошнього середовища. Великої шкоди довкіллю завдають також гірничо-видобувні підприємства України.

За висновками “Національної доповіді про стан навколошнього природного середовища в Україні у 2004 році” серед 10 найбільших забруднювачів довкілля України шість – металургійні комбінати (Запоріжсталь, Криворіжсталь, Азовсталь, Алчевський МК, Дніпровський МК ім. Дзержинського, ММК ім. Ілліча), 3 – ТЕС (Бурштинська ТЕС, Криворізька ТЕС, Старобешевська ТЕС) і підприємство хімічної промисловості (Лисичанська сода). Серед перших 100 найбільших забруднювачів довкілля України, 25 – це підприємства комунального господарства (водоканали і сміттєзвалища), 21 – ТЕС і ТЕЦ, 17 – підприємства хімічної промисловості, 10 – підприємства металургійної промисловості, решта – підприємства будівельних матеріалів, нафто- і газопереробної промисловості, машинобудування. Жодна АЕС до першої сотні не потрапила.

Таблиця 1.1

Таблиця 1.3

Ландшафтно-господарська структура земель усього світу



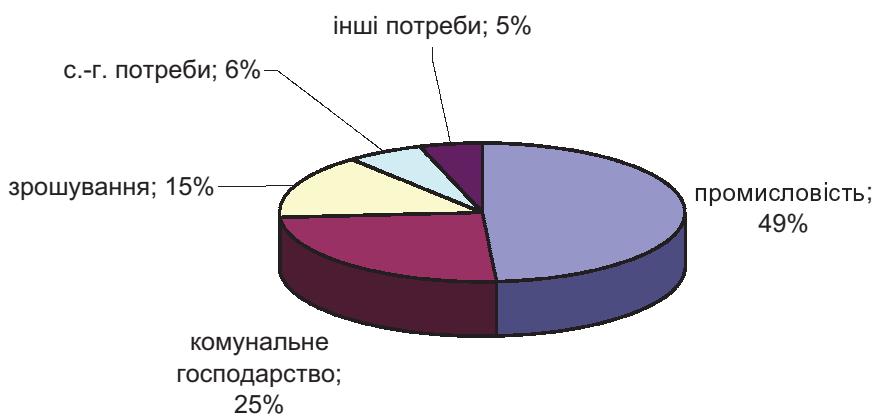
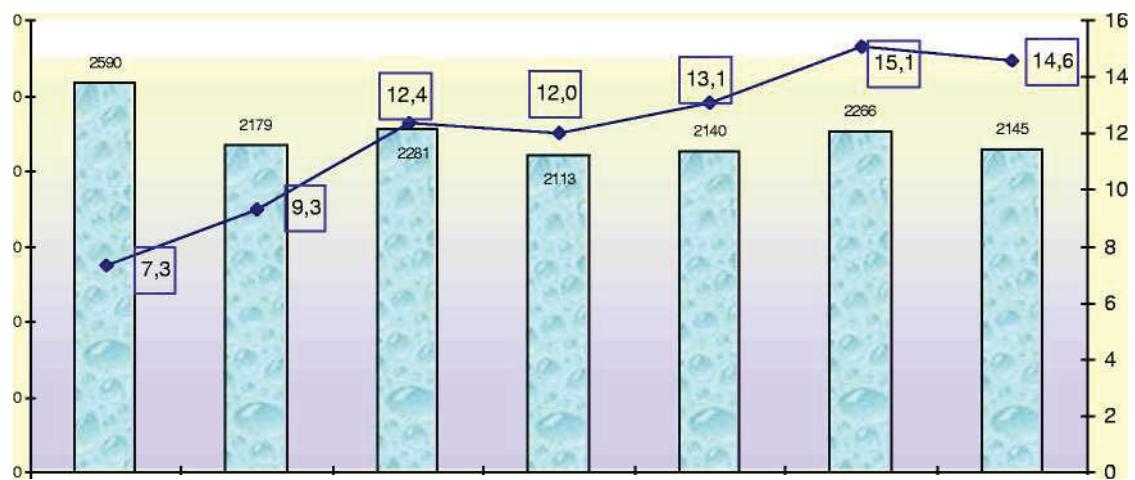


Рис. 1.2. Водокористування за цільовим призначенням в Україні



За міжнародними стандартами всі великі річки України належать до забруднених і дуже забруднених, оскільки якість води в них не відповідає встановленим нормам. Крім того, не відповідають вимогам 40% промислових та побутових стоків, кількість яких із кожним роком зростає не за рахунок збільшення виробництва, а за рахунок погіршення стану очисних споруд. Неякісну питну воду в Україні отримують 260 населених пунктів, 1000 сіл на півдні України використовують привізну воду. Відомо, що з водою людина отримує від 1 до 25% добової потреби хімічних речовин.

даними Зеленої книги України, до складу рідкісних і таких, яким загрожує небезпека зникнення, віднесено 126 рослинних угруповань⁷.

Таблиця 1.9

**Потенційні ресурси та ресурси, які вже використовуються у світі
(млрд т умовного палива)**

1.2.6. Збалансоване використання і відтворення природних ресурсів¹⁰

У процесі еколого-економічного розвитку України в 1992-2006 роках виділяють (певною мірою умовно) два етапи:

1) загальна еколого-економічна криза з одночасним суттєвим скороченням використання головних природних ресурсів (1992-1998 рр.), зокрема, водних, мінерально-сировинних, частково земельних, зниження викидів у повітря тощо;

2) відносна стабілізація і початок відродження (з 1999 р.) промислового та аграрного виробництв зі зростанням в окремих регіонах об'ємів скидання забруднених вод, викидів шкідливих речовин та ін.

¹⁰ Підрозділ підготовлено з використанням матеріалів “Національної доповіді про гармонізацію життєдіяльності суспільства у навколошньому природному середовищі // Спеціальне видання до 5-ї Всеєвропейської конференції міністрів навколошнього середовища “Довкілля для Європи”. – Київ, 2003.

За період 1992-2002 років використання водних ресурсів скоротилося з 28,6 млрд м³/рік до 21,2 млрд м³/рік, щорічний видобуток основних видів мінерально-сировинних ресурсів відповідно зменшився:

- вугілля – з 180 до 78,5 млн т/рік;
- залізних руд – з 110 до 56,0 млн т/рік;
- марганцевих руд – з 5,6 до 2,7 млн т/рік;
- нафти з конденсатом – з 5,8 до 4,1 млн т/рік;
- газу – з 18,2 до 17,8 млрд м³/рік.

Аналіз розвитку природно-техногенних систем “техногенний об’єкт – навколошнє середовище” свідчить, що перехід до збалансованого використання і відтворення природних ресурсів є найбільш складним у гірничо-видобувних районах Донецького і Криворізького басейнів, Прикарпаття. Це пов’язано, зокрема, з тим, що видобування природних копалин відкритим способом призводить до надзвичайно великих руйнувань геологічного середовища (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Загальний вигляд кар’єру з видобування природних копалин

Екологічно незбалансоване закриття нерентабельних шахт з їх повним або частковим затопленням призводить до регіонального підйому рівнів підземних вод з наступним підтопленням і затопленням значних площ. За попередніми оцінками, погіршення екологічного стану й ускладнення умов використання життєзабезпечувальних ресурсів (земельних, водних), а також порушення звичного для нас рівня життя може мати місце на 30% території гірничо-видобувних регіонів.

У цьому зв’язку актуалізація політики збалансованого використання і відтворення природних ресурсів та об’єктів у межах усіх виробничо-територіальних комплексів України, що вирізнялися високою ресурсо- та

енергоємністю, була пов'язана з необхідністю подолання еколого-економічних кризових явищ.

Сучасне використання земельних ресурсів України також вимагає прискореного впровадження принципів раціонального природокористування. Значна питома вага земельних ресурсів (понад 40%) в економічному потенціалі держави та наявність площ з високородючими ґрунтами (до 65% ґрутового покриву – чорноземи), обумовлює подальше впровадження наступних механізмів сталого розвитку агропромислового сектору економіки:

- активізація заходів щодо зменшення площ розорюваних земель;
- додержання екологічних вимог охорони земель у процесі землеустрою територій;
- досягнення екологічно збалансованого розподілу земельних угідь у зональних системах землекористування та водоохоронних зонах поверхневих і підземних водних об'єктів;
- удосконалення земельного законодавства і розроблення сучасних нормативних актів щодо охорони земель та механізмів їх реалізації.

Чільне місце в системі заходів, спрямованих на оптимізацію використання земельних ресурсів, в останні роки посідає поступове скорочення зрошення й оптимізація структури осушених земель.

Разом з тим, враховуючи водовідтворюальну та інші функції земель, конче потрібна активізація заходів, спрямованих на зниження інтенсивності ерозії в 1,8-2,0 рази, впровадження комбінованих біологічних методів захисту рослин на 60-65% посівних площ.

Суттєве зменшення в 1992-2002 роках обсягів водокористування (з 28,6 м³/рік до 21,2 м³/рік), скорочення техногенного навантаження поки що не привели до очікуваного ефекту – більша частина поверхневих водних об'єктів залишається 4-6 класу якості (від води “забрудненої” до “дуже забрудненої”).

Основними причинами надто повільного поліпшення екологічного стану поверхневих водних об'єктів, навіть в умовах зниження техногенного навантаження, є регіональне геохімічне забруднення водозбірних ландшафтів важкими металами, нафтохімічними продуктами, залишками міндобriv і пестицидів тощо.

За оцінюванням УДНСіР та Держгеолслужби Мінекоресурсів негативний вплив на екологічний стан поверхневих водних об'єктів підсилюється скиданням недостатньо очищених комунально-побутових та промислових стічних вод. Відносному уповільненню вказаної тенденції можуть сприяти кліматичні зміни останніх років і пов'язане з ними підвищення кількості опадів та поверхневого стоку.

Останніми роками відзначається суттєве уповільнення динаміки забруднення підземних вод глибоких горизонтів у більшості басейнів підземних вод, пов'язаного головним чином зі зменшенням агрехімічних

та техногенних навантажень на ґрутовий (незахищений з поверхні) горизонт. Виникнення локальних ділянок забруднення підземних вод спостерігається переважно в гірничо-видобувних регіонах внаслідок впливу мінералізованих вод шахт, що закриваються, та фільтрувальних накопичувачів промислових та стічних вод.

Основними засадами екологічно збалансованого водокористування і сталого відтворення водних ресурсів та об'єктів України є:

- пріоритетність соціальної сфери водокористування, забезпечення прав людини на питну воду належної якості та сприятливе водне середовище;

- запровадження водозберігальних форм розвитку економіки, у тому числі на основі гранично-допустимих водно-екологічних навантажень та змін стану водних об'єктів;

- переведення переважної кількості водоресурсних об'єктів у природний стан;

- дотримання норм міжнародного права, співробітництво у галузі використання і охорони транскордонних водоресурсних систем.

Відомо, що екологічний стан навколошнього середовища та його здатність до відтворення значної кількості природних ресурсів (водних, земельних, повітряних, біорізноманіття) залежить від лісистості території держави. Аналіз змін екологічного стану лісів свідчить про те, що до початку 90-х років головні негативні зміни їх структури були пов'язані з впливом гідроенергетики, процесами осушення сільськогосподарських (1,7 млн га) і лісових (0,3 млн га) земель Полісся, а також радіохімічним забрудненням унаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС, яке охопило понад 3,5 млн га лісів.

Нинішнє уповільнення темпів відтворення лісів на рівні 5-7 тис. га і збереження темпів заготівлі деревини в обсязі до 12 млн м³/рік (у тому числі до 5-6 млн м³/рік за рахунок вирубок площ головного користування) зумовлене, з одного боку, зниженням обсягів лісовідновлення в результаті зменшення площ вирубок головного користування (в 2-2,5 рази порівняно з 60-ми роками). З іншого – зниженням обсягів фінансування внаслідок погіршення економічного стану країни протягом 90-х років.

З метою створення мінімально необхідної лісистості та поліпшення стану земель і малих річок в останні роки проводяться заходи з першочергового заліснення еродованих земель, непридатних для рільництва угідь тощо (орієнтовна площа – до 3 млн га). Розрахунки свідчать, що це дасть можливість стабілізувати екологічну ситуацію в регіонах Степу і Лісостепу, які мають знижену лісистість (4,0% та 12,6%, відповідно), та збільшити відтворення ресурсів деревини в державі.

У світлі тих тенденцій, які простежувалися на шляху зниження техногенного навантаження на природне середовище та поліпшення використання головних екологоформувальних та життезабезпечувальних

природних ресурсів (грунти, води, надра, повітря, біорізноманіття), виникає можливість визначити наступні орієнтири збалансованого природно-ресурсного розвитку України (табл. 1.12).

Показники збалансованого використання та відтворення природних ресурсів і об'єктів України мають прогностичний характер і ґрунтуються як на тенденціях змін природно-ресурсних показників економіки за період з 1992 по 2002 рік, так і на гармонізації показників еколого-економічного розвитку України з європейськими і національними індикаторами сталого розвитку. Водночас не можна недооцінювати того, що процес еколого-економічної оптимізації використання природних ресурсів має значні відмінності як за здатністю середовища до відновлення, так і за можливістю держави економічно підтримати цей процес. Так, скажімо, процес екологічного відновлення гірничо-видобувних районів Донбасу, Прикарпаття, інших територій країни має найбільшу складність, яка викликана порушенням стану надр і значним руйнуванням їх рівноважного зв'язку з біосфорою. Внаслідок цього закриття шахт і кар'єрів часто пов'язане з фрагментацією ландшафтів, зниженням біорізноманіття, розвитком небезпечних екзогенних процесів тощо.

Таблиця 1.12
Орієнтовні показники збалансованого природно-ресурсного розвитку України на період до 2020-2025 рр.

№ з/п	Вид природного ресурсу	Рівень використання		Заходи щодо збалансованого розвитку
		існуючий	оптимальний	
	Сільськогоспо- дарські землі (млн га), у т.ч. орні	43,5 32,9	36,5-37,5 26,5-57,2	Зміна виду користування; заліснення еродованих земель; використання прогресивних технологій
	Водні ресурси (млрд m^3 /рік): підземні води поверхневі води відсоток якісних вод у системі водопостачання	4,4 21,0 40-50%	7,0-8,0 12,0-15,0 90-100%	Зниження водоємкості у промисловості та сільському господарстві. Покращання екологічного стану поверхневих і підземних вод. Впровадження сучасних систем водопідготовки та водопостачання.

Продовження таблиці 1.12

№ з/п	Вид природного ресурсу	Рівень використання		Заходи щодо збалансованого розвитку
		існуючий	оптимальний	
	Мінерально-сировинні ресурси	Порушення стану надр, ґрунтів і водних ресурсів	Підвищення рівня використання сировини до 50-70%; комплексне використання і переробка відходів; збереження надр і ландшафтів	Поступове скорочення видобутку основних видів мінерально-сировинних ресурсів (угілля, залізних, титанових, марганцевих руд), зниження енергоємності гірничо-видобувних робіт.
	Лісові ресурси (млн га): середовищезахисні; полезахисні лісосмуги; ліси екологічної мережі; ліси господарського використання; ліси заповідного фонду.	13,45 4,00 0,45 0,90 5,70 2,40	31,00 3,50 1,10 7,00 9,90 6,50	Лісорозведення на низькопродуктивних та еродованих землях, створення цілісних систем полезахисних смуг, розвиток екологічної мережі з внесення до неї середовищезахисних та рекреаційних лісів (разом із заповідно-генетичними).

*Таких, що відповідають вимогам Державного стандарту “Вода питна”

Чинна в Україні система показників оцінювання екологічного стану навколошнього середовища та використання природних ресурсів значною мірою ґрунтуються на параметрах статистичної звітності 70-х років. Реалізація рішень Всесвітнього саміту в Йоганнесбурзі (2002 р.), 3-ї міністерської конференції “Довкілля для Європи” (Софія, 1995 р.) вимагає концентрації зусиль на наступних напрямах щодо формування зasad збалансованого використання і відтворення природних ресурсів:

- наукове обґрунтування внутрішніх потреб України в різних видах природних ресурсів;
- прискорене впровадження заходів щодо попередження незворотних порушень екологічного стану середовища в гірничо-видобувних регіонах та промисловоміських агломераціях, забезпечення його стійкого покращання та екологічно урівноваженого стану;

-
-
- виконання екологічно обґрунтованих оцінювань питомої забезпеченості населення різними видами природних ресурсів, у тому числі життєзабезпечувальними;
 - удосконалення економічних важелів управління ресурсокористуванням та природоохоронною діяльністю.

промислові підприємства, сільське господарство, військова діяльність та транспорт.

У трудовій діяльності людини на сучасному виробництві переважають функції управління, контролю і спостереження, що ставить особливі вимоги до розумової діяльності (сприйняття та переробка інформації, розв'язання логічних задач, прийняття управлінських рішень тощо).

Науково-технічний прогрес вносить принципові нововведення у всі сфери сучасного матеріального виробництва. При цьому докорінним чином змінюються машини, механізми, прилади, апарати, обладнання, інструменти та інші види устаткування основного та допоміжного матеріально-технічного виробництва, а також у свою чергу і саме виробниче середовище.

У загальному визначені, *виробниче середовище* – це середовище, в якому людина здійснює свою трудову діяльність для задоволення повсякденних різноманітних потреб. Воно містить комплекс підприємств, організацій, установ, засобів транспорту, комунікацій тощо.

Виробниче середовище характеризується специфічними параметрами для кожного виробництва і визначаються його призначенням:

- вид продукції, яка виробляється;
- обсяг виробництва;
- кількість працівників;
- продуктивність праці;
- енергоємність;
- сировинна база;
- відходи виробництва тощо.

Крім цих параметрів, є й такі, що визначають техногенний вплив виробництва на довкілля. Це:

- газоутворення;
- пилоутворення;
- шум та вібрації;
- радіаційне випромінювання;
- електромагнітне випромінювання тощо.

У свою чергу, виробниче середовище існує поряд із середовищем проживання людей (селітебні зони), що містить сукупність житлових будівель, споруд культурного і спортивного призначення, а також комунально-побутові підприємства. До основних параметрів побутового середовища відносять:

- розмір житлової площини людини;
- ступінь електрифікації та газифікації житла;
- наявність централізованого опалення, холодної та гарячої води;
- розвиток громадського транспорту;

-
- харчове забезпечення та інше.

Ці середовища формуються людиною фактично в однобічному напрямі без участі природи, але переважно за рахунок її ресурсів.

Отже, сукупність цих середовищ можна назвати побутово-виробничим, штучним, антропогенним або ж – **техногенним середовищем**.

Головною причиною створення та розвитку техногенного середовища було і є прагнення людей задовольняти свої потреби, які весь час зростають. Однак дуже часто через незнання або нехтування законами природи людська діяльність призводить до небажаних, а інколи навіть до трагічних екологічних наслідків.

Через людську діяльність відбулося вимирання багатьох видів рослин і тварин, забруднення і деградація природних екологічних систем на значних територіях, пошкодження і вичерпання природних ресурсів, зменшення в атмосфері озонового шару, який захищає біологічні об'єкти на Землі від руйнівного впливу жорсткого ультрафіолетового випромінювання. Особливо масштабними стали перелічені явища у другій половині ХХ ст.

Промислове виробництво (ПВ) – це відносно самостійна система, до структури якої входять:

- виробничі об'єкти підприємства (цехи, складські приміщення, дільниці, лабораторії тощо);
- комунально-побутові об'єкти;
- об'єкти водопостачання;
- локальні очисні споруди;
- накопичувачі відходів;
- енергетичні об'єкти тощо.

Усі потреби для забезпечення ПВ задовольняються шляхом постійного обміну речовиною, енергією та інформацією з природним середовищем.

Обмін речовиною проходить шляхом залучення визначених технологічних та природних ресурсів у матеріально-технічне виробництво, в процесі якого створюється продукція господарського споживання та утворюються відходи.

Обмін енергією відбувається шляхом перетворення природних енергетичних ресурсів у енергетичні ресурси виробництва, а також шляхом виділення у навколошнє середовище частки енергії, яка не використана у виробництві в первинному або інших видах.

Обмін інформацією дозволяє корегувати процеси обміну речовиною та енергією і робити висновки про стан окремих компонентів ПВ. Інформація природного характеру виражається через властивості природних компонентів, технічну інформацію отримують через

використання автоматизованих систем контролю, прогнозу та управління процесами виробництва та станом природних об'єктів й їх параметрів.

Таким чином, процеси обміну речовиною та енергією у ПВ можуть контролюватися та цілеспрямовано керуватися за допомогою визначених технічних засобів, за рахунок чого ПВ перетворюється у промисловоприродні комплекси. Можливість контролю та управління процесом обміну речовиною та енергією між природним середовищем та промисловим виробництвом є основою для підвищення ефективності використання та охорони природних ресурсів під час будівництва та експлуатації промислових об'єктів і забезпечення заданого рівня якості навколишнього середовища в зоні їх дії.

Кожне підприємство (кар'єр, шахта, завод тощо) є складною виробничою системою, яка призначена для виготовлення певного виду продукції. Так, кар'єри призначені для добування піску, глини, бурого вугілля; шахти для добування кам'яного вугілля, солі, руди; заводи для виготовлення машин, фабрики для шиття одягу тощо.

Місцем праці (роботи) називають відповідно обладнану територію, призначену для виконання певного технологічного процесу одним або групою працівників (робітників).

1.3.1. Матеріальний та енергетичний баланс промислово-виробничого об'єкта

Можна виділити *матеріальні*, *енергетичні* та *трудові* ресурси ПВ. Для аналізу та визначення якісних та кількісних характеристик, необхідних для оцінювання ефективності матеріально-енергетичних ресурсів ПВ застосовують балансовий метод. Структурна схема матеріального балансу промислового виробництва (рис. 1.4) дозволяє за рівнянням матеріального балансу промислово-виробничого об'єкта розраховувати витрати матеріальних ресурсів на одиницю продукції, що випускається. Такі розрахунки використовують, зокрема, для розробки та оформлення екологічного паспорта промислового об'єкта.

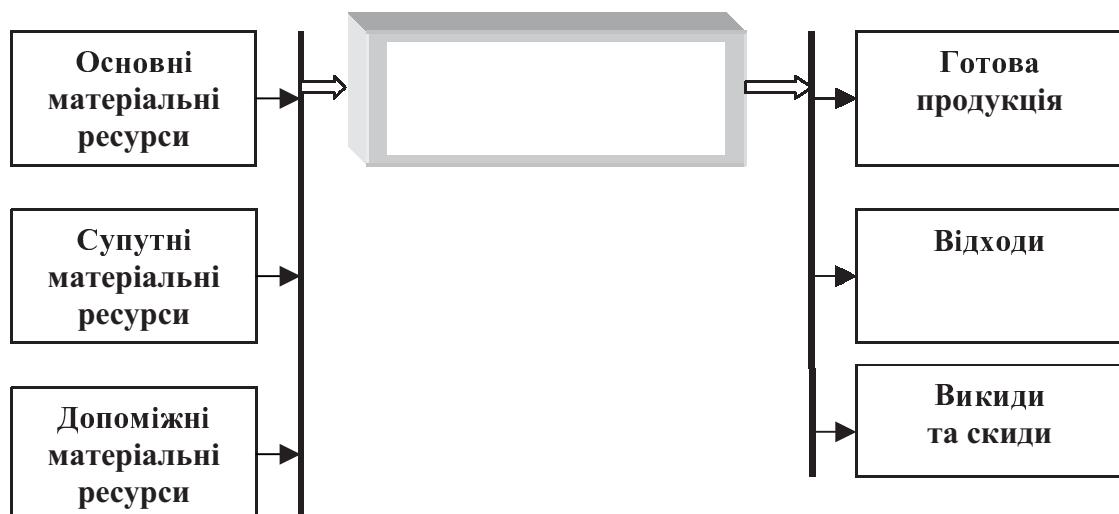


Рис. 1.4. Схема матеріального балансу промислового виробництва

За кожним видом ресурсів ПВ визначаються обсяги їх використання під час виготовлення готової продукції, а також втрати сировини та енергії з викидами, скидами та відходами виробництва. Дефіцит балансу характеризує невраховані втрати матеріальних ресурсів.

Для конкретного виду ресурсів формула матеріального балансу має вигляд:

$$M_{\text{бнб}} = M_{\text{ен}} + M_{\text{в}} + M_{\text{вmp}}, \quad (1.1)$$

де: $M_{\text{бнб}}$ – матеріальні ресурси на вході процесу виробництва;
 $M_{\text{ен}}$ – матеріальні ресурси в складі готової продукції;

M_e – матеріальні ресурси в уловлених або складованих відходах;

$M_{e_{tp}}$ – матеріальні ресурси, які втрачені через, викиди, скиди тощо.

Аналіз матеріального балансу дозволяє отримати дані для оцінювання ступеня впливу промислового виробництва на навколошнє середовище та ефективність використання ресурсів.

Невід'ємною складовою промислового виробництва є різні енергетичні ресурси. В загальному випадку енергетичні ресурси у технологічному процесі ПВ можуть брати участь або у вигляді електроенергії, гарячої води, пари, повітря високого тиску тощо, або у вигляді енергетичної сировини (вугілля, нафта, нафтопродукти, природний газ, ядерне паливо тощо).

Загальний енергетичний баланс E_{ex} (в умовних одиницях) визначається за рівнянням:

$$E_{ex} = E_{en} + E_{e_p} + E_{e_{tp}}, \quad (1.2)$$

де: E_{ex} – витрати енергетичних ресурсів на вході виробництва;

E_{en} – витрати енергетичних ресурсів на виробництво готової продукції;

E_{e_p} – витрати на утворення вторинних енергетичних ресурсів;

$E_{e_{tp}}$ – втрати енергетичних ресурсів.

Очевидно, що чим більше утворених вторинних енергетичних ресурсів, тим менша ефективність використання первинних енергетичних ресурсів. Резервом росту ефективності використання енергетичних ресурсів є не тільки підвищення к.к.д. технологічного обладнання, але можливість утилізації та рекуперації вторинних енергетичних ресурсів.

Процес обміну речовиною та енергією між матеріальним виробництвом і навколошнім середовищем, тобто процес їх взаємодії, призводить до появи в природних компонентах нових речовин та нових видів енергії, які виділяються з технологічного процесу виробництва. Якщо ця речовина та енергія, частково включається у природний процес та не призводить до якісних змін у навколошньому середовищі – такий процес носить позитивний характер взаємодії навколошнього середовища з промислово-виробничим об'єктом.

У разі, коли обмін речовиною та енергією між матеріальним виробництвом і навколошнім середовищем носить негативний характер, то речовина та енергія виступає в ролі шкідливих чинників довкілля та створює або посилює умови техногенного характеру.

1.3.2. Техніко-екологічні аспекти виробництва

Сучасне виробництво характеризується високим ступенем концентрації галузей промисловості та зростанням кількості використовуваних природних ресурсів. До того ж пропорційно до використання природних ресурсів збільшується і кількість відходів виробництва, які забруднюють довкілля. Раціональне використання природних ресурсів має супроводжуватись їх охороною та відновленням, до того ж вирішення цієї проблеми охоплює не тільки сировинні та енергетичні аспекти, але і всі екологічні питання. Екологізація виробництва полягає в зниженні використання природних ресурсів і зменшенні відходів під час їх використання, а техніко-екологічні аспекти виробництва передбачають:

- зниження матеріалоємності технічних систем, тобто зменшення витрат природних ресурсів на одиницю їх потужності;
- зниження енергоємності технічних систем – зменшення кількості палива та інших видів енергії (електричної, теплової) на одиницю продукції;
- покращання екологічних характеристик технічних систем – зменшення кількості відходів та інших екологічно шкідливих чинників;
- підвищення продуктивності технічних систем, тобто збільшення кількості корисної роботи, яка виконується за одиницю часу;
- недопустимість перевищення певних рівнів техногенного тиску на екологічні системи;
- мінімальні витрати засобів виробництва, часу, праці, коштів для створення технічних систем.

Технічні системи – це сукупність засобів і знарядь праці, що використовуються для створення матеріальних цінностей. Технічні системи та їх складові характеризуються такими основними показниками, як працездатність; надійність; технологічність; екологічна безпека; економічність; естетичність.

Працездатність – стан об'єкта (деталі, вузла, машини, системи), за якого він здатен нормально виконувати задані функції згідно з встановленими відповідними нормативно-технічними документами параметрами

1.3.3. Вплив надійності технічних систем на формування техносфери

Надійність технічних засобів (системи, машини, агрегату чи деталі) залежить від необхідної наробки на відмову, яка може бути виражена в годинах роботи, кілометрах пробігу, гектарах обробленого ґрунту, терміну зберігання матеріальної речовини у відповідних місткостях тощо. Відмови окремих складових технічних об'єктів, як правило, є не поновлювальними і пов'язані з їх руйнуванням, що може привести навіть до екологічних катастроф (наприклад, вилив нафти з місткостей зберігання чи танкера на поверхню моря чи океану, у разі відмови технічного засобу контролю, через зношення вузлів перекачки нафти тощо).

Таким чином надійність технічних систем й їх складових є запорукою екологічної безпеки. Технологічними називають технічні системи, які вимагають мінімальних витрат засобів виробництва, часу, коштів, енергії для виробництва, експлуатації та ремонту. Збільшення часу і енергії „умовно” призводять до додаткового використання природних ресурсів (газу, нафти, вугілля), а це в свою чергу призводить до додаткових викидів, скидів і захоронень шкідливих речовин в атмосферне повітря, ґрунт, водойми.

Однією з основних функцій технологічності під час виробництва виробів господарського, військового та побутового споживання є ресурсомісткість. Коефіцієнт корисної дії (к.к.д.) і коефіцієнт витрат енергії технічних систем, машин, агрегатів також відіграють значну роль у формуванні техносфери і екологічної безпеки. Опір рушійних сил і низький к.к.д. призводять до використання зайвої енергії, тобто палива і сировини, що призведе до збільшення забруднення довкілля.

1.3.4. Ступінь техногенного впливу виробництва на довкілля

Максимальне значення $K_{md} = 1$, визначається за умови $B_\phi = B_{mb}$ тобто коли фактичний вплив відповідає теоретичному. Він досягається впровадженням чистих екологічних технологій.

До показників екологічної ефективності технологічних процесів відносять: екологомісткість процесу E_e , його ресурсомісткість E , і коефіцієнт екологічності об'єкта K_{eo} . Коефіцієнт екологічності визначають за формулою:

$$K_{eo} = (1 - E_e) / E_p, \quad (1.12)$$

де: $E_e = P_h / Q_h$; $E_p = R_h / Q_h$,

P_h – величина шкідливого впливу на довкілля;

R_h – втрати енергії, води, повітря, земельних та інших природних ресурсів;

Q_h – питома одиниця корисної продукції або послуги.

Коефіцієнт екологічності характеризує ступінь замкнутості об'єкта щодо довкілля.

За умови $K_{eo} = 1$, порушується природний потенціал без отримання корисного ефекту. За $0 < K_{eo} < 1$ в технологічному процесі відсутні неутилізовані відходи виробництва, тобто має місце 100% замкненість процесу.

1.4. Техногенні забруднення та їх джерела

Забруднення – це внесення у навколошнє середовище або виникнення в ньому нових, зазвичай не характерних хімічних і біологічних речовин, агентів (або внесення в надлишковій кількості будь-яких уже відомих речовин), яке призводить до негативних наслідків для людей чи природних систем.

Забруднювальна речовина – фізичний чи інформаційний агент, зокрема, біологічний вид, що потрапляє у навколошнє середовище або виникає в ньому у кількостях, які перевищують межі звичайного вмісту і яких природа не здатна позбутися шляхом самоочищення.

Таким чином можна зробити висновок, **забруднення** – це негативне явище (природного або антропогенного походження), яке робить об'єкти навколошнього середовища частково або повністю небезпечними для людей чи природних систем, а **забруднювальна речовина** – агент, який породжує забруднення.

Забруднювальні речовини, що потрапили в атмосферне повітря чи води Світового океану, здатні переміщуватися на значні відстані. Більшість з них хімічно та біологічно активні й здатні взаємодіяти з живою речовиною.

Під час вивчення сучасних процесів в екосистемах або у біосфері загалом забруднення довкілля класифікують за:

-
- *походженнем* – на природні, антропогенні;
 - *видом* – матеріальні, енергетичні;
 - *впливом* – механічні, хімічні, фізичні, біологічні;
 - *характером* – умисні, супутні, аварійні, випадкові;
 - *поширенням* – локальні, регіональні, глобальні.

Природні забруднення – спричинені будь-якими природними явищами без впливу людини (виверження вулканів, повені, селевий потік, вивітрування ґрунтів, розкладання рослин і тварин тощо).

Антропогенні забруднення – викликають несприятливі зміни навколошнього середовища, спричинені людською діяльністю.

Матеріальні забруднення – вид забруднення, яке об'єднує механічні, хімічні та частково біологічні.

Енергетичні забруднення – фізичні забруднення з енергетичними властивостями.

Механічні забруднення – привнесення в екосистему різних чужорідних для неї предметів, відходів, сміття, абіотичних наносів тощо, які порушують її природне функціонування без фізико-хімічних наслідків.

Фізичні забруднення – привнесення в екосистему джерел енергії (тепла, світла, шуму, вібрації, гравітації, електромагнітного, радіоактивного випромінювання тощо), яке проявляється у відхиленні від норми її фізичних властивостей.

Хімічне забруднення – привнесення в екосистему чужорідних для неї хімічних елементів і сполук у концентраціях, що перевищують фонові.

Біологічні забруднення – спричиняють появу в природі (як правило у результаті антропогенної діяльності) нових різновидів живих організмів, патогенів та збудників хвороб, а також спровоковане людиною катастрофічне розмноження окремих видів (наприклад, внаслідок необґрунтованої інтродукції, порушень карантину тощо).

Умисні забруднення – цілеспрямовані антропогенні зміни стану довкілля: протизаконні викиди й скиди шкідливих відходів виробництва у водні об'єкти, повітря та ґрунт, знищення лісів, пасовищ, браконьєрство, утворення кар'єрів, неправильне використання земель, природних вод тощо.

Супутні забруднення – поступові зміни стану атмосфери, гідросфери, літосфери й біосфери в окремих районах, регіонах і планети загалом в результаті антропогенної діяльності – опустелювання, висихання боліт, зникнення малих річок, поява кислотних дощів, парникового ефекту, руйнування озонового шару тощо)

Аварійні забруднення – виникають внаслідок надзвичайних ситуацій, порушення технологічних процесів на виробництві або пошкодження споруд та устаткування у результаті природних явищ.

Випадкові забруднення – виникають внаслідок аварійних викидів (токсичних газів тощо) або скидів (стічних вод) промисловістю, сільським та комунальними господарствами тощо.

Локальне – забруднення невеликого району, населеного пункту, транспортної магістралі тощо.

Регіональне – забруднення, яке спостерігається в межах значного простору, але не охоплює усю планету.

Глобальне – забруднення, яке виявляється в будь-якій точці планети вдалий від його джерела.

Класифікувати *забруднювальні речовини* складно через їх велику кількість і різноманітність. Умовно їх можна об'єднати в такі головні групи:

- *за видом* – механічні, хімічні, фізичні, біологічні;
- *за часом дії* – стійкі, нестійкі, середньої стійкості;
- *за впливом* – прямої та непрямої дії;
- *за характером* – первинні, вторинні.

Механічні забруднювальні речовини – це різні тверді частинки або предмети (викинуті як непотрібні, відпрацьовані, невикористані) на поверхні Землі, в ґрунтах, воді та в космосі (пил, уламки космічних апаратів).

Хімічні забруднювальні речовини – тверді, газоподібні й рідкі речовини, хімічні елементи та сполуки штучного походження, які надходять у біосферу й порушують природні процеси кругообігу речовин та енергії.

Фізичні забруднювальні речовини – теплові, електромагнітні, шумові, вібраційні та радіаційні поля.

Біологічні забруднювальні речовини – патогенні мікроорганізми, збудники хвороб тощо.

Стійкі забруднювальні речовини – це такі, які довго зберігаються в природі (пластмаси, поліетилен, деякі метали, скло, радіоактивні речовини з великим періодом напіврозпаду тощо).

Нестійкі забруднювальні речовини – це такі, які швидко розкладаються, розчиняються, нейтралізуються в природному середовищі під впливом різних факторів і процесів.

Середньої стійкості забруднювальні речовини – негативний вплив яких відбувається певний термін часу, а потім зникає.

Первинні забруднювальні речовини – утворюються безпосередньо під час природних та техногенних процесів.

Вторинні забруднювальні речовини – утворюються під час фізико-хімічних процесів, які відбуваються в навколошньому середовищі. Наприклад, фреони (хімічно інертні гази біля поверхні Землі) – досягнувши поверхні озонового шару утворюють іон хлору, у результаті фотохімічної реакції під впливом ультрафіолетового випромінювання, який спричиняє руйнування озонового екрану планети.

1.4.1. Загальна характеристика найбільш поширених і небезпечних для довкілля матеріальних забруднювальних речовин

До основних забруднювальних речовин відносять:

- гази, газоподібні речовини, аерозолі, пил, які викидають в атмосферу об'єкти енергетики, промисловості й транспорту;
- радіоактивні, електромагнітні, магнітні й теплові випромінювання;
- шум та вібрації;
- промислові стоки “збагачені” шкідливими хімічними сполуками, комунальні й побутові відходи;
- хімічні речовини (передусім пестициди та мінеральні добрива, що у величезній кількості використовують в сільському господарстві), нафтопродукти.

До найпоширеніших і найнебезпечніших забруднювальних речовин **повітря** належать діоксид азоту, бензол; **води** – пестициди, нітрати (солі азотної кислоти); **ґрунту** – дифеніли, соляна кислота, важкі метали тощо.

Механічні забруднювальні речовини це різні тверді частинки або предмети, викинуті як непотрібні, відпрацьовані або невикористані. До небезпечних механічних забруднювальних речовин відносять і космічне сміття, основна небезпека якого пов'язана із можливістю зіткнення його компонентів з космічними апаратами.

За роки космічної ери на навколоzemних орбітах було зареєстровано понад 20 тисяч космічних об'єктів штучного походження розміром понад 10 см. Крім того, накопичилося 50-70 тис. часток розміром 1-2 см. Кількість ще дрібніших частинок оцінюється десятками мільйонів. У найближчий час видалення фрагментів космічного сміття вважається проблематичним і потребує значних економічних витрат.

Хімічні забруднювальні речовини. Сьогодні довкілля забруднюють більше ніж 70 тис. хімічних сполук, що утворюються в процесі промислового виробництва, багато з яких токсичні, мутагенні та канцерогенні.

Оксид вуглецю (CO), або чадний газ, не має кольору й запаху, утворюється в результаті неповного згоряння кам'яного вугілля, природного газу, деревини, нафти, нафтопродуктів. Якщо в повітрі міститься близько 1% CO, то це небезпечно для біоти, а 4% – є летальною дозою для багатьох видів.

Оксиди азоту (NO, NO₂, N₂O) майже в 10 разів більш небезпечні для людини, ніж CO і спричиняють утворення кислотних дощів. Вони викидаються в повітря переважно підприємствами, які виробляють азотну

кислоту, нітрати, анілінові барвники, целулоїд, віскозний шовк, а також викидами автомобілів, ТЕЦ і ТЕЦ, металургійних заводів.

Шкідливі вуглеводні (ароматичні, парафіни, нафтени, бенз(а)пірени) містяться у вихлопних газах автомобілів¹¹ (недосконалість процесів згоряння бензину в циліндрах двигунів), картерних газах, випарах бензинів. Дуже шкідливі також сажа (оскільки добре адсорбує забруднювальні речовини). Етилен та інші вуглеводні становлять 35% загальної кількості вуглеводневих викидів і є однією з причин утворення смогів – фотохімічних туманів у містах-гігантах.

Діоксид сірки (SO_2) або сірчистий газ, виділяється під час згоряння вугілля, нафти з домішкою сірки, переробки сірчаних руд, горіння териконів, виплавляння металів.

Триоксид сірки (SO_3), або сірчаний ангідрид, утворюється внаслідок окиснення SO_2 в атмосфері під час фотохімічних і каталітичних реакцій і є аерозолем або розчином сірчаної кислоти в дощовій воді, яка підкислює ґрунти, посилює корозію металів, руйнування гуми, мармуру, вапняків, доломітів, спричинює загострення захворювань легень і дихальних шляхів. Нагромаджується в районах хімічної, нафтової та металургійної промисловості, ТЕЦ, цементних і коксохімічних заводів. Вкрай шкідливий також і для рослин, оскільки легко засвоюється ними й порушує процеси обміну речовин.

Сірководень (H_2S) і *сірковуглець* (CS_2) викидаються в повітря окремо й разом з іншими сірчистими сполуками, але в менших кількостях, ніж SO_2 підприємствами, які виробляють штучне волокно, цукор, а також нафтопереробними і коксохімічними заводами. Характерна ознака цих забруднювальних речовин – різкий, неприємний, подразнювальний запах. Мають високу токсичність (у 100 разів більш токсичні, ніж SO_2). В атмосфері H_2S повільно окиснюються до SO_3 . Сірководень потрапляє в атмосферу також у районах діяльності вулканів. Крім того, в природних умовах сірководень є кінцевим продуктом діяльності сульфатредукуючих бактерій – накопичується на дні боліт і річок, озер і морів і навіть у каналізаційних системах.

Сполуки хлору з іншими елементами концентруються навколо хімічних заводів, які виробляють соляну кислоту, пестициди, цемент, суперфосфат, оцет, гідролізний спирт, хлорне вапно, соду, органічні барвники тощо. В атмосфері містяться у вигляді молекулярного хлору й хлористого водню.

Сполуки фтору з іншими елементами накопичуються в районах виробництва алюмінію, емалі, скла, кераміки, порцеляни, сталі,

¹¹ Загалом у вихлопних газах автомобілів міститься близько 200 шкідливих компонентів, найбільш небезпечними з яких є бенз(а)пірени, оксиди азоту, сполуки свинцю та ртуті, альдегіди.

фосфорних добрив. У повітрі вони містяться у вигляді фтористого водню (HF) або пилуватого флюориту (CaF_2). Сполуки фтору надзвичайно токсичні, до них дуже чутливі комахи. Фтор нагромаджується в рослинах, далі, трофічними ланцюгами потрапляє в організми тварин і людини.

Свинець – токсичний метал, який міститься у вихлипних газах автомобілів. В організмі людини міститься в середньому близько 120 мг свинцю, який розподілений по всіх органах, тканинах, кістках. Із кісток він виводиться дуже повільно (десятки років). Органічні сполуки свинцю надходять в організм людини крізь шкіру, слизові оболонки, з водою та їжею, а неорганічні – дихальними шляхами. Сьогодні житель великого міста щодня вдихає близько 20 m^3 повітря і отримує свинець з вихлопними газами, та їжею (до 45 мкг). В організмі людини при цьому затримується до 16 мкг свинцю, котрий проникає в кров і розподіляється в кістках (до 90%), печінці й нирках. Іноді загальна кількість свинцю в організмі городянина становить 0,5 г і більше, тоді як його ГДК в крові – 50-100 мкг/100 мілілітрів.

Кадмій (Cd) є однією з найбільш токсичних речовин. Так, у 1956 р. в Японії було вперше зафіковано тяжке захворювання кісток, відоме як *iтай-ітай*, викликане хронічним отруєнням людей кадмієм, що містився в рисі. Цей рис вирощувався неподалік гірничодобувного комбінату, який сильно забруднював околиці відходами з вмістом кадмію. В організм японців, котрі мешкали поблизу, щодня потрапляло до 600 мкг цієї отрути. Підвищений вміст кадмію спостерігається в морських фосфоритах, морських рослинах і кістках риб. Накопичується він у золі під час спалювання сміття на звалищах.

Ртуть (Hg) – високотоксична речовина, особливо токсичні ртутьорганічні сполуки. В довкілля ртуть потрапляє з відпрацьованих люмінесцентних ламп, гальванічних елементів тощо.

“Нові забруднювальні речовини” або *ксенобіотики* – створені людиною сполуки, яких у природі раніше не було, за своєю фізико-хімічною структурою чужі всьому живому й не можуть перероблятися, втягуватися в біогеохімічні цикли. До таких небезпечних забруднювальних речовин належать поліхлорбіfenіли (ПХБ), полібромні біfenіли (ПББ), ароматичні вуглеводні (ПАВ) (їх виробляють понад 600 видів), нітрозоаміни та вінілхлориди (містяться в різних плівках, поліетиленових упаковках, пакетах, трубах), майже всі синтетичні пральні порошки. Більшість із цих речовин є канцерогенними, вони впливають на генетичний апарат людей.

Біологічні забруднювальні речовини. Серед біологічних чинників виробничого середовища, які можуть шкідливо впливати на організм людини, є мікроорганізми, продукти їхнього метаболізму та мікробіологічного синтезу, макроорганізми, органічні речовини природного походження.

1.4.2. Енергетичне забруднення довкілля

Енергетичне забруднення довкілля головним чином поділяється на *шумове, вібраційне, електромагнітне, теплове, радіоактивне та радіаційне*.

Шумове забруднення – перевищення природного рівня шуму і ненормована зміна звукових характеристик на робочих місцях, у населених пунктах та інших місцях внаслідок роботи, промислових пристрій, транспорту, поведінки людей тощо.

Вібраційне забруднення – це перевищення природного рівня механічних коливань поверхонь, на яких знаходяться робочі місця працівників або місця проживання чи відпочинку населення.

Електромагнітне забруднення – наслідки зміни електромагнітних властивостей середовища.

Теплове забруднення – результат розсіювання у довкілля теплоти, яка виділяється під час різноманітних теплових процесів, зокрема, пов'язаних зі спалюванням.

Радіоактивне забруднення – перевищення природного рівня вмісту радіоактивних речовин (радіонуклідів) у довкіллі.

Радіаційне забруднення – перевищення рівня іонізуючого випромінювання над фоновим рівнем.

1.4.2.1. Шумове та вібраційне забруднення

У сучасному світі в умовах науково-технічного прогресу *шум* став однією з форм фізичного (хвильового) забруднення природного середовища. *Шумом* прийнято вважати усі неприємні та небажані звуки або їх сукупність, які заважають нормальню працювати, сприймати потрібну звукову інформацію та відпочивати. Адаптація до нього практично неможлива.

Загалом *шум* – це акустичні, невпорядковані звукові коливання повітря різної фізичної природи, що характеризуються випадковими змінами частоти, амплітуди, тривалості, що сприймається органами слуху людини як небажані сигнали. Шум, який містить усі звукові частоти, називають *білим*. Якщо шум складається переважно з високочастотних звукових коливань, він називається *фіолетовим* (за аналогією зі світловими коливаннями); коли ж домінують низькочастотні звукові коливання, шум називається *рожевим*.

Звук як фізичне явище є хвильовим рухом пружного середовища. Як фізіологічне явище він визначається відчуттям, що сприймається органами слуху під час дії звукових хвиль. За своєю фізичною сутністю шум ідентичний звукові.

Слуховий аналізатор людини характеризується межами сприйняття звукових частот – розрізняють *нижню* і *верхню* межу сприйняття звуку: Нижня межа сприйняття звуку називається *порогом слухового сприйняття*, верхня – *бльовим порогом*.

Порогом слухового сприйняття називається найменша величина звукового тиску, яка відчувається органом слуху. Він є різним для звуків різної частоти. Для частоти 1000 Гц (на цій частоті вухо має найбільшу чутливість) поріг слухового сприйняття становить $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$.

Поріг бльового відчуття – це максимальний звуковий тиск, що сприймається вухом як звук, перевищення якого призводить до виникнення бльових відчуттів. Тиск, вищий за бльовий поріг, може викликати пошкодження органу слуху. Для звуків частотою 1000 Гц за бльовий поріг прийнято $p = 20 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$. Відношення звукових тисків при бльовому порозі та порозі сприйняття становить 10^6 . Це діапазон звукового тиску, що сприймається вухом.

Звуковий тиск не повністю характеризує джерело звуку. Для більш повної характеристики джерела звуку введено його основні параметри:

- рівень сили звуку;
- рівень звукового тиску;
- рівень звукової потужності.

Оскільки, відповідно до закону Вебера-Фехнера, між слуховим сприйняттям і подразненням існує наближена логарифмічна залежність, для вимірювання звукового тиску, сили звуку і звукової потужності прийнято логарифмічну шкалу. Це дозволило досить великий діапазон значень (за звуковим тиском він становить 10^6 ; за силою звуку – 10^{12}) вкласти порівняно невеликий інтервал логарифмічних одиниць. Із застосуванням логарифмічної шкали кожен наступний ступінь цієї шкали більший за попередній приблизно в 10 разів. За умовну одиницю вимірювання прийнято один децибел (дБ).

Один дБ – це величина, максимально наближена до суб'єктивного порогу сприйняття – порогу розрізнення гучності двох сигналів вухом.

Рівень сили звуку в децибелях визначається за формулою:

$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \quad (1.13)$$

де: L_I – рівень сили звуку (дБ);

I , I_0 – відповідно фактичне та порогове значення сили звуку ($I_0 = 10^{-12} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$).

Рівень звукового тиску в децибелях визначається за формулою:

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (1.14)$$

Необхідно розрізняти терміни “рівень звуку” і “рівень звукового тиску”. Для характеристики простих (тобто гармонічних) звуків в октавних смугах застосовують рівень звукового тиску в дБ, а для характеристики складних звуків (тобто не розкладених за октавними частотами) – рівень звуку в дБА (децибел за шкалою шумоміра “А”).

Рівень звукової потужності в децибелах визначається за формуллою:

$$L_w = 10 \lg \frac{W}{W_0}, \quad (1.15)$$

де $W_0 = 10^{-12}$ Вт (порогове значення звукової потужності).

Відповідний звуковий ландшафт існував на Землі завжди. І людина завжди використовувала властивості середовища як носія звуків. Життя в абсолютній тиші для неї неможливе.

Здавна відомий сприятливий вплив на організм людини шумів природного середовища. Статистика свідчить, що люди, які працюють у лісі або поблизу річки, на відміну від мешканців міст, хворіють на нервові та серцево-судинні хвороби значно рідше. Встановлено, що шелест листя, спів птахів, дзорчання струмка, звуки дощу позитивно впливають на нервову систему людини.

Позитивний вплив гармонійної, спокійної, лагідної музики також відомий з давніх-давен (це поширені в усьому світі колисанки – тихі, ніжні, монотонні наспіви).

Давно відома також негативна дія звуку великої потужності. Одним із покарань Середньовіччя було жорстоке вбивство жертв звуками ударів могутнього дзвона, коли приречений помирає у страшних муках від нестерпного болю у вухах.

Фоновий рівень шуму навколошнього середовища становить 30-60 децибел. До цього природного фону за сучасних умов додаються виробничі й транспортні шуми, рівень яких нерідко перевищує 100 децибел.

Джерелами шуму є: промислові об'єкти, транспорт, гучномовні пристрой, телевізори, радіоприймачі, музичні інструменти, юрби людей тощо.

В таблиці 1.12 наведено рівні шуму від різних джерел.

Шум у виробничих умовах негативно впливає на працівника: послаблює увагу, посилює розвиток втоми, сповільнює реакцію на небезпеку. Внаслідок цього знижується працездатність та підвищується ймовірність нещасних випадків. Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот на робочих місцях у виробничих приміщеннях наведені в таблиці 1.13.

Таблиця 1.12

Рівні шуму від різних джерел

Джерела шуму	Рівень шуму, дБ
Шепіт, тихий шелест листя дерев	10
Шепіт на відстані 1/0,3 м	30/40
Спокійна розмова на відстані 1 м	50
Шум автомобіля	60
Шум на вулиці	70
Шум на шосе (під час роботи верстатів-автоматів)	80
Максимальний шум на виробництві	90
Шум поїзда метро	100
Шум реактивного літака	110
Шум літака на старті (гуркіт грому)	120
Потужна сучасна електронна музика	130
Шум ракети на старті	140

Таблиця 1.13

**Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот
на робочих місцях у виробничих приміщеннях**

четвертий працівник працював у несприятливих умовах, зокрема під впливом таких шкідливих чинників, як підвищений рівень шуму – 9,8% облікової кількості штатних працівників. Втрати суспільства від шуму сягають значних розмірів внаслідок випадків професійних захворювань, зростання їх частоти і тривалості, зниження продуктивності праці та якості продукції, підвищення аварійності.

Інфразвук – це коливання в пружному середовищі, які мають однакову з шумом фізичну природу, але поширяються з частотою, меншою за 20 Гц. Інфразвук (ІЗ) генерується як природними джерелами (вітри, водоспади, хвилі морів, озер, водосховищ, грози, землетруси тощо), так і штучними (міські транспортні засоби, сільськогосподарські машини, поїзди, дорожньо-будівельні машини, водний та повітряний транспорт, вибухи, промислові підприємства тощо). Інфразвук сприймається людиною за рахунок слухової та тактильної чутливості. Так, за частот 2-5 Гц та рівні звукового тиску 100-125 дБ спостерігається утруднення дихання, головний біль, а підвищення рівня до 125-137 дБ викликає вібрації грудної клітки (літаргію). Інфразвук з частотами близькими до 16 Гц викликає відчуття страху.

Інфразвук поділяють на постійний та непостійний. У першого рівень звукового тиску змінюється не більше, а у другого – більше, ніж на 10 дБ за 1 хв. Параметрами постійного інфразвуку на робочих місцях, що нормуються, є рівні звукового тиску у октавних смугах частот із середніми геометричними частотами 2, 4, 8, 16 Гц. Відповідно до ДСН 3.3.6.037-9 допустимі рівні інфразвуку наведено в таблиці 1.14.

Таблиця 1.14

Допустимі рівні інфразвуку

Середньогеометричні частоти, Гц	Допустимі рівні звукового тиску, дБ	Загальний рівень звукового тиску, дБ _{лін}
2,4,8,16	105	110

- відбуваються різні порушення нервової системи;
- змінюється тиск, склад і властивості крові;
- втрачається слухова чутливість.

Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 допустимі рівні ультразвукових тисків в октавних та третинооктавних смугах не мають перевищувати значень, наведених у таблиці 1.15.

Таблиця 1.15

Допустимі рівні ультразвукових тисків

Вібраційне забруднення. Вібрація – це механічні коливання твердого тіла. Вібрацію поділяють на природну та штучну. Джерелами природної вібрації є землетруси, що викликаються природними чинниками. Джерелами штучної вібрації є промисловість, транспорт.

Вібрації у промисловості виникають, зазвичай, під час роботи машин та механізмів, які мають неврівноважені та незбалансовані частини, що обертаються чи здійснюють зворотно поступальний рух. До такого устаткування належать оброблювальні, штампувальні верстати, електро- та пневмоперфоратори, електроприводи, компресори. У техніці розрізняють корисну та шкідливу вібрації. Корисна вібрація збуджується навмисно спеціальними вібраційними пристроями та машинами, наприклад, для проведення масажу, під час укладання бетону, трамбування і т.д. Шкідлива вібрація виникає спонтанно під час роботи будь-яких механізмів.

За способом передачі на тіло людини розрізняють загальну та місцеву (локальну) вібрації.

Загальна вібрація передається на тіло людини, яка сидить або стоїть, переважно через опорні поверхні – сидіння, підлогу.

Локальна вібрація передається через руки працюючих у разі контакту з ручним механізованим інструментом, пристроями керування машинами та обладнанням. Можлива також одночасна дія загальної та локальної вібрації. Наприклад, під час роботи на шляхобудівельних машинах на руки передається локальна вібрація від пристройів керування, а на все тіло – від машини чи сидіння.

За часовою характеристикою розрізняють:

- постійну вібрацію, для якої спектральний і коректований за частотою параметр упродовж спостереження змінюється не більше, ніж удвічі (на 6 дБ);
- непостійну вібрацію, для якої ці параметри упродовж спостереження змінюються більше, ніж удвічі (на 6 дБ).

Вібрація характеризується абсолютними та відносними параметрами.

Оскільки абсолютні параметри, що характеризують вібрацію, змінюються в широких межах, то на практиці частіше використовують відносні параметри – рівні, які визначаються відносно опорного (парового) значення відповідного параметра і вимірюється в дБ.

Стандартні опорні значення :

- амплітуда вібропереміщення $A_0 = 8 \cdot 10^{-12}$ м;
 - віброшвидкість $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м·с⁻¹;
 - віброприскорення $a_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ м·с⁻².

Найчастіше для оцінювання вібрації використовують логарифмічний рівень віброшвидкості L_V , який визначають за формулою:

$$L_V = 20 \lg \frac{V}{V_0}, \text{дБ.} \quad (1.16)$$

Типові значення віброшвидкості для різних джерел вібрації наведено в таблиці 1.16.

Таблиця 1.16

Типові значення віброшвидкостей

Значення вібрацій як фактора забруднення природного середовища залежить від їхньої потужності та частоти. Слабкі вібрації помітної шкоди біоті та довкіллю не завдають. Навпаки, в деяких випадках вони стимулюють розвиток рослин і тварин, використовуються в медицині, як вже згадувалося, для масажу. Сильні вібрації, як шкідливі, так і корисні, а з екологічного погляду, негативно впливають на довкілля і біоту, у тому числі і на людину.

Тривалі вібрації завдають великої шкоди здоров'ю людини – від сильної втоми до змін багатьох функцій організму: порушення серцевої діяльності, нервової системи, спазмів судин, деформації м'язів, струсу головного мозку тощо. Особливо небезпечна вібрація з частотою, яка є резонансною з частотою коливання окремих органів чи частин тіла людини, що може привести до їх пошкодження. Тривала дія вібрації може спричинити професійне захворювання – вібраційну хворобу.

1.4.2.2. Електромагнітне забруднення

У процесі еволюції біосфера постійно знаходилася і знаходиться під впливом електромагнітного поля (ЕМП) природного походження (природний фон): електричного й магнітного поля Землі, космічного електромагнітного випромінювання, насамперед того, що генерується Сонцем.

Природа електромагнітного випромінювання пов'язана з вихровими електричними й магнітними полями. Внаслідок того, що ці поля нероздільно пов'язані між собою, вони отримали назву електромагнітних.

У період науково-технічного прогресу людство створювало і дедалі ширше використовувало штучні (антропогенні) джерела ЕМП. У наш час ЕМП антропогенного походження значно перевищують природний фон і є тим несприятливим чинником, вплив якого на людину та довкілля рік за роком зростає. Електромагнітні поля та електромагнітні випромінювання поділяються на природні та антропогенні (рис. 1.7).

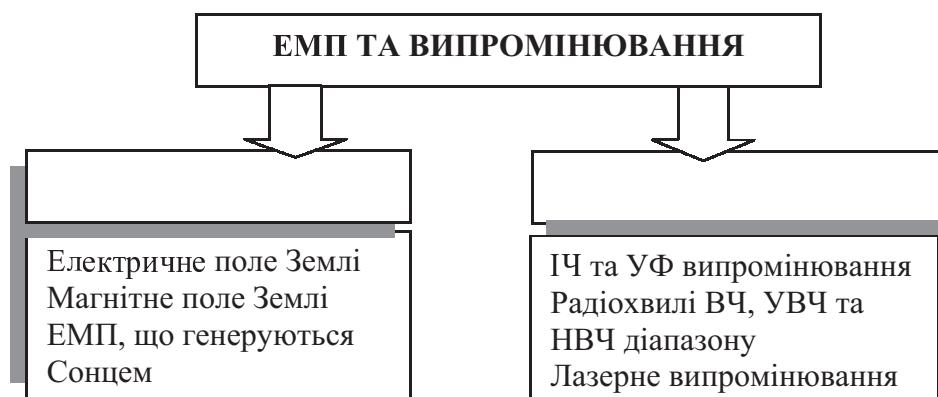


Рис.1.7. Класифікація електромагнітних полів

Головними джерелами електромагнітних полів є:

- радіо-, телевізійні станції;
- радіолокаційні станції, або радари (рис. 1.8);
- високовольтні лінії електропередач;
- всі види електротранспорту;
- промисловість, яка використовує потужне електрообладнання;
- телевізори, монітори, мобільні телефони тощо.



Рис. 1.8. Радари супутникового зв'язку

Електромагнітні поля характеризуються певною енергією, яка поширюється у просторі у вигляді електромагнітних хвиль.

До основних параметрів електромагнітних хвиль належать

- довжина хвилі λ , м;
- частота коливання f , Гц;
- швидкість поширення електромагнітних коливань c , яка практично дорівнює швидкості світла $c = 3 \cdot 10^8$ м·с⁻¹.

Залежно від частоти коливання (довжини хвилі) радіочастотні електромагнітні коливання поділяються на:

- низькі частоти: 3·104-3·105 Гц (104-103 м);
- середні частоти: 3·105-3·106 Гц (103-102 м);
- високі частоти: 3·106-3·107 Гц (102-10 м);
- дуже високі частоти: 3·107-3·108 Гц (10-1 м);
- ультрависокі частоти: 3·108-3·109 Гц (1-10-1 м);
- надвисокі частоти: 3·109-3·1010 Гц (10-1-10-2 м);
- надзвичайно високі частоти: 3·1010-3·1011 Гц (10-210-3 м).

де: E_1 , E_2 , E_n – напруженості електричної складової ЕМП;
 $E_{ГДР1}$, $E_{ГДР2}$, $E_{ГДРn}$ – гранично-допустимі рівні впливу для відповідного частотного діапазону (табл. 1.17).

Таблиця 1.17
**Допустимі рівні напруженості електромагнітного поля
радіочастотного діапазону**

Електромагнітні поля оцінюються кількістю енергії (потужності), яка переноситься хвилею у напрямку свого поширення. Для кількісної характеристики цієї енергії застосовують значення поверхневої густини потоку енергії, яка визначається у $\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2}$.

Ступінь впливу ЕМП на організм людини залежить від діапазону частот, інтенсивності та тривалості дії, характеру випромінювання (неперервного чи модульованого), режиму опромінювання, розміру поверхні тіла, що зазнає опромінювання, індивідуальних особливостей організму.

Електромагнітні поля можуть викликати біологічні та функціональні порушення у функціонуванні організму. Функціональні ефекти проявляються у передчасній втомлюваності, частих болях голови, погіршенні сну, порушенні функцій серцево-судинної та центральної нервової систем. Тривалий та інтенсивний вплив ЕМП призводить до стійких порушень та захворювань.

Біологічні негативні ефекти впливу ЕМП проявляються у тепловій та нетепловій діях. Теплова дія призводить до підвищення температури тіла та місцевого вибіркового нагрівання органів і тканин організму внаслідок переходу електромагнітної енергії в теплову. Таке нагрівання особливо небезпечно для органів із слабкою терморегуляцією (головний мозок, очі, нирки, шлунок тощо). Наприклад, випромінювання сантиметрового діапазону призводить до появи катаракти, тобто до поступової втрати зору.

Механізм та особливості нетеплової дії ЕМП радіочастотного діапазону до кінця ще не з'ясовані.

Електромагнітні поля антропогенного походження також негативно впливають на екосистеми довкілля. Наприклад, ЛЕП викликають низку екологічних проблем. Спеціальні дослідження показали, що ЛЕП

надвисокої та ультрависокої напруги (750-1150 кВ), з екологічної точки зору, є дуже небезпечними. Навколо них утворюються потужні електромагнітні поля, які негативно впливають на людину, порушують шляхи природної міграції тварин і процеси росту рослин тощо.

Підготовка трас для ЛЕП, вирубування просік, встановлення опор, монтаж проводів та іншого експлуатаційного обладнання і подальша експлуатація ЛЕП зумовлюють відповідну реакцію з боку екосистеми. Вирубування лісу призводить до значної перебудови всього комплексу еколого-кліматичних факторів: на просіках збільшується швидкість вітру, змінюються температура та вологість повітря, влітку різко посилюється інтенсивність випаровування вологи з поверхні ґрунту і трав'яного покриву, що викликає пересихання поверхневих шарів ґрунту, а взимку на просіках накопичується надмірна кількість вологи, що сприяє вегетації рослин навесні. Розморожування та відтаювання ґрунту на просіках відбувається на 7-30 днів раніше, ніж у лісі, що може призводити до виникнення ерозійних процесів.

Утворення просік супроводжується також значними змінами тваринного компонента екосистем: спостерігається зникнення видів, які мешкають у кронах дерев: змінюється видовий склад, чисельність та різноманіття птахів тощо.

Без сумніву, ЛЕП впливають і на стан здоров'я людей. Розростання міст до мегаполісів наближує ЛЕП до новобудов. Допустимі нормативні показники електричного поля не мають перевищувати $1 \text{ кВ}\cdot\text{м}^{-1}$; для цього необхідно віддаляти опори ЛЕП на 30-40 м від житлових будівель.

Як зазначалося раніше, електротранспорт, радіолокаційні та побутові прилади також є джерелами електромагнітних полів. Усі ділянки надвисокочастотного діапазону використовуються для радіозв'язку, у тому числі радіолокаційного та супутникового. У цьому діапазоні працюють практично всі військові радіолокатори (радари).

Доведено, що характер дії випромінювання багатьох радарів за своїми характеристиками наближається до легкопроникного радіаційного випромінювання. У разі тривалих опромінювань починається порушення у функціонуванні імунного механізму.

Функціональні порушення, викликані ЕМП, здатні акумулюватися в організмі людини, але є зворотними – можуть зникати за значного зменшення впливу опромінювання ЕМП.

Приклад 1.2. Визначити ступінь сумарної дії декількох джерел ЕМП (за електричною складовою) в радіочастотному діапазоні, зробити відповідні висновки. Дані для розрахунків наведено в таблиці 1.18.

Таблиця 1.18

Рівні випромінювання джерел ЕМП, $A \cdot m^{-1}$

Джерело 1	Джерело 2	Джерело 3	Джерело 4
60 кГц-3 МГц	3 МГц-30 МГц	30 МГц-50 МГц	50 МГц-300 МГц
25,5	11	4,8	1,3

Розв'язок. Визначаємо ступінь сумарної дії чотирьох джерел ЕМП в радіочастотному діапазоні за формулою 1.18:

$$\left(\frac{25,5}{50}\right)^2 + \left(\frac{11}{20}\right)^2 + \left(\frac{4,8}{10}\right)^2 + \left(\frac{1,3}{5}\right)^2 = 0,26 + 0,3 + 0,23 + 0,067 = 0,86 < 1. \quad (1.18)$$

Висновок. Ступінь сумарної дії чотирьох джерел ЕМП у радіочастотному діапазоні не перевищує допустимого рівня.

Забруднення електромагнітним випромінюванням оптичного діапазону. Оптичний діапазон охоплює область електромагнітного випромінювання, до складу якого входять інфрачервоні (ІЧ), видимі (ВВ) та ультрафіолетові (УФ) випромінювання. З ІЧ-випромінювань оптичний діапазон межує з радіочастотним, а з боку УФ – з іонізуючим випромінюванням.

Інфрачервоне випромінювання – частина електромагнітного спектра з довжиною хвилі від 1 мм до 750 нм. Джерела випромінювання ІЧ поділяються на природні та штучні. До природних ІЧ-випромінювань належить природна інфрачервона радіація Сонця.

Штучними джерелами ІЧ-випромінювання є будь-які нагріті поверхні тіл (печі, ливарні, прокатні стани, авіаційний транспорт, зварювання тощо). До того ж саме температура і визначає інтенсивність теплового випромінювання E ($\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$).

Інтенсивність теплового випромінювання можна оцінити за виразом:

$$E = \varepsilon C_0 \left(T \cdot 10^{-2} \right)^4, \quad (1.19)$$

де ε – ступінь чорного тіла (матеріалу), що випромінює ІЧ;

C_0 – коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла;

$C_0 = 5,67 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-4}$;

T – температура матеріалу тіла, К.

Залежно від довжини хвилі ІЧ-випромінювання поділяються на короткохвильові з довжиною хвилі від 0,76 до 1,4 нм та довгохвильові – більше 1,4 нм. Саме довжина хвилі значною мірою обумовлює проникну здатність ІЧ-випромінювань.

Вплив ІЧ-випромінювань на біологічні об'єкти може бути загальним та локальним і призводить, зазвичай, до підвищення температури.

У разі тривалого перебування людини в зоні теплового променевого потоку відбувається різке порушення теплового балансу в організмі людини. За довгохвильових випромінювань підвищується температура поверхні тіла, а короткохвильових – органів та тканин організму, до яких здатні проникнути ІЧ-промені.

Більшу небезпеку представляють короткохвильові випромінювання, які здійснюють безпосередній вплив на оболонку та тканини мозку і тим самим можуть призвести до виникнення так званого “теплового удару”. Людина до того ж відчуває запаморочення, головний біль, порушується координація рухів, настає втрата свідомості. Можливим наслідком впливу короткохвильових ІЧ-випромінювань на очі є поява катаракти.

Ступінь впливу ІЧ-випромінювань залежить від низки чинників:

- спектра та інтенсивності випромінювання;
- площині поверхні, яка випромінює ІЧ-промені;
- тривалості впливу;
- кута падіння ІЧ-променів тощо.

Ультрафіолетове випромінювання за способом генерації наближаються до теплового діапазону випромінювань (температурні випромінювачі починають генерувати УФ-промені за температури понад 1200 °C), а за біологічною дією – до іонізуючого випромінювання. Слід зазначити, що основним джерелом УФ-випромінювання є Сонце.

До антропогенних джерел, які генерують УФ-випромінювання, належать: електрозварювальне обладнання, електроплавильні печі, оптичні квантові генератори, ртутно-кварцеві лампи і т.д.

Спектр УФ-випромінювання умовно поділяється на три діапазони:

- УФА – довгохвильовий з довжиною хвилі від 400 до 320 нм;
- УФВ – середньохвильовий – від 320 до 280 нм;
- УФС – короткохвильовий – від 280 до 100 нм.

Два останні діапазони (УФВ, УФС) – це так званий діапазон “жорсткого ультрафіолету”, надзвичайно шкідливі для всього живого. Ці випромінювання призводять до порушення структури білків та нуклеїнових кислот і, врешті-решт, до загибелі клітин.

На висоті 20–50 км від Землі повітря містить підвищену кількість озону. Озон утворюється у стратосфері за рахунок звичайного двоатомного кисню (O_2), який поглинає “жорстке” УФ-випромінювання.

Енергія УФ-випромінювань витрачається на фотохімічну реакцію утворення озону з кисню ($3O_2 \cdot 2O_3$), тому до поверхні Землі вони не доходять. До Землі проникає лише істотно послаблений потік “м'якого” УФ-випромінювання. Від його негативної дії організм людини вміє захиститися, синтезуючи у шкірі шар темного пігменту – меланіну

(засмага). Однак ця речовина утворюється дуже повільно. Тому тривале перебування на весняному сонці викликає її почервоніння, головний біль, підвищення температури тіла тощо.

Значні дози опромінювання можуть спричинити професійні захворювання шкіри та очей. Слід зазначити, що УФ-випромінювання характеризується двоякою дією на організм людини: з одного боку – небезпекою переопромінювання, а з іншого – його необхідністю для нормального функціонування організму, оскільки УФ-промені є важливим стимулятором основних біологічних процесів. Допустимі значення інтенсивності УФ-випромінювань наведено у таблиці 1.19.

Таблиця 1.19

Допустимі рівні інтенсивності ультрафіолетових випромінювань

* частина діапазону УФС.

Лазерне випромінювання. Лазерна техніка з кожним роком набуває дедалі ширшого використання. Це зумовлено унікальними властивостями лазерного випромінювання: монохромністю, високою спрямованістю, великою інтенсивністю (до 10^{14} Вт·см $^{-2}$). Лазери – це прилади, які створюють потужні пучки світла. Електромагнітне випромінювання у лазерному світлі має одну довжину хвилі, усі хвилі коливаються в одній фазі.

Джерелом лазерного випромінювання є оптичний квантовий генератор, принцип роботи якого базується на використанні вимушеного (стимульованого) електромагнітного випромінювання, яке генерується робочим елементом у результаті збудження (накачування) його атомів електромагнітною енергією.

Перший лазер був створений у 1960 р. американським фізиком Теодором Майманом з циліндричного кристала штучного рубіну. Рубін поглинав звичайне світло від газорозрядної імпульсної лампи і випромінював лазерний пучок світла (рис. 1.8).

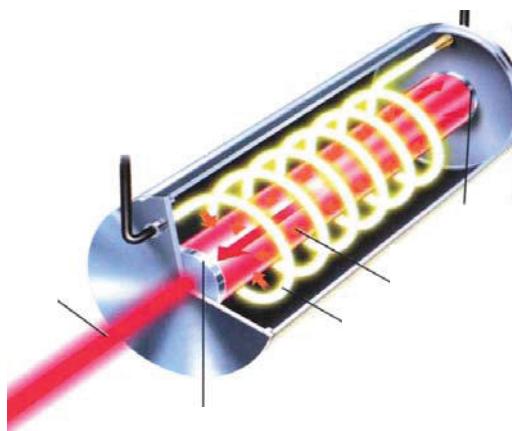


Рис. 1.8. Рубіновий лазер:

1 – промінь лазера; 2 – напівпрозоре дзеркало; 3 – імпульсна газорозрядна лампа;
4 – стрижень зі штучного рубіну; 5 – відбивальне дзеркало

В інших лазерах замість рубіну застосовують газові суміші або розчини барвників. У газових лазерах енергію, потрібну для збудження атомів газу і початку роботи лазера, постачає електричний розряд. Гелієво-неонові лазери дають червоне світло, аргоновий лазер – зелене, а лазери на вуглекислому газі – інфрачервоне випромінювання. Лазери на барвниках можна “налаштuvати” на різні частоти, змінюючи склад суміші барвників.

Удосконалення технологій призвело до створення лазерів на напівпровідникових матеріалах. Лазерне випромінювання широко використовується в інформаційних системах, енергетиці, металообробці, біології, медицині, військовій діяльності тощо, а лазерні системи – для дистанційного зондування об’єктів довкілля.

Під час експлуатації лазерних пристройів виникає небезпека, пов’язана не тільки з впливом лазерного випромінювання на організм людини, а і з низкою супутніх несприятливих чинників, а саме:

- підвищеною запиленістю та загазованістю повітря робочої зони продуктами взаємодії лазерного випромінювання з матеріалом мішені та повітрям (утворюється озон, оксиди азоту тощо);
- ультрафіолетовим випромінюванням імпульсних ламп накачування або кварцових газорозрядних трубок у робочій зоні;
- світлом високої яскравості від імпульсних ламп накачування і зони взаємодії лазерного випромінювання з матеріалом мішені;
- іонізуючим випромінюванням радіочастотного діапазону, яке виникає під час роботи генераторів накачування газових лазерів з підвищеною напругою в електричних колах живлення лазера.

З метою забезпечення безпечних умов праці персоналу санітарними правилами та нормами (СанПіН № 5804-91) регламентовані гранично-

допустимі рівні (ГДР) лазерного випромінювання на робочих місцях, які виражені в енергетичних експозиціях. *Енергетична експозиція* – це відношення енергії випромінювання, що падає на відповідну ділянку поверхні, до площини цієї ділянки. Одиночною одиницею вимірювання цієї величини є Дж·см⁻². Енергетична експозиція нормується окремо для рогівки та сітківки ока, а також шкіри.

У різних діапазонах довжини хвиль встановлюють норми ГДР лазерного випромінювання залежно від тривалості імпульсу, частоти повторення імпульсів, тривалості дії, кутового розміру променя, фонового освітлення тощо (табл. 1.20).

Таблиця 1.20

ГДР лазерного випромінювання

Примітка: довжина хвилі лазерного випромінювання відповідає ультрафіолетовій області спектра оптичного діапазону.

1.4.2.3. Радіаційне забруднення

Розвиток життя на Землі завжди відбувався за наявності природного радіаційного фону. Радіоактивне випромінювання – це не щось нове, створене розумом людини, а явище, яке існувало завжди. Нове, що створила сама людина, – це додатковий радіаційний вплив, якого людина зазнає, наприклад, під час рентгенівського обстеження, випадання радіоактивних атмосферних опадів після випробування ядерної зброї або внаслідок роботи (аварії) атомних реакторів.

До основних джерел радіаційного забруднення довкілля відносять:

- уранову промисловість, яка займається видобуванням, переробкою, збагаченням і виготовленням ядерного палива. Основною сировиною для палива є уранова руда, в якій вміст такого компоненту, як уран-235, властивості якого використовуються, становить десяті частки відсотка. Руда “збагачується” – з неї вилучається частина домішок. Паливо для цивільних атомних електростанцій (АЕС) вміщує уран-235 (2-4%). Бойовий ядерний заряд ядерної зброї сконцентрований значно більше;
- ядерні реактори різних типів, в активній зоні яких зосереджено велику кількість радіоактивної речовини і які є (за висловом фізиців) атомними бомбами, процеси в яких уповільнено до стаціонарного стану;
- радіохімічна промисловість, на підприємствах якої виконується переробка і поновлення відпрацьованого матеріалу, наприклад

ТВЕЛів, які замінюють, коли концентрація урану-235 зменшується до 1,0-0,9%. Тому відпрацьоване паливо АЕС має велику радіоактивність і небезпечне для довкілля. Під час роботи підприємств радіохімічної промисловості в атмосферу потрапляє деяка кількість радіоактивного йоду-131, а у водойми – стічні слаборадіоактивні води;

- місця переробки та захоронення радіоактивних відходів, які внаслідок неможливості забезпечити абсолютну ізоляцію джерела радіації виділяють радіонукліди у природне середовище. Спочатку цьому питанню не приділяли належної уваги, і ядерні держави (США, Франція, Велика Британія, СРСР) скидали радіоактивні відходи в ріки, моря, океани, у вироблені штолльні. Сьогодні розроблено технології, за якими радіоактивні відходи вміщаються у герметичні капсули, які зберігаються у спеціальних сховищах;
- використання радіонуклідів у вигляді закритих радіоактивних джерел невеликої потужності у промисловості, медицині, геології, сільському господарству.

Щороку під час виробництва ядерної енергії утворюється 200 тис. м³ відходів з низькою і проміжною активністю і 10 тис. м³ високоактивних відходів та відпрацьованого ядерного палива. Відходи накопичуються, їх кількість стрімко збільшується.

За кілька останніх десятиліть людство створило сотні штучних радіонуклідів і навчилося використовувати енергію атома як у військових цілях (для виробництва зброї масового ураження), так і в мирних (для виробництва електроенергії, у медицині, пошуку корисних копалин). Усе це призводить до збільшення дози опромінювання як окремих людей, так і населення Землі загалом.

Основну загрозу для навколошнього середовища становлять радіонукліди техногенного походження, які виникають під час випробовування ядерної зброї. З точки зору небезпеки забруднення біосфери продуктами ядерних вибухів, найбільш важливе значення мають наземні вибухи. Достатньо уявити, що в разі наземного ядерному вибуху потужністю 20 кт на поверхні землі утворюється вирва діаметром 81 м і глибиною 19 м до того ж загальний вихід ґрунту становить приблизно 20000 тонн. У результаті випробовування ядерної зброї, наприклад, до 1963 р. в стратосферу (8-55 км) піднято понад 200 млн тонн радіоактивного пилу, який випадав по всій земній кулі протягом кількох років. Оскільки тепер глобальні випадання зі стратосфери переважно визначаються продуктами розпаду ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs і ¹⁴C, то можна вважати, що кожний житель Землі за рахунок ядерних випробувань одержує щорічну дозу приблизно 0,02 мЗв.

Для виготовлення ядерної зброї і забезпечення роботи АЕС необхідне добування уранової руди, подрібнення і видобування з неї

урану, переробка його у збагачене ядерне паливо, виготовлення паливних елементів (ТВЕЛ 16) і використання їх у ядерних реакторах, переробка і поховання радіоактивних елементів.

Уранова промисловість займається видобуванням, переробкою, збагаченням урану і виробництвом ядерного палива (ядерної зброї). Радіохімічна промисловість займається переробкою ядерного палива. У результаті роботи АЕС утворюються радіоактивні відходи трьох типів: газоаерозольні, рідкі та тверді. У навколошнє середовище викидаються (після проходження систем очищення) тільки газоподібні і частково аерозольні та рідкі відходи; тверді відходи зберігаються на майданчику АЕС, а далі відправляються на захоронення.

Це явище характерне для міст, населених пунктів і особливо для мегаполісів. Тому там часто виникають так звані “острови тепла” і формується особливий мікроклімат.

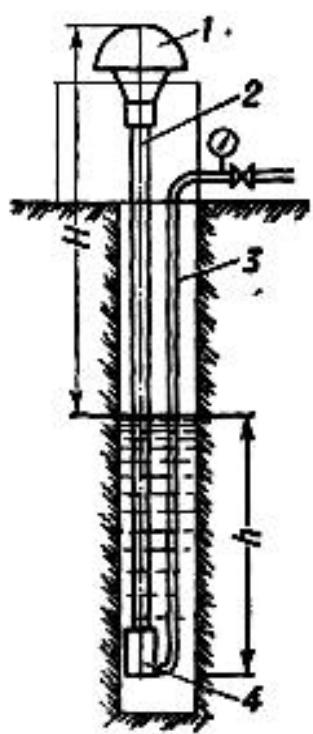
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які існують екологічні проблеми сучасності?
2. Який сучасний екологічний стан в Україні?
3. Класифікація природних ресурсів.
4. Які ресурси відносять до ресурсів техносфери?
5. Які ресурси відносять до вичерпних і невичерпних? Приклади.
6. Які ресурси відносять до відновлюваних і невідновлюваних? Приклади.
7. Земельні і водні ресурси України.
8. Мінеральні, біологічні та енергетичні ресурси України.
9. Умови збалансованого використання і відтворення природних ресурсів.
10. Які Ви знаєте техногенні забруднювальні речовини?
11. Які існують забруднення та джерела забруднення атмосферного повітря?
12. Які існують забруднення та джерела забруднення гідросфери?
13. Які існують забруднення та джерела забруднення ґрунтів?
14. Назвіть головні джерела техногенного забруднення в Україні.
15. Який вплив на довкілля чинять шумові та вібраційні забруднення?
16. Електромагнітне випромінювання та його вплив на довкілля.
17. Від чого залежить ступінь впливу ІЧ-випромінювань?
18. Які біологічні властивості ультрафіолетового випромінювання?
19. Який вплив на людину чинить лазерне випромінювання?
20. Які зміни привносить теплове забруднення у довкілля?
21. Що передбачають техніко-екологічні аспекти виробництва?
22. Що таке технічна система?
23. Які основні вимоги до технічних систем?
24. Який вплив надійності технічних систем на екологічний стан довкілля?
25. Що є причиною змін ландшафтного і біологічного різноманіття?



Проблема вичерпності мінеральних ресурсів має три аспекти:

Отже, питання *розвідки, вивчення, видобування, переробки i використання* корисних копалин набули дуже великої актуальності.



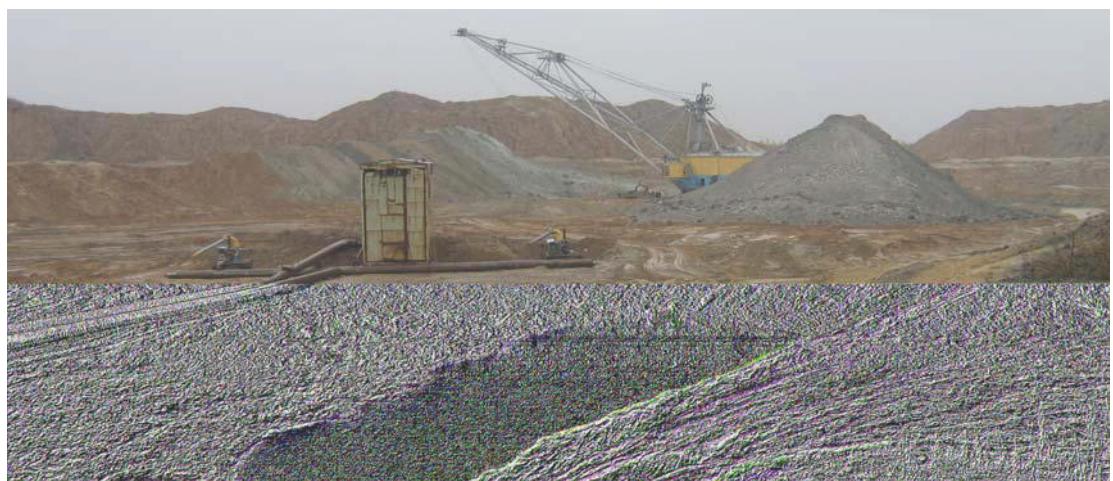
залигання теплоносієм.

Технологічна схема виплавки підземної включає:

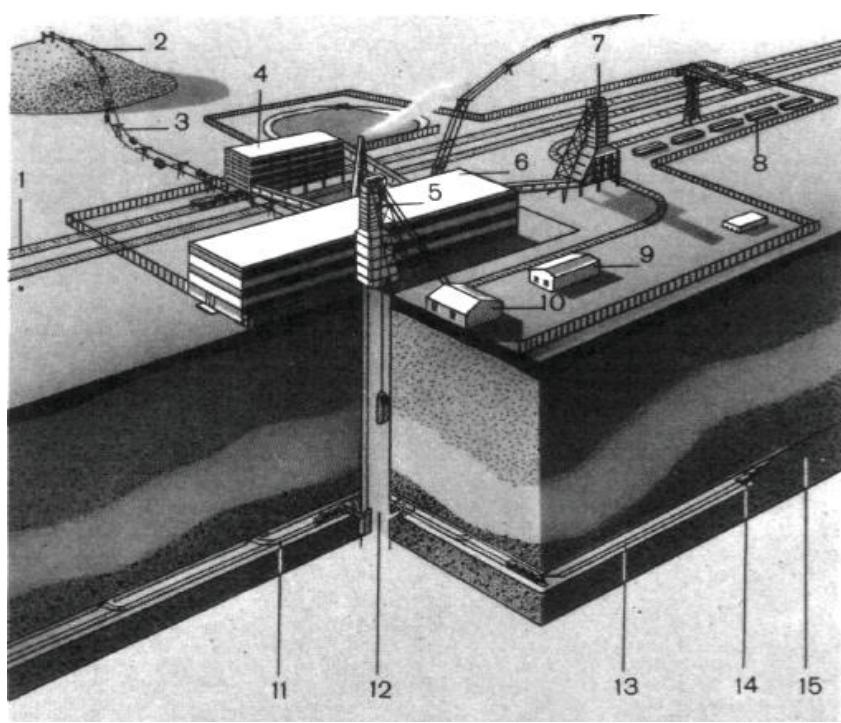
- установки для приготування теплоносія води з температурою 165°C і більше (котельня з хімічним водоочищеннем);
- поверхневі комунікації (магістральні і қущові трубопроводи);
- видобувні свердловини.

Обладнують свердловини колонами концентрично розміщених труб для подачі теплоносія, стиснутого повітря і піднімання розплавленої корисної копалини на поверхню. Накачаний в свердловину теплоносій через перфорацію у нижній частині труби надходить у пласт і, поширюючись кавернами і порами, розплавляє корисну копалину, яка стікає у вибій свердловини і відкачується ерліфтом.

Найбільші масштаби відкритих гірничих робіт пов'язані з видобуванням корисних копалин. До того ж всі основні види і процеси із вилучення корисної копалини з надр здійснюють у відкритих гірничих виробках.



рудничным полем.



розмелюванням корисних копалин, “розділення” мінералів вже процесами збагачення.

Як правило, спочатку виконується рудопідготовка, яка складається із подрібнення, грохотіння, а також усереднення матеріалу. Подрібнення проводиться в декілька стадій, між якими можна виділяти готовий продукт. Подрібнення здійснюється на дробарно-сортувальних установках, які призначені для первинної переробки і підготовки видобутої гірничої маси до промислового використання. Подрібнення виконується на дробарках.

Серед сучасних дробарок виділяють машини великого (до 100-350 мм), середнього (40-100 мм) і дрібного (5-40 мм) подрібнення. За конструктивним використанням робочого органу розрізняють: щокові дробарки, у яких подрібнення здійснюється за допомогою двох прямокутних плит-щок, одна або обидві з яких роблять коливальний рух; конусні дробарки, в яких подрібнення відбувається всередині простору, утвореного внутрішньою поверхнею нерухомого конуса і зовнішньою поверхнею рухомого конуса, який здійснює гіраційні рухи; валкові дробарки, в яких подрібнення здійснюється між циліндричними валками або між валком і плитою; дробарки ударної дії, до яких належать роторні дробарки, молоткові дробарки, де подрібнення здійснюють битами або молотками, закріпленими на корпусі ротора, який швидко обертається. В сучасній практиці подрібнення основною руйнівною дією є роздавлювання.

За видом реалізації методи подрібнення ділять на механічні (найбільш поширені), пневматичні або вибухові, електрогідрравлічні, електроімпульсні, електротермічні та аеродинамічні. За способом дії на матеріал подрібнення – на статичне і динамічне.

Статичні способи механічного подрібнення здійснюються: роздавлюванням, розколюванням, зламуванням, яке проводять в щокових, конусних та валкових дробарках.

Динамічні способи подрібнення здійснюються: ударами,стиранням, розколюванням та роздавлюванням. За розмірами кінцевого продукту виділяють подрібнення велике (100-350 мм), середнє (40-100 мм), дрібне (5-40 мм).

Процес подрібнення здебільшого поєднують із попереднім грохотінням, коли увесь вихідний матеріал спочатку надходить на грохот, а в дробарку направляються лише великі шматки, до того ж підрешітковий продукт грохоту іде далі, минаючи дробарку.

Грохотіння – це дуже важливий процес збагачення і перероблення корисних копалин, а *грохот* – це машина або пристрій для розділення (сортування) сипких матеріалів за розмірами шматків на просівальних поверхнях з калібриваними отворами для отримання продуктів різного гранулометричного стану. За характером руху робочого органу, тобто

просіювальної поверхні або способу переміщення матеріалу грохоти розрізняють за принципом дії на:

називається *флокуляцією*. Найбільш ймовірний механізм дії таких добавок (флокулянтів) – адсорбція макромолекул одночасно на різних частинках.

У водних середовищах активними флокулянтами вважають органічні високомолекулярні сполуки (крохмаль, виробничі целюлози), синтетичні полімери акрилового ряду (поліакриламіди, поліакрилати), полівініловий спирт, поліелектроліти, а також неорганічні сполуки типу полікремнієвої кислоти.

Враховуючи, що збагачення корисних копалин проводять, в основному, у водяному середовищі, вкрай необхідним технологічним процесом є обезводнювання.

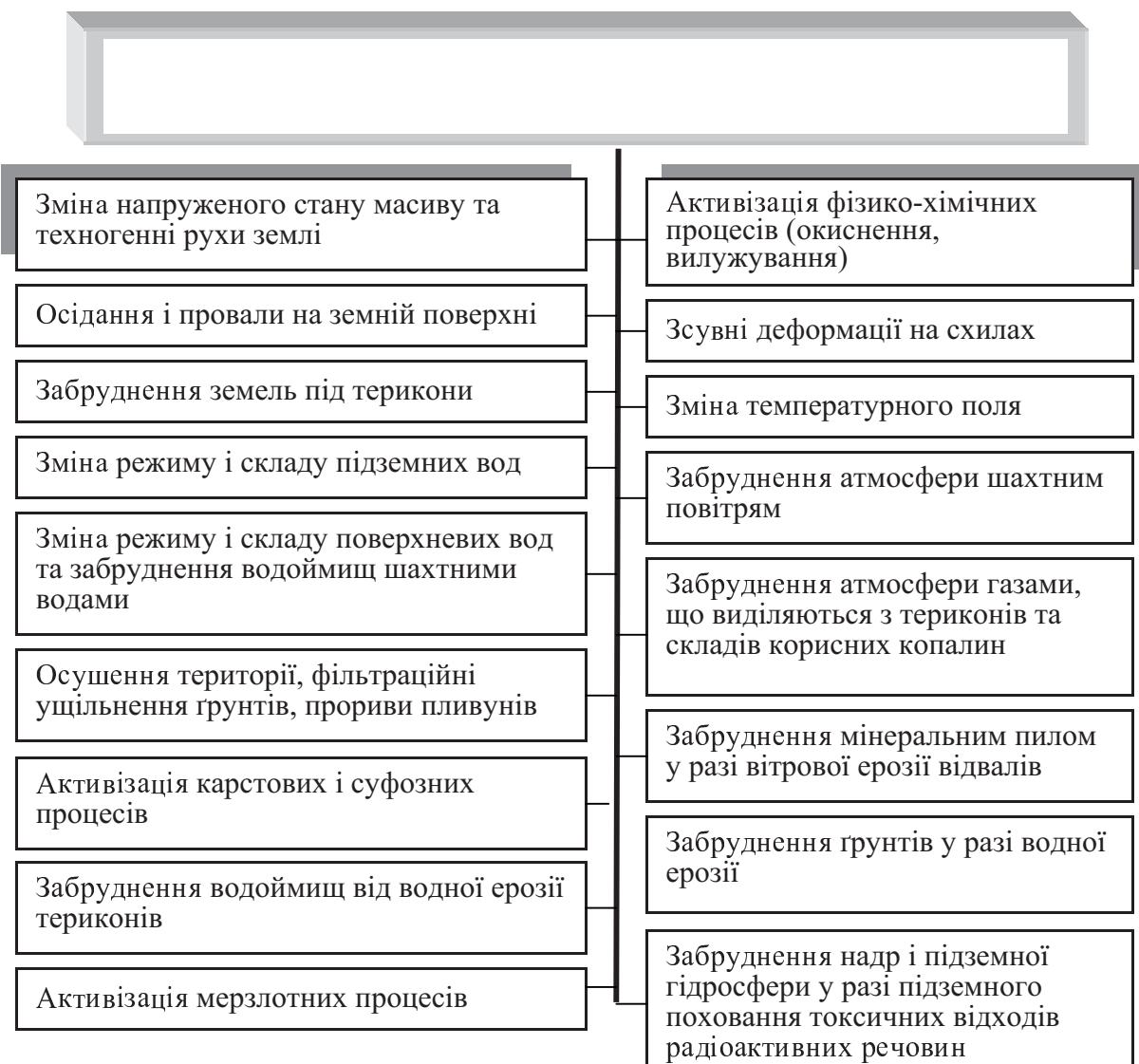
Обезводнювання – процес відокремлення рідкої фази (переважно води) від корисної копалини або отриманих із нього продуктів переробки. Продукти збагачувальних фабрик значно насичені водою і непридатні для подальшого металургійного перероблення або транспортування. У зв'язку з цим всі концентрати обезводнюють. Досить часто обезводнюють також відходи збагачувальних фабрик в основному з метою видалення з них води для зворотного водозабезпечення або для сухого складування відходів. Обезводнення може здійснюватись простим дренуванням, згущуванням, фільтруванням і термічним сушінням. Обезводнювання виконується на обезводнювальних установках.

Обезводнювальна установка – це споруда з відповідними пристроями для відокремлення води від корисної копалини. Вибір обезводнювальної установки залежить від розмірів частинок продукту, який обезводнюється. Для матеріалу, частинки якого більші 3-5 мм, використовують обезводнювальні установки для дренування в штабелях, грохоти, елеватори і класифікатори. Обезводнювання в штабелях здійснюють на дренажній складах, зроблених із залізобетону з вертикальними або похилими стінами та пологим дном, в якому є дренувальні канавки. Для обезводнення використовують вібраційні, резонансні і самобалансні грохоти, а для дуже обезводнених продуктів використовують дугові грохоти, в яких 75% води видаляється за рахунок відцентрових сил.

Обезводнювання на елеваторах здійснюється дренуванням в процесі транспортування ковшами. Якщо продукт, що обезводнюється, має розміри частинок в межах 0-0,5 мм, та використовують магнітні дешламатори, згущувачі, гідросепаратори, гідроциклони, центрифуги та магнітні сепаратори. Магнітні дешламатори і магнітні сепаратори використовують для магнітних продуктів.

Термічне висушування продуктів збагачення здійснюються в основному в барабанних сушарках, в печах киплячого шару інколи в конвеєрних сушарках, ще рідше в трубах-сушарках.







більших глибинах і в складних гірничо-геологічних та кліматично-погодних умовах.

Гідромеханізовані розробки корисних копалин є одним із досить важомих чинників забруднення гідросфери, оскільки усі гідромеханізовані технології пов'язані з використанням води, її забрудненням та поверненням води в забрудненому стані в загальну гідрологічну мережу.

Вплив розробок корисних копалин гідромеханізованим і свердловинним способами на навколошнє середовище досить значний (рис. 2.7 і 2.8).









Як уже згадувалось, енергетика охоплює енергетичні ресурси, добування, перетворення, передавання і використання різноманітних видів енергії. Найпоширенішою галуззю енергетики є електроенергетика. Вона охоплює всі типи електростанцій: теплові, атомні, сонячні, гідроелектроцентралі та господарство електромереж.

Провідне місце в електроенергетиці України належить атомним (АЕС) і тепловим електростанціям (ТЕС) – разом вони дають понад 90% всієї виробленої електроенергії.

Перші ТЕС були побудовані наприкінці XIX ст., набули масового поширення у ХХ ст. і до переходу на газ розміщувалися поблизу джерел паливних ресурсів.

Теплові електростанції потужністю понад 2 млн кВт·год називають державними районними електростанціями (ДРЕС) – їх розміщують у великих промислових регіонах (рис. 3.1).

Найбільшими споживачами електроенергії є промисловість (65%), транспорт і сільське господарство (по 10%), будівництво, побут та інші галузі.

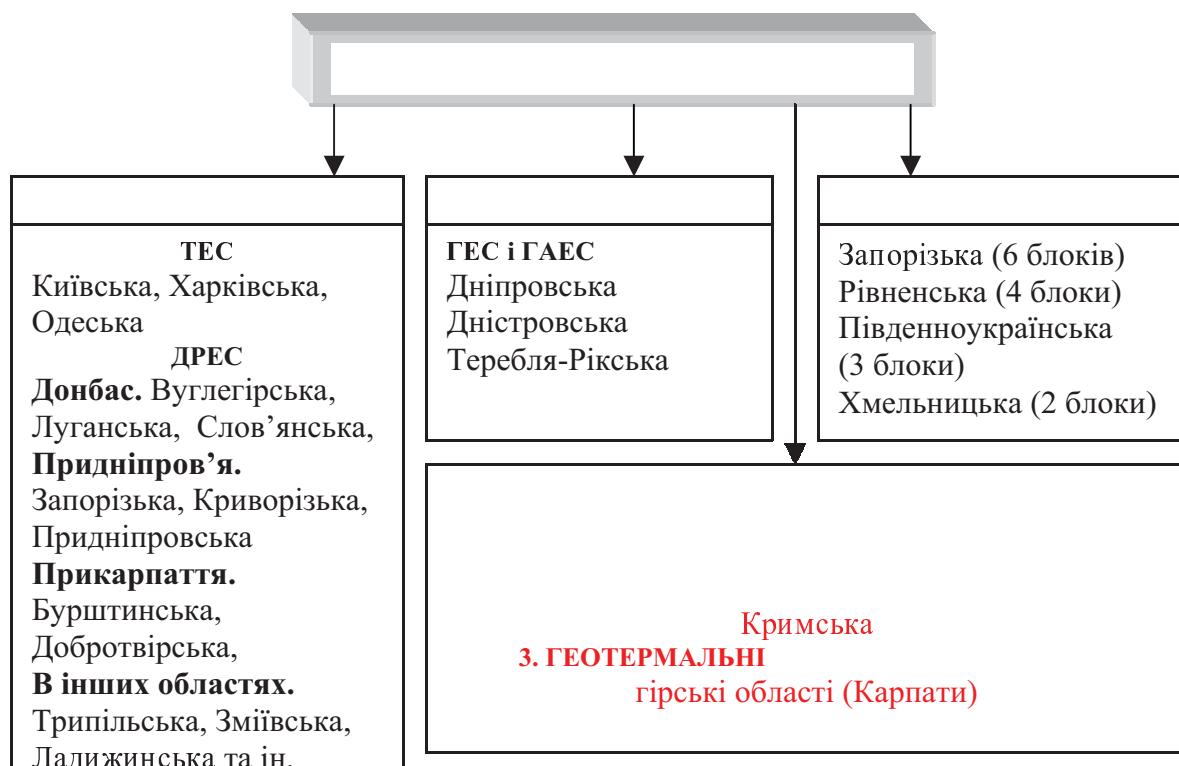


Рис. 3.1. Географія розміщення електростанцій України

У великих містах працюють теплоелектроцентралі (ТЕЦ), які є результатом комбінування двох виробництв: електроенергії та гарячої води для опалення приміщень у холодну пору року.

Першу атомну електростанцію було введено в експлуатацію 27 червня 1954 р. у м. Обнінськ Калузької області. Від того часу ядерна енергетика у всьому світі почала бурхливо розвиватися. За даними МАГАТЕ (міжнародного агентства з атомної енергетики) на початок 90-рр. ХХ ст. у світі працювало понад 430 енергоблоків ефективною потужністю близько 318 тис. МВт, які забезпечували 17% світового виробництва електроенергії, на різних стадіях будівництва знаходилося ще 100 реакторів загальною потужністю 80 тис. МВт. На сьогоднішній день в Україні функціонує чотири АЕС – це Запорізька (6 млн кВт.), Хмельницька та Південноукраїнська (по 3 млн кВт.) та Рівненська (1,818 МВт). Будівництво Кримської та Чигиринської АЕС зупинено, а Чорнобильську АЕС не експлуатують з 15 грудня 2000 року.

За сучасних технологій і дотримання норм безпеки атомна енергетика є незамінною для промислового Придніпров'я та південних, бідних на енергетичні ресурси, районів України. На жаль, складність експлуатації і надзвичайно високі ризики роботи з ядерним паливом стримують більш широке поширення і використання атомних електростанцій.

Роль гідроенергетики в Україні відносно незначна. Великі гідроелектростанції (ГЕС) розміщені на Дніпрі: Київська, Канівська, Кременчуцька, Дніпровська, Дніпродзержинська, Каховська; на Дністрі — Дністровська. Єдину велику ГЕС на гірських річках було споруджено у Карпатах — це Теребля-Рікська. Всі ГЕС України дають близько 7% електроенергії (табл. 3.2). Загалом на ГЕС припадає близько 20% електроенергії, одержуваної на Землі.

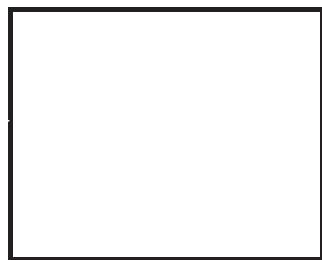
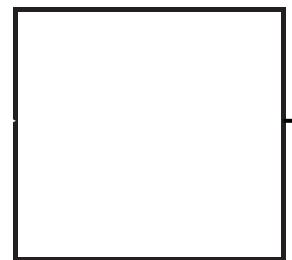
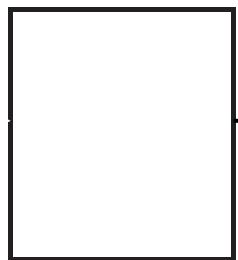
значення можуть мати сонячні електростанції (СЕС) та геотермальні (що використовують внутрішнє тепло Землі).

Використання енергії відновлюваних джерел дасть можливість знизити споживання дефіцитних для України нафтопродуктів на 5-6%, у тому числі за рахунок використання геліоресурсів – на 1,7%, вітроенергії – на 2,8%, геотермальної енергії – на 0,1%, біогазу – на 0,2%, гідроенергії річок – на 0,9% (табл.3.3).

За останні роки в нашій країні поступово зростає потужність електростанцій. Україна водночас є як експортером, так і імпортером електроенергії. Україна експортує електроенергію до країн Центральної Європи (Угорщини, Польщі, Болгарії, Молдови). Донецький регіон частину електроенергії одержує з Росії.

Електроенергія передається на значні відстані за допомогою ліній електропередач (ЛЕП) великої потужності – 500 і більше КВт (ЛЕП-500, ЛЕП-750, ЛЕП-800, ЛЕП-1500).

Видобу-
вання
палива



(річка, водосховище тощо). У конденсаторі охолоджувальної води передається майже 55% теплоти пари. Цю частину теплоти не використовують. Саме ці витрати енергії використовуються в ТЕЦ для підігрівання води та опалення житла. Тому ТЕЦ будують безпосередньо біля індустріальних міст.

За енергетичним устаткуванням ТЕС поділяють на *паротурбінні*, *газотурбінні* та *дизельні*.

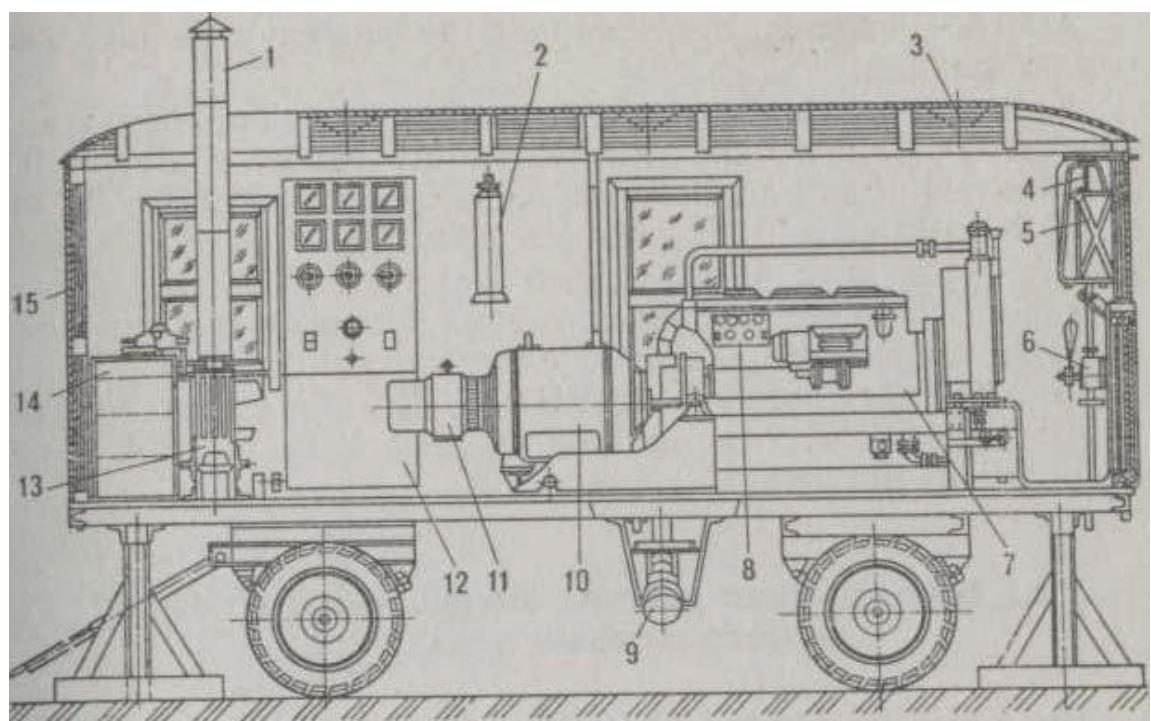
Паротурбінні електростанції (ПТЕС). Основне енергетичне устаткування ПТЕС: котлоагрегати, парові турбіни, турбогенератори та інше обладнання. Паротурбінні електростанції поділяють на *конденсаційні* (КЕС) та *теплоелектроцентральні* (ТЕЦ).

На КЕС тепло, яке отримали під час спалювання палива, перетворюється на енергію водяної пари, яка подається у конденсаційну турбіну, де внутрішня енергія пари перетворюється спочатку в механічну енергію обертання турбіни, а потім електричним генератором у електричний струм. Відпрацьована пара відводиться у конденсатор, звідки конденсат пари перекачується насосами знов у парогенератор. Таким чином забезпечується замкнений цикл використання пари.

На відміну від КЕС у теплових електроцентралях перегріта пара не повністю використовується у турбінах, а частково відбирається для потреб теплофікації. Комбіноване використання тепла значно підвищує економічність теплових електростанцій та суттєво знижує вартість виробленої енергії.

До складу ТЕС входять: паливне господарство зі системою підготовки палива до спалювання; котельне обладнання з установками водопідготовки та конденсатоочищення; система технічного водопостачання; система шлаковидалення; електротехнічне господарство та система контролю й автоматичного управління енергообладнанням.

Газотурбінні електростанції (ГТЕС) використовують як резервні джерела енергії (25-110 МВт) для перекривання навантаження в години “пік” або у разі виникнення в енергосистемах аварійних ситуацій. Також застосовують комбінування парогазового обладнання (ПГО), в якому продукти спалювання та нагріте повітря потрапляють у газову турбіну, а тепло відпрацьованих газів використовується для підігрівання води або виробництва пари для парової турбіни низького тиску. к.к.д. ГТЕС зазвичай становить 26-28%, потужність до декількох сотень МВт.



3.3. Атомні електростанції

Використання ядерної енергії на АЕС стало можливим завдяки відкриттю реакції ділення ядер важких елементів під впливом нейтронів та створенню ядерних реакторів для здійснення керованої ядерної ланцюгової реакції. Ядерна енергетика здійснює перетворення ядерної енергії в інші види – теплову, електричну, механічну тощо.

Ядерна енергія найбільш концентрована форма енергії, що використовується людиною. Коли ядра важких атомів діляться на дві частини, відбувається виділення енергії: миттєве (або вибухове) в атомних бомбах та повільне, кероване – у ядерних реакторах. У природі існує тільки один елемент, який сам ділиться – це уран. Уранова руда складається з трьох ізотопів: уран-233, -235 та -238; і тільки уран-235 підходить як паливо для ядерних електростанцій. Під час виробництва енергетичного палива спочатку до складу руди входить не більше 0,7% урану-235. У процесі збагачення руди концентрація цього ізотопу збільшується до 90 відсотків. Перетворення ядерної енергії в електричну здійснюється на атомних електростанціях, основною складовою частиною яких є ядерний реактор. Під час поділу 1 кг урану виділяється стільки теплової енергії, скільки можна отримати, спалюючи 2000 тонн вугілля. До того ж в атмосферу не потрапляють шкідливі домішки і діоксид карбону (IV) – вуглекислий газ. Єдиною відмінністю між атомною електростанцією і станцією, що працює на вугіллі, є джерело теплової енергії. Кінцеві технологічні процеси перетворення механічної енергії в електричну на обох типах станцій збігаються.

У більшості країн світу експлуатують переважно енергетичні реактори на теплових нейтронах із слабо збагаченим або природним ураном, водо-водяного типу, в яких вода використовується як теплоносій та сповільнювач. На них припадає 75% реакторів, у тому числі 55% становлять реактори типу “з водою під тиском”, до числа яких відноситься ВРЕР-1000 (рис. 3.4).

Основна частина ядерного реактора – активна зона, де протікає ланцюгова реакція ділення ядерного палива у вигляді ТВЕЛів. Діаметр ТВЕЛА – 9,1 мм, діаметр паливних таблеток (спечений порошок UO_2) – 7,53 мм, маса завантаження двоокису урану у ТВЕЛі становить 1565 г. ТВЕЛі об’єднано в тепловидільні збірки (ТВЗ) касетного типу, які містять 317 ТВЕЛів та 12 напрямних стрижнів керування. Кількість ТВЗ в активній зоні – 163, з них з регулювальними стрижнями – 61.

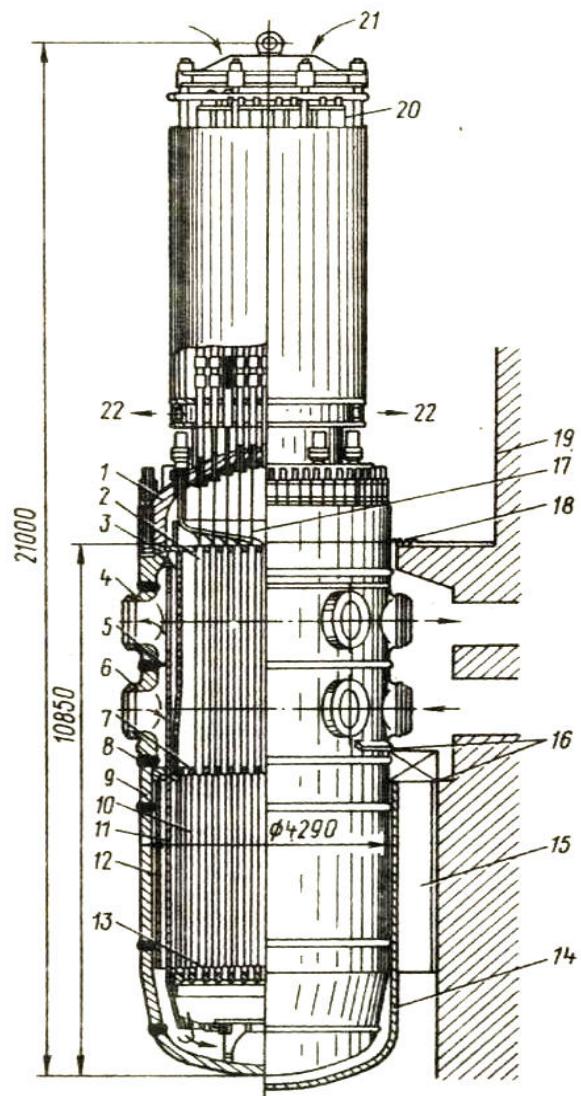


Рис. 3.4. Водо-водяний реактор BBEP – 1000:

Активну зону реактора становлять стрижні (трубки) 1 з ядерним паливом у вигляді ТВЕЛів і регулювальні стрижні 3 (кадмій, бор). Ці стрижні омиваються водою 2 (під великим тиском за температури до 300°C), яка є, як відзначалося вище, і уповільнювачем нейтронів, і теплоносієм.

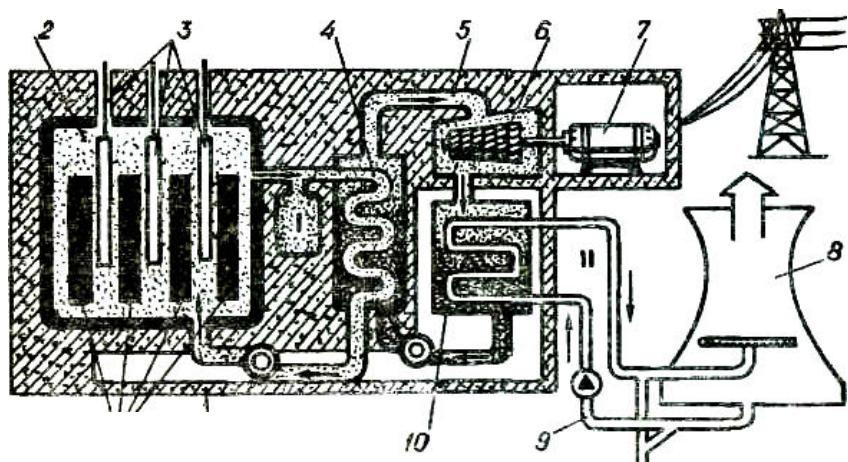


Рис. 3.5. Схема атомної електростанції на теплових нейтронах:
 1 – стрижні (трубки); 2 – вода; 3 – регулювальні стрижні; 4 – змійовик-нагрівач;
 5 – паропровід робочої пари; 6 – турбіна; 7 – генератор електричного струму;
 8 – градирня; 9 – паропровід відпрацьованої пари; 10 – конденсатор;
 11 – бетонний кожух,

Ця вода створює перший замкнений контур: *активна зона – змійовик-нагрівач* 3. Вона радіоактивна, тому всі ці частини реактора і нагрівача обмежені бетонним кожухом 11, який захищає навколошне середовище від шкідливого впливу радіоактивного випромінювання активної зони.

Другий водяний контур (захищений від радіоактивних елементів) становлять – вода у нагрівачу 3, паропровід 5 та конденсатор 10. Це ще один замкнений контур. Вода цього контуру, нагріта до високої температури під великим тиском у нагрівачу, перетворюється на пару і через паропровід спрямовується на турбіну 6, яка приводить у дію генератор електричного струму 7. Таким чином, ядерна енергія перетворюється спочатку у внутрішню енергію пари, яка виконує механічну роботу, обертаючи ротор електричного генератора, а в кінцевому результаті – в енергію електричного струму. Відпрацьована пара від турбіни надходить у конденсатор, який ще через один контур зв'язаний з відкритою водоймою та градирнею 8.

Для зниження радіації до безпечноого рівня і створення нормальних умов праці реактор екранують біологічним екраном, до складу якого входить сповільнювач “швидких” нейтронів. Це може бути вода, свинець, залізо чи бетон, який містить залізну руду.

Атомна енергетика – це не тільки атомні електростанції, а й комплекс підприємств, які потрібні для забезпечення їх паливом. Це рудники, де видобувають уранову руду, заводи із її збагачення і видалення оксиду урану, підприємства, на яких відокремлюють ізотопи урану та створюють тепловидільні елементи. Після того, як ці елементи будуть використані на АЕС, їх транспортують на завод, де з відпрацьованого палива відокремлюють продукти поділу і неспалене паливо. Цей цикл закінчується захороненням решток поділу та інших радіоактивних елементів.

Добова витрата мазуту на ТЕЦ потужністю 2 000 МВт становить 8,3 тис. тонн, а якщо станція працює на вугіллі – 10 тис. тонн. У той же час потреба в паливі АЕС такої самої потужності становить 180 кг. Збільшення потужності енергоблоків до 1000 МВт робить АЕС конкурентоспроможними порівняно з ТЕЦ. Тому АЕС проектируються як великі енергетичні комплекси потужністю 4-6 млн кВт, через те, що будування великих АЕС вигідно з економічної точки зору.

Сьогодні на основі досліджень стала реальною задача комплексного використання атомних станцій для виробництва електричної та теплової енергії. Тому їх розташовують поблизу міст та промислових комплексів.

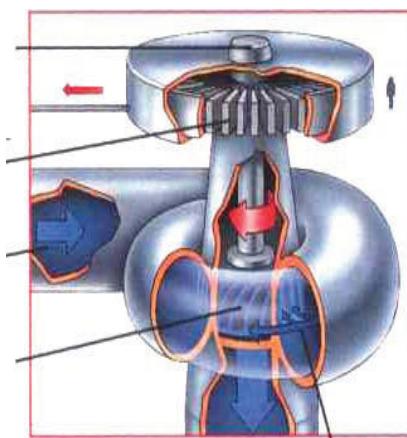
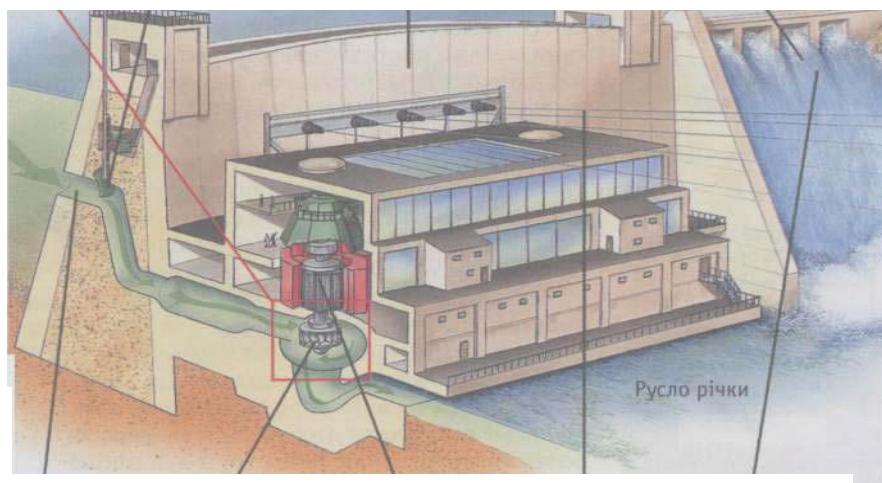
Оскільки для АЕС практично не існує проблеми транспортування палива, то і розташовувати їх можна у районах із напруженим паливо-енергетичним балансом. Єдиною суттєвою умовою є необхідність їх спорудження біля водних джерел для забезпечення охолодження реакторів.

3.4. Гідроелектростанції

Технічно доцільними для використання на території України можуть бути гідроенергетичні ресурси Дніпра – 46%; Дністра та Тиси – по 20% і на всі інші річки України – 14%, тобто ці ресурси дуже обмежені.

Особливо велике значення ГЕС Дніпровського каскаду мають для водопостачання маловодних районів Центра та Півдня країни. Загалом з ресурси штучних накопичувачів води на Дніпрі забезпечують 35% промислової та комунально- побутової потреби країни.

На рис. 3.6 зображене загальний вигляд гідроелектростанції. Рушійною силою в гідроелектростанції є потік річкової води, який приводить в дію гідротурбіну поєднану з електрогенератором (рис. 3.7).



На деяких гідростанціях використовують метод наливного водосховища, або гідроакумуляції. Протягом дня вода переходить із вищого рівня водойми на нижчий, обертаючи при цьому гідротурбіни. Вночі, коли споживання енергії незначне, насоси, на які подається надлишкова енергія з гідроелектростанції, перекачують воду з нижчого рівня на вищий. Надлишок води спускають через водозлив.

Гідроакумулювальні електростанції (ГАЕС) включаються в регіональну енергомережу з іншими електростанціями і виконують роль демпфера – самі споживають електроенергію, коли вона є в надлишку, і повертають у мережу, коли її недостатньо.

Електричні машини гідроакумулювальних станцій можуть працювати як насоси, коли качають воду у верхнє водоймище, і як гідротурбіни електрогенератора — коли вода з верхнього водоймища перетікає в нижнє. Першу в СРСР гідроакумулювальну електростанцію було споруджено у 1971 році на правому березі Київського моря. Її потужність – 225 МВт, напір – 65 м, довжина водоймища – 275 м. Після 1980 року в СРСР було побудовано ще дві ГАЕС: у Загорську (Московська обл.) на р. Кум'я потужністю в 1200 МВт і в Литві на річці Неман – 1600 МВт.

3.5. Вплив електроенергетики на довкілля

Електроенергетика – з одного боку основа розвитку всіх без винятку галузей народного господарства, а з другого – джерело техногенного впливу на навколоіснє середовище, що суттєво погіршує умови життєдіяльності. У наші дні, ще не знайдено жодного джерела електроенергії, використання якого б не впливало прямо або опосередковано на біосферу.

3.5.1. Вплив ТЕС на довкілля

Взаємодія ТЕС з довкіллям залежить від кількісних та якісних характеристик відходів у ланцюгу від видобування енергоносіїв до одержання електроенергії.

Вплив на атмосферу. Теплові електростанції, що працюють на твердому паливі, викидають у атмосферу частки золи та недогорілі частки палива, сірчистий та сірчаний ангідриди, оксиду азоту та вуглецю, водяну пару тощо.

Під час використання природного газу в атмосферу надходять токсичні речовини – оксиди азоту та оксид вуглецю, а у разі транспортування палива на ТЕС та його складування повітря забруднюється пилом.

Концентрація забруднювальних речовин в атмосфері залежить від рельєфу місцевості, швидкості вітру, перегрівання їх щодо температури навколошнього середовища, висоти хмарності, фазового стану та інтенсивності. Так, градирні в системі охолодження конденсаторів ТЕС суттєво зволожують мікроклімат у районі станції, сприяють утворенню низької хмарності, туманів, зниженню сонячної активності, викликають мряку, а взимку іній та ожеледицю. Взаємодія викидів із туманом призводить до утворення стійкої сильно забрудненої дрібнодисперсної хмари тобто смогу.

Вплив на гідросферу. Взаємодія ТЕС із гідросферою характеризується в основному споживанням води, в тому числі необоротним споживанням води, коли вода перетворюється на пару і розсіюється в атмосфері. За деяким оцінюванням на охолодження конденсаторів на ТЕС витрати води становлять 120 кг/кВт·год. Основним фактором впливу на гідросферу є скидання теплої води у водойми, наслідками якої можуть бути:

- постійне локальне підвищення температури;
- зміна умов льодоставу і паводків;
- виникнення випаровувань і туманів.

Поряд із порушенням мікроклімату теплові викиди призводять до заростання водойм водоростями, порушення кисневого балансу, що створює загрозу для життя мешканців рік та озер. Як показали дослідження гідробіологів, вода, нагріта до температури 26-30°C, пригнічує мешканців водойм, а якщо температура води піднімається до 36°C – риба починає гинути. Крім конденсаторів турбоагрегатів споживачами охолоджувальної води є системи зливання шлаків та інші системи, що викидають зливи на поверхню землі, або в гідросферу.

Вплив на літосферу. Основними факторами впливу ТЕС на літосферу є осадження на її поверхні твердих часток та різних хімічних розчинів; вилучення зі сільськогосподарського використання орних земель та луків під будівництво ТЕС і золовідвалів. Видалені з топки зола та шлаки утворюють золошлаковідвали на поверхні літосфери.

Під час промивання поверхонь нагріву котлоагрегатів утворюються розведені розчини соляної кислоти, натрію, аміаку, солей амонію, заліза та інших речовин.

Отже, електростанція потужністю 1000 МВт, яка працює на вугіллі, викидає в атмосферу приблизно 5000 тонн SO₂; 10000 тонн оксидів азоту.

На поверхню землі надходить близько 400000 тонн золи, в якій міститься 80 тонн важких металів (As, Pb, Cd, Va та ін.). Така станція під час спалювання палива витрачає таку кількість кисню, яку виділяє 101 тисяча гектарів лісу.

Теплове забруднення. Термодинамічна особливість виробництва на ТЕС електроенергії полягає в тому, що близько 67% теплової енергії відводиться в навколишнє середовище.

Відведення теплової енергії потребує річок, природних водойм, або створення ставків-охолоджувачів. Тобто від народного господарства відбирають додаткові площини земної поверхні. Крім конденсаторів турбоагрегатів споживачами охолоджувальної води є системи зливу шлаків та інші системи, що викидають зливи на поверхню землі, або в гідросферу.

Під час будівництва електростанцій теплове скидання чинними нормами не обмежують, а лише вимагають, щоб підігрів води у водоймах не перевищував її природної температури, а саме влітку на 3°C, а взимку на 5°C. Таким чином, запобігання тепловому забрудненню водного басейну зводиться до переведення його у прихований стан випаровуванням нагрітої води.

3.5.2. Вплив ГЕС на довкілля

Використання ГЕС призводить не тільки до позитивних, але й до негативних наслідків, які завдають шкоди водним екосистемам, порушують їх умови, погіршують якість води, зменшують біопродуктивність. Наслідки гідротехнічного будівництва на екосистеми водних об'єктів можна поділити на такі типи:

- морфометричні – зміна окреслення та довжини берегових ліній, перерозподіл глибин, зміна площин водного дзеркала;
- гідрофізичні – збільшення та зменшення водності, перерозподіл водного стоку у просторі та часі, зміна швидкості течії, зміна водообміну та терморежimu;
- гідрохімічні – зміна загальної мінералізації та іонового вмісту, зміна газового (кисневого) режиму, збільшення вмісту органічних та біологічних речовин;
- токсикоекологічні та радіоекологічні параметри: збільшення вмісту важких металів, пестицидів, радіонуклідів, збільшення індексів біотестів;
- гідробіологічні та біопродуктивні параметри: зміна флори та фауни, в тому числі зменшення рідкісних, цікавих та господарсько важливих видів, розвиток шкідливих видів, поява цвітіння води, заростання та заболочення водоймищ, погіршення умов самоочищення.

Утворення штучних водосховищ нерідко негативно впливало на географічні, економічні і кліматичні характеристики біосфери. З затоплених водосховищами площ переселено десятки мільйонів людей,

переміщено промислові підприємства, дороги, лінії електропередач, трубопроводів тощо.

за ступенем небезпечності хоча б приблизно нагадували продукти розщеплення”.

Нагромадження в природі невластивих для неї радіоактивних речовин украй шкідливо діє на біосферу.

стає надзвичайно небезпечним радіоактивним

Забруднення починається на стадії видобування сировини. Після вилучення урану 90% добутої з надр породи повертається у звалища і перетворюється на джерело забруднення атмосфери радіоактивним газом радоном, який викликає у ссавців рак легенів. Кількість радіоактивних відходів зростає на стадії збагачення руди. В результаті роботи реактора радіоактивним стає все, що контактує з відпрацьованим ядерним паливом (машини, контейнери, обладнання, одяг персоналу). Все це необхідно ховати та охороняти сотні років, щоб не потрапило до зловмисників. АЕС виробляє сотні видів радіоактивних речовин, яких раніше не було в біосфері і до яких живі істоти не пристосовані.

Щороку під час виробництва ядерної енергії утворюється 200 тис. м³ відходів з низькою і проміжною активністю і 10 тис. м³ високоактивних відходів та відпрацьованого ядерного палива. Відходи накопичуються, їх кількість стрімко збільшується.

довкіллю завдають майже 1000 тимчасових могильників навколо АЕС, у яких знаходиться 40 млн тонн твердих відходів із сумарною радіоактивністю понад 200 тис. Ci. У четвертому блоці, який вибухнув (рис. 3.8), залишилася велика кількість радіоактивного бруду потужністю в багато сотень тисяч Ci, надійність нерозповсюдження якого зовсім не гарантовано. Наслідки аварії впливають та будуть впливати на життя 35 млн людей. Певні групи населення потребують спеціального медичного спостереження (150 тис. людей, які зазнали йодного впливу на щитоподібну залозу).

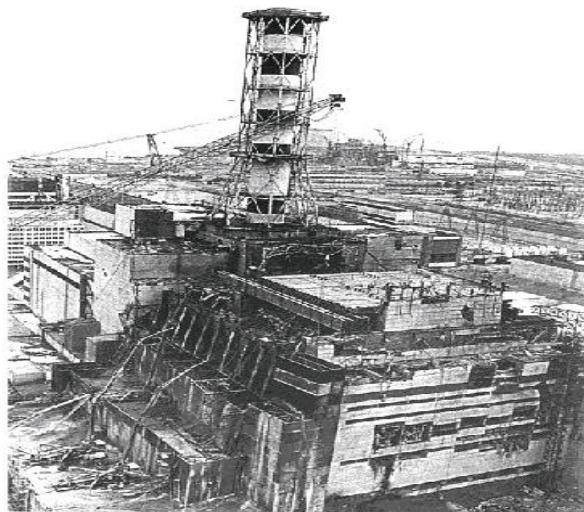


Рис. 3.8. Наслідки аварії на четвертому блоці ЧАЕС

За даними МОЗ України у Житомирській, Київській областях, як і в Білорусі, у жінок, які мешкають у забруднених радіонуклідами районах, значно збільшилася кількість народжень недоношених дітей, кількість тяжких ускладнень вагітності (у 2,5-3 рази), є серйозні генетичні зміни здоров'я. Загрозливо зростає захворювання на рак. Цей фактор потрібно обов'язково враховувати, ретельно аналізувати причини як техногенних, так і природних надзвичайних ситуацій і вживати заходів для їх попередження, відвернення або усунення негативних наслідків.

Таблиця 3.2

Вплив Чорнобильської аварії на здоров'я людей дуже значний і є проблемою не тільки для нас, а й для кількох прийдешніх поколінь.

В Україні діє загальнонаціональна комплексна програма будівництва вітрових електричних станцій (ВЕС). І хоча на кінець 2002 року в Україні працювали вітрогенератори загальною потужністю лише 75 МВт, за розрахунками фахівців НАН України, потенціал використання вітроенергетики у найближчій перспективі може бути на рівні 20-30% від загального споживання електроенергії в країні. За оцінюванням Агентства з відновлюваної енергетики – це приблизно, 20 тис. МВт., що еквівалентно потужності 7 ядерних блоків. Фактично ж в Україні у 2007 р. ВЕС вироблено всього 5,9 млн кВт·год (у 2006 р. – 5,3 млн кВт·год), що становить 0,003% загальних обсягів електроенергії (195130,5 млн кВт·год), вироблених АЕС (47,4%), ТЕС (43,2%), ГЕС (5,2%) та іншими (блокстанціями, ВЕС та комунальними ТЕЦ – 3,2%) джерелами генерації.

-
-
- застосування мокрих способів очищення димових газів від оксидів сірки – ступінь очищення 97,0%;
 - очищення димових газів від двоокису сірки вапняком – ступінь очищення – 90-92%;

Для зниження викидів оксидів азоту під час спалювання енергетичних палив на ТЕС застосовують: рециркуляцію газів, двоступінчасте спалювання, зменшення надлишку повітря, розосередження зони горіння та підвищення швидкості охолодження факела, зниження підігріву повітря, зменшення навантаження котлоагрегатів, вприскування води або пари та ін.

згоряння витіснили їх зі сфери людської діяльності, в тому числі і зі сфери морських перевезень.

Можливості використання енергії вітру в різних куточках земної кулі неоднакові.

Для нормальної роботи вітроенергетичних двигунів середньорічна швидкість вітру повинна бути не меншою за 4-5м/сек. В Україні до таких місць належать узбережжя Чорного моря, особливо Крим, Карпати та південні степові райони. Ефективнішим використання енергії вітру буде, якщо ВЕС встановити на платформі у морі, вітри там більш постійні, ніж на суші.

Піонером будівництва ВЕС був видатний український вчений Ю. Кондратюк. Побудована під його керівництвом ВЕС в 1931 році потужністю 100 кВт понад 10 років забезпечувала м. Севастополь електроенергією.

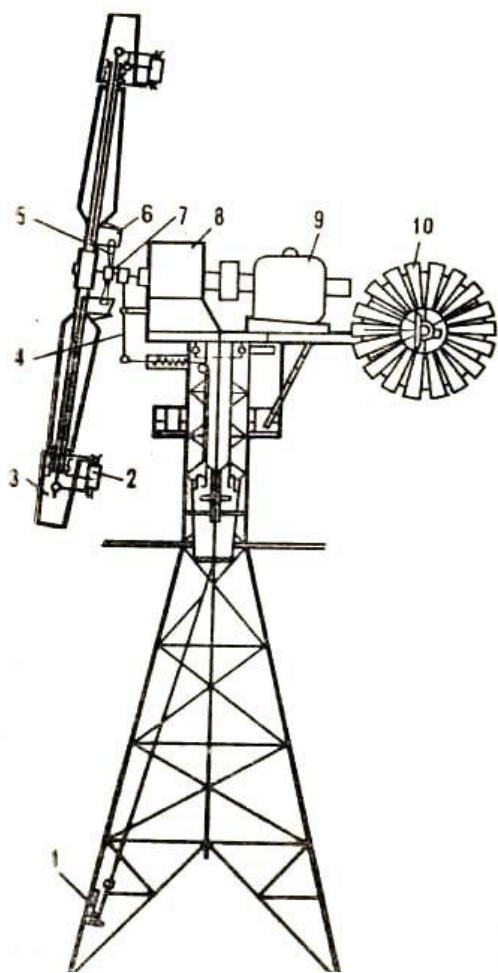
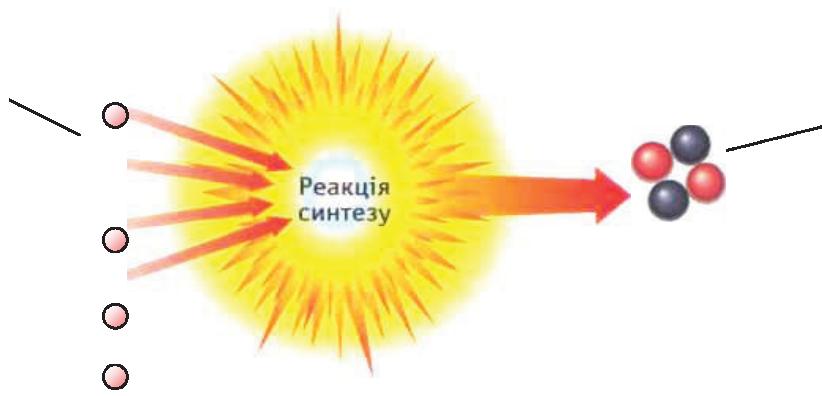


Рис. 3.9. Вітроенергетична установка:



Найбільша в світі сонячна станція функціонує в Піренейських горах на півдні Франції з 1970 р. У ній досягається температура до 2000°C. Ця енергія використовується для виробництва чистих металів, а надмірне тепло для виробництва електричного струму. Існують експериментальні геліоенергетичні установки в Італії, Японії, США. Але їх вартість в 4-6 разів дорожча, ніж вартість нової АЕС.

Електроенергію виробляють також за допомогою батарей фотогальванічних елементів. Фотогальванічний елемент – це прямий перетворювач світлової енергії в електричну.

На рис. 3.11 зображено приклад використання батарей фотогальванічних елементів, що встановлені на даху будинку, які виробляють електроенергію для комунально-побутових цілей.

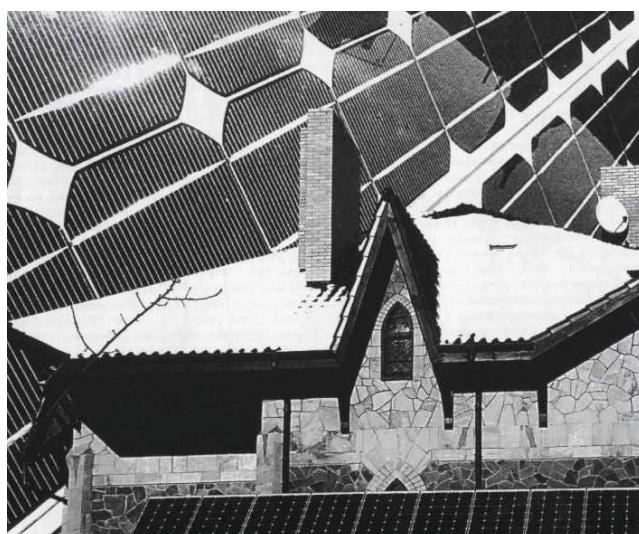


Рис. 3.11. Застосування батарей фотогальванічних елементів

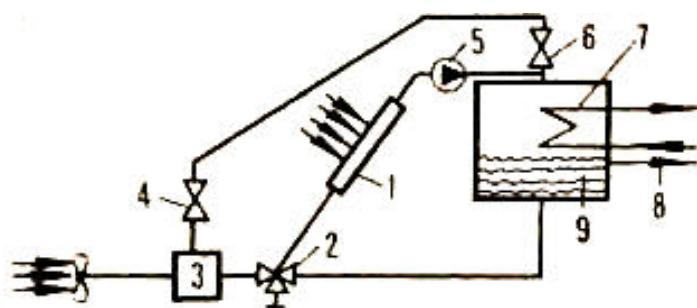
Використовують енергію сонця і за допомогою так званих “сонячних ставків”, які являють собою водоймища глибиною до 3,5 м з висококонцентрованим розчином солей (NaCl , KCl). Через це знищується природна конвекція і встановлюється тришарова структура ставка, нижній шар якої може мати температуру до 100°C. Будувати такі станції можна тільки в районах з спекотливим кліматом.

Водночас говорити про вплив геліоустановок на природний тепловий режим планети не слід, тому що ці установки використовують дуже малу частку сонячної енергії, а до того ж ця енергія повертається в природне середовище у вигляді тепла. Неземні перетворення сонячної енергії потребують відторгнення території. Але ці відторгнення можна прирівняти до тих, що потрібні для будівництва ТЕС чи АЕС, якщо враховувати земельні розробки із видобування палива і складування продуктів його згорання.

Основний шкідливий вплив геліоустановок – непрямий і пов’язаний з технологічними процесами виробництва нових сполук, в тому числі на основі елементів, які містяться в земних породах у дуже малих концентраціях. Але це в свою чергу означає, що внаслідок видобування цих елементів із господарського користування будуть виведені великі площини землі на облаштування кар’єрів і розташування відвалів порожніх порід.

Аналіз вітрового та сонячного режимів за сезонами року свідчить, що взимку зменшується сонячна радіація і зростає середня швидкість вітру, а влітку відбувається зниження швидкості вітру і збільшення рівня сонячної радіації. Тому поєднання енергії вітру і сонця знівелює нерівномірність вироблення енергії, підвищуючи надійність енергопостачання споживачів протягом року.

У силу закономірних і стохастичних коливань у часі швидкості вітру та сонячної енергії добове вироблення енергії іноді не відповідає вимогам графіка споживання. Для усунення цих недоліків у схемі геліовітроенергетичних установок необхідно передбачити акумулятор. При цьому за рахунок спільної роботи вітрових та сонячних установок значно скорочується ємність акумулятора порівняно із показниками роздільної експлуатації.



Теплота, яка у великій кількості виділяється внаслідок термоядерної реакції, не може бути цілком перетворена на електроенергію й спричиняє підігрів атмосфери і гідросфери Землі, тому на розвиток термоядерної енергії накладено ті самі обмеження, що й на використання інших невідновних джерел енергії — це тепловий режим.

Робота термоядерного реактора супроводжується потужним нейтронним випромінюванням, а отже радіоактивним забрудненням конструкцій станції; тому по закінченні їх експлуатації реактори необхідно розбирати та захоронювати (так само, як і реактори АЕС).

До компонентів палива входить літій, запаси якого на Землі дуже невеликі, а родовища небагаті і трапляються дуже рідко, а тритій — штучний елемент, який виробляється з великими енергетичними затратами.

Енергія припливів і коливань хвиль. Установка, що використовує енергію коливань хвиль (рис. 3.13), була введена в експлуатацію на північному заході Шотландії в 1995 р. Вона має масу 8000 т, висоту 20 м і розташована за 100 м від берега на глибині 15 м. Це перша промислова станція, що працює на енергії морських хвиль і дає енергію потужністю 2 МВт, достатню для забезпечення електрикою 400 будинків.

У більшості сучасних перетворювачів енергії використовуються водно-повітряні колони (рис. 3.14). У широкій вертикальній трубі під час проходження хвилі рівень води піднімається та опускається, наче поршень у циліндрі. Під час піднімання води повітря у верхній частині колони стискається і спрямовується до турбіни, пов'язаної з електрогенератором.



добутими з бактерій, вона перетворюється на глюкуронову кислоту, і при цьому виділяється водень. За повідомленнями преси нині зазначені технології ще недосконалі (вихід водню поки що становить тільки 12% від теоретично можливого), і тривають інтенсивні роботи в цій перспективній галузі.

Найбільш відомі технології одержання водню базуються на хімічному, термотехнічному процесах та електролізі води, головними недоліками яких є необхідність використання високопотенційної енергії з витратами викопного палива і відповідно значним забрудненням довкілля. Недоліком електролізу води є значний рівень споживання електроенергії. Електролітичний водень є найбільш доступним, але й найбільш коштовним продуктом. Найбільше поширення отримала технологія виробництва водню або суміші водню з іншими газами шляхом парової конверсії природного газу – метану, але при цьому майже половина початкового обсягу газу витрачається на проведення ендотермічного процесу парової конверсії. У зв'язку з цим у світі ведеться інтенсивний пошук таких технологій одержання водню, які б відповідали вимогам економічної та енергетичної ефективності й екологічної чистоти.

Найбільш доцільно для виробництва водню використовувати теплову і електричну енергію, що виробляють АЕС у так званому провальному режимі, тобто у нічний час, коли падає рівень звичайного споживання енергії. Перспективними є також електроліз води у поєднанні з нетрадиційними поновлюваними джерелами енергії (сонячною та вітровою) і використання високотемпературних гелієвих реакторів (ВТГР). Такі реактори активно розробляються в рамках міжнародного проекту побудови ядерного реактора ГТ МГР (Росія, США, Франція), і, як очікується, будуть екологічно безпечними.

Для розвитку водневої енергетики окрім виробництва самого водню проблемним питанням є створення економічної і надійної системи зберігання водню. Найбільш безпечними на сьогодні вважаються газобалонний, кріогенний і металогідридний способи зберігання.

Перспективним для України вважається спосіб одержання водню шляхом газифікації вугілля, запасів якого в Україні достатньо. Продукт газифікації (водень) може використовуватися в паливних елементах для виробництва електричної і теплової енергії на електростанціях як для децентралізованого, так і для централізованого енергопостачання.

В Україні існує можливість одержання водню як побічного продукту під час хімічних, коксохімічних та нафтопереробних виробництв, а також використання для одержання водню скидних газів чи різних органічних сполук. Екологічний ефект від використання побічних продуктів досягається тим, що одержана з них енергія заміщує енергію, яка повинна вироблятись із викопного палива. При цьому, паливні елементи є кінцевою ланкою водневого циклу, а чистота попередніх ланок

залежить від технології перероблення сировини і технологій одержання водню та поводження з ним (перетворення, транспортування тощо). Крім того, властивості водню до акумулювання, можуть забезпечити рівномірний графік виробництва електроенергії сонячною та вітровою енергетикою у разі несприятливих для них погодних умов. Використання паливних елементів на автомобільному транспорті дозволить значно покращити екологічний стан великих міст, які сьогодні потерпають від локальної концентрації продуктів згорання двигунів автотранспорту.

Технологічний ланцюг водню, який включає видобування (конверсія, електроліз), його перетворення (до стиснутого або зрідженої стану, або закачування у гітриди), транспортування до місця його використання і безпосередньо використання в паливних елементах на кожному етапі потребує енергетичних витрат, що і визначає його відносно низьку загальну енергоефективність².

Більш привабливі перспективи має водневий цикл, який базується на використанні енергії нетрадиційних відновлюваних джерел енергії (НВДЕ), але ця енергія поки що є досить дорогою, як і самі водневі технології, включаючи виробництво паливних елементів. З часом, коли ці технології набудуть більш широкого розповсюдження і відповідно стануть більш дешевими, вони можуть стати конкурентоспроможними. Головними проблемними питаннями на цьому шляху є:

<http://www.investo.ru/forum/>

[viewtopic.php](#).

7. Г.С. Асланин. Проблематичность водорода в плане замещения нефти / Г.С. Асланин /

Энергетическая политика. – Вып.2. – 2006. – С. 42-51.

8. Воднева економіка та паливні комірки // Громадська Рада України. – 2005.

9. Нефть из угля для Поднебесной // <http://www.ruspred.ru/arh/22/6.php> /

побутове сміття, каналізаційні стоки, відходи виробництва сільського-сподарської продукції (солома, лушпиння тощо), деревообробки (тирса, обрізки, гілки, хвоя тощо). Звалища навколо великих міст забирають величезні площини, забруднюють повітря, ґрунт і воду. А тим часом розроблено технології, що дають змогу добувати з цих відходів енергію (сконструйовано, наприклад, установки, в яких відходи спалюються, даючи тепло й електроенергію), а також різні корисні матеріали (скло, метали та ін.).

Є їнша перспективна технологія переробки відходів — за допомогою метанобактерій. Ці мікроорганізми активно розмножуються в будь-яких органічних рештках, продукуючи в результаті своєї життєдіяльності цінну енергетичну сировину — біогаз (суміш метану й чадного газу). Технологія добування біогазу дуже проста. Бетонні місткості або колодязі будь-якого об'єму заповнюють гноєм, сміттям, листям, тирсою й т. п. Місткість має бути щільно закритою, щоб не було доступу кисню. Газ, який утворюється в результаті бродіння, відводиться до приймального пристрою або безпосередньо в газову плиту. Після процесу бродіння залишається добриво — знезаражене, без запаху, не менш цінне за гній. Сьогодні таку технологію широко застосовують в Китаї та Індії, де функціонують мільйони подібних установок.

Останнім часом дедалі ширше використовують технології добування палива з органічних речовин, що продукуються рослинами. У Бразилії з відходів виробництва цукру з цукрової тростини добувають технічний спирт, що використовується як паливо для автомобілів (причому вартість цього палива нижча, ніж бензину, а забруднення повітря, в результаті його згоряння, менше). В Австралії успішно виготовляють так звану “зелену нафту” — продукт переробки спеціальних мікроскопічних водоростей, які вирощують у штучних басейнах.

Для України особливого значення набуває технологія добування палива з ріпакової олії. Ріпак, невибаглива рослина, дає до 1 т олії з гектара, до того ж його можна вирощувати на землях, непридатних ні для чого іншого, наприклад на полях зрошення, де нейтралізуються каналізаційні стоки, й навіть на землях 30-кілометрової зони відчуження навколо Чорнобильської АЕС, бо, як з'ясувалось, радіонукліди не нагромаджуються в ріпаковій олії. Її можна або безпосередньо заливати в баки дизелів (які, щоправда, треба модернізувати), або ж із неї можна виготовляти спеціальне дизельне паливо — “біодизель”, котре за всіма характеристиками подібне до дизельного палива, але при цьому екологічно чистіше й дешевше; нарешті, цю олію можна додавати до дизельного палива (до 20%), що не змінює ні енергетичних, ні екологічних показників двигунів.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які існують джерела енергії?
2. Роль електроенергетики?
3. Енергетичний баланс України.
4. У чому полягає принцип роботи ТЕС?
5. Який негативний вплив ТЕС на довкілля?
6. Які існують заходи усунення шкідливого впливу ТЕС на довкілля?
7. Назвіть особливості роботи ТЕЦ.
8. У чому полягає негативний вплив ТЕЦ на довкілля?
9. Роль атомної енергетики в Україні.
10. Які основні показники роботи АЕС?
11. Який техногений вплив чинять на довкілля АЕС?
12. Які існують заходи зменшення шкідливого впливу АЕС на довкілля?
13. Принцип роботи ГЕС.
14. Перспективи використання ГЕС на малих і середніх річках.
15. Який вплив гідротехнічного будівництва на водні екосистеми?
16. Який негативний вплив ГЕС на довкілля?
17. Що таке ГАЕС і який їх вплив на довкілля?
18. Переваги і недоліки геліоенергетики.
19. Вітрові електростанції, переваги і недоліки.
20. Яка роль вітру та сонця для зменшення тиску енергетики на довкілля?
21. Термоядерна енергетика та її перспективи.
22. Які переваги та недоліки термоядерної енергетики?
23. Воднева енергетика та її перспективи.
24. Які переваги та недоліки водневої енергетики?
25. Які очікувані наслідки розвитку ядерної енергетики?
26. Геотермальна енергія та перспективи її використання в Україні.
27. Енергія коливань хвиль.
28. Біоенергетика, переваги і недоліки.
29. Перспективи використання біоенергетики в Україні.
30. Які заходи захисту від шкідливого впливу електроенергетики на довкілля?