

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Т.А. САФРАНОВ, А.В. КОЛІСНИК  
ОПТИМІЗАЦІЯ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Конспект лекцій

Одеса  
Одеський державний екологічний університет  
2021

УДК 502.3  
С12

**Сафранов Т.А., Колісник А.В.**

**С12** Оптимізація природокористування: конспект лекцій. Одеса, Одеський державний екологічний університет, 2021. 82 с.  
ISBN 978-966-186-157-1

В конспекті лекцій висвітлені основні принципи управління природними системами, закони природокористування в т.ч. в контексті сталого розвитку, основні шляхи екологізації природокористування та принципи класифікації і проблеми використання природних ресурсів. Може бути використаний здобувачами рівня вищої освіти «бакалавр» при вивченні дисципліни «Оптимізація природокористування».

**УДК 502.3**

*Рекомендовано методичною радою Одеського державного екологічного університету  
Міністерства освіти і науки України як конспект лекцій №8 від 27.05.2021 р.)*

ISBN 978-966-186-157-1

© Сафранов Т.А., Колісник А.В., 2021  
© Одеський державний екологічний університет, 2021

## ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
<b>1 ПРИНЦИПИ КЛАСИФІКАЦІЇ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ.....</b>	<b>13</b>
<b>2 ПРОБЛЕМА ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ....</b>	<b>20</b>
2.1 Енергетичні ресурси.....	20
2.2 Газово-атмосферні ресурси.....	45
2.3 Водні ресурси.....	46
2.4 Ґрунтово-геологічні ресурси.....	48
2.5 Біологічні ресурси.....	51
2.6 Комплексна ресурсна група.....	52
<b>3 ОСНОВНІ ЗАКОНИ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ.....</b>	<b>55</b>
<b>4 ПРИНЦИПИ УПРАВЛІННЯ ПРИРОДНИМИ СИСТЕМАМИ</b>	<b>63</b>
<b>5 ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ.....</b>	<b>68</b>
<b>6 ОСНОВНІ ШЛЯХИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ.....</b>	<b>73</b>
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	80

## СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АЕС – атомна електростанція  
БС – біосфера  
ВВ – вуглеводні  
ВВС – вуглеводнева сировина  
ВЕУ – вітрова енергоустановка  
ВМР – вторинний матеріальний ресурс  
ГЕС – гідроелектростанція  
ЕС – екосистема  
ЖР – жива речовина  
ЗПК – збалансоване природокористування  
ЗР – забруднювальна речовина  
ККД – коефіцієнт корисної дії  
НРБ – норми радіаційної безпеки  
НПС – навколишнє природне середовище  
НП – нафтопродукти  
НС – навколишнє середовище  
ПЕР – паливно-енергетичні ресурси  
ПЕК – паливно-енергетичний комплекс  
ПК – природокористування  
ПР – природні ресурси  
ПРП – природно-ресурсний потенціал  
ПС – природна система  
ПУ – природні умови  
ПФ – природні фактори  
СР – сталий розвиток  
ТЕС – теплова електростанція  
ТЕЦ – теплоелектроцентраль

## ВСТУП

*Природокористування* (ПК) – сукупність впливів людства на географічну оболонку Землі, що розглядаються в комплексі (на відміну від галузевих понять водокористування, землекористування, лісокористування та ін.). Існують і інші визначення ПК: 1) сукупність продуктивних сил, виробничих відносин і відповідних організаційно-економічних форм і установ, пов'язаних з первинним привласненням, використанням і відтворенням людиною об'єктів оточуючого природного середовища для задоволення її потреб; 2) використання природних ресурсів в процесі суспільного виробництва з метою задоволення матеріальних і культурних потреб суспільства; 3) сукупність всіх форм експлуатації природно-ресурсного потенціалу; 4) комплексна наукова дисципліна, що досліджує загальні принципи раціонального (для даного історичного моменту) використання природних ресурсів людським суспільством [1]; 5) теорія і практика раціонального використання людиною природних ресурсів або сфера суспільно-виробничої діяльності, яка направлена на задоволення потреб людства в якості і різноманітності навколишнього середовища, на поліпшення використання природних ресурсів біосфери [2].

У формулюванні автором терміну «природокористування» Ю.Н. Куражковського [3], «задачі природокористування, як науки, зводяться до розробки загальних принципів здійснення усякої діяльності, що пов'язана або з безпосереднім користуванням природою і її ресурсами, або зі змінюючими її впливами». Кінцевою метою цієї розробки є забезпечення єдиного підходу до природи як до загальної основи праці.

*Об'єктом ПК* як науки служить комплекс взаємовідносин між природними ресурсами, природними умовами життя суспільства і його соціально-економічним розвитком. *Предметом ПК* можна вважати оптимізацію цих відносин, прагнення до збереження і відтворення середовища життя. Під *оптимізацією* (від лат. *optimum* – найкраще) розуміється:

1) отримання максимуму можливого при мінімумі зусиль (витрат), звичайно у відносно коротких інтервалах часу (оптимізація економічна);

2) прагнення до стану, найбільш близького до динамічної рівноваги (квазістаціонарного стану);

3) отримання співвідношення, найбільш бажаного в господарському значенні;

4) прихід до стану, найбільш бажаного з точки зору людини для збереження її здоров'я [1].

Природокористування, як наукова дисципліна, включає компоненти природних, соціально-економічних і технічних наук і в організаційному відношенні може вважатися таким же самостійним розділом знання, як біологія, географія, економіка, екологія тощо. Найчастіше ПК розглядається

у зв'язку з розв'язанням екологічних проблем і питань охорони навколишнього середовища. ПК найтісніше пов'язане з екологією, енвайронментологією, енвайронменталістикою, ресурсознавством (вченням про інтегральний ресурс і його складові – природні, матеріальні і трудові), екологією (наукою про гармонізацію економіки і екології), економікою природокористування та іншими науковими дисциплінами. Оскільки основним теоретичним базисом були і продовжують залишатися географія і екологія, то ПК поки що потрібно відносити до природничих наук [1], хоча навряд чи без урахування власне соціально-економічних аспектів можна розглядати ПК як цілісну науку.

Розрізняють *оптимізацію* навколишнього середовища, оптимізацію територіально-екологічну, господарську оптимізацію, економічну оптимізацію, еколого-господарську оптимізацію тощо [4]. Стосовно до ПК, під оптимізацією слід розуміти один з найкращих можливих варіантів розв'язання задач природокористування, тобто оптимальне ПК є тотожним поняттю раціонального ПК. Оптимальне (раціональне) ПК – система діяльності по забезпеченню економічної експлуатації природних ресурсів і умов та найбільш ефективний режим їх відтворення з урахуванням перспективних інтересів господарства, що розвивається, і збереження здоров'я людей. Так, під раціональним (оптимальним) використанням природних ресурсів розуміється досягнення максимальної ефективності використання природних ресурсів при існуючому рівні розвитку техніки і технології і одночасне зниження техногенного впливу на навколишнє середовище [5]. Система діяльності, що не забезпечує збереження природно-ресурсного потенціалу, яка веде до вичерпання природних ресурсів, підриву відновлювальних можливостей природних середовищ, зниження оздоровчих і естетичних якостей природного середовища, називається нераціональним (неоптимальним) природокористуванням.

Як приклад, можна розглянути *оптимізацію ландшафту*, тобто систему заходів, які направлені на досягнення максимально можливої продуктивності ландшафту, найбільш раціональної екологічної рівноваги за допомогою сприятливого поєднання компонентів і ЕС з різним ступенем перетворення людиною [20]. Ця оптимізація у застосуванні до певних потреб людини носить еколого-економічний характер, використовуючи комплекс спеціальних технічних (агротехнічних, агрохімічних, агро меліоративних і ін.) прийомів.

В основу оптимального ПК необхідно покласти наступні принципи:

- 1) поєднання соціальних, екологічних і економічних критеріїв ПК;
- 2) превентивна, а не виправляюча система заходів;
- 3) урахування реалій, що склалися, тобто аналіз всіх можливих наслідків ліквідації екологічно небезпечного об'єкту;
- 4) комплексний аналіз наукових рекомендацій;
- 5) економічну вигоду природоохоронних заходів;
- 6) узгодженість природоохоронних заходів між суміжними регіонами (країнами).

Оптимізація ПК повинна сприяти збереженню основних характеристик природних систем при досить високій соціально-економічній ефективності їх використання. Раціональне (оптимальне) ПК має забезпечити повноцінне існування і розвиток сучасного суспільства, але при цьому зберегти високу якість середовища проживання людини. Це досягається завдяки економічній експлуатації ПР і ПУ та найефективнішому режимі їх відтворення з урахуванням перспективних інтересів розвитку господарства і збереження здоров'я людей.

У загальному вигляді *принципи раціонального* (оптимального) ПК можуть бути сформульовані так [6]:

- *Принцип «нульового рівня» споживання природних ресурсів.* Цей принцип використовується в багатьох економічно розвинених країнах для регулювання споживання первинних переробних ресурсів у державному масштабі. Називається він так через те, що за нульовий рівень береться обсяг первинних ПР, використаних підприємством за попередній рік, а на наступний - перевищення цього рівня споживання обмежується в державному масштабі чітко визначеним коефіцієнтом (це може бути для певних видів ресурсів 2-7%). Дотримання коефіцієнта обов'язкове, оскільки з порушника стягується штраф, який може перевищити прибутки підприємства.

- *Принцип відповідності антропогенного навантаження природно-ресурсному потенціалу регіону.* Дотримання цього принципу дозволить уникнути порушень природної рівноваги завдяки чітко визначеному збалансованому циклові використання і відновлення. Таке порушення законів функціонування ПС відбувається у двох випадках: за перевищення рівня антропогенного навантаження; за невідповідності спеціалізації виробництва специфіці ПРП.

- *Принцип збереження просторової цілісності природних систем у процесі їх господарського використання.* Цей принцип впливає з найважливіших закономірностей взаємозв'язку змін компонентів природи під впливом антропогенної діяльності. Вплив людини на окремі компоненти природи та окремі види ресурсів не обмежується змінами лише в них. Зміни одного з компонентів природної системи призводять до змін в інших, а іноді – до зміни якості екосистеми в цілому.

- *Принцип збереження природообумовленого кругообігу речовин у процесі антропогенної діяльності.* ПР, що видобуваються людиною з ПС, пройшовши, врешті-решт, цикл «ресурс-виробництво-споживання» знову повертаються у вигляді відходів в ПС. Якщо це повернення наближається до природного кругообігу, воно не завдає шкоди природі, природна речовина поступово асимілюється. Сутність принципу зводиться не тільки до того, щоб технологічні процеси конкретних виробництв обмежувались циклічністю, а й щоб циклічні процеси представляли послідовний ряд стадій виробництва, пов'язаних між собою чи комплексністю переробки сировини,

чи постадійним її використанням. Порушення цього принципу призвело до утворення великої кількості відходів, які не включаються в природний кругообіг речовин і змінюють властивості багатьох ПС у регіоні. Академік *Б.М. Ласкорін* запропонував спеціальний термін «техногенні родовища», підкреслюючи, що у відвалах і «хвостах» збагачувальних фабрик, у стічних водах є значна кількість важливих компонентів, запаси яких можна зіставляти з природними родовищами.

- *Принцип погодження виробничого і природного ритмів.* Динаміка БС в часі має ритмічний характер. Принцип ритму – один із тих принципів, що властивий усьому Всесвіту. Подібне погодження дотримується в сільськогосподарському виробництві, де ритмічно функціонують сировинні й переробні ланки АПК. Цим принципом часто нехтували під час спорудження ГЕС на рівнинних ріках, не беручи до уваги, що періодичність падіння рівня води позначається на роботі не лише ГЕС, а й підприємств, які споживають енергію. Принцип погодження виробничого і природного ритмів впливає з того, що будь-яка ПС і кожний її компонент підпорядковується своєму часовому ритму. Щоб ПС зберігала рівновагу необхідно, аби загальна швидкість її внутрішніх процесів керувалася найповільнішою її ланкою, оскільки будь-який антропогенний вплив, що змушує котрись частину циклу працювати швидше ніж працює вся ПС, призведе до порушення стабільності екосистеми. Циклічна ритмічність природних процесів веде до їх повторюваності, що дозволяє враховувати багато процесів у перспективному плануванні, погоджуючи належним чином у часі діяльність господарських підрозділів.

- *Природні процеси, що перебігають у часі, визначаються факторами як короткочасними, так і тривалої дії.* Звідси впливає необхідність їх урахування і в поточній і в перспективній виробничій діяльності. Тому необхідним є дотримання такого принципу ПК, як *пріоритетність екологічної оптимальності на довгострокову перспективу відносно економічної ефективності поточного природокористування*, а надто з огляду на те, що у сфері ПК всі негативні екологічні наслідки господарської діяльності безповоротні. Особливо чітко безповоротність життєвих процесів простежується на живих організмах, у яких В.І. Вернадський визначав асиметрію, на відміну від симетрії неживої матерії. Втрата того чи іншого генотипу невідновлювальна, еволюційний процес відбувається за своїми законами, згідно з якими кожний живий організм є кільцем в еволюційному ланцюзі.

Дотримання принципів раціонального ПК доцільно в усіх регіонах незалежно від ієрархічного рівня. Збереження спільної екологічної рівноваги можливе за умови збереження рівноваги ПС окремих регіонів і навпаки. Крім того, проблема раціонального ПК не може бути вирішена тільки в регіональних, і навіть в загальнодержавних межах. Це глобальна проблема, вона властива всій планеті.



Під системою *збалансованого природокористування* (ЗПК) треба розуміти єдність принаймні 4-х обов'язкових її складових: 1) раціональне комплексне використання для потреб людини ПР на кожній окремо взятій території, яка здійснюється на базі маловідходних чи безвідходних технологій і в таких масштабах, які не створюють загроз для життєдіяльності територіальних (акваторіальних) ЕС та їх безпечного розвитку; 2) раціональне, екологічно безпечне використання в різноманітних інтересах людини нересурсної частини природного життєвого довкілля (територій, акваторій, повітряного басейну, навколосемного космічного простору та безпосередньої сонячної енергії); 3) раціональну, економічну та соціально обґрунтовану охорону природи, яка полягає у пріоритетному здійсненні превентивних заходів з охорони природного життєвого довкілля та ПР, а також обов'язковому здійсненні заходів щодо ліквідації постфактум негативних екологічних наслідків діяльності людини та природних катастроф; 4) своєчасне повноцінне відтворення якості умов природного життєвого довкілля та відтворення біологічно відновних ПР і пошук шляхів альтернативних джерел заміни використання біологічно невідновних ресурсів. Таким чином, ЗБК – триєдиний процес використання, охорони і відтворення двоєдиних компонентів матеріальної основи життєдіяльності людини – природного життєвого довкілля та його сировинної частини – ПР. ЗБК слід розглядати на локальному, регіональному (в межах країни), національному, міждержавному і глобальному рівнях [7].

*Ефективність охорони довкілля* – максимальна результативність від проведення комплексу заходів щодо забезпечення якості довкілля і раціонального (оптимального, збалансованого) використання ПР. Досягнути ефективності управління якістю середовища можна тільки шляхом проведення розумної екологічної політики, тобто системи заходів, які направлені на забезпечення якості НС, відтворення ПР і створення належних екологічних умов для життя населення. За характером (масштабом) здійснення екологічна політика може бути глобальною, державною і локальною, а за способами здійснення – адміністративна і регульована за допомогою економічних (ринкових) методів [8].

При розгляді проблем ПК мимоволі доводиться протиставляти економічні спрямування людей і цілі охорони природи. Якщо кожний вид входить в певну ЕС або їх сукупність, «вписаний» в них, еволюціонує разом з ними і обмежений місткістю середовища саме цих утворень, а також внутрішніми для виду факторами, що залежать від густини його населення, то людство глобально вписане в ЕС суші і використовує водні ресурси. Завдяки розумній діяльності людство представляє собою необмежено зростаючу систему, яка згідно з другим початком термодинаміки може розвиватися за рахунок деструкції НПС. Чим інтенсивніше і швидше споживання невідновлюваних ресурсів і більша частка вилучення

поновлювальних ресурсів, тим значніше порушення НПС. Екологічно люди виступають в ролі безрозсудних паразитів, які руйнують середовище життя; кожна окрема людина прагне зберегти середовище мешкання, а разом вони діють винищувально і руйнівні [9].

У ПК основним об'єктом досліджень є *природна система* (ПС), яка часто розглядається як синонім термінів «екосистема», «геосистема», «ландшафт» і т. п.

Нагадаємо, що за визначенням *М.Ф. Реймерса* [1, 9], ЕС – просторово обмежена взаємодія живих організмів і навколишнього середовища. Обмеження можуть бути фізико-хімічними (межа краплі води, ставка, озера, острова, біосфери загалом), або пов'язаними з кругообігом речовин, інтенсивність якого всередині ЕС вища, ніж між нею і зовнішнім світом. В останньому випадку межі ЕС розмиті, є більш або менш широка перехідна смуга (екотон). *Природна система* (ПС) – система, що складається із природних структур і утворень (підсистем), що групуються в функціональні компоненти на вищих рівнях ієрархічної організації (біогеоценоз, біом, біосфера тощо). Володіючи великою кількістю схожих елементів і зв'язків, ЕС і ПС розрізняються спрямованістю внутрішньосистемних зв'язків. Для моделі ЕС характерна спрямованість зв'язків з боку факторів «середовища» (об'єкт), насамперед на головний об'єкт – «господаря» (суб'єкт), а для моделі ПС типове визнання рівності всіх зв'язків [10]. При цьому акцент спрямований на їх функціонування і збереження ПС. З позицій ПК інтерес можуть представляти як біотичні, так і абіотичні компоненти ПС, але оптимізація ПК передбачає збереження сприятливих умов для існування і розвитку живих організмів і, передусім, людської популяції. Наприклад, якщо море розглядати як природну ЕС, то головним об'єктом є сукупність угруповань морських організмів (біоценоз), якщо море розглядати як ПС, то біотичні і абіотичні компоненти є рівнозначні. В ПС інтерес можуть представляти як біологічні ресурси, так мінеральні ресурси, пріоритетність яких визначається потребами економіки. Оптимізація ПК передбачає таку експлуатацію біологічних та/або мінеральних ресурсів, яка б не порушувала екологічну рівновагу морської ЕС (ПС), зберігала сприятливі умови для біоти і людини. У багатьох випадках це не дотримується (наприклад, при гострому дефіциті вуглеводневої сировини, здійснюються пошуки, розвідування і експлуатація нафтогазових покладів в шельфовій зоні морів, а проблеми збереження біологічного різноманіття відсуваються на другий план. В окремих випадках виникає необхідність перезонування територій природно-заповідного фонду.

При оптимізації ПК правильніше говорити не про використання природних ресурсів (ПР), а про використання їх певної частини, тобто про *природно-ресурсний потенціал* (ПРП). Це ключове визначення по-різному трактується в багатьох роботах. Наприклад, *М.Ф. Реймерс* [1] під цим терміном розуміє одне з таких понять:

- здатність природних систем без шкоди для себе (а, отже, і для людей) віддавати необхідну для людства продукцію або виконувати корисну роботу в рамках господарства даного історичного типу; частина ПР Землі і найближчого космосу, що може бути реально залучена в господарську діяльність при даних технічних і соціально-економічних можливостях суспільства з умовою збереження середовища життя людства; економічно оцінений ПРП входить до складу національного багатства країни;

- в більш вузькому економічному розумінні – це доступна при даних технологіях і соціально-економічних відносинах сукупність ПР;

- система природних ресурсів, умов, явищ і процесів, яка, з одного боку, є територіальною і ресурсною базою життєдіяльності суспільства, а з іншого – протистоїть йому як об'єкт антропогенного впливу;

- теоретично гранична кількість ПР, яка може бути використана людством в умовах кінцевого цілого планети і її найближчого оточення, тобто без підриву умов, при яких може існувати і розвиватися людина як біологічний вид та соціальний організм; визначається рівнем екологічної рівноваги БС і її великих підрозділів.

За визначенням *В.П. Руденка* [11], ПРП – сукупна продуктивність ПР територій (акваторій) як засобів виробництва та споживання, що виражається в їхній суспільній споживній вартості. Величина ПРП, що є елементом національного (суспільного) багатства, кількісно може бути представлена лише через вартісні показники у так званих загальнодержавних кадастрових або світових цінах. Як правило, ПРП характеризують як суму величин основних видів ПР (мінеральних, водних, земельних, лісових, фауністичних, природних рекреаційних). У сумарному (інтегральному) ПРП України частка найважливіших мінеральних ресурсів становить 27,7 %, земельних – 39,0 %, природних рекреаційних – 18,5 %.

Наприклад, можна визначити гідроенергетичний потенціал річки, кількість водних і гідробіологічних ресурсів та їх вартісні показники, але неможливо надати вартісну оцінку естетичності річкових ландшафтів, водоспадів та інших унікальних природних куточків. На думку *М.Ф. Реймерса* [9], оцінювати природу за вартістю її матеріальних багатств – це все одно, що оцінювати картини великих художників за їх метражем або витратами на полотно і фарбу.

З відмічених вище визначень ПРП з позицій оптимізації ПК найбільш об'єктивним представляється визначення *М.Ф. Реймерса* [1], яке відображає частину ПР Землі і найближчого космосу, що може бути реально залучена до господарської діяльності при даних технічних і соціально-економічних можливостях суспільства за умови збереження середовища життя людства. Це визначення ПРП є синонімом *екологічного потенціалу*.

Близьким за значенням, але менш ємкісним, є поняття *еколого-економічний потенціал* (ЕЕП), тобто потенційна здатність БС зберігати

властивості самовідтворення при антропогенному навантаженні. Включає лише ті умови та ресурси, які можуть бути потенційно використані у процесі суспільного відтворення та набувають економічного значення і розглядаються з позицій територіальної обмеженості [11].

*М.Ф. Реймерс* [1] наводить декілька визначень поняття «*еколого-економічний потенціал*»:

- глобальний ЕЕП – максимально допустиме антропогенне навантаження на всю самоорганізовану сукупність природних систем Землі, що не призводить до безповоротного руйнування структури цієї сукупності, до значних збоїв у прояві системних законів (правил, принципів) і різкого погіршення динамічних якостей систем і, таким чином, зберігає робочу надійність всіх природних систем на локальному, регіональному та глобальному рівнях; індикатором різкого переходу за межі експлуатаційних можливостей природних систем служать різні форми їх деградації:

- регіональний ЕЕП – антропогенне навантаження на територію, яке ще не веде до збільшення негативного зворотного впливу природних систем, що порушуються, на господарський розвиток;

- теоретично доступні для використання ресурси і властивості екологічних систем всієї планети і її регіонів.

## 1 ПРИНЦИПИ КЛАСИФІКАЦІЇ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

*Ресурси* – це будь-які джерела й передумови для одержання необхідних людям матеріальних і духовних благ, які можна реалізувати за наявних технологій та соціально-економічних умов. Виділяють матеріальні, трудові (у т.ч. інтелектуальні, інформаційні) та природні ресурси. Поряд з поняттям «ресурси» використовується термін «*антиресурси*» [1], тобто сили природи і фактори, які заважають людині користуватися природними благами (стихійні природні процеси; фізичні, хімічні та біологічні забруднення тощо).

Системна сукупність всіх конкретних ПР (речовинних, енергетичних, інформаційних) як факторів життя суспільства в поєднанні з матеріальними і трудовими ресурсами *М.Ф. Реймерсом* [1] називається *інтегральним ресурсом*. Ця інтеграція характеризується тим, що якісні і кількісні зміни одного з складових інтегрального ресурсу неминуче ведуть до більш або менш помітних змін в кількості або якості інших ресурсів (наприклад, зниження водності змінює енергетичні та інші показники місцевості, умови створення і збереження матеріальних ресурсів та відтворення трудових ресурсів). Проблеми інтегрального ресурсу докладно розглядаються в рамках *ресурсознавства*, а в ПК основна увага приділяється природним ресурсам і умовам.

До 1980-х років традиційним підходом до класифікації *природних факторів* (ПФ) був їх розподіл на *природні ресурси* (ПР) і *природні умови* (ПУ). Сукупність природних ресурсів і природних умов складають «природні фактори» життя суспільства [8]. Оскільки практично всі елементи природи так чи інакше використовуються чи можуть бути використані людиною (потенційні ПР), *Л.Г. Мельник* [12] вважає, що доцільніше розглядати ПФ за їх відношенням до виконуваних функцій: якщо ПФ розглядаються при їх використанні у суспільному виробництві, доцільно застосовувати термін *природні ресурси*; якщо ПФ виконують екологічні, фізіологічні і соціальні функції – термін *природні умови*. Природне середовище в сукупності із соціальним середовищем складає навколишнє середовище людини.

*Природний фактор* (ПФ) – будь-який предмет чи явище, що діє поза участю людини (неантропогенний) чи пов'язаний з її біологічною сутністю, тобто безпосередній вплив природного середовища; в певних межах він може змінюватися, але цілком не знімається дією соціальних факторів, включаючи техногенний вплив [1]. Але поняття «природні фактори» широко використовується в аутокології, де під ними розуміють абіотичні і біотичні екологічні фактори.

*Природні ресурси* (ПР) – природні об'єкти і явища, що використовуються в теперішньому часі, минулому і майбутньому для прямого або опосередкованого споживання, сприяють створенню

матеріальних багатств, відтворенню трудових ресурсів, підтримці умов існування людства і підвищенню якості життя [1]. Під ПР традиційно розуміють тіла і сили природи, що на даному рівні розвитку продуктивних сил можуть бути використані в соціально-економічній діяльності людей. Поняття «природні ресурси» охоплює досить широке коло об'єктів. Так, *К.Г. Гофман* [13] під ПР мав на увазі тіла і сили природи, які використовуються (або потенційно придатні для використання) в якості засобів праці, джерел енергії, сировини і матеріалів або безпосередньо в якості предметів споживання. У більшості випадків у якості ПР розглядають природні тіла, які можуть бути використані для задоволення потреб людей [12].

*Природні умови (ПУ)* – сукупність живих організмів, тіл і явищ природи, існуючих поза діяльністю людей (хоча в ряді випадків і перетворених ними), які впливають на інші живі організми, тіла і явища, що розглядаються як центральні в системі існуючих досліджуваних відносин. З економічних позицій ПУ - тіла і сили природи, необхідні для отримання кінцевого продукту прямого або опосередкованого споживання, але які безпосередньо не входять до його складу. Якщо ж виходити з того, що початкові блага завжди обмежені за об'ємом і служать основою суспільного виробництва, яке робить зусилля для їх освоєння, кордон між ПР і ПУ стирається, а «*антиресурси*», що утруднюють господарювання, також виявляються серед ПР, але зі знаком мінус [1]. Під ПУ розуміють тіла і сили природи, які мають істотне значення для життя і діяльності людського суспільства, однак безпосередньо або побічно не залучені до сфери виробничої чи невиробничої діяльності людей [12].

*К.Г. Гофман* [13] основним критерієм віднесення ПФ до ПР вважав змінюваність після використання у продуктивній діяльності людини; відповідно, з кола ПР виключалися такі природні блага, як сонячна радіація, енергія вітру, морських течій тощо. Фактор «змінюваності» можна вважати дуже важливим моментом у формуванні економічного інструменту ПК. Основна особливість розвитку продуктивних сил на сучасному етапі – поступове стирання межі між ПР и ПУ. По-перше, зростають масштаби традиційного використання ПФ як ресурсів, у результаті чого фактор, який раніше відносився до ПУ, перетворюється в ПР. По-друге, значно зростає кількість функцій, які може виконувати той самий ПФ як ПР [12].

Крім національних ПР, які повністю знаходяться під суверенітетом тієї або іншої країни, існують багатонаціональні ПР, тобто ресурси прикордонних рік, мігруючих тварин і птахів, внутрішніх морів і озер, на берегах яких проживають народи різних країн. Існують і міжнародні ПР, що є загальним надбанням (ресурси Світового океану за межами територіальних вод, атмосферного повітря, Антарктиди і Космосу); тобто природоохоронні проблеми не знають національних кордонів.

Нова система владно-господарських відносин в сфері ПК повинна передбачити поєднання форм власності на об'єкти ПРП:

1) загальнонародної – на стратегічні природні об'єкти національного значення; 2) державної – на об'єкти ПР, що мають державне значення і масове поширення на всій території України; 3) колективної (в т.ч. регіональної, територіальної і комунальної) на природні об'єкти і ресурси, що передаються у власність колективам для організації їх використання, відтворення і охорони у відносно обмежених масштабах за законами ринкових відносин; 4) індивідуальної (в т.ч. приватної) – на окремі природні об'єкти місцевого значення. *Б.В. Буркинський* і ін. [14] виділяють такі природні об'єкти: водні об'єкти; об'єкти корисних мінерально-сировинних копалин; об'єкти геологічного середовища; об'єкти земельних ресурсів; об'єкти лісових ресурсів; об'єкти біологічних ресурсів. Крім того, виділяються основні структурні складові і елементи природних об'єктів.

Поняття «*прокляття ресурсів*» або «*парадокс достатку*» – явище в економіці, коли країни, що мають значні ПР, економічно менш розвинені, ніж країни з обмеженими запасами ПР. Але є приклади, коли країни зі значними запасами ПР характеризуються високим рівнем економіки (США, Канада, Австралія, Норвегія, деякі країни Персидської затоки, Малайзія, Бруней тощо).

Існує безліч класифікацій ПР. Наприклад, класифікація ПР, що ґрунтується на особливостях їх походження, економічного значення та специфіки господарського використання, передбачає: 1) *природну класифікацію* ПР за природними групами (земельні, водні, мінеральні, біологічні, кліматичні тощо) ПР; 2) *екологічну класифікацію* ПР за ознаками вичерпності і відновлюваності ПР (невичерпні і вичерпні ПР, в складі останніх – відновлювані і невідновлювані); 3) *господарську класифікацію* ПР, що враховує можливості їх використання (реальні і потенціальні ПР); теоретично всі речовини Землі можна розглядати як потенційні корисні копалини.

Зазвичай ПР поділяються на *невичерпні* (сонячна енергія, вітер, вода, приплив) і *вичерпні*; останні в свою чергу поділяються на *поновлювані* (чисте повітря, прісна вода, родючий ґрунт, рослини і тварини) і *непоновлювані* (випалене паливо, металева і неметалева сировина) ресурси [2].

Детальна класифікація ПР запропонована *С.І. Дорогунцовим* та ін. [6], які виділяють шість основних класифікаційних ознак.

I. Виходячи з *належності, відношення до ПС, а також розміщення*, ПР поділяються на такі групи:

1) *за ознакою належності до природних систем*: космічні (проміння, метеорити), планетарні (геліоенергія, гравітаційна енергія), ресурси Землі (атмосфера, гідросфера, літосфера);

2) *за відношенням до природних систем*: елементи ПС (мінерали, ґрунти, види рослин і тварин тощо) та результати їх функціонування (поліпшення родючості ґрунтів, приріст біологічної маси, зростання поголів'я та маси тварин тощо); проте останні важко віднести до чисто природної класифікації, оскільки вони показують результати взаємодії природи з суспільством;

3) *за видом і тривалістю кругообігу*: у довготривалому кругообігу (космічний, геологічний) і в короткотривалому (біологічний кругообіг води);

4) *за характером розміщення на поверхні землі*: відносно рівномірно розподілені (атмосфера, біосфера) та зосереджені (гідросфера, літосфера та їх елементи);

5) *за можливістю переміщення по території*: такі природні ресурси, що переміщуються природно (повітряні маси, вода, тварини), та такі, що не переміщуються (рослини);

6) *за видами*: мінеральні, кліматичні, водні, земельні, лісові, рекреаційні тощо.

II. *Виходячи з господарського використання*, ПР поділяються на такі групи:

1) *за територіальною належністю*: світові (глобальні) та національні (зв'язані з певною територією);

2) *за вичерпністю*: всі ПР діляться на вичерпні і невичерпні.

3) *за поновленням*: поновлювальні (біологічні), частково поновлюванні або ті, що залучаються у повторне використання (сировинні), непоновлювані (горючі копалини); до *поновлювальних* ПР відносяться біологічні ресурси, поновленість яких в часі залежить від тривалості їх життєвого циклу (злакові культури 6-12 місяців, ліси – 70-100 років тощо); до групи *частково поновлювальних* ПР належать торф, самосадні солі, ґрунти, ресурси деревини, темпи поновлення яких значно відстають від темпів експлуатації; *непоновлювані* ПР – це природні ресурси, що не самовідновлюються після їх використання або відновлюються протягом дуже тривалого часу (до них належить більшість корисних копалин - рудні, нафта, природні горючі гази, вугілля, горючі сланці, ядерна енергія поділу урану та термоядерна, мінеральні та будівельні матеріали тощо).

4) *за напрямком використання*: паливно-енергетичні, мінерально-сировинні, продовольчі та ін.;

5) *за рівнем вивченості*: прогнознi, виявлені, детально вивчені;

6) *за можливістю використання*: недоступні, резервні, можливі для використання й ті, що використовуються;

7) *за характером використання*: одноцільового (сировинні) та багатоцільового використання (лісові, водні, земельні);

8) *за якістю*: кожний вид ПР поділяється на класи, групи, типи та інші класифікаційні одиниці;



9) *за впливом виробництва*: зазнають шкідливого впливу (біологічні), зазнають невеликого впливу (гідросфера, атмосфера, поверхня літосфери), не зазнають впливу (глибинна частина літосфери).

III. *За можливістю залучення до господарського обігу* ПР можна поділити на можливі для експлуатації (дійсні) та потенційні. До можливих для експлуатації належать ресурси верхньої оболонки Землі та енергії Сонця, а до потенційних належать ресурси космосу та морських глибин. Потенційні ресурси хоча й наявні, але не використовуються внаслідок недостатнього рівня розвитку техніки, нерозробленості технологій або економічної неефективності.

IV. *У господарському відношенні можливі для експлуатації* ПР поділяються на чотири групи:

- 1) *зовнішні* – енергія Сонця, гравітаційна енергія;
- 2) *поверхні Землі*, що в свою чергу поділяються на ресурси фізичного середовища (поверхні літосфери та гідросфери) та біологічні (наземні, водні, ґрунтові);
- 3) *земних глибин* – мінерально-сировинні (металічні, неметалічні);
- 4) *паливно-енергетичні*.

V. *За цільовим призначенням* ПР поділяються на: матеріальні, пізнавальні, естетичні, рекреаційні тощо.

VI. *За рівнем необхідності для життя людини* ПР поділяються на: вкрай необхідні (повітря, вода, їжа) і відносно байдужі.

Слід вказати на деякі недоліки цієї класифікації: в I.1 – не вказана педосфера; I.3 – навряд чи доцільно і практично можливо розрізнити ПР за видом і тривалістю кругообігу; I.4 – невдала ознака; крім того, біосфера охоплює всі перелічені оболонки Землі; I.4 – енергія штучного атомного поділу і ядерного синтезу віднесена до одного ряду з паливними корисними копалинами та будівельними матеріалами); II.9 – під впливом виробництва: шкідливого впливу можуть зазнавати не тільки біологічні ресурси, але і всі абіотичні компоненти; IV.3 - металічні та неметалічні корисні копалини не обов'язково пов'язані з земними глибинами і т.д. Тим не менш, заслуговує на увагу спроба створення такої докладної класифікації ПР.

Принципово новий підхід до класифікації ПР був запропонований *М.Ф. Реймерсом* [1], який представляв собою комбінацію «функціональної» і «екологічної» класифікації та виходив з концепції «інтегрального ресурсу», що розглядається як системне утворення, яке експлуатується різними господарськими галузями і підтримує життя на Землі. Групи ресурсів (енергетичні, газово-атмосферні, водні, ґрунтово-геологічні, біологічні, кліматичні, рекреаційні, антропоєкологічні, інформаційні, простору і часу) і види ресурсів (більше 76 компонентів), утворюють інтегральні і комплексні сукупності.

Найбільш докладно класифікація ПР викладена в наступних роботах *М.Ф. Реймерса* [1,2]. Згідно з цією класифікацією ПР диференціюються за такими ознаками:

1) *за джерелом і місцеположенням*: енергетичні ресурси, газовоатмосферні ресурси, водні ресурси, ґрунтово-геологічні ресурси, ресурси продуцентів, ресурси консументів, ресурси редуцентів, комплексна ресурсна група - кліматичні, рекреаційні, антропоєкологічні, пізнавально-інформаційні, ресурси простору і часу.

2) *за швидкістю вичерпання*: швидковичерпні (наприклад, ресурси цінних видів іхтіофауни), повільновичерпні ПР (наприклад, ресурси  $NaCl$  та інших солей Світового океану);

3) *за можливістю самовідновлення і культивування*: відновлювані і невідновлювані – відповідно здатні або нездатні до самовідновлення (через розмноження або інші природні цикли відновлення) за строки, порівняні з термінами їх споживання (наприклад, рослинність, вода в річці, ґрунтові води – відновлювані ПР; мінерально-сировинні корисні вкопні невідновлювані ПР);

4) *за темпами економічного відшкодування* (за рахунок пошуку нових джерел або нових технологій вилучення): відшкодовані невідшкодовані ПР – відповідно, які можуть або не можуть відшкодувати для потреб галузей економіки (наприклад, дефіцит нафти, природного газу, заліза і марганцю на суші можна компенсувати освоєнням їх покладів або скупчень на дні океанів і морів);

5) *за можливістю заміни одних ресурсів іншими*: замінні (наприклад, метали – пластмасою або керамікою, паливно-енергетичні ресурси можна замінити гідроенергією, атомною, сонячною та вітровою енергією) і незамінні (оптимальний для дихання склад атмосферного повітря, природнозбалансований хімічний склад питної води, унікальні природні об'єкти тощо).

Нижче наводиться коротка характеристика стану, запасів, ступеню і перспектив використання ПР, виділених *М.Ф. Реймерсом* [9], за джерелом і місцеположенням, з деякими змінами, доповненнями та коментарями.

### ***Питання для самоперевірки***

1. Дайте визначення поняття «природокористування».
2. Об'єкт і предмет природокористування.
3. Що розуміють під «оптимізацією»?
4. Що таке «природна система»?
5. Що таке «ресурси»?
6. Що таке «антиресурси»?
7. Що таке «інтегральний ресурс» та її природна складова?
8. Що таке «природні фактори»?
9. Що таке «природні ресурси»?

10. Що таке «природні умови»?
11. Яка різниця між поняттями «природні ресурси» і «природні умови»?
12. Які існують класифікації природних ресурсів?
13. Наведіть приклади національних, багатонаціональних та міжнародних природних ресурсів.
14. Які є принципи природної класифікації ресурсів?
15. Які ви знаєте принципи екологічної класифікації ресурсів?
16. Якими є принципи господарської класифікації ресурсів?
17. Які природні ресурси виділяються за джерелом і місцеположенням?
18. Які природні ресурси виділяються за швидкістю вичерпання?
19. Які природні ресурси виділяються за можливістю самовідновлення і культивування?
20. Які природні ресурси виділяються за темпами економічного відшкодування?
21. Які природні ресурси виділяються за можливістю заміни одних ресурсів іншими ?
22. За якими ознаками класифікуються природні ресурси Дорогунцевим С.І.?
23. Які виділяють групи ПР виходячи з належності і відношення до ПС?
24. Які виділяють групи ПР залежно від можливості для експлуатації?

## 2 ПРОБЛЕМА ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

### 2.1 Енергетичні ресурси

*Енергетичні ресурси* – це всі доступні для промислового і побутового використання джерела різноманітних видів енергії: механічної, теплової, хімічної, електричної, ядерної.

До *невідновлюваних енергоресурсів* відносяться в першу чергу різні види мінерального палива: нафта, природний газ, вугілля, горючі сланці, торф, інші каустобіоліти (горючі викопні гірські породи органічного походження) нафтового та вугільного рядів, а також радіоактивні (переважно уранові) руди. Вони використовуються в сучасному світовому господарстві в якості паливно-енергетичної сировини особливо широко і, тому, нерідко називаються *«традиційними енергоресурсами»*, тобто джерелами енергії для *традиційної енергетики* (теплоенергетики, гідроенергетики, ядерної енергетики). В принципі всі перелічені енергоресурси здатні до відновлення, але терміни їх відновлення вимірюються в масштабах геологічного часу.

До *відновлюваних енергоресурсів* (ресурсів «одного урожаю») належать: промениста енергія Сонця; енергія вітру; енергія течій води (переважно гідравлічна енергія річок), хвиль, припливно-відпливна енергія; тепла енергія Землі (в тому числі геотермальна), повітря, морів та океанів; енергія біомаси. Вони є джерелами енергії для *нетрадиційної енергетики* (малої гідроенергетики, вітроенергетики, геліоенергетики, геотермальної енергетики, біоенергетики тощо). Відновлювані енергоресурси постійно відновлюються за рахунок природного надходження за строки, які співрозмірні з термінами їх експлуатації, тому їх умовно можна віднести до «невичерпаних» ПР.

Енергетичні ресурси за *М.Ф. Реймерсом* [9] поділяються на підтипи: *підтип А* – беруть участь в постійному кругообігу речовин або потоці енергії (космічного походження – сонячна радіація, космічні випромінювання, енергія припливів і відливів; *планетарного походження*- геотермальна, земний магнетизм, енергія природного радіоактивного розпаду та спонтанних хімічних реакцій, біоенергія тощо); *підтип Б* – не беруть участі в постійному кругообігу речовин або потоці енергії (*депоновані* – нафта, природний газ, вугілля, сланці, торф; *штучно одержувані* – енергія штучно викликано атомного розпаду та ядерного синтезу).

*Сонячна радіація.* Випромінювання Сонця є найпотужнішим джерелом енергії. Практично невичерпні енергоресурси (в 13 тис. раз більші сучасного рівня використання енергії людством), слабо використовуються. Вельми перспективна як енергетичний ресурс в рамках природного надходження, але мало концентрована. Використовується обмежено природним стоком енергії з біосфери. За прямим використанням

геліоенергетики на душу населення перше місце займає Кіпр, де 90 % котеджів і велике число готелів і будинків мають сонячні водонагрівачі. В Ізраїлі 65 %, а в США тільки 0,5 % гарячого водопостачання за рахунок геліоенергетики. За допомогою фотоелектричних перетворювачів сонячне випромінювання перетворюється на електричний струм. За вартістю електрична енергія, що виробляється таким чином, дешевша за енергію АЕС і може конкурувати з ТЕС. У Каліфорнії вже побудована сонячна електростанція, що забезпечує електроенергією близько 2,5 тис. жителів будинків (дзеркала на площі декілька га фокусують сонячне світло на котлі, який знаходиться на вершині вежі; висока температура перетворює воду на пару, що приводить в рух турбогенератор). Перспективні сонячні ставки, тобто штучні водоймища, що заливаються розсолем, понад яким знаходиться прісна вода. Сонячні промені проходять крізь прісну воду і поглинаються більш густим розсалом, перетворюючись при цьому на тепло, а гарячий розсіл використовується для обігрівання приміщень [15]. Існують і інші способи використання сонячної енергії. У Криму (поблизу Керчі) діє експериментальна геліоелектростанція; вода нагрівається і перетворюється на пару з температурою до 300°C, обертаючи турбіну з генератором. Потужність станції 1200 кВт, але вважається, що на її принципі можна створити станцію потужністю 100 тис. кВт, яка займе набагато більшу площу земель. У Японії в 1998 р. встановлено майже 7 тис. дахових («*roof-top*») сонячних систем; у кінці 1998 р. німецький уряд оголосив мету – 100 тис. дахів у країні, а Італія – 10 тис. дахів.

Ширшому використанню цього джерела перешкоджають потреби у великих площах для розміщення оптичних систем, накопичувачів тепла і сонячних батарей, а також сильні коливання інтенсивності сонячного випромінювання залежно від географічної широти місця та кліматичних і погодних умов. Існує два способи використання цього виду енергії. Один з них - спорудження бойлерів, в яких вода нагрівається і випаровується під впливом сонячної енергії, що концентрується за допомогою системи дзеркал. При цьому водяна пара, що утворюється, приводить у рух парову турбіну, як це робиться на теплових або атомних електростанціях. Для встановлення та обслуговування таких сонячних бойлерів потрібні великі ділянки землі. Наприклад, одна така станція потужністю 80 МВт налічує 852 бойлери діаметром 100 м кожен (із системою дзеркал). Другий спосіб – використання сонячних батарей, що безпосередньо перетворюють сонячну енергію на електричну, цей метод широко використовується в космічній техніці, а також у побутових калькуляторах. Подібні панелі в період експлуатації не забруднюють довкілля, але їх виробництво вимагає величезних витрат енергії, оскільки вони складаються з очищеного високоякісного кремнію, а після виведення їх з експлуатації утворюються відходи, які важко розкладаються. Сонячні батареї можна використовувати

в домашньому господарстві. Особливо ефективно їх використання в посушливих районах, де переважає безхмарна погода і є незаселені землі.

*Вітроенергетика.* Вітрова енергія виробляється з кінетичної енергії, яка знаходиться в повітрі, походження якої пов'язано з енергією Сонця. Причина вітру - нерівномірне нагрівання атмосфери сонячними променями. Вже сотні і тисячі років тому люди почали використовувати вітер як джерело енергії, будуючи вітряки та парусні судна. Сучасні вітряні турбіни перетворюють вітрову енергію на електричну. Електроенергія, що виробляється таким чином, коштує не набагато більше тієї, що виробляється на теплових електростанціях. Вітрові енергоустановки (ВЕУ) не забруднюють повітря токсичними викидами, але створюють шумове забруднення. Концентрація великої їх кількості в одному місці є економічно вигідною, але існує думка, що це «псує пейзаж». Чим сильніший вітер, тим продуктивнішою є робота вітряних установок. Але сильні шторми та урагани можуть їх знищувати. При досить високій швидкості і стійкому режимі вітрів вважається перспективним використання ВЕУ. Чим більші лопаті, тим більша потужність ВЕУ, але тим більший ризик поломки (розмах лопатей може сягати більше 100 м), тому більш ефективним є використання невеликих за розмірами ВЕУ з розмахом лопатей до 17 м і потужністю 100 кВт. Від 50 до декількох тисяч таких установок утворюють вітростанцію (наприклад, на сході від Сан-Франциско). При цьому вартість 1 Вт складає близько 1 долару. Найбільш поширені (декілька сотень тисяч) ВЕУ потужністю до 15 кВт, хоча є розробки установок до 3-4 тисяч кВт. В Астрахані виробляли вітроустановки «Циклон-6» потужністю 2 і 4 кВт. ВЕУ працюють в наш час більш як в 100 країнах світу.

В Україні перспективи вітроенергетики пов'язуються з південними регіонами і з північною частиною Криму. Є перспективи для використання їх в регіонах з постійними вітрами (Канада, Данія, Нідерланди і т.д.). Екологічна шкода від них мізерна. Перехід до сонячно-вітрової енергетики вже розпочався, як видно із тенденцій світового енергокористування, з 1990 до 1998 року (річний приріст вітрової енергії – 22 %, сонячної – 16 %). Данія вже одержує 8 % своєї електроенергії від вітру, окремі регіони Німеччини – 11 %, Іспанії – 20 %. Серед країн, що розвиваються, лідирує Індія з її 900 Мвт потужності. Китай у 1998 р. запустив першу вітроелектростанцію потужністю 24 Мвт у Внутрішній Монголії. Зважаючи, що вартість виробництва електроенергії вітровими електростанціями падала з 1980 р до 1998 р., вітрова енергетика скоро стане важливішим джерелом енергозабезпечення. У 2005 р. сумарна потужність усіх ВЕУ світу перевищила 50 тис. МВт, з них у Європі – 74 %.

*Космічні промені.* Всі види космічних випромінювань практично невичерпні, але дуже слабо використовуються. Вельми перспективні як енергетичний ресурс в рамках природного надходження, але мало

концентровані. Використовуються обмежено природним стоком енергії з біосфери.

*Енергія морських припливів і відпливів, океанічних течій.* Це енергія, яка виникає під дією сили тяжіння Місяця на океанічну поверхню. Значна, слабо використовується, перспективна, але з обмеженнями (перехід в теплову енергію додає тепло в тропосферу, а тому і в біосферу). Припливи і відпливи, які змінюють один одного двічі на день, створюють енергію, яка використовується поки що на декількох припливно-відпливних електростанціях (Росія, Франція). При припливі вода приводить в рух лопаті турбіни, а при відпливі нахил лопатей міняється на протилежний і генератори продовжують працювати. Вироблення електроенергії рентабельне при амплітуді коливань рівня води не менше за 6 м, а таких місць на Землі близько 15 [15]. При спорудженні таких електростанцій порушується естетична цінність ландшафту, вони затримують намули, порушують природну циркуляцію і перемішування морських і прісних вод, перешкоджають міграції деяких гідробіонтів і т.д. Потенціал їх незначний. Хвилі породжуються вітром. Вихід енергії в існуючих хвильових генераторах (з урахуванням витрат на будівництво і експлуатацію) дорівнює нулю або взагалі негативний. Можливості цього джерела незначні навіть на ділянках сталого хвилювання, наприклад, в прибережних частинах Англії, Ірландії і т.п. Малопотужні експериментальні установки діють в різних країнах. Передбачається використання енергії океанічних течій. Так, наприклад, виноситься проект створення і встановлення турбіни за течією Гольфстріму на глибинах 30-130 м, де швидкість течії становить 3,2 км/годину. За рахунок різниці температур верхніх і нижніх шарів морської води також утворюється енергія. Перспективи використання її пов'язуються з тропічними і субтропічними районами, де значні глибини океану спостерігаються поблизу берегів, а температура води знижується від 30°C на поверхні до 8-10°C на глибині 400-500 м. Сприятливі умови для створення таких станцій існують біля південно-західного узбережжя Сахаліну, Кримського півострова, на Кавказькому узбережжі Чорного моря, на Каспійському морі (Апшерон). У Чорному і Азовському морях не спостерігаються припливно-відпливні коливання необхідної амплітуди.

*Геотермальна енергія.* Енергія глибин Землі. Можуть бути використані природні виходи геотермальних вод, свердловини для отримання таких вод, а також енергія нагрівання газів і рідин, що закачуються у глибини. Тепло термальних вод може бути перетворене на електроенергію за допомогою генераторів, що приводяться в рух турбінами. Використання геотермальної енергії зазвичай спричиняє теплове забруднення довкілля, але ця проблема є характерною також для інших джерел енергії. Великою проблемою, пов'язаною з використанням цього виду енергії, є те, що геотермальні води часто мінералізовані й агресивні, і тому є корозійно-активними, а це вимагає застосування спеціальних

матеріалів і більш частого проведення профілактичних робіт. До того ж, якщо температура термальних вод є недостатньою для вироблення перегрітої пари, необхідної для функціонування турбін, доводиться використовувати проміжні теплоносії (наприклад, розплав натрію). Ці матеріали є коштовними, корозійно-активними і самі по собі представляють небезпеку для НПС. В Росії на Камчатці, Курильських островах, на Кавказі і в деяких інших місцях є джерела термальних вод. Більшою мірою термальні води використовуються в Ісландії, Японії, Новій Зеландії. В Україні особливий практичний інтерес представляють зони аномально високих температур в надрах, куди можна було б закачати воду, а потім використовувати її в теплоенергетичних цілях, а також райони розповсюдження термальних вод.

*Потенційна і кінетична енергія повітря, води (льоду) і гірських порід (у т.ч. енергія тиску і різниці тиску, сейсмічна енергія і т.п.).* Значна, слабо використовується, перспективна, але з обмеженнями. Так, гідроенергетика небезпечна через порушення екологічного балансу водоймищ і системи «океан - води суші». У 1989 р. на ГЕС світу отримано 6 % всієї енергії. Наприклад, в США близько 300 ГЕС дають 13,5 % електроенергії. Екологічно доцільне спорудження не великих і гігантських ГЕС, що порушують рівновагу річкових екосистем, а дрібних ГЕС.

*Атмосферна електрика.* Ресурси відносно обмежені. Не використовується.

*Земний магнетизм.* Має велике значення. По гіпотетичним уявленням поступово ослаблюється. Вірогідна необхідність відновлення або регуляції.

*Енергія природного атомного розпаду і спонтанних хімічних реакцій.* Інтенсивно використовується уран. Перспективи використання проблематичні через неліквідність радіоактивних відходів і небезпеку концентрації діючого начала.

*Біоенергія.* Ресурси значні, надмірно експлуатуються в одних місцях і видах (лісоматеріали) і недостатньо використовуються в інших видах (органічні відходи). Енергію також можна отримувати шляхом спалювання рослинної біомаси. Цей метод не сприяє значному підвищенню рівня парникового ефекту, оскільки в атмосферу виділяється  $CO_2$ . Крім того, якби ми не спалювали цю біомасу, майже такий самий обсяг  $CO_2$  виділявся б у повітря в результаті природного розпаду рослин. Незважаючи на те, що під час спалювання біомаси не виділяється  $CO$  і сажа, коефіцієнт корисної дії енергоустановок на подібному паливі невисокий через низьку калорійність палива. Тикам чином, вироблена в такий спосіб енергія коштує досить дорого, а витрата біомаси є дуже великою. За рахунок спалювання біомаси в 1989 р. в світі отримували 11 % виробленої енергії. Такі країни як Швеція та Австрія забезпечують до 15 % потреб у електроенергії за рахунок спалювання біомаси. З іншого боку, біомаса залишається найважливішим джерелом теплової енергії для опалювання та деяких виробничих процесів.



Зокрема у країнах Азії понад 43 %, Африки – 21 % енергії для опалення отримують при спалюванні рослинної біомаси. Вирубка кущово-деревного покриву є причиною ерозії і деградації ґрунтів. Для збереження лісових екосистем необхідне використання дров і відходів переробки деревини не більше 5% в енергетичному балансі. Навіть в США більш як 5 млн. будинків опалюються повністю, а 20 млн. будинків – частково, дровами, що призводить до деградації лісів і забруднення атмосферного повітря.

Існує й інший спосіб урегулювання проблеми: розкладання органічних речовин у спеціальних установках (метантенках) з подальшим використанням метану (біогазу), що утворюється, в електроенергетиці або в побуті (для приготування їжі або для опалювання приміщень). Цей метод доцільний там, де є великі об'єми сільськогосподарських, лісових або комунальних відходів, а також відсутня вічна мерзлота. Якщо із сільськогосподарських або лісогосподарських відходів шляхом ферментації отримувати метиловий або етиловий спирти, то їх можна використовувати безпосередньо як моторне паливо або добавку до інших видів палива. Використання біомаси для отримання біогазу (метану) дуже перспективне. Гній зброджують в анаеробних ферментах, отриманий біогаз використовують для видобутку електроенергії, а збагачений біогенами (або після зброджування) гній використовується як органічне добриво. 1 Вт такої енергії обходиться приблизно у 80 центів, а на ТЕС і АЕС відповідно у \$ 3 і \$ 5. Якби всі молочні ферми США отримували таким шляхом енергію, то вони виробляли б електроенергії більше ніж на АЕС. Досвід отримання паливного спирту з цукрової тростини, з кукурудзяної рослинності мають Бразилія, США та інші країни. Спирт використовується як пальне для автомобілів або змішується для цих цілей з бензином (бензоспирт). Частка такого палива поки що складає близько 0,5 % від традиційного вуглеводневого палива. При виробництві спирту використовуються рослини, що представляють продуктивний інтерес. Так, в Бразилії, кращі землі стали займати під цукрову тростину, в той час як площі посівів інших продовольчих культур скоротилися на 10-15 %, що ускладнило розв'язання продовольчої проблеми в країні із зростанням народонаселення. Виробництво спеціальних сільськогосподарських культур для отримання паливного спирту здатне викликати збільшення деградації ґрунтів. Крім того, виробництво паливного спирту є «брудним» (утворюється багато кіптяви і т.д.), хоч згоряння спирту – відносно «чистий» процес [15].

*Термально-енергетичні, радіаційні і електромагнітні забруднення («антиресурси»).* Значні, слабо використовуються, але можуть бути утилізовані (наприклад, тепло, що відходить, горючі тверді відходи та інші.).

*Нафта.* В залежності від методичного підходу, пов'язаного з політикою цін, з відмінністю політичних і економічних інтересів виробників і споживачів, з кон'юнктурними міркуваннями і рядом інших факторів,

світові потенційні ресурси нафти і газу оцінюються по-різному, іноді відрізняючись у 3-4 рази. Цікаво відзначити, що найбільш низькі оцінки ресурсів вуглеводневої сировини (ВВС) наводяться експертами найбільших нафтових монополій, які зацікавлені в підвищенні цін на нафту і газ. Така різниця значень не дає достатньо об'єктивного уявлення про те, скільки ВВС залишилося в надрах планети. Розвідані запаси нафти складають приблизно 1200-1300 млрд. барелів (164-177 млрд. т), нерозвідані – 300-1500 млрд. барелів (41-205 млрд. т). Сучасний видобуток нафти складає приблизно 30 млрд. барелів (4 млрд. т), тобто при існуючих обсягах споживання розвіданих запасів нафти вистачить на 40 років, нерозвіданих запасів – ще на 10-50 років. Фахівці американського геологічного суспільства прогнозують, що в світі ще буде розвідано приблизно 1000 млрд. барелів (14 млрд. т) нафти, що дозволить збільшити строк споживання цієї сировини до 73 років. З урахуванням нетрадиційних джерел, строки використання рідкої вуглеводневої сировини можуть бути істотно збільшені. За даними ОПЕК (Організації країн-експортерів нафти; ОПЕС, англ. - *The Organization of the Petroleum Exporting Countries*) щоденний попит нафти у 2010 р. складав приблизно 90 млн. барелів (12,31 млн. т), а у 2020 р. буде складати 107 млн. барелів (14,64 млн. т) на день, що прискорить процес споживання нафти.

Потрібно назвати також природні продукти перетворення нафти в різних фізико-хімічних умовах (бітуми) в геологічному минулому і рідкі вуглеводні (ВВ), що знаходяться в гірських породах в дисперсному стані, запаси яких перевищують запаси нафти. Оскільки будь-яка осадова порода містить як дисперсні газоподібні, так і рідкі ВВ, то в останні роки виникла можливість добути «сланцевої нафти», або «нетрадиційної нафти». Перший тип «сланцевої нафти» (англ. «*tight oil*») – це легка нафта, що знаходиться в низькопроникних колекторах, який за технологію видобутку (горизонтальні свердловини, гідророзрив тощо) і відповідно за негативними наслідками аналогічний видобутку «сланцевого газу». Саме видобуток цього типу нафти став причиною «нафтової сланцевої лихоманки» в США та інших країнах. Другий тип «сланцевої нафти» (англ. «*shale oil*») – це нафта, яка отримується з «керогену» горючих сланців. Для цього товщу горючих сланців нагрівають за допомогою спеціальних «нагрівальних» свердловин, а по контуру родовища звичайно розташовують «охолоджуючі» свердловини для запобігання забрудненню підземних вод. Крім того, виникають і інші труднощі. Собівартість видобутку 1 бареля (0,1364 т) такої «сланцевої нафти» складає \$80-100. В середньому собівартість видобутку бареля «сланцевої нафти» в США наближається до \$ 50-60 (для порівняння видобуток 1 бареля нафти в Саудівській Аравії – \$ 7, в російському Західному Сибіру – \$ 18-22), тому високі ціни на нафту стимулюють розробку нових технологій, які дозволять підвищити економічну і технологічну ефективність проектів з видобутку «сланцевої

нафти». Основна частка (70 %) запасів «сланцевої нафти» припадає на США, а 7 % (друге місце) на Росію. Світові запаси «сланцевої нафти» складають більше 3 трлн. барелів (409,2 млрд. т) проти 1,2-1,3 трлн. барелів (164-177 млрд. т) традиційної нафти. Останнім часом компанії, які видобували «сланцевий газ» переходять на видобуток «сланцевої нафти» (до речі, Росія надає перевагу добутку «сланцевої нафти»).

У межах території України виділяються три нафтогазоносні райони: Східний (Дніпровсько-Донецька западина і північно-західна частина Донбасу), Західний (Волино-Подільська плита, Прикарпаття, Карпати і Закарпаття) і Південний (Причорномор'я, Крим та шельф у межах виключної (морської) економічної зони Чорного та Азовського морів). Державним балансом запасів корисних копалин враховано запаси нафти, газу і газового конденсату за 381 родовищем. Основна їх кількість – 211 – зосереджена у Східному регіоні, 112 – у Західному, 45 – у Південному. Обсяг щорічного видобутку рідких ВВ за останні роки в середньому становив 4 млн. т нафти з конденсатом, що дорівнює 10 %, що споживаються в країні. В цілому протягом 2011-2020 рр. планується приростити 32,5 млн. т, а протягом 2021-2030 рр. – 40 млн. т нафти і конденсату [16].

*Природний газ*, який представляє собою суміш вуглеводневих ( $CH_4$  та його гомологи) та неуглеводневих ( $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $He$  тощо) компонентів, може бути у вигляді: вільний газ в породах-колекторах (в пастках структурного і неструктурного типів); метан вугільних родовищ; попутний газ нафтових і нафтоконденсатних покладів; скупчення в щільних колекторах; газогідрати морських донних відкладів.

На сьогоднішній день світові запаси природного газу не вивчені. Розвідана лише четверта частина геологічних структур, що мають перспективу на природний газ. Однак, навіть цих запасів достатньо для того, щоб забезпечувати світову потребу в природному газі протягом подальших 63 років. Лідером по забезпеченості надр землі природним газом є Росія, на її частку припадає 23,7 % загальносвітових запасів. В Ірані зосереджено 15,8 % світових запасів газу, а в Катарі 13,5 %. Далі в списку «газових гігантів» слідує Туркменістан, Саудівська Аравія, США, ОАЕ, Венесуела, Нігерія, Алжир. Примітно, що займають 6-е місце за величиною доведених запасів газу США, вирвалися в лідери з видобутку цього природного ресурсу, зумівши в 2009 р. обігнати навіть Росію. Якщо розглядати розподіл запасів газу в кубічних метрах по основним світовим регіонам, то на першому місці стоїть Близький Схід (76,18 трлн.  $m^3$ ), потім ідуть Євразія (63,09 трлн.  $m^3$ ), Азіатсько-Тихоокеанський регіон (16,24 трлн.  $m^3$ ), Африка (14,76 трлн.  $m^3$ ), Північна Америка (9,16 трлн.  $m^3$ ), Центральна і Південна Америка (8,06 трлн.  $m^3$ ). Згідно звіту компанії British Petroleum, починаючи з 1980 р., людство витратило 60 трлн.  $m^3$  природного газу. Та запаси, що залишилися, складають 176 трлн.  $m^3$ . За даними

Міжнародного газового союзу (англ. *International Gas Union – IGU*), за 2000 р. було використано 2442 млрд. м<sup>3</sup>, в 2009 р. – приблизно на 500 млрд. м<sup>3</sup> більше. При таких темпах споживання світових запасів природного газу вистачить на 70 років. За даними IGU, до 2030 р. людство щорічно буде споживати 4381 млрд. м<sup>3</sup> природного газу.

Видобуток природного газу з середини 1970-х років в Україні знизився з 68,3 до 20 млрд. м<sup>3</sup> і продовжує знижуватися, а видобуток нафти зменшився з 11,6 до 3,5 млн. т. Основними причинами скорочення видобутку ВВС є різке зменшення обсягів геологорозвідувальних робіт (що призвело до значного зниження приросту запасів ВВС) і виснаження нафтогазових родовищ. Обсяг щорічного видобутку природного газу в Україні за останні роки в середньому становив 18-20 млрд. м<sup>3</sup>, що становить 20% від споживаних в країні. В цілому протягом 2011-2020 рр. планується приростити 127 млрд. м<sup>3</sup>, а протягом 2021-2030 рр. – 160 млрд. м<sup>3</sup> газу [16].

Крім традиційної газоподібної ВВС інтерес представляють *нетрадиційні джерела природного газу* (сланцевий газ, метан вугільних пластів, газогідрати). «Сланцевий газ» (англ. *shale gas*) – природний газ, що видобувається з сланців. Оскільки назва газу надана за типом продуктивної породи, то доцільно нагадати, що сланці – це гірські породи з паралельним (шаруватим) розташуванням мінералів, що входять до їх складу. Вони відносяться до метаморфічних (кристалічні сланці) або до теригенних осадових (глинисті, вуглисті, горючі) порід. До каустобіолітів (горючих викопних гірських порід) відносяться лише *горючі сланці* – гірські породи зазвичай світло-коричневого або сірого кольору, які на 15-40 % складаються з органічної речовини (ОР) – продуктів біохімічної трансформації водоростей та інших водних організмів. Якщо ОР більше 40 %, то горючий сланець називається «сапропелітом», або «сапропелевим вугіллям». Горючі сланці приурочені до відкладів озерного і приморського походження (фацій мілководних заток, відокремлених від моря смугами піску). Нерідко в них зустрічаються перетворені у вугілля залишки вищих рослин. При сильному збільшенні можна побачити, що сланці складаються із залишків різноманітних водоростей і молосків, скелетів риб і тварин, а також продуктів їх повного розкладу. Приблизно 40 % всіх горючих сланців приурочено до палеозойських, близько 30 % – до мезозойських та 25 % – до кайнозойських відкладів. Поклади горючих сланців звичайно являють собою пласти товщиною в декілька метрів (наприклад, естонські «кукерсити» залягають у вигляді тонких шарів з вмістом органічної речовини до 70 %, розділених прошарками мергелів і вапняків, які об'єднані в «промисловий пласт» товщиною до 5 м). Але зустрічаються сланцеві поклади (з прошарками різних осадових порід) загальною товщиною навіть до 600 м (Грін-Рівер, США). Основними характеристиками сланців є вологість, вміст попелу і сірки, теплота згоряння і вихід смоли при нагріванні без доступу повітря до 500 °С. Сукупність цих властивостей

дозволяє оцінити якість сланців і визначити основні напрямки їх використання (як паливо, для отримання газоподібного і рідкого палива та хімічних продуктів). При підвищенні пластової температури і тиску органічна складова горючих сланців («жероген») розкладається та утворюються різні вуглеводні (ВВ).

Найбільш відомим родовищем горючих сланців в Україні є Бовтиське на межі Кіровоградської та Черкаської областей. Запаси горючих сланців складають приблизно 4 млрд. т, вміст смоли у сланцях 10-18 %. «Менілітові сланці» поширені в однойменній свиті олігоцен-міоценових відкладів складчастих Карпат і Передкарпатського прогину. Вміст ОР у чорних аргілітах та силіцитах менілітової свити складає 10-20 %, а тому вони вважаються джерелами генерації нафтових ВВ.

Оскільки типові горючі сланці поширені лише в окремих ділянках (районах), то, наш погляд, не можна називати «сланцевим газом» різновид природного газу, який знаходиться у вигляді невеликих газових скупчень в аргілітах, алевролітах, щільних глинистих, глинисто-карбонатних та піщаних породах. Незважаючи на незначні запаси окремих газових скупчень, вони можуть займати дуже великі площі, а тому на думку деяких експертів, запаси «сланцевого газу» відносяться до категорії практично невичерпаних.

Технологія видобутку «сланцевого газу» передбачає буріння однієї вертикальної свердловини і декількох горизонтальних свердловин довжиною до 2-3-х км. У пробурені свердловини закачується суміш води, піску та хімікатів, в результаті гідророзриву руйнуються стінки газових колекторів, і весь доступний газ відкачується на поверхню.

Позитивними сторонами розробки родовищ «сланцевого газу» вважилися: можливість використання глибинного гідророзриву пласта в горизонтальних свердловинах в густозаселених районах (за винятком проблеми використання важкого транспорту); знаходження родовища «сланцевого газу» в безпосередній близькості від кінцевих споживачів; видобуток «сланцевого газу» без втрати парникових газів.

Однак після 10 років експлуатації свердловин на деяких родовищах «сланцевого газу» в США виникли наступні проблеми: 1) технологія гідророзриву продуктивного пласта вимагає великих запасів води поблизу родовищ (для одного гідророзриву використовується 7500 т суміші води, піску та хімікатів); в результаті поблизу родовищ скупчуються значні обсяги відпрацьованої забрудненої води; 2) свердловини мають набагато менший термін експлуатації, ніж свердловини при експлуатації газових родовищ; 3) видобуток «сланцевого газу» призводить до значного забруднення підземних вод толуолом, бензолом, диметилбензолом, етилбензолом, миш'яком і іншими поллютантами (до 85 найменувань), які входять до складу «хімічного коктейлю» (наприклад, для однієї операції гідророзриву використовується 80-300 т соляно-кислотного розчину, загущеного за

допомогою полімерів); 4) є значні втрати метану, що призводить до посилення парникового ефекту; 5) видобуток «сланцевого газу» рентабельний тільки при наявності попиту і високих цін на газ.

Використання великої кількості води для здійснення гідророзриву є найбільш гострою проблемою для розвитку сланцевого видобутку в густонаселених районах. Незважаючи на те, що гідророзриви проводяться набагато нижче рівня ґрунтових вод, токсичні ЗР надходять до ґрунтово-рослинного покриву і земної поверхні крізь тріщини техногенного походження. Крім того, істотно зростає газонасиченість підземних вод, як наслідок цього – спонтанне виділення газів. Як правило, горючі сланці та інші осадові породи збагачені не тільки органічною речовиною, але і радіоактивними елементами, тому в районах видобутку «сланцевого газу» спостерігається підвищення радіаційного фону. В окремих випадках (наприклад, на узбережжі Північно-Західної Англії) гідророзриви призвели до виникнення невеликих землетрусів техногенного походження.

Таким чином, є багато фактів щодо екологічної небезпеки розробки скупчень «сланцевого газу», що обумовлює необхідність подальшого удосконалення технології його видобутку, особливо в густозаселених районах. Хоча перша спроба розробки була у 1821 р. в США В. Хартом, але масштабне виробництво почалося в США у 2000-х рр. на родовищі *Barnett Shale*. За прогнозами Міжнародного енергетичного агентства, видобуток «сланцевого газу» в США у 2030 р. може досягати 150 млрд. м<sup>3</sup> на рік, в країнах ЄС – 15-40 млрд. м<sup>3</sup> на рік.

Основні родовища «сланцевого газу» зосереджені в США, де за версіями різних агентств обсяг доведених до промислової експлуатації родовищ складає від 7,1 до 24,4 трлн. м<sup>3</sup>. Ведеться розвідка родовищ в Канаді, Європі, Австралії, Ізраїлі, а також інших країнах. Найбільш активні дії в галузі розвідки сланцевого газу спостерігаються в тих країнах, які не мають достатніх запасів власного природного газу.

До нетрадиційних видів ВВС (газ ущільнених колекторів, вугільний метан) належить також газ сланцевих товщ («сланцевий газ»), з видобутком якого деякі фахівці пов'язують великі надії для України. Запаси «сланцевого газу» за станом на 1.01.2010 р. в державному балансі запасів корисних копалин не обліковувалися. До 2012 р. цілеспрямованими теоретичними та практичними дослідженнями проблем і можливостей видобування «сланцевого газу» в Україні не займалася жодна організація. У природних умовах родовища «сланцевого газу» є сильно розсіяними, газонасичення порід досягає від десятих часток до кількох відсотків, товщина продуктивних пластів змінюється в значних обсягах до сотень метрів з глибиною залягання до 3000 м і більше, та належить до важко-видобувних корисних копалин. Поклади сланцевого газу пов'язані з сланцями (аргілітами) нафтогазоносних басейнів, у тому числі центральnobасейнового типу, а також родовищами горючих сланців

Українського кристалічного щита, Волино-Поділля та Причорномор'я. Першочерговими для розробки «сланцевого газу» є Олесська (Люблінський басейн) та Юзовська (Дніпрово-Донецька западина) перспективні площі. За попередніми оцінками прогнозовані ресурси на цих площах складають 4 трлн. м<sup>3</sup> та 3 трлн. м<sup>3</sup> відповідно, але можливості видобутку обмежуються дуже складними геологічними умовами, а тому щороку на Олесській площі передбачається добувати 15-20 млрд. м<sup>3</sup>, а на Юзовській площі – 30-40 млрд. м<sup>3</sup>. Слід зауважити, що значні резерви нетрадиційного газу України становлять: газ низько-проникних колекторів центрально-басейнового типу, ресурси якого складають більше 8 трлн. м<sup>3</sup>; метановий газ родовищ вугілля Донбасу – від 12 до 25 трлн. м<sup>3</sup>; газ сланцевих товщ, ресурси якого, за різними джерелами, складає від 2 до 32 трлн. м<sup>3</sup>. Перспективи газоносності пов'язуються з аргілітами, алевроліто-глинистими породами та щільними піщаниками девонсько-карбонів та пермського періодів, які лише умовно відносяться до «сланцевих порід».

*Метан вугільних пластів* використовується понад 50 років. На початку ХХІ століття ресурси метану вугільних пластів ФРН становлять 3-4 трлн. м<sup>3</sup>, Англії – 1,9-2,8 трлн. м<sup>3</sup>, Австралії – 6,0 трлн. м<sup>3</sup>, Польщі – 1,6-2,0 трлн. м<sup>3</sup>, Китаю – 25-30 трлн. м<sup>3</sup>, США – 8,5-14 трлн. м<sup>3</sup>. Ресурси метану вугільних пластів в Україні оцінюються приблизно в 2 трлн. м<sup>3</sup>, що є підставою для включення у першу десятку держав за кількістю метану вугільних пластів. Головні ресурси метану вугільних пластів України зосереджені в Донецькому та Львівсько-Волинському кам'яновугільному басейнах. Газоносність вугільних марок від газових до пісних коливається в межах від 5 до 30 м<sup>3</sup> газу на тону (сухої беззольної або горючої маси вугілля), досягаючи в антрацитах 35-40 м<sup>3</sup>/т вугілля. Крім вугілля газ присутній і у вміщуючих його пісковиках та алевролітах, де газоносність становить 3-5 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> породи. За оцінками окремих зарубіжних та вітчизняних експертів, сумарні ресурси метану вугільних пластів до глибини 1800 м перевищують 12 трлн. м<sup>3</sup>. Може видобуватися як самостійне паливо, та як попутний продукт, який отримується в процесі дегазації шахт перед видобутком вугілля. Оскільки метан є парниковим газом, цінним ПЕР та причиною вибухів у шахтах, то розробка метану вугільних та субвугільних пластів має екологічне і соціально-економічне значення. Для видобутку метану вугільних пластів бурять звичайно неглибокі свердловини. Для збільшення продуктивності вугільних та особливо субвугільних пластів використовуються технології гідророзриву.

Станом на 1.01.2010 р. в Україні балансові запаси категорій А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> оцінені в 313,9 млрд. м<sup>3</sup> метану вугільних пластів (на балансі діючих шахт – 140,8 млрд. м<sup>3</sup>). У цьому напрямі передбачаються: розробка методів вивчення і оцінки запасів метану вугільних пластів; проведення геологорозвідувальних робіт з оцінкою запасів і ресурсів метану вугільних пластів окремих ділянок; одержання промислових категорій запасів метану

вугільних пластів для забезпечення його видобутку в обсязі 8 млрд. м<sup>3</sup> у 2020 р. та 16 млрд. м<sup>3</sup> у 2030 р.

*Газгідрати (клатрати)* схожі на пресований сніг або крихкий забруднений лід. Вони утворюються при низьких температурах (близьких до 0°C) і високих тисках (не менше 50 МПа). При таких термодинамічних умовах вода, в якій погано розчиняється  $CH_4$ , утворює кристалічну структуру із багатьох дрібніших осередків, утворених молекулами води, всередині яких, немов у клітці, заключені молекули  $CH_4$  ( $CH_4 \cdot 6H_2O$ ) або інших низькомолекулярних газів ( $C_2H_6 \cdot 7H_2O$ ;  $C_3H_8 \cdot 17H_2O$ ;  $i-C_4H_{10} \cdot 17H_2O$ ). Газгідрати утворюються в умовах вічної мерзлоти і при низькій температурі морських донних відкладів на глибинах 400-500 м. В багатьох джерелах інформації потенціальні світові ресурси газогідратів оцінюються 1,5-2,1·10<sup>16</sup> м<sup>3</sup>, що в три рази перевищує прогностні запаси «звичайного» вуглеводневого газу [17]. Газгідрати створюють реальну конкуренцію традиційним ВВ в силу великих ресурсів, широкого розповсюдження в донних відкладах морів і океанів (97% всіх ресурсів газогідратів), неглибокого залягання і концентрованого стану (1 м<sup>3</sup> природного метангідрату містить приблизно 165180 м<sup>3</sup>  $CH_4$  і 0,87 м<sup>3</sup>  $H_2O$ ).

Експериментально встановлено, що  $CH_4$  в присутності  $H_2O$  при температурі +3 °C і тиску 2 МПа утворює клатрат метану (метан-гідрат), а при тиску 2 МПа – клатрат суміші гомологів метану. Ці термодинамічні параметри відповідають глибинам Чорного моря понад 200 м [18]. Найбільш перспективні глибокі частини Чорного моря [19], але вони знаходяться за межами територіальних вод України, тобто прибережних морських вод шириною 12 морських миль (370,4 км), що відраховуються від лінії найбільшого відпливу як на материку, так і на островах, що належать Україні. В центральній глибоководній частині Чорного моря кількість метангідрату оцінюються в 2030 трлн. м<sup>3</sup>, а вцілому в морському басейні в 60-80 трлн. м<sup>3</sup>. За даними академіка НАНУ *Є.Ф. Шнюкова* (2012), запаси метангідрату досягають 25 трлн. м<sup>3</sup>, та із них на Україну припадає приблизно 7 трлн. м<sup>3</sup>. В 1993 р. вийшла постанова уряду України щодо виконання програми «Газогідрати Чорного моря», але відсутність коштів та індіферентність щодо рішення цієї проблеми не дозволили вирішити цю проблему.

За даними *Ю.Ф. Макогона* [17], термодинамічні умови стабільного існування газогідратів в товщі води і осадових породах Чорного моря існують на глибині понад 750 м, а для сірководню – від декількох метрів. Найбільш перспективна площа знаходиться в 20 км південніше від Ялти. Важливою особливістю Чорного моря є відсутність накопичення органіки в товщі придонних відкладів. Емісія  $CH_4$  в водну товщу для рішення проблеми газогідратів не має значення тому, що процеси окиснення метану в аеробній товщі води і в придонних відкладах перевищують процеси генерації  $CH_4$ . В придонних шарах на глибинах більше 750 м сірководень



утворює гідрати, які накопичуються в придонних відкладах тому, що їх щільність більша щільності метан-гідрату. Гідрат метану у вигляді мікрокристалів, які утворюються на поверхні бульбочки газу, спливає і достатньо швидко розчиняється в товщі води.

Проблема практичного використання газогідратів полягає у тому, що вони існують лише при низькій температурі і високому тиску (навіть при нормальному атмосферному тиску при 10-20 °С вони починають плавитися), а тому виникають труднощі їх деструкції на морському дні. Є деякий досвід експлуатації скупчень газогідратів на суші (наприклад, на півострові Таймир в Росії, в північно-західній Канаді тощо), але енергетичні витрати на вивільнення метану дуже великі, що обумовлює нерентабельність видобутку газогідратів. Собівартість видобутку газогідратів на суші складає 100-200 % витрат при розробці традиційних газових покладів, а при розробці морських газогідратів витрати будуть набагато більші. Крім того, при розробці скупчень морських газогідратів виникає ризик вибуху та надходження в атмосферу метану (парникового газу). Тим не менш, у ряді країн світу (Японія, Південна Корея, Індія, США тощо) розробляються проекти видобутку природного газу з газогідратів, в тому числі і на морському дні. При цьому експлуатація газогідратів може стартувати вже в другій половині ХХІ століття. Із можливих варіантів розробки покладів газогідратів найбільш відомі: зниження пластового тиску нижче рівноважного значення; підвищення температури газгідрату в пласті вище рівноважного значення; введення в пласт каталізаторів розкладання газогідратів. На вивчення газогідратів та їх розробку в світі витрачено \$ 1,2 млрд., але нової технології поки ще немає. Проекти розробки скупчень газогідратів існують і в Україні. Наприклад, пропонується встановити над розвіданим скупченням газогідратних покладів напівзанурену платформу, з якої необхідно пробурити дві свердловини. В одну з них (нагнітальну) подаватиметься концентрований сольовий розчин з іншої свердловини (витяжна) – вилучати метан. Влітку пропонується закачувати не сольовий концентрат, а теплу морську воду. Вважається, що при руйнуванні газогідратів будуть вивільнятися  $CH_4$  і прісна  $H_2O$ . Приблизна вартість піонерського газодобувного комплексу складає 500 млн. доларів США. Наявність сірководневої зони ускладнює технологію видобутку газогідратів в Чорному морі.

Вугілля є найбільш поширеним з усіх видів ПЕР органічного походження. Його запаси перевищують сумарні запаси нафти і газу. Світові розвідані запаси вугілля складають понад 5 трлн. т, а достовірні – близько 1,8 трлн. т, при сучасному рівні світового видобутку 4,5 млрд. т у рік забезпеченість запасами складає 440 років. Вугільні ресурси розвідані в 75 країнах світу, більше 96% запасів зосереджено в 10 країнах: США (445 млрд. т), Китаї (272 млрд. т), Росії (200 млрд. т), ПАР (130 млрд. т), Німеччині (100 млрд. т), Австралії (90 млрд. т), Великобританії (50 млрд. т),

Канаді (50 млрд. т), Індії (29 млрд. т) і Польщі (25 млрд. т). На вироблення електроенергії витрачається близько 65 % вугілля, що видобувається. Використання вугілля в цій сфері стримується в зв'язку з утворенням значної кількості  $CO_2$  при його спалюванні, що сприяє утворенню парникового ефекту.

Вугілля в Україні – єдина енергетична сировина, запасів якої потенційно достатньо для забезпечення енергетичної безпеки держави. Видобуток вугілля і його переробка в готову вугільну продукцію на прогнозований період залишається основним джерелом забезпечення потреб України в енергоносіях. Загальні ресурси вугілля України: балансові, позабалансові, прогнозовані (за станом на 1.01.2010 р.) становлять 117,12 млрд. т, у т.ч. розвідані запаси – 56,25 млрд. т, з них коксівних марок – 17,21 млрд. т (30,6 %), антрацитів – 7,60 млрд. т (13,5 %). Разом з тим вугільні родовища України характеризуються дуже складними природними умовами їх розробки, а наявний шахтний фонд – високою зношеністю і низьким технічним рівнем, внаслідок чого вітчизняна вугільна промисловість є збитковою і потребує державної підтримки.

*Горючий сланець.* Запаси горючих сланців значні, але використовуються недостатньо. Мало перспективні через значні відходи і викиди, що важко усуваються. Як зазначено вище, в Україні можуть використовуватися горючі сланці Бовтиського родовища (запаси 4 млрд. т) і менілітові сланці олігоценміоценових відкладів складчастих Карпат і Передкарпатського прогину.

*Торф.* Запаси торфу значні: 150 млрд. т (по вуглецю), з щорічним накопиченням 210 млн. т (по вуглеводу). Використання торфу мало перспективне через високу зольність і комплекс екологічних порушень.

*Енергія штучного атомного розпаду і ядерного синтезу.* Серед традиційних джерел енергії особливе місце посідає атомна енергетика. Починаючи з 1950-х до 1970-х рр., неухильно зростала частка атомної енергетики в паливно-енергетичному балансі індустріально розвинених країн. У середині 1980-х років найбільшими продуцентами атомної енергетики в світі США, Франція, СРСР, Великобританія, Канада, ФРН, Іспанія, Бельгія. Але після низки серйозних аварій на АЕС в США і особливо після Чорнобильської аварії, ряд країн вирішили взагалі відмовитися від АЕС (Ірландія, Люксембург, Данія, Нова Зеландія, Австралія), інші країни вирішили ліквідувати вже побудовані атомні реактори (Швеція, Філіппіни, Австрія). Однак США, Франція, ФРН, Великобританія продовжують з різним успіхом тримати курс на розвиток атомної енергетики.

Нормальне функціонування АЕС не загрожує навколишньому середовищу. Проблеми виникають у зв'язку зі зберіганням та переробкою радіоактивних відходів, а також через загрозу атомних аварій. Тривале зберігання радіоактивних відходів викликає тривогу та є серйозною проблемою, для урегулювання якої ще не знайдено чітких рішень. Загроза

посилюється через ризики та проблеми, пов'язані з обробкою відходів, які виникають після виведення з експлуатації атомних реакторів. Навіть якщо виходити з того, що імовірність аварії на АЕС надзвичайно мала, то це не виключає проблеми забруднення НПС при видобутку уранової руди, при отриманні радіоактивної сировини, похованні радіоактивних відходів тощо. Наприклад, на березі р. Колумбія (США) розташована АЕС; радіоактивність води незначна, а концентрація радіонуклідів у рибах та птахів у десятки тис. разів більша ніж у воді. Радіоактивні компоненти накопичуються в НПС і можуть обернутися загибеллю для людської популяції. Один американський учений-атомник так образно охарактеризував атомну енергетику: «Дракон мертвий, тільки він про це не знає». Запаси атомної енергії фізично невичерпні, але екологічно вона надто небезпечна доти, поки не буде знайдений спосіб дезактивації радіоактивних відходів. Що ж до термоядерної енергії, яка отримується в ході злиття (синтезу) більш легких ядер в більш важкі, то використання її поки вельми проблематичне. Термоядерні реакції некеровані і поки немає розробок, що дозволяють управляти ними. Крім того, немає речовин, здатних витримати температури  $3 \cdot 10^9$  °С.

Необхідно зазначити, що на всіх етапах *ядерного паливного циклу* (видобування - збагачення уранової руди - ядерне паливо - АЕС - повторна обробка по витяганню урану, плутонію - поховання радіоактивних відходів) відбувається надходження радіоактивних речовин в довкілля і існує різна міра екологічного ризику. Існують не лише екологічні, але й економічні обмеження розвитку ядерної енергетики. Так, в США в 2000 р. планувалося ввести в дію 1000 атомних реакторів, але починаючи з 1975 р. замовлення на будівництво АЕС скоротилися. Причиною цього були соціально-економічні і екологічні проблеми. Зокрема, при будівництві АЕС виникають такі проблеми: 1) нові стандарти по безпеці АЕС збільшують їх вартість у 5 разів; 2) протест громадськості («радіофобія») призводить до затримки пуску АЕС, тому витрати зростають і це лягає на плечі споживачів енергії; 3) робота АЕС пов'язана з ризиком за лічені хвилини великі прибутки перетворити в колосальні збитки; 4) термін служби АЕС складає не більше 30 років через «крихкість» металевих конструкцій і т.д., що також підвищує вартість електроенергії (витрати на будівництво повинні окупатися швидко); 5) енергія, що виробляється на АЕС, не використовується транспортом, як ВВС, оскільки поки що мало електромобілів [15]. У нерозсудливому прагненні до широкого розвитку АЕС в 60-70 рр. проблема ліквідації ядерних реакторів ігнорувалася, хоча в цій серйозній проблемі існують як екологічні, так і економічні аспекти. Для демонтажу близько 350 атомних реакторів (включаючи створення об'єктів зберігання) буде потрібно 63-270 млрд. доларів. У разі демонтажу діючої АЕС треба буде знешкодити 150 млн. куб. фунтів низько активних відходів, тобто в 70 разів більше ніж утвориться щорічно на АЕС всього світу, а також

забезпечити поховання більше ніж 100 тис. тонн високоактивних відходів, їх ізоляцію від людей на 10 тис. років. Витрати на демонтаж АЕС, що закривається, зростають в середньому на 15 % щороку, подвоюються кожні 5 років. Посилення нормативних актів збільшує вартість видалення радіоактивних відходів.

За даними МАГАТЕ по енергетичних реакторах, на кінець 1994 р. в 30 країнах експлуатувалося 432 АЕС загальною потужністю 340 ГВт (ел.). Станом на 1.01.2012 р. у всьому світі було в експлуатації 435 ядерних реакторів загальною потужністю 369 ГВт (ел.), а в стадії будівництва було ще 65 ректорів. Незважаючи на аварію на АЕС «Фукусіма», в деяких країнах спостерігається тенденція підвищення потужності, відновлення та продовження строків функціонування діючих реакторів. До 2030 р. потужність АЕС буде зростати до 746 ГВт (ел.), а кількість ядерних реакторів збільшиться від 90 до 350 одиниць [20].

Ядерна енергія сьогодні в принципі є реальним, істотним і перспективним джерелом забезпечення потреб людства в довгостроковому плані. Зрозуміло, ядерна енергетика не безаварійна, не застрахована від технічних збоїв, пов'язана з відходами, які вимагають особливого поводження. Але ці реальні проблеми піддаються сучасним і надійним технічним рішенням, покликаним гарантувати максимальну безпеку.

Ресурси сучасної паливної бази для ядерної енергетики визначаються вартістю видобутку урану при витратах, що не перевищують \$130 за 1 кг  $U_3O_8$ . Понад 28 % ресурсів ядерної сировини припадає на США і Канаду, 23 % – на Австралію, 14 % – на ПАР, 7 % – на Бразилію. В інших країнах запаси урану незначні. Ресурси торію (при витратах до \$75 за 1 кг) оцінюються приблизно в 630 тис. т, з яких майже половина знаходиться в Індії, а інша частина – в Австралії, Бразилії, Малайзії та США [20].

На 5 українських АЕС працюють 14 реакторів, які нині виробляють близько 50 % загального обсягу електроенергії, що виробляється в Україні. Задоволення потреб у сировині для атомної енергетики на 30 % досягається за рахунок розробки Ватутінського, Центрального та Мічурінського родовищ, Кіровоградського урановорудного району Українського кристалічного щита.

Готується для введення в експлуатацію Новокостянтинівське родовище. Загальний стан уранової мінерально-сировинної бази оцінюється як задовільний. Основу її становлять великі за запасами родовища у Кіровоградському рудному районі, уранові руди яких за якістю належать до рядових і бідних. Друге місце за своїм промисловим значенням займають родовища у вуглисто-піщаних відкладах палеогену Дніпровського басейну, які придатні для відпрацювання методом підземного вилуговування на місці їх залягання. Хоча окремі родовища цього типу невеликі за запасами, але їх загальні ресурси значні. До резервних належать невеликі за запасами родовища на Українському кристалічному щиті – Южне, Лозоватське і

Калинівське, руди яких разом з ураном містять торій, молібден та рідкісноземельні метали. Крім того, в Україні є перспективи для відкриття родовищ з багатим урановим зруденінням, що дасть змогу суттєво покращити стан мінерально-сировинної бази.

Підсумовуючи відомості про енергетичні ресурси, необхідно зазначити, що існують різні оцінки енергетичного потенціалу Землі. За даними [20] при перерахунку в *тони умовного палива* (1 *т.у.п.* =  $2,93 \cdot 10^{10}$  Дж, визначається як кількість енергії, що виділяється при згорянні 1 т палива з теплотворною здатністю 7000 ккал/кг) наша планета має потенціал: біомаси – 5,6; гідроенергетики – 2,8; геотермальної енергії – 2,8; енергії припливів і відпливів – 0,04; сонячної енергії (сонячні елементи, колектори та інші.) – 6,31 *т.у.п.* У сумі цей потенціал більш ніж в 2 рази перевищує витрати енергії, яка в цей час витрачається в світі. Але в найближчому майбутньому основними енергоресурсами залишатимуться паливні корисні копалини, насамперед традиційні та нетрадиційні джерела ВВС.

Пам'ятаючи про те, що запаси основних традиційних джерел енергії не безмежні, уже застосовуються засоби до їх більш раціонального використання, впроваджуються нові малоенергоємні технології. Проводяться роботи по впровадженню альтернативних джерел енергії: 1) *геліоенергетика* (геліоконденсатори, сонячні батареї); 2) *біоенергетика* (виробництво біомаси, біосинтез водню, рідке біопаливо – етанол, рослинна олія і ін., сміттєспалюючі установки, «деревні таблетки» – паливо із деревних відходів); 3) *вітроенергетика*; 4) *альтернативна гідроенергетика* («малі» ГЕС, припливні і хвильові електростанції; станції, які використовують енергію морських течій); 5) *енергетика, що використовує різницю температур* (високоградієнтні установки геотермальної енергії «морого» і «сухого» типу, низькотемпературна енергетика, що використовує різницю температур глибин і поверхні моря, теплові насоси і т.д.); 6) *вторинна енергетика* (яка використовує скидне тепло); 7) *космічна енергетика* (отримання енергії на спеціальних штучних супутниках Землі з вузькоспрямованою її передачею на наземні приймачі). Ведуться також роботи по використанню відновлюваних джерел енергії та змішаних джерел енергії (атомно-водневі, сонячно-водневі і ін.).

**Можливості використання традиційних і альтернативних джерел енергії стосовно до України.** В сировинному секторі світового господарства провідну роль відіграють *паливно-енергетичні ресурси* (ПЕР). На думку фахівців, у 1995-2015 рр. загальне споживання ПЕР може збільшитись в 1,6-1,7 разів і буде складати 17 млрд. *т.у.п.* При цьому в структурі споживання домінуюче положення збережеться за ПЕР органічного походження (94 %), в той час, як частка атомної і гідроенергетики буде незначна (6 %). Вважається, що лідируючу роль

збереже нафта, на другому місці залишиться вугілля, на третьому – природний газ.

*Первинними джерелами енергії* є як невідновлювані, такі і відновлювані енергетичні ресурси. Ступінь їх використання варіює у європейських країнах, що зумовлює різні обсяги виробництва. Усі вони слугують основним джерелом виробництва енергії. Залежно від вкладу у глобальне потепління, первинні джерела можна поділити на паливо з високим вмістом вуглецю (тверде паливо, нафта, газ) та з низьким вмістом вуглецю або його відсутністю (вітрова та сонячна енергія, енергія біомаси, гідроенергія, геотермальна та атомна енергія). З первинних джерел енергії отримують *вторинні енергоресурси*, які вже можуть безпосередньо використовуватися кінцевими споживачами. Це електрика, нафтопродукти та тепла енергія.

Під час виробничого циклу (починаючи з видобування енергії та закінчуючи її споживанням) усі види енергії тією чи іншою мірою здійснюють вплив на НПС. Спалювання викопного палива супроводжується виділенням кислотних газів, пилу, кіптяви або інших ЗР. Видобувна діяльність у відкритих рудниках призводить до знищення природних ландшафтів. Використання АЕС супроводжується значним ризиком, а зберігання радіоактивних відходів у результаті вироблення атомної енергії коштує надто дорого та спричиняє технічні труднощі.

Енергію можна добувати за допомогою більш «чистих» методів шляхом використання відновлюваних енергоресурсів (сонця, вітру, термальних вод, біомаси тощо). Незважаючи на значні переваги, відновлювані джерела енергії все-таки здійснюють певний негативний вплив на навколишнє середовище. За винятком гідроелектростанцій, ця дія є порівняно обмеженою і має локальний характер.

У майбутньому експлуатація енергетичних станцій, функціонування яких ґрунтується на відновлюваних джерелах енергії, вимагатиме значних площ і супроводжуватиметься певним негативним впливом на навколишнє середовище. Вони можуть псувати зовнішній вигляд ландшафту (вітряні генератори, сонячні колектори), підвищувати рівень шуму (вітряні генератори), погіршувати якість повітря (геотермальна енергія, спалювання біомаси).

Незважаючи на це, відновлювані джерела енергії мають потенціал скорочення викидів парникових і кислотних газів, а також інших забруднювальних речовин, що виділяються при виробленні енергії.

За останнє десятиріччя спостерігалось зниження викидів парникових газів та ЗР повітря. У Західній Європі причиною цього є перехід на інші види палива (скорочення споживання вугілля і нафти), а в Східній Європі це зумовлено скороченням виробництва. Сприяють цьому і значні зусилля, спрямовані на підвищення енергоефективності, а також ширшого використання відновлюваних джерел енергії. Західна Європа має значний

технічний потенціал підвищення енергоефективності, зокрема у побуті та в транспортному секторі. Очікується, що посилення економічних зв'язків Східної Європи із Заходом сприятиме ефективнішому використанню енергії, але водночас це призведе до збільшення кількості викидів парникових газів та ЗР повітря, зокрема в промисловості, побуті та в транспортному секторі. В Україні у 2003 р. відновлювані джерела енергії у структурі загального енергоспоживання становили майже 3 %. У 1997 р. Кабінет Міністрів України затвердив Програму державної підтримки розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики до 2010 р. Прийнято Закон України «Про альтернативні джерела енергії» (2003 р.). Україна має достатні запаси практично всіх енергетичних ресурсів. Це обумовлює розвиток в країні потужного *паливно-енергетичного комплексу* (ПЕК).

У 1999 р. виробництво електроенергії в Україні здійснювалось за рахунок: ТЕС (39,1 %), ГЕС (11,2 %), АЕС (46,9 %), інших джерел енергії (2,8 %). За даними 2000 р., найбільша частина електроенергії вироблялась на ТЕС – 48 % (АЕС – 45,3 %, ГЕС – 6,7 %), частка вугілля була 22 %, нафти – 44 %, природного газу – 21 %, ядерної енергетики і гідроенергетики разом – 13 %. За даними Міністерства палива і енергетики України, основними джерелами виробництва електроенергії в 2004 р. були: АЕС (48 %), ТЕС (45,3 %), ГЕС (6,5 %). Частка відновлюваних джерел енергії за різними даними в останні роки становила 0,33 % у структурі загального енергетичного балансу. В 2005-2006 рр. українські АЕС виробляли понад 50% всієї електроенергії країни. Для порівняння: у 2002-2003рр. світова структура виробництва електроенергії за різними джерелами інформації була представлена таким чином: нафти – 32-34,8 %, вугілля – 23,525 %; природного газу – 17-21,1 %, ядерної енергії – 5-6,8 %, гідроенергії – приблизно 6%, біомаси – 14%. Наприклад, основними джерелами електроенергії в Росії в 2002 р. були: природний газ – 34 %, вугілля – 25 %; нафта – 14 %, ядерна енергія – 12 %. Таким чином, структура енергетичного балансу України відрізняється від структури окремих країн і загальної світової структури використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). До останнього часу частка власних ПЕР в паливно-енергетичному балансі України становить майже 50 %; забезпеченість власним вугіллям оцінюється на рівні 92 %, нафтою приблизно на 10 %, природним газом – на 20 %. Ядерне паливо практично повністю імпортується із Росії.

*Теплова енергетика.* Саме їй належить значна роль у виробництві електроенергії в Україні, і ці тенденції будуть зберігатися, очевидно, і в доступній перспективі. Однак, в енергетичному балансі держави з теплоенергетикою конкурує атомна енергетика. За обсягами викидів забруднюючих речовин в атмосферу тепло-електроенергетика перевершує будь-яку іншу галузь промисловості. Протягом кількох десятиліть ТЕС є безперервно діючими джерелами викидів продуктів згоряння палива та

скидів у водойми великої кількості стічних вод, а також низькопотенційного тепла. Розглядаючи вплив ТЕС на атмосферу, рослинний і тваринний світ, перш за все враховують викиди тих речовин, на які встановлені ГДК та їх вміст в повітрі населених міст. При спалюванні природного газу - це оксиди азоту ( $NO$ ,  $NO_2$ ), чадний газ ( $CO$ ) і бенз(а)пірен ( $C_{20}H_{12}$ ). При спалюванні твердого та рідкого палива до них додаються ще оксиди сірки ( $SO_2$ ,  $SO_3$ ) і зола. В процесі спалювання органічного палива багато ЗР можуть бути видалені з промислових викидів завдяки очисному обладнанню. Причому, витрати на очистку викидів звичайно нижчі від вартості збитків, що завдаються в результаті емісії ЗР у НПС. Однак в сучасній промисловості відсутні методи істотного зниження емісії основного парникового газу –  $CO_2$ . При оцінці екологічності теплоенергетики важливе значення має структура паливного балансу ТЕС, тобто облік тих енергоносіїв, які спалюються для отримання електроенергії. У всьому світі тут домінує положення залишається за вугіллям. Низька якість вугілля, використання застарілих технологій спалювання, а також застосування застарілих технологій очищення викидів є причиною того, що підприємства теплоенергетики є істотними джерелами забруднення атмосферного повітря. Зі скидами стічних вод ТЕС ситуація трохи краща, ніж з викидами в атмосферу. Скиди стічних вод з українських ТЕС мають слабо виражену тенденцію до стабільного скорочення. Досягається це за рахунок застосування природоохоронних заходів у галузі, спрямованих на обмеження забруднення водних об'єктів, які включають у себе впровадження систем оборотного водопостачання й удосконалення систем очищення стічних вод.

*Атомна енергетика.* Особливо слід підкреслити ризик використання атомної енергії та її вплив на довкілля будь-якої країни. Україна в цьому відношенні не є винятком, насамперед, після аварії на ЧАЕС. Основна частина атомних реакторів зосереджена в басейні річки Дніпро, що створює потенційну загрозу. Крім того, екологічну небезпеку становлять підприємства з видобутку і переробки уранової руди. Звичайно, одним з вагомих аргументів на користь використання енергії є те, що атомні реактори не виділяють газів, які забруднюють атмосферу і спричиняють парниковий ефект. Але атомна енергетика – це джерело утворення особливо небезпечних відходів. Вже сьогодні пристанційні сховища на багатьох українських АЕС заповнені відпрацьованим ядерним паливом, зберігання та переробка якого пов'язана з технологічними та екологічними проблемами на 60-80%. Проблема знешкодження радіоактивних відходів або їх надійного безпечного захоронення на сьогоднішній день остаточно не вирішена ніде у світі. Тому при захороненні відходів атомної енергетики може статися або стійке (на багато тисячоліть) забруднення природних екосистем, або суспільство одержить потенційну атомну бомбу уповільненої дії. Радіоактивні викиди українських АЕС вносять свій вклад



в забруднення земної атмосфери радіоактивними речовинами (у т.ч. криптоном-85). Крім того, експлуатація атомних станцій збільшує ризик і ймовірність атомних аварій з катастрофічними наслідками для населення і природи будь-якої країни або регіону. Протягом останніх 10 років ядерно-енергетичний комплекс забезпечує близько 50 % виробництва електроенергії в країні. Енергетичною стратегією на період до 2030 року, схваленою урядом України у 2006 р., передбачається зберегти таку домінуючу роль атомної енергетики в енергозабезпеченні країни. Частка виробництва атомної електроенергії протягом всього періоду буде становити не менше 50 % від сумарного річного виробництва. Це означає, що до 2030 року виробництво атомної електроенергії має зрости майже в 2,5 рази, а встановлені потужності АЕС заплановано збільшити до 29,5 млн. кВт.

*Гідроенергетика.* Гідроенергетичний потенціал є природним даром, який можна поставити в один ряд із запасами палива.

Світовий економічний гідроенергетичний потенціал досягає 9,7-9,8 трлн. кВт. год. (тобто та його частина, використання якої на даному етапі економічно виправдане) і використовується в даний час на 21 %. Ступінь освоєння гідроенергетичного потенціалу особливо великий в Західній і Центральній Європі (70 %), в Північній Америці і Росії він нижчий (відповідно 38 і 20 %). Вплив використання енергії ГЕС на навколишнє середовище: виселення людей з районів, де будуть побудовані водосховища; втрата лісів і родючої землі; негативний вплив на дику природу та рибні ресурси; руйнування природних ландшафтів; втрата джерела доходів для людей, які займаються рибним ловом, землеробством і пов'язаними з цими видами діяльності роботами; зміни в руслах річок, що може викликати конфлікт інтересів у зв'язку з використанням води. Екологічні наслідки в результаті цих дій мають комплексний характер. Крім того, їх важко заздалегідь передбачити. Дуже часто негативний вплив на навколишнє середовище є настільки значним, що стає неприйнятним, а це призводить до відмови від реалізації подібних гідроенергетичних проєктів. Можна тільки ще раз нагадати про те, що будівництво рівнинних ГЕС виключило з обороту величезні площі родючих заплавлених земель України, порушило екосистеми та природну рівновагу в басейнах Дніпра, Дністра та інших річок.

Будівництво гідротехнічних споруд завдало значної шкоди стану річок і природному середовищу багатьох українських регіонів. Екологічні наслідки будівництва гігантських водосховищ з каскадами гребель були очевидні вже через кілька десятиліть. Водосховища, що утворились в результаті будівництва гребель, стали акумуляторами забруднювальних речовин, що знаходять з неочищеними і недостатньо очищеними стічними та іншими зворотними водами. У них сповільнилася швидкість процесів самоочищення води, і в результаті стали розвиватися процеси евтрофікації

(«цвітіння води»). Створення водосховищ призводить до підтоплення прилеглих територій, підняття рівня ґрунтових вод, активізації процесів абразії тощо. Прикладом того, який збиток був заподіяний в результаті гідротехнічного будівництва багатьом українським річкам, може служити ріка Дніпро. Краса і повноводність цієї річки оспівані багатьма поколіннями українців. Сьогодні відомо, що природний режим цієї величної річки змінився настільки сильно, що її тепер можна назвати практично повністю штучним водним об'єктом. Сталося це тому, що українські річки перегороджені численними греблями (Дніпро, Дністер, Сіверський Донець, Оскіл, Південний Буг, Інгулець, Кальміус, Салгир, Альма); найбільші в Україні – на Дніпрі (загальна площа 6-ти водосховищ складає 4708 км<sup>2</sup>). Це негативно позначається на гідроекологічних умовах, а отже, на якості питної води; необхідно нагадати, що основна частина населення України для господарсько-питних цілей використовує воду із Дніпра. Відбулося погіршення стану і деградація багатьох українських річок. Це виразилось в погіршенні якості води, затопленні родючих заплавної земель, значному зниженні уловів прохідних і напівпрохідних риб, які століттями були одним з традиційних продуктів харчування місцевого населення і важливим експортним товаром. Подовження термінів водообміну в річках загрожує незворотними наслідками. Але постраждали не тільки екосистеми річки та її берегів, але і її біологічні ресурси, а відтак природним екосистемам в результаті гідротехнічного будівництва було завдано непоправного збитку. *Геотермальні електростанції* завжди були географічно «прив'язані» до районів геотермальних родовищ. В Україні першу геотермальну циркуляційну систему (на основі застосування підйомних та нагнітальних свердловин) збудовано у 1988 р. на території с. Іллінки Сакського району Криму. Станом на 2004 р. в Україні введено 9 геотермальних установок із сумарною тепловою потужністю 10,6 МВт. Звичайно, в загальному балансі енергетики України цей вид енергії не може відігравати значну роль, але для районів зі сприятливими геотермічними умовами геотермальні електростанції можуть задовольнити потреби в електроенергії; їх можна застосовувати в технологічних процесах харчової та місцевої переробної промисловості, при виробництві будівельних матеріалів, в сушильних установках тощо). Екологічні переваги геотермальної енергії: відсутність порушень значних площ поверхні землі, викидів шкідливих речовин в атмосферу і відходів виробництва; невичерпність, повсюдність, близька дислокація до споживача, економічна конкурентоспроможність (вартість нижче, ніж при використанні паливно-енергетичних ресурсів) тощо. Недоліки геотермальної енергії: низький температурний потенціал теплоносіїв на виході із установки, труднощі транспортування та депонування, теплове забруднення, викиди деяких шкідливих речовин в атмосферу, скиди забруднювальних речовин у водойми тощо. Розроблена Програма «Екологічно чиста геотермальна енергетика України» (1996 р.),

однак, про істотні результати практичної реалізації цієї програми, на жаль, говорити не доводиться. *Вітрові і сонячні електростанції*. Засоби використання вітрової і сонячної енергії, а також еколого-економічні і соціально-правові аспекти використання альтернативних джерел енергії наведені в багатьох навчальних посібниках та інших джерелах інформації. Якщо на теперішній час у всьому світі вітроенергетика перетворилась на окрему галузь, що дає в окремих країнах (Німеччина, Данія тощо) істотний внесок в енергетичний баланс цих країн, а сонячні колекторні батареї вже міцно увійшли в побут європейців, то в Україні розвиток вітроенергетики та сонячної енергетики поки що знаходяться на початковому етапі. Згідно «Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» орієнтовно частка відновлюваних джерел енергії до 2010 р. повинна становити 2-3 %, до 2030 р. – 6-7 % і більше. В «Комплексній програмі розвитку вітроенергетики», що розроблена і затверджена КМУ в 1996 р. в рамках «Національної енергетичної програми України» (Постанова ВР України №191/96-ВР 1996 р.) до 2010 р. сумарна потужність вітроустановок України повинна бути 1990 МВт. До 2002 р. було розроблено 14 галузевих керівних документів, які стосуються специфіки забезпечення процесів виробництва вітроустановок (ВЕУ), проектування і експлуатації ВЕУ; 3 Державних стандарти України (ДСТУ 3896-99, ДСТУ 4037-2001, ДСТУ 4051:2001), адаптовані до умов Системи ДСТУ 9 міжнародних стандартів з вітроенергетики, які введені в дію в 2003 р. В Україні перспективи вітроенергетики насамперед пов'язуються з узбережжями морів, південним берегом Криму, вершинами гір, Донецькою височиною, Приазовською та Причорноморською низовинами, які характеризуються середньорічною швидкістю вітру 5,5-6,0 м/с і мають дуже високий вітроенергетичний потенціал. Є перспективи для використання їх в інших регіонах України з постійними вітрами. Встановлена потужність ВЕС України складає 0,75-17,3 МВт (разом 58,38 МВт) [11]. Екологічна шкода від ВЕУ мізерна, їх використання сприяє скороченню викидів парникових газів, джерелом яких є спалювання викопного палива. Разом з тим, їх експлуатація пов'язана з шумовим забрудненням, загибеллю птахів від ударів лопатей та ін.). В Україні ВЕУ доцільно розміщувати в місцях, де постійно дмуть вітри: на узбережжях морів, великих озер і водосховищ, в степах, передгір'ях та у гірських районах, тобто в районах зі значним вітроенергетичним потенціалом.

*Припливно-відпливні електростанції*. Дещо відокремлено від інших нетрадиційних електростанцій розглядаються припливно-відпливні електростанції. Перевагою таких установок є невичерпність використовуваного джерела енергії та його дешевизна. Як зазначено вище, Чорне і Азовське моря не відносяться до припливно-відпливних морів, а тому можливостей для створення припливно-відпливних електростанцій в Україні не існує.

*Малі гідроелектростанції.* В Україні нараховується понад 63 тис. малих річок і водотоків загальною довжиною 135,8 тис. км. При використанні енергетичних ресурсів малих річок важливе значення має тривалість льодяного покриву взимку, що впливає на кінетичну енергію потоку річок. На початку 1950-х рр. кількість малих ГЕС в Україні становила 956 одиниць із загальною потужністю 30 тис. кВт. Однак через концентрування виробництва електроенергії на потужних ТЕС і ГЕС їх будівництво було призупинено, почалася їх консервація, демонтаж, сотні малих ГЕС були зруйновані. Залишилось лише 48 малих ГЕС, які характеризуються незадовільним технічним станом. АО «Київенергомаш» в рамках «Програми розвитку малої енергетики України» розробляє проекти з відновлення і реконструкції існуючих та будівництва нових малих ГЕС. Мала гідроенергетика через її незначну питому вагу (0,2 %) в загальному енергобалансі не може істотно впливати на умови енергопостачання країни, однак експлуатація малих ГЕС дає можливість виробляти майже 250 млн. кВт електроенергії на рік, що еквівалентно щорічній економії до 75 тис. тонн дефіцитного органічного палива. За оцінкою Світової енергетичної ради економія органічного палива за рахунок малих ГЕС в загальному виробництві енергії в 2030 р. може становити від 69 до 99 млн. т умовного палива. Оскільки малі ГЕС спричиняють зменшення стоку, то внаслідок їх функціонування виникає загроза рекреаційному потенціалу і гідробіонтам, можуть зруйнуватися мальовничі ландшафти водно-болотних угідь. В маловодний період року ефективність малих ГЕС зменшується. Перспективна *біоенергетика* – одержання корисної енергії або палива шляхом використання біомаси. За рахунок перетворення біомаси можна генерувати електроенергію, теплоту, виробляти рідке, газоподібне й тверде паливо. У 2004 р. енергетичне використання біомаси становило: в США 3,2 %, Данії – 8 %, Австрії – 11 %, Швеції – 19 % і Фінляндії – 21 % загального споживання первинних енергоносіїв (в основному шляхом використання відходів деревини). В Україні цей показник був лиш 0,6%, але перспективний енергетичний потенціал становить 122 млн. МВт год/рік [11]. Одним із перспективніших напрямів у процесі забезпечення себе доступними джерелами енергії в Україні вважається використання енергії біопалива, але виключно за рахунок переробки відходів, збагачених органічними речовинами.

Саме використання альтернативних джерел енергії дозволяє економити непоновлювані ресурси і значно зменшувати забруднення природних систем. Сьогодні у світі використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії досягло промислового рівня. Вітроенергетика успішно розвивається в Данії, Німеччині та інших західноєвропейських країнах. В Україні в теперішній час внесок нетрадиційних джерел енергії дуже низький і становить в останні роки 0,3-3,0 % у структурі загального енергетичного балансу. Наприклад, є значні

передумови для одержання енергії із біомаси, насамперед, із відходів лісопереробної, харчової та інших галузей промисловості, відходів тваринницьких комплексів, твердих побутових відходів. Такий підхід до отримання енергії більш екологічний, ніж використання в якості сировини сільськогосподарської продукції, яка дедалі стає більш дефіцитною у зв'язку з наростаючою світовою кризою у виробництві продуктів харчування. Перспективи для розвитку нетрадиційної енергетики визначаються українським законодавством: Національна енергетична програма (затверджена ВР України від 15.03.1996 р. №19/96-ВР); Закон України «Про електроенергетику» (затверджений ВР України від 16.10.1997 р. №575/97-ВР); Закон України «Про енергозбереження» (затверджений ВР України від 1.09.1994 р. №875/94-ВР); Закон України «Про альтернативні джерела енергії» (затверджений ВР України від 20.02.2003 р. №555-IV-ВР).

В Україні розроблена «Енергетична стратегія України на період до 2030 року», основна мета якої і вищий пріоритет полягає в максимально ефективному використанні природних ПЕР і наявного науково-технічного та економічного потенціалу ПЕК для підвищення якості життя населення країни. Одне із важливих завдань стратегії – забезпечення екологічної безпеки та зменшення техногенного впливу на стан довкілля за рахунок впровадження нових технологій видобутку, переробки, транспортування і реалізації електроенергії та тепла, збільшення частки відновлюваних джерел енергії і т.д.

## 2.2 Газово-атмосферні ресурси

*Ресурси окремих газів атмосфери.* Особливе значення мають ресурси  $O_2$  і  $CO_2$ ; співвідношення між ними за багато млн. років існування БС відповідає осцилюючому стаціонарному. Глобально за 100 років концентрація  $O_2$  знизилася з 20,948 до 20,946 % (за іншими даними до 20,5-20,8 %). Баланс приходу і витрати  $O_2$  негативний. У містах концентрація  $O_2$  нижча за 20%. Потрібно приділяти пильну увагу зміні концентрації  $O_2$ . Глобально за 100 років концентрація  $CO_2$  зросла на 14-16 % і за існуючих темпів і масштабів надходження можливе збільшення концентрації  $CO_2$  за 20 років на 50 %. Концентрація  $CO_2$  зростає на 0,3% кожен наступний рік, але нерівномірно. Вживаються засоби щодо скорочення викидів  $CO_2$ . Не менш важливі ресурси озону в межах озонового шару стратосфери. Потенційно втрачено близько 10 % озонового шару. Застосовуються регулюючі засоби (зниження і припинення викидів ХФВ та інші.). Ресурси  $CH_4$  і інших малих газових домішок в атмосфері різко збільшуються через зростаючу техногенну емісію.

*Газові складові гідросфери.* У багатьох континентальних водоймищах знижена концентрація  $O_2$ . У Світовому океані розчинність  $CO_2$  може

знизитися приблизно з 40 % до 20 % від викидів в атмосферу, що приведе до негативних екологічних наслідків.

*Озоновий екран.* Проблему деградації озоносфери розглянуто вище.

*Фітонциди та інші біогенні летючі речовини.* В урбанізованих районах їх концентрації значно нижчі від біологічних норм, а місцями в зв'язку з дезадаптацією людини перетворюються на алергени. Потрібна регуляція.

*Газові домішки мінерального неатмосферного походження (природні). Важкі і легкі іони.* Спостерігається зниження кількості легких іонів і загальної іонізації повітря із збільшенням його антропогенного забруднення, особливо в урбанізованих районах. Потрібна регуляція. Іонізація - перетворення атомів і молекул в позитивно і негативно заряджені іони. Міра іонізації визначається відношенням числа іонів до числа нейтральних часток. Іонізація відбувається під впливом різних фізичних полів, рослинності і т.д. Підвищені концентрації легких іонів корисні для організму людини. У лісовому повітрі міра іонізації кисню в 2-3 рази вища, ніж над морем, в 5-10 раз вища, ніж над лугом, і в 150 раз вища, ніж у повітрі житлових приміщень. Одні рослини (акація біла, дуб, ялина, сосна, ялівець та інші) володіють високою негативно іонізуючою здатністю, а інші (черемха, тютюн, евкаліпт, мімоза та інші), навпаки, знижують кількість легких іонів.

*Газові забруднення (антропогенні).* У багатьох районах, особливо в промислово-міських, вміст газових забруднень вище прийнятних норм (ГДК), потрібне регулювання. М.Ф. Реймерс [1] відносить їх до «антиресурсів», тобто до агентів, знецінюючих інші ресурси. У той же час багато які газові викиди можуть бути залучені до процесу виробництва (наприклад, отримання повторного гіпсу при пропусканні діоксиду сірки крізь вапняковий розчин).

## 2.3 Водні ресурси

*Атмосферна волога.* Спостерігається тенденція до нерівномірності балансів. Регіонально сильно підкислена (кислотні опади) – значення *pH* доходить до 2,3-1,5 % при нормі 5,6. Необхідна регуляція.

*Океанічні і морські води.* Кількість істотно не змінилася. Сталося деяке регіональне підкислення вод мілководь (наприклад, Азовське море), змінилася солоність, глобально зріс вміст важких металів (свинцю – до 3 разів і т. д.). Спостерігається дисбаланс між стоком з материків і перенесенням на них вод, що випаровуються з поверхні Світового океану. Негативний баланс оцінюється в розмірі 47-630 км<sup>3</sup>. Рівень Світового океану зростає приблизно на 1-1,6 мм за рік.

*Озера, водосховища і ставки.* Водосховища зосередили близько 5000 км<sup>3</sup> вод. Озера змінюють рівень під антропогенним впливом: підйом

дамбами і спуск вод (Байкал), забору вод на зрошування (Арал) і т.д. Місцями спостерігається підкислення внаслідок випадання кислих (кислотних) опадів. Потрібна увага і в ряді місць регуляція.

*Води рік, струмків, поверхневого і глибинного стоку.* У ряді випадків глибоко антропогенно трансформовані і безповоротно використовуються (глобально приблизно на 5-9 %, місцями до 100 %), сильно забруднені. Водний стік порушений. Потрібна пильна увага і регуляція.

*Тимчасові малі замкнені водоймища (калюжі, мілководні озера і т.п.).* Сильно забруднені, нерідко підкислені.

*Грунтова волога (вільна і зв'язана).* Місцями знижується. Потрібна увага, бо від оптимальної кількості ґрунтової вологи багато в чому залежить родючість землі.

*Волога, зв'язана з живою речовиною.* Загальна кількість вологи в біомасі (як і сама біомаса) знизилася. Потрібна увага.

*Рідкі поверхневі забруднення.* У тому числі штучно принесена вода в екосистемах, забруднення води в звичайному значенні слова «анти-ресурси», як і газові забруднення. Місцями значні, перевищують здатність водоймищ до самоочищення. Передбачається забруднення океану вище допустимих норм. Потрібна регуляція.

*Гідрогеологічні ресурси (ресурси ПВ).* Ресурси ПВ значні, вони інтенсивно використовуються, місцями виснажені, що веде до кризових і катастрофічних змін інженерно-геологічних умов. Місцями ПВ недопустимо забруднені. Спостерігається підтоплення в деяких населених пунктах. Потрібна регуляція.

*Глибинні забруднення первинного і повторного антропогенного походження.* Які природно просочуються, які закачані і виникли внаслідок ланцюгових хімічних реакцій. Місцями дуже істотні, особливо в регіонах масового застосування мінеральних добрив, закачування токсичних відходів, великих звалищ. Можуть бути використані як ресурси і небажані як «антиресурси». Потрібна пильна увага.

У наш час основними водними ресурсами, доступними для експлуатації, є прісні поверхневі і підземні води, які використовуються або можуть бути використані людством. На прісну воду припадає лише 3 % від загального об'єму води на Землі, але із цієї кількості лише близько 20 % доступно для практичного застосування. Загальний об'єм вод суші складає 900000 км<sup>3</sup>, але об'єм води, доступної для використання, без остраху за негативні наслідки, складає усього 25000 км<sup>3</sup>. При оцінці водних ресурсів розрізняють зазвичай два поняття: 1) *статичні* (вікові, постійні) запаси, тобто такі, що одноразово знаходяться у водних об'єктах суші і вимірюються в об'ємних величинах (м<sup>3</sup>, км<sup>3</sup>); 2) *поновлювані ресурси* (динамічні запаси), тобто такі, які поновлюються щорічно в процесі кругообігу води і вимірюються в м<sup>3</sup>/с, м<sup>3</sup>/рік і т.д. (наприклад, статичні запаси озера Байкал дорівнюють 23000 км<sup>3</sup>, а ресурси, що поновлюються у вигляді стоку

р. Ангари – 60 км<sup>3</sup>, тобто 0,26 %, у той час як решта 96,74 % є постійним об'ємом в озері і складає 82 % статичних запасів усіх прісноводних озер колишнього СРСР). Незважаючи на видимий достаток, чиста прісна вода при усе зростаючому темпі її споживання стає рідкістю в біосфері.

У найближчі 15-20 років проблема прісної питної води стане однією з найгостріших екологічних, економічних і політичних проблем, які виникнуть перед людством. Конфлікти через землі та нафту видадуться малозначущими порівняно з боротьбою за воду. Наприклад, на води Нілу, стік якого внаслідок посух за останні 10 років скоротився, окрім Єгипту претендує ряд інших країн; Туреччина і Ірак сперечаються за право на воду Євфрату, Мексика і США – за р. Колорадо. Щодня від пов'язаних із водою хвороб гине приблизно 40 тис. дітей (майже 15 млн. на рік).

Ще 10 років тому 3/4 городян країн, що розвиваються, не були повністю забезпечені чистою питною водою. Щоб нормально функціонувати, людському організму на день необхідно в середньому 1,4 літри. Ґрунтам вода необхідна задля підтримки свого природного стану і живлення кореневої системи рослин. Сутність водної проблеми у багатьох країнах світу полягає не в нестачі водних ресурсів, а у їх нерівномірному розподілі щодо використання у господарській діяльності. Часто води замало там, де вона особливо необхідна для розвитку сільського господарства і промисловості. Навіть у вологих тропіках недостатньо води, щоб запобігти ерозії ґрунтів через те, що їх втрати перевищують 100 т/га, хоча швидкість ґрунтоутворення 1 т/га на рік. Усілякі проєкти, пов'язані із перекиданням вод, неминуче пов'язані із порушенням ЕС.

## 2.4 Ґрунтово-геологічні ресурси

*Ґрунти і підґрунтя.* Глобально сильно порушені. Еродовані до вибуття з сільськогосподарського обороту більше за половину земель. Особливо небезпечне зникнення дрібнозему. Необхідна рекультивация земель.

Проблема забезпеченості населення Землі необхідними продуктами харчування є однією з самих серйозних проблем сучасності. За оцінками експертів ООН в 1971 р. більш як 1 млрд. мешканців планети не мали достатньої кількості продуктів харчування. У зв'язку із зростанням населення Землі і деградацією ґрунтів спостерігається зменшення сільгоспугідь, які обробляються, на душу населення. Так, у 1975 р. в світі на 100 чоловік припадало 35 га оброблених земель, в 1985 р. – 31 га, в 1991 р. – 27 га. У США відповідно 65, 64, 63 га, а у колишньому СРСР – 89, 82, 79 га. Незважаючи на це, світове споживання кілокалорій на душу населення постійно зростає (за оцінками 1991 р. в світі – 2620 ккал, в розвинених країнах - 3330 ккал, в країнах, що розвиваються, – 2200 ккал, в Південній і Південно-Східній Азії – 2100 ккал і т.д. (Н. Хубулава, 1993). Всі родючі землі вже розорані (близько 3,2 млрд. га, з яких обробляється 1,3 млрд. га).



У деяких районах Південної Азії, Далекого Сходу, Середнього Сходу, Північної Африки, Південної Америки, тропічної Африки і в інших регіонах немає можливості збільшити орні землі. Але невміле використання орних земель, нераціональні меліоративні роботи, безжалісна експлуатація пасовищ справляли і справляють негативний вплив на родючість земель. Клин орних земель скорочується через будівництво промислових і цивільних об'єктів, ГЕС, водосховищ, розробки родовищ корисних копалин і т.д. Щорічно із сільськогосподарського обігу виключається 5-7 млн. га угідь внаслідок водної і вітрової ерозії ґрунтів, опустелювання, забруднення токсичними речовинами, відчуження земель під різні види будівництва. Це створює труднощі у виробництві продуктів харчування. Тут необхідно зазначити і соціально-економічні фактори у виробництві продуктів харчування, які гостро стали і перед країнами колишнього СРСР.

За класифікацією ФАО існують такі типи і види землекористування: землеробське, пасовищне, змішане, землі, непридатні в сільському господарстві.

За даними Державного агентства земельних ресурсів України на 1.01.2012 р. земельний фонд країни становив 60354,9 тис. га (сільськогосподарські угіддя – 70,9 %, ліси та лісовкриті площі – 17,6 %, забудовані площі – 4,2 %, відкриті заболочені землі – 1,6 %, території, що покриті поверхневими водами – 4 %, інші землі – 1,7 %). За 6 років, починаючи з 1.01.2006 р., площа сільськогосподарських земель зменшилася на 165,7 тис. га, на 107,6 тис. га збільшилися площі лісів та лісовкритих територій, забудованих земель стало на 55,7 тис. га більше, відкритих заболочених – на 14,1 тис. га, площа територій, вкритих поверхневими водами, збільшилася на 5,9 тис. га.

*Виходи материнських гірських порід.* Збільшилися по площі в зв'язку з водною ерозією верхніх горизонтів, змивом і дефляцією ґрунтів.

*Кріогенний субстрат (льодовики та інше).* Місцями спостерігається деяке зменшення потужності гірських льодовиків (Памір, Тянь-Шань, Кавказ тощо). Потенційні ресурси великі. Існує теоретична загроза танення материкових льодів і деградації вічної мерзлоти у зв'язку з вірогідним потеплінням клімату.

*Ґрунтові забруднення, в тому числі засолення.* Швидко збільшуються. Засолено близько 20 % всіх зрошуваних земель. Потрібна увага і регуляція.

*Ерозія ґрунтів (всіх видів).* Глобальне антропогенне опустелювання (зниження або руйнування біологічного потенціалу землі, яке може привести до умов пустелі) оцінюється в розмірі 6,7 % всієї суші. Причиною розвитку процесів опустелювання може бути перевантаженість пасовищ (Африка, Калмикія), розробка родовищ газу (Астрахань), вторинне засолення зрошуваних земель (Середня Азія, Калмикія). Опустелювання є однією з найбільш небезпечних глобальних екологічних проблем, тому потрібна негайна регуляція.

*Геоморфологічні структури* (гори, рівнини і т.д.). Практично не змінені, хоча локально такі зміни сталися: денудація гір в ході видобутку корисних копалин і т.д.

*Поверхневі геоморфологічні* (за положенням в просторі, наприклад, ізоляція горами та інші). Практично не змінені.

*Геоморфологічні глибинні* (зумовлені властивостями порід, сейсмічною активністю і т.д.). Змінені локально, наприклад, внаслідок заповнення водосховищ (викликани, «наведені» землетруси до 6 балів по 12 - ти бальній шкалі), відкачки ПВ, усихання великих водоймищ (Арал) і інших причин. Потрібна увага.

*Металеві і неметалеві руди, нерудні копалини.* Поступово виснажуються, але ресурси значні, крім ряду металів (міді, свинцю, срібла, золота тощо), запаси яких перспективні на 15-20 років. Накопичення на поверхні землі важких металів, що добуваються з надр, має кризовий характер, загрожує геохімічними і екологічними катастрофами. Потрібна негайна регуляція і пильна увага. Сучасне індустріальне суспільство потребує металевих і неметалевих корисних копалин, які утворюються виключно повільно, тому використовуються одноразово. Це найважливіші ресурси у житті людського суспільства, про що свідчать найменування періодів розвитку людства: кам'яний, бронзовий і залізний віки. Запаси різних металів в літосфері обмежені. В даний час з надр видобувається близько 200 видів корисних копалин, що включають усі стабільні ХЕ, а річний обсяг світового видобутку мінеральної сировини досягає 17-18 млрд. т/рік [21]. Співвідношення запасів і потреби в них для деяких видів мінеральної сировини виглядають таким чином: *Au, Cd* – 1,1; *S* – 1,0; *Ba*, асбест, гіпс – 0,8; *Br, Ge* – 0,7; *Zn* – 0,6; графіт - 0,5; *Bi, Ag, F* – 0,3; слюда – 0,1. За прогнозами експертів США скрута з кольоровими металами (*Cu, Pb, Zn, Sn, Al*) виникне іще до кінця ХХ сторіччя. При існуючому видобутку золота (приблизно 940 т у 1975 р.) розвіданих запасів золота вистачить на 50-60 років. Однак слід враховувати, що удосконалення технологій дозволить розробляти родовища з дуже низьким вмістом корисних компонентів, що у наш час чи то недоступно, чи то економічно недоцільно. Проводяться роботи по використанню вторинних ресурсів, впровадженню маловідходних технологій, комплексному використанню мінеральної сировини (деметалізація нафти і природних вод, видалення побіжних компонентів і т.д.), що дозволяє економити мінеральну сировину. Відкриті невідомі раніше залізисто-марганцеві конкреції на дні океанів (їх запаси становлять 1,5 трлн. т, у той час як на суші світові запаси заліза дорівнюють 141000 млн. т, а марганцю 450 млн. т), нові типи родовищ рудних корисних копалин (наприклад, стратиформні). Розробляються технології більш повного видобування широкого спектру корисних компонентів, що дозволяє доволі оптимістично оцінювати потенційні ресурси багатьох видів мінеральної сировини (заліза, марганцю, алюмінію, кобальту і ін.).

У зв'язку із обмеженими ресурсами мінеральної сировини великий інтерес представляють відвали розкривних порід і порід відпрацьованих родовищ, відходи гірничо-збагачувальних фабрик і т. п., тобто реальні або перспективні *вторинні матеріальні ресурси*. Щорічно на земній поверхні накопичується техногенна маса з вмістом заліза – 350, фосфору – 7,4, міді – 5,7, свинцю – 2,8 та барію – 2,5 млн. т, урану – 230, миш'яку – 190, ртуті – 7,9 тис. т [22], утилізація яких дозволила б поліпшити екологічну ситуацію в багатьох регіонах.

## 2.5 Біологічні ресурси

*Ресурси продуцентів*: генетико-видовий склад рослинності і хемопродуцентів (під загрозою зникнення до 10 % видів рослин, потрібна їх охорона); рослинна біомаса, в тому числі лісові ресурси (в статистиці біомаса продуцентів глобально знизилася приблизно на 7 %, за іншими даними на 20% і більше; господарська продуктивність рослинного покриву не відповідає сучасним потребам господарювання, може бути підвищена лише в обмежених масштабах, необхідний перехід на агрометоди виробництва і економне використання, доцільний інтенсивний пошук замінників); системно-динамічні якості фітоценозів як функціональної частини ЕС (простежується спрощення до монокультур, що потенційно небезпечно, потрібна регуляція і пильна увага). Властивості в природних системах, включаючи виробництво вільного кисню – нижче природних норм і потреб людства, місцями потрібне відновлення); ботанічні «забруднення» (можуть бути зумовлені випадковою інтродукцією, локально приносять збиток – амброзія і інше, потрібна увага).

*Ресурси консументів*: генетико-видовий склад тваринного світу (під загрозою зникнення близько 1000 видів великих і невідоме число дрібних тварин, потрібне збереження реальних і потенційних ресурсів); біомаса консументів (загалом стабільна, але нерідко по-господарському небажані форми замінюють корисні, великих тварин замінюють дрібні, потрібна регуляція і увага); повторна біологічна продуктивність (загалом нижча за бажаний для людей рівень, може бути підвищена, особливо локально); господарська продуктивність консументів (загалом нижча за бажаний для людей рівень, може бути підвищена, має перспективи аква- і марикультури); системні динамічні якості консументної ланки екосистем, як керуючої підсистеми в системах біосфери, недостатньо враховуються і використовуються, штучно придушуються шляхом боротьби з «шкідниками» пестицидами); роль тварин як санітарів, поглиначів хімічних речовин, запилювачів і т. д. (місцями пригнічена, що призводить до економічних збитків – зниження врожайності і т. п.); консументні забруднювачі (можуть бути зумовлені випадковою інтродукцією, регіонально дуже небажані, потрібна пильна увага).

*Ресурси редуцентів:* генетико-видовий склад редуцентів (генетичні ресурси мікроорганізмів, очевидно, майже не змінені, але питання вивчене слабо, можливе виникнення нових форм, в тому числі небажаних і навіть небезпечних – нових захворювань, руйнівників матеріалів і т.п., потрібна увага); біомаса редуцентів (немає оцінок біомаси редуцентів); фізико-хімічна активність редуцентів з її господарською оцінкою (нижча бажаного рівня - не відбувається самоочищення середовища життя, потрібна пильна увага); системно-динамічні якості підсистеми редуцентів в екосистемах (певно, незмінні); мікробіологічні забруднення, в тому числі вірусні (посилюються, створюють пандемії, але в процесі боротьби з ними придушуються, потрібний повсякденний контроль і напружена боротьба, особливо за допомогою ослаблення культур, перетворення «в друзів» без звільнення екологічних ніш).

Цінність природної біоти в наступному: 1) основа для сільського і лісового господарств; 2) ресурси для медицини; 3) пряма користь (попередження ерозії, запилення, деревина і т. п.); 4) можливість для відпочинку, задоволення естетичних і наукових потреб; 5) комерційні можливості. Зниження цінності біологічних ресурсів відбувається через: руйнування місця мешкання і внаслідок відчуження земель, забруднення, надмірної експлуатації, інтродукції нових видів, поєднання негативних факторів деградації середовища.

Інтегральним показником ресурсно-екологічної кризи слід вважати зміну генетичного фонду БС. За даними Міжнародної спілки охорони природи (ІСОП) з 1600 р. зникло біля 40 видів ссавців, а більше ніж 120 знаходиться на межі зникнення; зникло 100 видів птахів і 190 їх можуть зникнути; під загрозою зникнення знаходяться 20-25 тис. видів вищих рослин. За даними *Н. Майєрс (Myers, 1980)* в середині 1970-х років на Землі зникав щодня один вид, а в 1990і роки зникнення одного виду обчислюється однією годиною. Вже на початку ХХІ ст. може зникнути близько 1 млн. видів від сучасної кількості.

## **2.6 Комплексна ресурсна група**

*Кліматичні ресурси:* природні кліматичні ресурси (існує загроза різкої зміни, необхідна регуляція); видозмінені кліматичні ресурси (видозміни місцевого клімату мають як позитивні (зони агролісомеліорації), так і негативні (міста) сторони, необхідна увага).

*Рекреаційні ресурси:* ресурси природного середовища – оптимуму повсякденних умов для життя людей (загалом благополучні, крім окремих місць, особливо в урбанізованих регіонах, потрібна регуляція); ресурси відпочинку (відбувається швидке вичерпання ресурсів відпочинку, потрібна увага); лікувальні ресурси (відбувається швидке вичерпання лікувальних ресурсів, потрібна увага і їх охорона).

У структурі ПРП України значне місце займають *природні рекреаційні ресурси*, тобто це природні умови, об'єкти, явища, які сприятливі для рекреації. Природні рекреаційні ресурси України різноманітні (біокліматичні ресурси, мінеральні води, лікувальні грязі тощо). Вся її територія знаходиться в смузї кліматичного комфорту. Україна має прекрасні умови для організації відпочинку на берегах і лиманах Чорного та Азовського морів, водойм і річок, у Кримських горах та Українських Карпатах. Кліматичні умови України дозволяють організувати масовий літній відпочинок протягом 140-145 днів у північно-західних регіонах, 180-190 днів – у степовій зоні морського узбережжя, 220 днів – у південній частині Криму. Карпатський регіон сприятливий для зимових видів відпочинку протягом 90-120 днів. Площа рівнинних рекреаційних ландшафтів становить 7 млн. га, а передгірних і гірських – понад 2 млн. га.

*Антропоєкологічні ресурси:* Природно-осередкові епідемії і трансмісивні захворювання (ведеться успішна боротьба, можливе виникнення осередків нових типів, потрібна пильна увага); соціально-антропоєкологічні ресурси (соціальне середовище ускладнюється, зростають стреси, потрібна особлива увага); генетичні ресурси людства (напружені, місцями близькі до вичерпання і спостерігається генетичне виродження - руйнування генофонду).

*Пізнавально-інформаційні ресурси:* природно-еталонні ресурси (поступово зникають, потрібна увага, по можливості необхідне відновлення); природно-історичні інформаційні ресурси (деградують, необхідне збереження і підтримка, при можливості відновлення).

До пізнавально-інформаційних ресурсів належать території і об'єкти *природно-заповідного фонду* (ПЗФ). ПЗФ України – це ділянки суші і водного простору, природні комплекси та об'єкти, які мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність і виділені з метою збереження природної різноманітності ландшафтів, генофонду тваринного і рослинного світу, підтримання загального екологічного балансу та забезпечення фонового моніторингу навколишнього природного середовища.

До ПЗФ України належать: природні території та об'єкти – природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища; штучно створені об'єкти – ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва. За роки незалежності площа ПЗФ України зросла більш ніж удвічі. Сьогодні до його складу входять понад 7607 об'єктів загальною площею 3,3 млн. га, що становить 5,4 % території держави. Це, зокрема, 19 природних та 4 біосферних заповідники, 38 національних природних парків, 55 регіональних ландшафтних парків, 3203 пам'ятки природи, 2853 заказники, 635 ботанічних, зоологічних садів, дендропарків та парків-

пам'яток садово-паркового мистецтва, 800 заповідних урочищ. Незважаючи на це, площа ПЗФ в Україні залишається значно меншою, ніж у більшості країн Європи, де в середньому показник заповідності становить 15 %.

*Ресурси простору і часу:* ресурси простору (територіального, водного і повітряного, включаючи найближчий космос; спостерігається переагушення населення, засмічення навіть найближчого космічного простору, потрібна увага); ресурси часу (один з самих дефіцитних ресурсів, людство не встигає реагувати на зміни середовища, що створюються ним же, виникає загроза глобального дисхроноза історичного розвитку); ресурси загального екологічного балансу (ресурси близькі до вичерпання, необхідна особлива увага).

Як справедливо відмічає *М.Ф. Реймерс* [9], в цілому спостерігається ресурсна напруженість і необхідне формування системного ресурсного мислення. У цих умовах особливо важливу роль має оптимізація методів використання ПР.

### ***Питання для самоперевірки***

1. Можливості використання традиційних і альтернативних джерел енергії в Україні.
2. У чому полягає проблема використання традиційних енергетичних ресурсів?
3. З чим пов'язані складнощі у використанні нетрадиційних енергетичних ресурсів?
4. Дайте характеристику газово-атмосферним ресурсам.
5. Охарактеризуйте водні ресурси.
6. Охарактеризуйте ґрунтово-геологічні ресурси.
7. Дайте характеристику біологічним ресурсам.
8. Які ресурси відносяться до комплексної групи?

### 3 ОСНОВНІ ЗАКОНИ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Основні закони ПК навряд чи можна розглядати у відриві від численних екологічних принципів і концепцій. У роботі Ю. Одума [23] їх нараховується 66, в словнику Т.І. Дедю [24] 58 законів, 40 правил і 36 принципів, в словнику-довіднику М.Ф. Реймерса [1] 70 законів, 28 правил і 27 принципів. Загальне число різних законів, правил, принципів, аксіом складає близько 250 [2].

Нижче дається стисла характеристика лише деяких законів (правил), які показують важливість екологічного обґрунтування оптимального використання природних ресурсів і умов.

*Закон внутрішньої динамічної рівноваги.* Відноситься в рівній мірі як до екосистемних законів, так і до законів ПК, оскільки з цього закону витікають важливі для практики наслідки, тобто він є вузловим положенням в ПК. Суть закону зводиться до наступного: речовина, енергія, інформація і динамічні якості окремих ПС (в тому числі і екосистем) і їх ієрархії взаємопов'язані настільки, що будь-які зміни одного з цих показників викликають супутні функціонально-структурні кількісні і якісні зміни, які зберігають загальну суму речовинно-енергетичних, інформаційних і динамічних якостей систем, де ці зміни відбуваються, або в їх ієрархії. Цей закон є одним з дороговказних в управлінні ПК. Дія його доводиться практикою нераціонального ПК і характером екологічних катастроф (Приаралля, Азовське море, Кара-Богаз-Гол та інші). Із цього закону випливає декілька наслідків [1].

1. Будь-яка зміна середовища (речовини, енергії, інформації, динамічних якостей ПС) неминуче призводить до розвитку природних ланцюгових реакцій, що йдуть у бік нейтралізації зробленої зміни або формування нових ПС, утворення яких при значних змінах середовища може прийняти безповоротний характер. Під ланцюговою реакцією в природі розуміється ланцюг природних явищ, кожне з яких спричиняє за собою зміну інших, пов'язаних з ним явищ. Наприклад, вирубаня лісу в басейні ріки, яка впадає в озеро, призводить до усихання малих річок, зниження рівня ґрунтових вод, зменшення вологості ґрунту, зниження рівня води в річці і озері, а це разом з іншими факторами веде до нестачі води в місті, загибелі риби, розвитку синьо-зелених водоростей і інших гідробіонтів, до евтрофікації водних об'єктів тощо. Будівництво дамби з метою накопичення води в річці і іригаційній мережі для нормального зволоження ґрунтів не вирішує проблеми підтримки рівня ґрунтових вод; навпаки, витрата води на випаровування в зрошувальних системах і з поверхні водосховища посилює нестачу річкового стоку в озеро, затримує твердий стік, спричиняє заболочування місцевості, а іригація – додаткове засолення ґрунтів і подальші негативні впливи іригаційних вод на водні об'єкти. У відповідності з принципами Ле Шательє – Брауна речовинно-

енергетичні, інформаційні і динамічні зміни відбуваються в напрямі, що забезпечує збереження загальної їх суми, тобто її стійкість. Якщо антропогенне навантаження перевищить здатності ЕС до саморегуляції і принцип Ле Шательє – Брауна перестане діяти, то це може привести до загибелі всієї ЕС (наприклад, вважається, що для підриву стійкості БС досить втратити 20-30 % видів). При зовнішньому впливі, що виводить систему з стану стійкої рівноваги, ця рівновага зміщується в тому напрямі, при якому ефект зовнішнього впливу ослаблюється. Наприклад, розораний луг через деякий час при відсутності подальшого антропогенного впливу повертається до природного початкового стану, тобто відбувається нейтралізація проведених змін; при сильному забрудненні озеро позбавляється можливості до самоочищення, починаються процеси, які приводять до формування болота – нової ПС. Дія принципу Ле Шательє-Брауна в наші дні глибоко порушена. Якщо наприкінці ХІХ століття ще відбувалося збільшення біологічної продуктивності у відповідь на зростання концентрації  $CO_2$  в атмосфері, то з початку ХХ сторіччя цього не відбувається. Навпаки, біота викидає  $CO_2$ , а її біомаса автоматично знижується. У цих умовах відновлення принципу можливе лише за рахунок скорочення антропогенно-змінених площ.

2. Взаємодія речовинно-енергетичних екологічних компонентів (енергія, гази, рідини, субстрат, організми), інформації і динамічних якостей ПС кількісно нелінійна, тобто слабкий вплив або зміна одного з показників може викликати сильні відхилення в інших (і у всієї ПС загалом). Наприклад, незначні відхилення в складі газів атмосфери, її забруднення  $SO_2$  і  $NO_x$  приводять до утворення кислотних опадів, а останні – до змін в екосистемах суші і водного середовища. Незначне збільшення концентрації  $CO_2$  веде до парникового ефекту.

3. Зміни в великих ПС відносно безповоротні. Проходячи по їх ієрархії знизу вгору, від місця появи до БС загалом, вони міняють глобальні процеси і тим самим переводять їх на новий еволюційний рівень. Згідно *закону еволюційно-екологічної незворотності*, – ЕС (ПС), що втратила частину своїх елементів чи замінилася на іншу внаслідок дисбалансу компонентів, не може повертатися у свій вихідний стан. Наприклад, зміни хімічного складу атмосфери, її температури, вологості, освітленості та інших параметрів призводять до виникнення нових, більш пристосованих до нових умов ЕС (ПС), тобто направляють еволюцію БС. При цьому ЕС (ПС) не може повернутися до колишнього стану (навіть при встановленні вихідних умов середовища), як і організм (вид, популяція) не в змозі повторити повністю своїх предків або повернутися від старості до народження (згідно із законом безповоротності еволюції Л. Долло).

4. Будь-яке місцеве перетворення природи викликає в БС і її найбільших підрозділах реакції, що призводять до відносної незмінності еколого-економічного потенціалу (правило «тришкіна кафтану»),



збільшення якого можливе лише шляхом значного зростання енергетичних внесків (згідно із законом зниження енергетичної ефективності ПК). Поки зміни незначні і відбулися на відносно невеликій площі, вони обмежуються конкретним місцем або «гаснуть» у ланцюгу ієрархії ПС. Як тільки втручання перевищують певну межу, ПС втрачають здатність до саморегуляції і відновлення, що призводить до значного порушення балансу на великих територіях і в усій БС. Якщо ці зрушення гаснуть в ієрархії ПС і не викликають термодинамічного розладу, положення сприятливе або, у всякому разі, терпиме. Проте зайве вкладення енергії та виникаючий в результаті речовинно-енергетичний розлад, ведуть до зниження природно-ресурсного потенціалу аж до опустелювання території, що відбувається без компенсації. Як образно відмічає *М.Ф. Реймерс* [1], «чим більше пустель ми перетворимо на квітучі сади, тим більше квітучих садів ми перетворимо на пустелю». При цьому, в силу нелінійності процесів, опустелювання за темпами значно випереджає створення «квітучих садів».

Штучне зростання еколого-економічного потенціалу обмежене термодинамічною (тепловою) стійкістю ПС (згідно з правилом одного проценту). Зрушуючи динамічно-рівноважний стан ПС за допомогою значних вкладень енергії (наприклад, шляхом оранки та інших прийомів) для збільшення одержуваної корисної продукції (врожаю), або створення сприятливого для життя і діяльності людини стану середовища, люди порушують співвідношення енергетичних компонентів.

*Закони Баррі Коммонера.* Відомий американський еколог *Баррі Коммонер* (1974 р.) сформулював закони екології вигляді афоризмів. 1) *Усе пов'язано з усім* – стверджує загальний зв'язок процесів і явищ в природі та суспільстві. Одним із наслідків дії цих взаємозв'язків є те, що будь-які зміни в природі прямо чи опосередковано впливають на людину чи на все суспільство; 2) *Усе має кудись подітися* – свідчить про дію закону збереження речовини в природі. У БС існує баланс швидкостей синтезу живої речовини та її розкладання; у певному розумінні вона є замкнутою системою. В природних ЕС (ПС) продукти життєдіяльності одних організмів споживаються іншими, що є причиною замкнутості біогеохімічних циклів, а відходи виробництва і споживання людства не вписуються в природні біохімічні цикли і є причиною їх розірваності і порушення екологічного стану на окремих територіях. 3) *Природа знає краще* – все, що створено природою, яка пройшла тривалий шлях еволюції, є досконалішим і більш довершеним, ніж будь-які конструкції, створені людиною, тобто «природа знає краще, що робити, а люди повинні вирішувати, як зробити це якомога краще». У ПС все дуже доцільне і функціональне, а тому безвідповідальне втручання в механізми природного самоврядування порушує хід природних процесів і знищує ПС. 4) *Ніщо не дається дарма* – за всі втручання в природу доведеться розплачуватись рано чи пізно. Людина не може необмежено використовувати ПР,

спричиняти своїми діями негативні зміни компонентів природи, деградацію ландшафтів, забруднення навколишнього середовища.

*Закон обмеженості природних ресурсів.* Уявлення про наявність на Землі «невичерпних» ПР помилкове і надзвичайно шкідливе щодо його практичного використання як вихідного положення для планування майбутнього і стратегічних цілей. Ті ресурси, які здаються «невичерпними» (наприклад, потік сонячної енергії) в порівнянні з енергоспоживанням людства, виявляються різко обмеженими через ліміти вимог. Навіть сонячна радіація є обмеженим ПР тому, що через 7-8 млрд. років Сонце перетвориться на «білий карлик» і закінчить свою еволюцію. Енергетику тропосфери, як сказано вище, не можна збурювати більш ніж на тисячні частки енергопотуку поглинання атмосферою і земною поверхнею. Згідно із законом обмеженості (вичерпності) ПР, всі ПР кінцеві. Оскільки Земля представляє собою природно обмежене ціле, то на ній не можуть існувати нескінченні частини. Обмеженість ПР виникає або внаслідок прямої вичерпності, або внаслідок збурення середовища мешкання, яке стає непридатним для господарювання і життя людини. Обмеженість ПР, включаючи в це поняття і природні умови розвитку людства в історичному процесі, не може не впливати на продуктивні сили суспільства, а через них і на соціальні відносини.

*Закон відповідності між розвитком продуктивних сил і природноресурсним потенціалом суспільного прогресу.* Кризові ситуації виникають не тільки при дисбалансі продуктивних сил і виробничих відносин, але і при дисбалансі продуктивних сил і ПРП. Це в результаті служить зовнішньою причиною суспільного розвитку, який неодноразово зазнає екологічних випробувань. Як відмічає *М.Ф. Реймерс* [9], перша антропогенна екологічна криза була пов'язана з мисливським винищенням великих тварин «мамонтної фауни», друга – перепромисла рослинного матеріалу, а сучасна екологічна криза – кризою редуцентів (на рівні з рисами всіх попередніх криз). Редуценти не спроможні розкласти весь спектр забруднювачів, що виробляються людством, особливо тих, що не мають природних аналогів, а тому не мають і мікроорганізмів для їх утилізації і перетворення в початкові хімічні елементи.

*Правило інтегрального ресурсу.* Конкуруючи в сфері використання конкретних ПС галузі господарства, неминуче завдають збитку один одному і тим сильніше, чим значніше вони змінюють екологічний компонент, що спільно експлуатується, або всю ЕС загалом (пряме слідство закону внутрішньої динамічної рівноваги). У рамках розподілу ресурсів на природні, трудові і матеріальні, правило інтегрального ресурсу охоплює всі згадані групи. При цьому трудові ресурси виявляються залученими до інтеграції як біологічно (людина – одна з консументів), так і соціально-економічно - через ресурси підтримки екологічної рівноваги і рекреаційні ресурси, а також блок матеріальних ресурсів. В свою чергу матеріальні

ресурси тісно пов'язані з природними і трудовими ресурсами, оскільки все, що отримується людством у вигляді матеріальних цінностей, в кінцевому результаті вилучене з природи шляхом докладання праці. У той же час природа служить джерелом інформації, яка нерідко втрачається при нераціональному ПК. Розподіл ПР за ознакою використання вельми умовний, оскільки один і той же ресурс може використовуватися в різних цілях або мати велику естетичну цінність (наприклад, вода). Наприклад, у водному господарстві гідроенергетика, водний транспорт, комунальний сектор, зрошувальне землеробство і рибний промисел пов'язані таким чином, що у найменш вирашному становищі знаходиться рибний промисел; розвиток водного транспорту ускладнює інші способи використання води; відбір води на іригаційні цілі також викликає труднощі у сполучених формах використання вод; скид у водний об'єкт забруднених зворотних вод утруднює використання його з метою рибальства і рекреації і т.д.

*Закон падіння природно-ресурсного потенціалу.* В межах однієї суспільно-економічної формації чи способу виробництва й одного типу технологій ПР стають все менш доступними і вимагають витрат праці і енергії на їх вилучення, транспортування, а також відтворення. Відповідно до закону падіння ПРП повинен сформуватися світовий ринок ПР, або «екологічний» ринок, що в умовах глобальності впливів людства на природу не можна вважати нормальним. Існує конкурентне використання ресурсів, що стосується як всіх сторін ПС, так і їх окремих компонентів; при цьому конкуренція носить переважно локально-економічний і натуральний характер. У момент наближення ПРП до суспільно неприйняттого рівня, зміниться технологія і зміниться суспільна реакція, тобто сформується нова соціально-економічна формація.

*Закон розвитку природної системи за рахунок навколишнього середовища* – будь-яка ПС може розвиватися лише за умови використання матеріально-енергетичних та інформаційних можливостей довкілля; абсолютно ізольований саморозвиток неможливий. Із цього закону випливає декілька наслідків: 1) абсолютно безвідходне виробництво неможливе; 2) будь-яка біотична система, використовуючи та видозмінюючи своє життєве середовище, є потенційною загрозою для більш високоорганізованих систем (завдяки цьому в БС неможливе нове зародження життя – воно буде знищене організмами більш високоорганізованими, ніж первісні форми живого); 3) БС як система розвивається не тільки за рахунок ресурсів планети, але й опосередковано, за рахунок і під впливом розвитку космічних систем.

*Закон зниження ефективності природокористування.* Діє він в рамках закону падіння ПРП. У процесі еволюції людства при отриманні з ПС корисної продукції на її одиницю витрачається все більше енергії, а енергетичні витрати на життя однієї людини весь час зростають. Витрата

енергії (в тис. ккал за добу) в кам'яному віці була порядку 4, в аграрному суспільстві – 12, в індустріальну епоху – 70, в сучасних розвинених країнах – 23-250, тобто приблизно в 60 разів більша ніж у наших далеких предків. З початку ХХ сторіччя кількість енергії, що витрачається на одиницю сільськогосподарської продукції в розвинених країнах світу, зростає в 8-10 разів, а на одиницю промислової продукції в 10-12 разів. Загальна енергетична ефективність сільськогосподарського виробництва в промислово розвинених країнах приблизно в 30 разів нижча, ніж при примітивному землеробстві. Наприклад, у США 1 склянку молока отримують за рахунок витрати 0,5 склянки дизельного палива (вкладають 10 ккал, а отримують 1 ккал корисної продукції). Практичний висновок із закону, що розглядається: зростання енергетичних витрат не може продовжуватися нескінченно. Щоб запобігти можливій термодинамічній кризі, необхідні нові технології і оптимальні методи ПК.

*Закон оптимальності і правило міри перетворення природних систем.* Згідно із законом оптимальності, з найбільшою ефективністю будь-яка система функціонує в деяких характерних для неї просторово-часових межах, тобто ніяка система не може звужуватись або розширюватись до нескінченності. Розмір системи повинен відповідати функціям, що виконуються нею («характерний» розмір системи). Наприклад, щоб літати, птах не може бути дуже великим; щоб народжувати живих дитинчат і годувати їх молоком, самиця ссавця не може бути ні мікроскопічною, ні гігантською; імперії, страждаючі «синдромом динозавра», приречені на розпад. Екологічна криза посилюється за рахунок спроб докорінних перетворень ПС за допомогою технічних пристроїв. При цьому не дотримується закон оптимальності і правило міри перетворення ПС, яке витікає з нього, а також і обмежень, що диктуються окремими закономірностями і властивостями природних утворень. При цьому провокуються неминучі ланцюгові реакції технічного управління природними процесами.

*Закон максимальної урожайності.* При найсприятливішому поєднанні обставин на даному сільськогосподарському полі розглядуваний закон буде складений правилами територіальної і компонентної екологічної рівноваги та законом оптимальності. Вище за рівень, що диктується цими закономірностями, урожай отримати неможливо при будь-якому хитруванні, якщо не перейти від відкритих систем господарювання до закритих типів.

*Закон максимуму.* Суть закону максимуму зводиться до наступного: в даному географічному місці за існуючих природних (а частіше за природно-антропогенних) умов, ПС може утворити біомасу і мати біологічну продуктивність не вищу за властиву – найпродуктивнішим її елементам в їх ідеальному поєднанні. Подальше стимулювання веде лише до руйнування її структур. Перенапруження будь-якої ПС в кінцевому підсумку веде до її

саморуїнування. Проводячи аналогію з посудиною, потрібно зазначити, що не можна її наповнити вище максимального об'єму.

*Правило територіальної екологічної рівноваги.* Тільки природні ПС забезпечують стабільність, стійкість і надійність біосфери і її складових. У роботах Ю. Одума, Г. Одума (1972) показано, що максимальний урожай (а ширше, еколого-соціально-економічний ефект), може бути отриманий при певному поєднанні площ, перетворених людиною, і природними ПС. Доцільна екологічна рівновага (100 % цінностей, що отримуються) виникає при співвідношенні 40 % площ перетворених і 60 % площ природних земель. очевидно, як мінімум, співвідношення перетворених і практично незмінених площ повинне бути 1:1. Правило територіальної екологічної рівноваги складає єдиний логічний блок із законом оптимальної компонентної доповненості (максимум біопродуктивності і урожаю лімітований оптимальним поєднанням екологічних компонентів). Будь-який допінговий вплив ефективний доти, поки є доповнюючі його сприятливі екологічні чинники. Поза цією взаємодією подальше вкладання енергії, мінеральних добрив і т.д. руйнують ПС і не дають позитивних результатів.

*Закон спадаючої (природної) родючості.* Одне з трактувань закону спадаючої родючості: у зв'язку з постійним добуванням урожаю, а тому вилученням органіки і хімічних елементів (біогенів) з ґрунту, порушенням природних процесів ґрунтоутворення, а також при тривалій монокультурі, внаслідок накопичення токсичних речовин, які виділяються рослинами (самоотруєвання ґрунту), на землях, що культивуються, відбувається зниження природної родючості ґрунтів. До такого ж результату веде нераціональна агротехніка, що викликає ерозію ґрунтів, вимивання з них колоїдів і дрібнозему. Хоча деякі культури (кукурудза та інші) не виділяють токсичні для себе речовини, вони погано оберігають ґрунт від ерозії. В наш час близько 50% орних земель світу втратили родючість, а з інтенсивного сільськогосподарського обороту вибуло стільки ж земель, скільки зараз обробляється (в 80-і роки втрачалось 7 млн. га на рік).

*Закон зниження природоємності готової продукції.* Збільшення наукоємності і енергоємності суспільного виробництва приводить в дію два позитивних процеси, що формулюються у форматі розглядуваного закону: питомий вміст природної речовини в усередненій одиниці суспільного продукту історично неухильно знижується. Діє в землеробстві, оскільки відбувається заміна природної родючості штучною, а відкритого ґрунту закритим; площа полів зменшується, а урожай збільшується. Зростає мініатюризація виробів (ПЕОМ та інших), відбувається заміна ресурсоємних технологій ресурсозберігаючими.

*Закон збільшення темпів обороту природних ресурсів, що залучаються.* Суть закону: в історичному процесі розвитку світового господарства швидкість оборотності залучених ПР (вторинних, третинних і

так далі) безперервно зростає на фоні відносного зменшення об'ємів їх використання і залучення до суспільного виробництва (відносно зростання темпів самого виробництва). Наприклад, місцями навіть питна вода вже не має природного походження, а є продуктом реутилізації. Збільшення замкненості природних циклів, яке мало місце в процесі еволюції БС, охоплює і антропогенну складову. Але виграв в природній речовині гаситься програшем в енергії згідно із законом зниження енергетичної ефективності ПК. Зниження питомого споживання речовини відбувається в тих областях, де різко збільшується наукоємність.

### ***Питання для самоперевірки***

1. Що складає теоретичну основу оптимального природокористування?
2. Яка кількість законів, правил, принципів та аксіом використовується при природокористуванні?
3. У чому суть закону обмеженості природних ресурсів?
4. У чому полягає закон внутрішньої динамічної рівноваги ?
5. У чому суть законів Баррі Коммонера?
6. Яка суть закону обмеженості природних ресурсів?
7. У чому суть правила інтегрального ресурсу?
8. У чому суть закону відповідності між розвитком продуктивних сил і природно-ресурсним потенціалом суспільного прогресу?
9. У чому суть закону падіння природно-ресурсного потенціалу?
10. У чому суть закону розвитку природної системи за рахунок навколишнього середовища?
11. Яка суть закону зниження ефективності природокористування?
12. У чому суть закону оптимальності і правила міри перетворення природних систем?
13. У чому полягає закон максимальної урожайності?
14. У чому суть закону мінімуму?
15. Яка суть закону максимуму?
16. У чому суть правила територіальної екологічної рівноваги?
17. У чому полягає закон спадаючої (природної) родючості?
18. У чому суть закону зниження природоємності готової продукції?
19. Яка суть закону збільшення темпів обороту природних ресурсів, що залучаються?

## 4 ПРИНЦИПИ УПРАВЛІННЯ ПРИРОДНИМИ СИСТЕМАМИ

*Управління* – елемент, функція організованих систем різної природи (біологічних, соціальних, технічних), що забезпечує збереження їх певної структури, підтримку режиму діяльності, реалізацію програми, мети діяльності. За визначенням *М.Ф. Реймерса* [1], управління – це організація (або самоорганізація) зв'язків між якимисьь складовими, що призводить до намічених результатів (або саморегуляції). Ґрунтується на необхідній інформації і направлене на підтримку або поліпшення функціонування керованої сукупності. Проводиться на базі природно виробленої або штучно створеної програми (послідовності дій для розв'язання задачі або послідовності подій, що приводить до певного результату).

У ПС існує *самоврядування* – природна самоорганізація взаємозв'язків всередині ПС, яка веде до її гомеостазу (стану внутрішньої динамічної рівноваги). Здатністю до самоврядування володіють всі ПС, але здійснюється воно в різних формах (консорціонна, організменна, популяційна) і згідно з об'єктивними законами, правилами і принципами [9].

Самоврядування в ході ПК складно взаємодіє з *штучним управлінням* ПС, тому результируючий процес може різко відрізнитися від наміченого (від програми). Частіше за все виникають протиріччя в зв'язку з різною «стратегією» природи і людини. Природні процеси спрямовані на досягнення вищої біомаси (вираженої в одиницях маси або енергії) при оптимумі різноманітності і мінімумі біологічної продуктивності (біомасі, що виробляється біоценозом за одиницю часу на одиницю площі). Людина прагне до максимальної корисної продукції (наприклад, до урожаю) при мінімумі різноманітності (монокультурі) і загальної біомаси. Вона прагне до отримання максимуму біомаси в корисних частинах рослин і тварин або до переважання повторної біомаси (домашніх тварин). Будучи егоцентричною, людина впадає в оману і вважає, що одомашнювала інший організм шляхом штучного відбору, віна просто «підкоряє» природу своїй меті. Насправді ж одомашнення - це палиця з двома кінцями і викликає у людини такі ж зміни (якщо не генетичні, то, у всякому разі, екологічні та соціальні), як і у одомашненого організму. Тому людина в тій же мірі залежить від кукурудзи, в якій кукурудза залежить від людини. Суспільство, господарство якого побудовано на культивуванні кукурудзи, розвивається в культурному відношенні абсолютно по-іншому, ніж суспільство, зайняте пасовищним скотарством. Ще питання, хто у кого в рабстві. Для ПС сорт культурних рослин або порода домашніх тварин представляють сукупність аномальних, генетично дуже однорідних і біологічно погано пристосованих утворень, що підлягають знищенню в ході самоврядування ПС. При оптимізації ПК необхідно враховувати цю обставину. Суперечність між «інтересами» ПС і людини знімається агротехнічними і іншими методами, доглядом за окультуреними ЕС і екологічною оптимізацією території, що

зберігає завдяки цьому природно-антропогенну рівновагу певного рівня. Екологічно доцільна рівновага – це природно-антропогенна рівновага, яка підтримується на рівні, що дає максимальний еколого-соціально-економічний ефект протягом умовно нескінченного часу. Як правило, його індикатором служить здатність ЕС в ході сукцесії досягати вузлових співтовариств.

*Штучне управління* ПК повинно базуватися на наступних принципах [1]:

1) управління повинно бути направлене на досягнення певної мети (цільова функція);

2) необхідно знати позитивні і негативні реакції керованої сукупності на вже проведені акції управління (урахування поточних реакцій);

3) важливе урахування об'єктивних обмежень ПРП і ЕЕП (урахування обмежень);

4) доцільно направляти всі процеси на виникнення бажаних матеріально-енергетичних зворотних зв'язків з посиленням досягнутого позитивного ефекту (наприклад, якщо число жертв-риб росте, то чисельність хижаків збільшується – позитивний зворотний зв'язок, але хижаки-риби, харчуючись рибами-жертвами, знижують їх чисельність – негативний зворотний зв'язок; при зростанні числа хижаків меншає число жертв, і хижаки, відчуваючи дефіцит їжі, також зменшують чисельність своєї популяції);

5) управління повинно бути ієрархічно організоване, що в свою чергу вимагає, щоб: а) дії нижчого рівня гармонійно комплектували вищі по просторово-часовій ієрархії, б) вищі рівні ієрархії (по значущості в просторово-часовій розмірності) не перешкоджали функціонуванню нижчих, в) число рівнів управління зводилося до мінімуму;

б) управління повинне бути оптимальним (згідно із законом оптимальності і іншими закономірностями);

7) управління доцільно організовувати на базі адекватної (цілком відповідної) управлінської форми;

8) ефективність управління вимагає відповідності цілям, як даного заходу, так і всіх інших суспільно необхідних дій з підсумовуванням позитивних результатів в бажаних розмірах;

9) управлінські рішення повинні бути своєчасними, без фізично і морально застарілих дій;

10) управління завжди прогнозоване, враховує еколого-соціально-економічні наслідки на велику глибину у часі і засноване на багатоваріантному аналізі можливих ситуацій;

11) система управління повинна бути адаптивною, тобто змінювати свою структуру і способи функціонування відповідно до набутого досвіду роботи, зміни зовнішніх умов і цілей управління.



Особливо необхідно зупинитися на принципі адекватності. Розрізняють «жорстку» і «м'яку» форми управління.

«Жорстке» управління – безпосереднє, командне управління ПС, як правило, технічні і техногенні впливи на природні процеси, їх «виправлення» шляхом корінного перетворення самих механізмів і систем природи. Прикладів «жорсткого» впливу на ПС більш ніж досить (суцільне вирубаня лісу, освоєння цілих земель, будівництво гребель на річках, перекидання вод із одного річкового басейну в інший, іригаційні системи та інше). «Жорстке» управління природними процесами може мати ланцюгові природні реакції, значна частина яких є еколого-соціально-економічно неприйнятними в тривалому інтервалі часу (правило неминучих ланцюгових реакцій). Це пов'язано, насамперед, із тим, що грубе втручання в механізм самоврядування ПС викликає дію закону внутрішньої динамічної рівноваги та значне збільшення енергетичних витрат на підтримку природних процесів (підсилює дію закону зниження енергетичної ефективності ПК). У зв'язку із зазначеним, «жорсткі» управлінські рішення потребують суттєвих компенсацій або повинні впроваджуватись з величезною обережністю та обачливістю. Це пов'язано з тим, що інформація при проведенні активних змін у природі завжди є недостатньою для апіорних висновків про всі можливі наслідки (особливо у далекій перспективі) здійснюваного заходу (принцип неповноти інформації). У свою чергу, це пов'язано з виключною складністю ПС, їх індивідуальною унікальністю та неминучістю ланцюгових реакцій, напрямок яких нерідко важко передбачити.

Для зменшення ступеню невизначеності, особливо при експертизі проектів, моделювання слід доповнювати безпосередніми дослідженнями у природі, натурними експериментами та з'ясуванням існуючої динаміки природних процесів. Принцип неповноти інформації представляє собою важливе обмеження у використанні методу аналогій в екологічному прогнозуванні, бо аналогія завжди неповна через індивідуальність ПС, до того ж, як правило, будь-який ступінь передбачення не знімає загрози дії 4-го наслідку закону внутрішньої динамічної рівноваги. Правило неминучих ланцюгових реакцій доповнюється принципом природності, або «старого автомобіля» (з часом еколого-соціально-економічна ефективність технічних пристроїв, що забезпечують «жорстке» управління природними системами та процесами, зменшується, а витрати на їх підтримку – збільшуються).

В той же час м'яке управління, як правило, дозволяє підтримувати ПС у рівновазі на протязі будь-якого часу. З цього випливає необхідність поєднання типів управління природою та пріоритет «м'якого» управління перед «жорстким» у господарській діяльності. «Жорстке» управління базується на штучному перенапруженні і граничному омолодженні ПС, дає високий, але тимчасовий господарський ефект і в кінцевому рахунку веде до підриву ПРП. У зв'язку з цим воно вимагає заходів для підтримки

екологічної рівноваги, здійснюваних головним чином шляхом «м'якого» управління. Більш низькі початкові витрати «жорсткого» впливу на ПК породжують ланцюг збитків, які потребують потім великих витрат на їх ліквідацію (рис. 4.1).

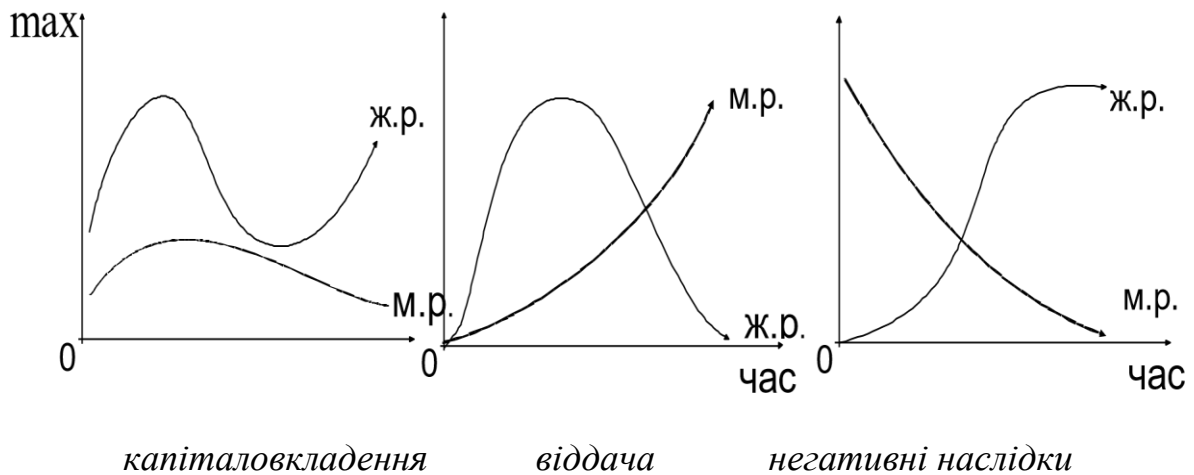


Рисунок 4.1 – Схема витрат, ефективність і зміна негативних наслідків з часом при «м'якому» (м.р.) і «жорсткому» (ж.р.) управлінні.

«М'яке» управління - в основному опосередкований, непрямий вплив на ПК, як правило, за допомогою природних механізмів самоврядування (саморегуляції), хоча, часом, шляхом технічного конструювання цих механізмів. Воно направлене на відновлення колишньої природної продуктивності ЕС або підвищення її шляхом цілеспрямованої і заснованої на використанні об'єктивних законів ПК серії заходів, що дозволяють направляти природні ланцюгові реакції в «м'яку» сприятливу для економіки і життя людей сторону. Прикладами заходів «м'якого» впливу на ПК є: агролісомеліорація, вибіркоче вирубаня лісу, крапельне зрошення земель, малі гідроелектростанції, біологічний захист агроценозів, органічне землеробство тощо. Так, при вибіркових рубках лісу зберігається лісова ЕС, а початкові витрати згодом поступово окупаються шляхом запобігання збитків (див. рис. 4.1).

Наприклад, економічно більш рентабельним вважається суцільне вирубаня лісу, при якому забирається вся деревина, але при цьому втрачається саме лісове середовище, падає рівень рік, відбувається заболочування і т.д. Відновлення лісової ЕС (якщо це можливо) потребує величезних витрат. Аналогічний приклад можна навести зі створенням і підтримкою іригаційної мережі на цілинних землях. Перехід від «м'яких» до «жорстких» форм впливу доцільний лише при одночасній заміні екстенсивних форм господарювання гранично інтенсивними і, як правило, в

межах відносно коротких інтервалів часу. У довгостроковій перспективі ефективно лише «м'яке» управління природними процесами.

Управління ПК ґрунтується на певних принципах і підходах використання ПР. До них відносяться: комплексність, повнота вилучення та переробки ПР, ресурсозбереження, планування і прогнозування їх споживання.

### ***Питання для самоперевірки***

1. Що таке «управління»?
2. Як розуміти поняття «управління» відносно до природних систем?
3. Що таке «самоврядування»?
4. Яким чином самоврядування взаємодіє з штучним управлінням природними системами?
5. У чому полягає суперечність між «інтересами» природних систем і людини?
6. Які є принципи штучного управління природними системами?
7. На яких принципах повинно базуватися штучне управління ПК?
8. У чому полягає суть «жорсткого» управління природними системами?
9. Наведіть приклади «жорсткого» управління?
10. У чому суть «м'якого» управління природними системами?
11. Наведіть приклади «м'якого» управління природними системами?
12. Як змінюються негативні наслідки з часом при «м'якому» і «жорсткому» управлінні?

## 5 ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Термін – *сталий розвиток* (від англ. *sustainable development* – сталий, стійкий розвиток) був запропонований в 1987 р. Міжнародною комісією ООН з навколишнього середовища і розвитку, яку очолила *Гро Харлем Брутланд*. Програма сталого розвитку (СР) була підтримана багатьма вченими, а також використана в Декларації конференції по навколишньому середовищу і розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992). Наприкінці 1980-х рр. в науковій літературі значно поширився цей термін (СР). Зараз є більше 60 визначень сталого розвитку, серед яких найбільш поширене визначення, дане в доповіді «Наше спільне майбутнє» Комісії ООН: «*Сталий розвиток – це такий розвиток, за якого задоволення потреби теперішніх поколінь не має ставити під загрозу можливості майбутніх поколінь задовольняти свої потреби*». СР – це процес гармонізації продуктивних сил, забезпечення задоволення необхідних потреб усіх членів суспільства за умови збереження й поетапного відтворення цілісності НПС, створення можливостей для рівноваги між його потенціалом і потребами людей усіх поколінь. Основою СР є паритетність відносин у тріаді людина - господарство - природа, що забезпечує перехід до такого способу взаємодії природи і суспільства, який характеризується як епоха ноосфери.

Поняття СР розглядається в політико-правовому, економічному, екологічному, соціальному, міжнародному і інформативному аспектах. Екологічний аспект припускає: забезпечення коеволюції суспільства і природи, людини і біосфери; збереження реальних можливостей не тільки для нинішнього, але і для майбутніх поколінь, задоволення своїх основних життєвих потреб; теоретичну розробку і практичну реалізацію методів ефективного використання ПР; забезпечення екологічної безпеки ноосферного розвитку; розгортання маловідходного, а потім і безвідходного виробництва по замкненому циклу, продуманий розвиток біотехнології; поступовий перехід від енергетики, заснованої на спаленні органічного палива, до альтернативної енергетики, що використовує поновлювані джерела енергії; вдосконалення адміністративних, економічних і правових методів захисту природи; постійну турботу про збереження видової різноманітності БС; систематичну екологовиховну роботу серед населення, особливо серед молоді, яка повинна привести до формування дбайливого відношення громадян до природи, як до власного будинку; розробку і неухильне дотримання вимог еколого-етичного кодексу [25].

Суть СР може бути представлена двома ключовими моментами: 1) принципом справедливості для майбутніх поколінь; 2) комплексним прийняттям рішень. Перший момент акцентує увагу на дотриманні принципу справедливості відносно використання ПР майбутніми поколіннями. При цьому під СР розуміється такий розвиток, який

задовольняє потреби сучасного покоління без ризику для майбутніх поколінь. Ідея СР націлена на затвердження стандартів рівня життя в НПС без зниження його ресурсів. Другий ключовий момент акцентує увагу на необхідності урахування екологічних обмежень при прийнятті економічних рішень.

Найважливішими критеріями СР пропонують визнати два показники: 1) фізичне виживання (не просто залишитися в живих); 2) стабільні умови життєзабезпечення (рівні права на цілісний стан біосфери і її ПР як поколінь нинішніх, так і майбутніх).

Економічний розвиток визначається трьома факторами економічного зростання: трудовими ресурсами, штучно створеними засобами виробництва (фізичним капіталом), ПР. Сучасний тип еколого-економічного розвитку визначається як техногенний, що базується на використанні штучних засобів виробництв, створених без урахування екологічних обмежень. Характерними рисами такого типу розвитку є швидке і виснажуюче використання непоновлюваних видів ПР (передусім корисних копалин) і понадексплуатація поновлювальних ПР (ґрунтів, лісів, вод та ін.) з швидкістю, що перевищує їх відтворення і відновлення. При цьому завдається економічний збиток, що є вартісною оцінкою деградації ПР і забруднення навколишнього середовища під впливом антропогенних факторів. До 70-х років ХХ сторіччя не вивчалися зворотні зв'язки між екологічною деградацією і економічним розвитком, станом трудових ресурсів, якістю життя населення, бо ПР вважалися невичерпними, тобто існувала позиція фронтальної («ковбойської») економіки, цільова функція якої визначається словами «Не можна чекати милостей від природи, взяти їх у неї – наша задача». Однак, наростання екологічної напруженості (економічний розвиток) стало розглядатися з урахуванням екологічних обмежень і стало складатися уявлення про сумарний соціально-економіко-екологічний збиток при нераціональному використанні ПР. Велике значення для екологізації світової свідомості мали близько 20 доповідей Римського клубу щодо сповільнення зростання і стабілізації чисельності населення планети і, зокрема, доповідь *Д. Медоуза* «Межі зростання» (1972«*М'яке*» управління» - в основному опосередкований, непрямий вплив на ПК, як правило, за допомогою природних механізмів самоврядування (саморегуляції), хоча, часом, шляхом технічного конструювання цих механізмів. Воно направлене на відновлення колишньої природної продуктивності ЕС або підвищення її шляхом цілеспрямованої і заснованої на використанні об'єктивних законів ПК серії заходів, що дозволяють направляти природні ланцюгові реакції в «м'яку» сприятливу для економіки і життя людей сторону. Прикладами заходів «м'якого» впливу на ПС є: агролісомеліорація, вибіркове вирубаня лісу, крапельне зрошення земель, малі гідроелектростанції, біологічний захист агроценозів, органічне землеробство тощо. Так, при вибіркових рубках лісу зберігається лісова ЕС,

а початкові витрати згодом поступово окупаються шляхом запобігання збитків.

Як відзначав *Д. Медоуз*, експонентне зростання продуктивних сил стає малоімовірною перспективою далі 2010 р. навіть при розумних заходах по плануванню народжуваності, тому пропонувалося стабілізувати чисельність населення на рівні, який забезпечить середній прибуток на душу населення в 3 рази вище, ніж в 1970 р. Неможливість радикальної зміни у відносинах між економікою і НПС привела до концепції *екотонії* («зеленого екстремізму»), тобто до теорії вслякого обмеження економічного зростання (не нульового, а від'ємного зростання).

У світлі концепції СР в сфері виробництва необхідно радикально переглянути підходи і дії в таких напрямках: 1) впровадження замкнених технологічних циклів; 2) скорочення об'ємів викопних енергетичних ресурсів; 3) підвищення якості продукції; 4) більш раціональне використання транспорту.

Ґрунтуючись на основних ідеях і принципах, які декларовані на конференції ООН з питань НПС і розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992), Україна вважає доцільним перехід до СР, при якому забезпечується збалансоване вирішення соціально-економічних завдань, проблем збереження сприятливого стану НПС і ПРП з метою задоволення життєвих потреб нинішнього і майбутніх поколінь. Основне завдання СР України полягає у забезпеченні динамічного соціально-економічного зростання, збереженні НПС і раціональному використанні ПРП з метою задоволення потреб нинішнього і майбутніх поколінь через побудову вискоєфективної економічної системи, яка стимулює продуктивну працю, науково-технічний прогрес, має соціальну спрямованість. СР повинен реалізовуватись у рамках ефективного функціонування ринкової системи та державного регулювання економіки, координації дій у всіх сферах життя суспільства. Це пов'язано з активною структурною перебудовою в сфері матеріального виробництва, основою якої є: побудова соціально орієнтованої ринкової економіки, яка дасть змогу забезпечити належний рівень життя населення; екологізація виробництва, зменшення техногенного навантаження на довкілля і матеріаломісткості, перехід на нові методи антропогенної діяльності, в основу яких покладено екологічно безпечні технології; підвищення рівня збалансованості економіки за рахунок переорієнтації виробництва засобів виробництва на задоволення потреб населення; проведення екологічної експертизи та оцінки впливу на НПС всіх проектів господарської діяльності.

З метою забезпечення СР України охорона довкілля та раціональне використання ПР повинні розглядатися не як самоціль, а як невід'ємна частина процесу розвитку. Основні напрями еколого-економічної політики держави такі [26]:

1. *Прийняття превентивних заходів*, складовими яких є: структурна перебудова економіки та врахування вимог екологічної безпеки; послідовна

екологізація всіх ланок суспільного виробництва, орієнтація на якісні соціально-технологічні перетворення сучасного суспільства; формування збалансованої ефективної структури споживання в основу якої покладено принципи раціональності й безвідходності; встановлення обмежувальних цін на енергоносії, перехід до загальної обов'язкової системи платного ПК; включення екологічного імперативу в структурно-інвестиційну політику, перехід до екологічно чистого виробництва; інституційні перетворення з метою формування нового правового й економічного механізму взаємодії органів державної влади і органів місцевого самоврядування та природокористувачів; вдосконалення законодавства в сфері охорони, використання і відтворення ПР та забезпечення екологічної безпеки у зв'язку зі зміною умов життєдіяльності населення і структури виробництв; забезпечення умов для формування ринку екотехнологій та екопослуг; створення надійних систем моніторингу НПС; реалізація економічних програм державного значення, комплексу першочергових заходів щодо реабілітації радіаційно забруднених територій; розвиток економічних методів регулювання ПК і вирішення природоохоронних проблем за рахунок суб'єктів господарювання: стимулювання інвентаризації джерел забруднення, сприяння підвищенню культури виробництва і зміцненню технологічної дисципліни;

2. *Вжиття заходів до прямої дії:* забезпечення реалізації політики, формування нормативно-правової бази в сфері збереження і відтворення ПР; модернізація основних джерел викидів ШР в атмосферу, підвищення рівня їх екологічної безпеки і зниження забруднення атмосфери; зменшення ресурсомісткості виробництва; перехід на наукоємні, інформаційні та біотехнологічні типи виробництва; забезпечення економії первинних ресурсів і вирішення проблем утилізації відходів виробництва через вдосконалення структури розміщення виробництва, формування виробничих комплексів замкнутого циклу; припинення деградації ґрунтів; збереження водних ресурсів та унікальних складових НПС; пріоритетне водозабезпечення соціальної сфери, права людини на якісну питну воду та сприятливе водне середовище; вжиття заходів щодо оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води; забезпечення належної охорони та забезпечення лісових ресурсів і ЕС, посилення природоохоронних функцій лісів, здійснення комплексу лісгосподарських заходів щодо зниження радіоактивного забруднення лісового фонду; проведення заходів безпеки довкілля під час добування корисних копалин; гарантування паритетності використання ресурсів для нинішнього і майбутніх поколінь; сприяння відновленню ЕС і біологічних видів, що перебувають на межі зникнення, розроблення Національної програми збереження біологічного різноманіття; забезпечення заходів безпеки щодо використання токсичних хімічних речовин, включаючи заборону на виробництво, імпорт і використання особливо небезпечних їх видів; підвищення ефективності

державного контролю за дотриманням регламентів ПК та охорони довкілля шляхом застосування екологічних і адміністративних санкцій; підвищення ефективності ролі моніторингу НПС.

*Основні напрями еколого-економічної політики* держави реалізуються через запровадження нового економічного механізму охорони і раціонального використання ПР, який включає: облік і соціально-економічну оцінку ПРП та екологічного стану територій; ефективний фінансово-кредитний механізм ПК; планування охорони НПС і раціонального використання ПР; екологічне страхування та формування цільових екологічних фондів; екологічне стимулювання природоохоронної діяльності; створення екологічних банків; формування ринку екологічних робіт і послуг; платність ПК; вдосконалення організаційно-економічних методів ПК; врахування екологічних вимог під час приватизації.

### ***Питання для самоперевірки***

1. Дайте визначення поняття «сталого розвитку».
2. Які існують принципи природокористування у контексті сталого розвитку?
3. У чому полягає екологічний аспект СР?
4. У чому полягає політико-правовий аспект СР?
5. У чому полягає економічний аспект СР?
6. У чому полягає соціальний аспект СР?
7. У чому полягає міжнародний аспект СР?
8. Якими є найважливіші критерії СР?
9. Як ви розумієте концепцію СР в сфері виробництва?
10. Якими повинні бути основні напрями еколого-економічної політики держави?



## 6 ОСНОВНІ ШЛЯХИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Техногенний вплив на території України в 6-7 разів перевищує рівень європейських країн, тоді як ресурсоемність продукції перевищує в 2-3 рази, а енергоємність в 6-7 разів. Тому дуже важливе значення має проведення ефективної *екологічної політики* – заяви організації про свої наміри і принципи відносно її загальних екологічних характеристик, яка забезпечує основу діяльності і встановлення її екологічних цілей та завдань.

*Екологізація* – це зменшення інтегрального екодеструктивного впливу процесів виробництва та споживання одиниці продукції. *Екодеструктивні процеси* – процеси впливу на людину і природу, що призводять до соціальних, економічних або екологічних наслідків (забруднення, порушення ландшафтів, прямий вплив на організм людини, вплив на особистість людини, вплив на біологічні об'єкти). Під *інтегральним екодеструктивним впливом* розуміють зведені до єдиної критеріальної бази результати негативних наслідків впливу людини і ПС (ЕС) процесів виробництва та споживання предметів і послуг [12].

Традиційними «атрибутами» екологізації суспільного виробництва прийнято вважати очисні споруди, маловідходні технології, пристрої з переробки відходів і т. д., найбільш справедливим принципом є формування еколого-економічних стимулів – принцип *«забруднювач сплачує»*, а ефективною формою його реалізації – платежі за забруднення НПС та використання ПР і т. д.

Ресурсозберігання найбільш відповідає збалансованому природному процесу, бо нормально функціонують ті ПС, які найбільш ефективно використовують енергію, поспішають утворити ресурси і видаляють відходи. Досягнення 100%-ї безвідходності нереальне, оскільки суперечить другому початку термодинаміки. У тому випадку, коли в ланцюгу технологічних процесів, де відходи одного виробництва стають сировиною для іншого виробництва, технологія називається реутилізованою. Така технологія може наблизити людство до теоретичного мінімуму глобальних антропогенних процесів, рівного відходам в біосферних циклах (біогенні вапняки, каустобіоліти). Стратегічно важливо прагнути як до мінімуму відходів, так і до реутилізаційних циклів. «Менше сировини, більше розуму» – девіз італійської школи менеджменту.

*Ресурсозберігання* однією з основних умов ЗПК. Під ресурсозберіганням розуміється виробництво і реалізація кінцевих продуктів з мінімальною витратою речовини і енергії на всіх етапах виробничого циклу і з найменшим впливом на природні ЕС і людину. Це, передусім, енергетична ефективність – співвідношення між енергією, що затрачується (або що є), і кінцевим продуктом. Перетворення високоякісної енергії, що добувається з ядерного палива, в теплову енергію в декілька

тисяч градусів Цельсія і далі у високоякісну електроенергію для підтримки температури на рівні 20°C є надзвичайно марнотратним процесом. Як відзначає *Т. Міллер* [27], використовувати високоякісну енергію для виробництва низькоякісного тепла «це все одно, що різати масло циркулярною пилкою або бити мух ковальським молотом». Тому основним принципом використання енергії повинна бути відповідність якості енергії поставленим задачам. Наприклад, раціонально для обігріву будівель використовувати сонячну енергію, гідрогеотермальну енергію, енергію вітру та інші, а в районах з холодним кліматом найкращий спосіб опалювання – створення будівель, максимально ізольованих від зовнішнього середовища.

По *Т. Міллеру* [27] виділяються дві принципово різних моделі суспільства: *суспільство одноразового споживання, що створює відходи (тип А)*, і *природозберігаюче суспільство (тип Б)*. Суспільство *типу А* характерне для найбільш промислових країн, які використовують як можна більше енергії і речовини і з великою швидкістю перетворюють високоякісну енергію в низькоякісну, речовини і відходи, що забруднюють довкілля. Основою суспільства *типу Б* є розумне (оптимальне) використання енергії і рециркуляція речовини, повторне використання невідновлюваних ресурсів, скорочення споживання і втрат енергії і ресурсів. При цьому особливо важливо ефективно використовувати енергію, не застосовуючи без особливої необхідності її високоякісні види. У суспільстві *типу Б*, до якого необхідно прагнути, не повинен бути перевищений поріг екологічної стійкості природних систем і їх сукупності. При цьому для обмеження втрат ПР і запобігання забрудненню необхідно враховувати інформацію про вплив на довкілля при «вході» в неї (рис. 6.1).

Довкілля виконує 3 функції: 1) забезпечення ПР; 2) асиміляція відходів і забруднень; 3) забезпечення людей природними послугами (рекреація, естетичне задоволення тощо). Урахування ціни ПР дозволить більш обґрунтовано визначити економічну ефективність альтернатив розвитку. Так, думка про «дешевизну» енергії, тієї, що виробляється на ГЕС, в порівнянні з ТЕС і АЕС, не враховує ціну тисяч гектарів земель (наприклад, в Росії затоплюється близько 5-6 млн. га). Сумарна оцінка прямих втрат нафти при різних видах аварій в Росії складає більше ніж 2 млрд. доларів, однак екологічний збиток більш значний. Як цінність твору мистецтва не визначається його розмірами, так і цінність природного середовища не визначається тільки економічними параметрами. У цей час ООН і розвинені країни роблять спробу «зеленого» вимірювання (*green accounting*) економічних витрат з урахуванням екологічного фактора.

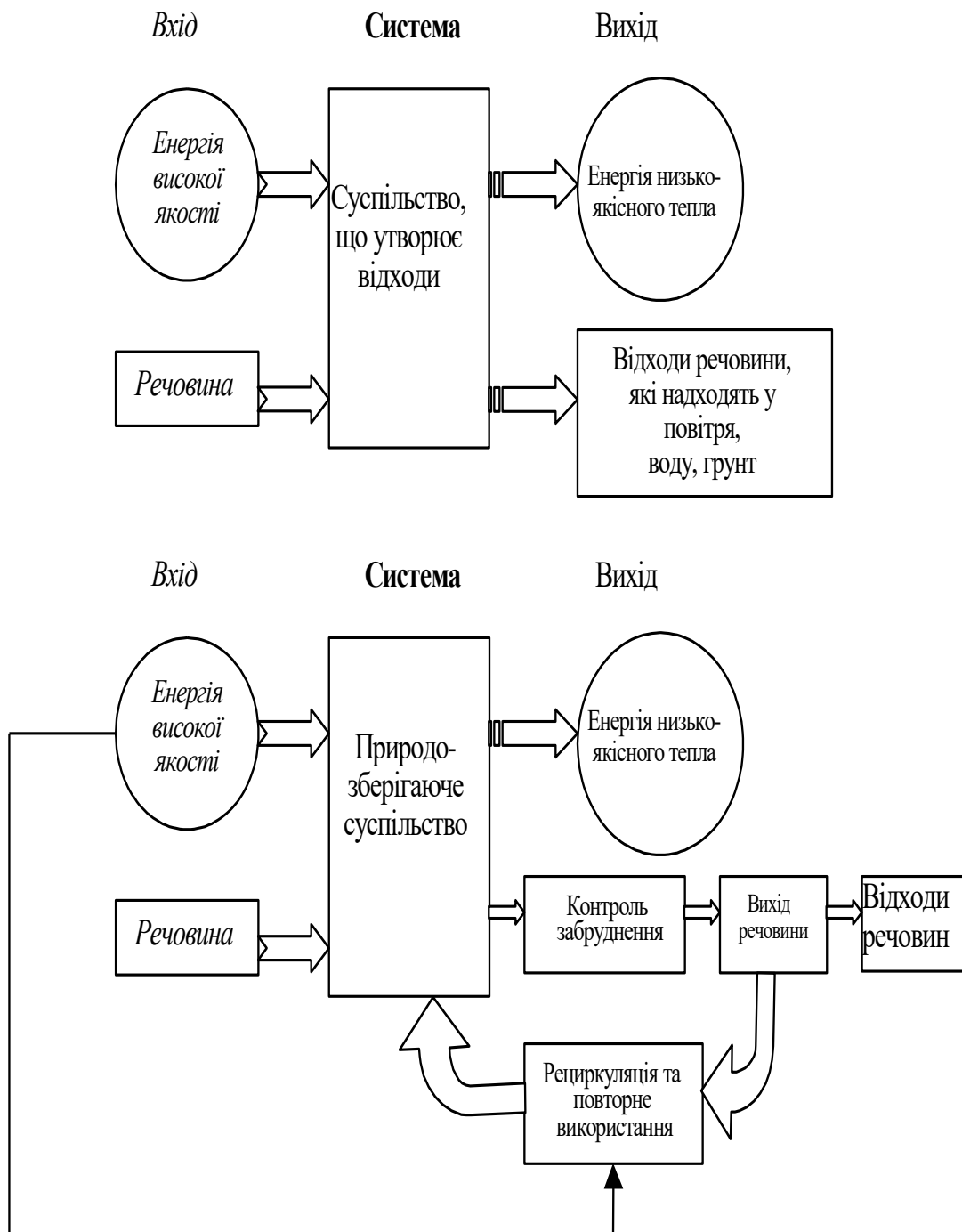


Рисунок 6.1 – Моделі суспільства одноразового споживання, яке створює відходи, і пристосованого суспільства [27]

Як вважає Л.Г. Мельник [12], традиційні «атрибути» екологізації (очисні споруди, маловідходні технології, пристрої з переробки відходів і т. д.), є дуже важливими складовими механізму екологізації, однак не вичерпують його і навіть не є в ньому вирішальними ланками. На його думку, до основних компонентів механізму екологізації економіки можуть бути віднесені:

1. *Екологізація попиту* – це постійно відтворювані процеси формування потреб в екологічних товарах, а також створення фінансових можливостей реалізації цих потреб. Екологічні товари – це вироби та послуги, що знижують інтегральний екологічний вплив у розрахунку на одиницю сукупного суспільного продукту. Потреби в «чистому середовищі» перетворюються в інтереси, тільки будучи усвідомлені людьми. Інтерес перетворюється в попит тільки за умови підкріплення його фінансовими можливостями.

2. *Екологізація виробництва* передбачає постійне відтворення наукових ідей, інформаційних матеріалів, технічних засобів та технологічних рішень, що сприяють розвитку екологічно обумовлених виробничих систем. Існують соціальні, економічні і технологічні передумови екологізації виробничих факторів. Розвиток екологічно обумовленої виробничої основи прямо пов'язаний з розвитком екологічного попиту. Стадії екологізації виробництва можуть бути символічно названі етапами: (1) очисних споруд; (2) маловідходних технологій; (3) тотальної ефективності; (4) екологізації стилю життя. Екологізація не тільки природоохоронний захід, але й вигідний напрямок отримання доходу.

3. *Екологізація людей і відтворення мотивів екологізації*. Екологізація людей – це постійне відтворення екологічно орієнтованих знань, навичок і переконань. Відтворення мотивів екологізації – це постійний процес створення організаційних, соціальних та економічних умов, які формують прагнення людей ставити і досягати цілі екологізації.

У 1995 р. вийшла чергова доповідь Римському клубу «Фактор чотири. Витрат – удвічі менше, віддача – подвійна. Нова доповідь Римському клубу» [28], де пропонуються нові рішення екологічних проблем шляхом революційного підвищення системи життєзабезпечення людського суспільства. За часів промислової революції прогрес характеризувався збільшенням продуктивності праці. «Фактор чотири» пропонує новий підхід до прогресу, нову філософію мислення, висувачи на перший план дій збільшення продуктивності ресурсів. Як стверджують автори, ми можемо жити вдвічі краще, водночас витрачаючи вдвічі менше ресурсів; що необхідно для СР людства у майбутньому. Рішення полягає у тому, щоб використовувати електроенергію, воду, паливо, матеріали, родючі землі тощо продуктивніше за мінімальних додаткових витрат і навіть з вигодою. Як переконливо доводять автори «Фактора чотири», більшість технічних рішень наших проблем уже є і треба негайно їх використати. Авторам вдалося зібрати 50 переконливих прикладів збільшення продуктивності ресурсів і тим самим довести широкі можливості ідеї всесвітньої переорієнтації людства на продуктивність ресурсів.

*Отримувати більше з меншими витратами.* Вражаючи перспективи прогресу «Фактор чотири» свідчать, що продуктивність ресурсів може і має бути збільшена вчетверо. Ми можемо жити вдвічі краще і водночас

витрачати вдвічі менше. Це новий напрям науково-технічного прогресу (спрямування зусиль на ефективне використання накопиченого науково-технічного потенціалу). Він відповідає критеріям СР. Країни, які здійснюють революцію в ефективності, виграють у міжнародній конкуренції.

*Моральні і матеріальні фактори.* Фактори для зміни напрямку науково-технічного прогресу мають як моральний, так і матеріальний характер: збереження фізичних систем життєзабезпечення є одним з найвищих пріоритетів для людства.

*Лікування хвороби марнотратства ефективністю.* Людство надмірно споживає такі ресурси як енергія, сировина, вода, повітря, ґрунти. Воно знищує живі ЕС витрачаючи в десятки разів більше ресурсів, ніж їх споживає. Дослідження, що проводилося за завданням Національної Інженерної академії США, показало, що близько 93 % матеріалів, які ми купуємо і витрачаємо, взагалі ніколи не перетворюються на продукцію, яка відповідає вимогам ринку. Більше того, 80 % товарів викидається за непотрібністю після одноразового використання. 99 % вихідних матеріалів, що використовуються у виробництві в США або такі, що містяться в цих товарах, перетворюються на відходи через шість тижнів після продажу. Зцілення від марнотратства приходить від розвиненої науки, здорової економіки і здорового глузду, воно приходить з лабораторій, автоматизованих робочих місць і потокових ліній, створених кваліфікованими вченими і технологами, внаслідок вмілого проектування міст, винахідливості та завзятості інженерів, хіміків і фермерів та завдяки інтелекту кожної людини. Інтелектуальний потенціал людства вилікує марнотратство Підприємництво має бути освіченим. Ефективне використання ресурсів забезпечує більший комфорт у поліпшених будівлях при менших витратах енергії і грошей.

*Управління процесами екологізації* передбачає формування основних компонентів системи, якою управляють. Механізм реалізації завдань екологізації передбачає формування чотирьох взаємозалежних системних компонентів, які складають «квадрат екологізації»: 1) цілі і завдання екологізації; 2) об'єкти екологізації; 3) суб'єкти екологізації; 4) інструменти екологізації.

Найбільшого поширення в практиці ПК набули такі процедури екологічного управління: оцінка впливу на НС, екологічний аудит, екологічна оцінка життєвого циклу виробів, міжнародні стандарти екологічного менеджменту й аудиту, місцеві ініціативи із забезпечення сталого розвитку.

*Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС)* як стандартна процедура стала застосовуватися як екологічна ревізія (експертиза) великих господарських проектів. Звичайно ОВНС включає кілька стадій: виявлення необхідності і ступеня деталізації ОВНС; попередня оцінка впливу,

визначення найбільш важливих типів для їх оцінки; дослідження впливу на НС; складання висновку про вплив на НС; рецензування фахівцями отриманих результатів, формування висновків про можливість реалізації чи нереалізації проекту, виявлення альтернатив розвитку (змін) проекту чи його повної заміни; моніторинг впливу і післяпроектний аналіз/аудит (ревізія післяпроектної діяльності).

*Екологічний аудит* визначає діагноз «екологічного здоров'я» підприємства, спроможність його «технологічного організму», виробничих систем самоочищуватися і не забруднювати НС, виробляти екологічно чисту продукцію і бути привабливим для залучення інвестицій [29].

*Екологічний аналіз життєвого циклу продукції* – це аналітичний метод оцінки ефектів впливу на НС протягом усього часу існування даної продукції: з моменту її створення до знищення.

*Міжнародні стандарти екологічного менеджменту й аудиту* – це регламентовані міжнародною організацією із стандартизації (*The International Organization for Standardization* – ISO) порядок і зміст робіт і документів у сфері управління і аудиту. Система екологічних стандартів ISO 14000 орієнтована не на кількісні параметри (обсяг викидів, концентрації ШР і т.д.), не на технічні характеристики чи технологічні рішення, а на принцип постійного удосконалення. Стандарти ISO 14000 згруповані за трьома напрямками: регламентація загальних принципів; формування інструментарію; управління екологічною якістю продукції. Офіційно стандарти ISO 14000 є добровільними; вони не підміняють законодавчих вимог. Виконання умов і вимог входження в європейську систему екологічного менеджменту та аудиту значно полегшуються, якщо організації в цілому починають запроваджувати систему українських стандартів серії ДСТУ ISO 14000-97, які розроблено відповідно до міжнародних стандартів серії ISO 14000. Згідно з ISO 14001, *система екологічного управління (EMS)* – частина загальної системи управління, яка включає в себе організаційну структуру, діяльність з плануванням, обов'язки та відповідальність, практику, процедури, процеси, ресурси для формування, впровадження, досягнення, аналізу та здійснення екологічної політики. Якщо раніше основними завданнями стандартів у ПК було вберегти систему від екологічно несприятливих змін, то сьогодні завдання принципово замінюються: вберегти зміни системи від несприятливих тенденцій. Трансформація управлінських процедур ПК (від екологічної експертизи і екоаудиту до стандартів ISO 14000) переконує нас у цьому.

### ***Питання для самоперевірки***

1. Що таке «екологізація»?
2. Від чого залежить ефективність екологічної політики держави?
3. Що таке «екодеструктивні процеси»?
4. Що ви розумієте під «інтегральним екодеструктивним впливом»?

5. Що традиційно відноситься до «атрибутів» екологізації суспільного виробництва?
6. У чому суть економічних показників рівня екологізації?
7. Дайте визначення поняття «ресурсозбереження».
8. Порівняйте принципово різні моделі суспільства за Т. Міллером.
9. Для яких країн характерне суспільство типу А?
10. Що є основою суспільства типу Б?
11. Проаналізуйте основні компоненти механізму екологізації економіки за Л.Г. Мельником.
12. У чому суть відтворення екологічного попиту?
13. У чому суть відтворення екологічно орієнтованої пропозиції?
14. У чому суть відтворення екологічно орієнтованих людських чинників?
15. У чому суть відтворення мотивів екологізації?
16. Які основні об'єкти та суб'єкти екологізації економіки?
17. Що таке «квадрат» управлінського механізму екологізації?
18. У чому суть екологізації зв'язків «виробництво – споживання»?
19. У чому суть екологізації споживання?
20. Що таке «зелена економіка»?
21. Які процедури екологічного управління є найбільш поширеними в практиці ПК?

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Реймерс Н.Ф. Экология: теории, законы, правила, принципы и гипотезы. М.: Россия молодая, 1994. 367 с.
2. Вронский В.А. Прикладная экология. Учебное пособие. Ростов н/Д: Феникс, 1996. 512 с.
3. Куражковский Ю.Н. Очерки природопользования. М.: Мысль, 1969. 268 с.
4. Эндрэс А. Экономика окружающей среды. К.: Либідь, 1995. 168 с.
5. Сахаев В.Г., Шевчук В.Я. Економіка і організація охорони навколишнього середовища. К.: Вища шк., 1995. 272 с.
6. Екологія: підручник / Дорогунцов С.І., Коценко К.Ф., Хвесик М.А. та ін. К.: КНЕУ, 2005. 371 с.
7. Туниця Т.Ю. Збалансоване природокористування: національний і міжнародний контекст. К.: Знання, 2006. 300 с.
8. Минц А.А. Экономическая оценка естественных ресурсов. М.: Мысль, 1972. 302 с.
9. Реймерс Н.Ф. Природопользование. словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 639 с.
10. Охрана ландшафтов: толковый словарь. М.: Прогресс, 1982. 271 с.
11. Екологічна енциклопедія: в 3 т. / під. ред. А.В. Тостоухова. К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2006 Т.1, 2007 Т.2, 2008 Т.3.
12. Мельник Л.Г. Екологічна економіка: підручник. Суми, ВТД «Університетська книга», 2002. 346 с.
13. Гофман К.Г. Экономическая оценка природных ресурсов в условиях социалистической экономики. М.: Наука, 1977. 234 с.
14. Буркинский Б.В., Степанов В.Н., Харичков С.К. Природопользование: основы экономико-экологической теории. Одесса: ИПРЭИ НАН Украины, 1999. 350 с.
15. Небел Б. Наука об окружающей среде / пер. с англ.; в 2-х томах. М.: Мир, 1993.
16. Загальнодержавна програма розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року. *Відомості ВВР*. 2011. № 44. ст. 457.
17. Макогон Ю.Ф. Газогидраты. История изучения и перспективы освоения. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2010. № 2. С. 5-21.
18. Сокур О.Н., Геворкьян В.Х. Стратегический резерв углеводородного сырья XXI столетия - метановые газогидраты морских бассейнов. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2006. №3. С. 52-61.
19. Корсаков О.Д., Ступак С.Н., Бяков Ю.А. Черноморские газогидраты – нетрадиционный вид углеводородного сырья. *Геологический журнал*. 1991. №5. С. 67-74.



20. Окружающая среда. М.: Прогресс-Пангея, 1993. 635 с.
21. Геологическая служба и развитие минерально-сырьевой базы / под ред. А.И. Кривцова. М.: ЦНИГРИ, 1993. 617 с.
22. Галецький Л.С., Петрова Л.О. Техногенні відходи, як нове джерело надходження металів. Київ, 2005. С. 48-51.
23. Одум Ю. Экология: в 2-х томах. М.: Мир, 1986.
24. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев, 1990. 408 с.
25. Экология и экономика природопользования / Гирусов Э.В., Бобылев С.Н., Новоселов А.Л. Чепурных Н.В.; под ред. Э.В. Гирусова. М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1998. 455 с.
26. Екологічне підприємництво: навчальний посібник / Шевчук В.Я., Саталкін Ю.М., Навроцький В.М. та ін. К.: Мета, 2001. 197 с.
27. Миллер Т. Жизнь в окружающей среде / пер. с англ. Т.1. М.: ПрогрессПангея, 1993. 256 с.
28. Вайцеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л. Фактор четыре. Затрат – половина, отдача – двойная. Новый доклад Римскому клубу. М.: Academia, 2000. 400 с.
29. Яблоков А.В. Сельское хозяйство без пестицидов. Экологическая альтернатива. М.: Прогресс, 1990. С. 49-52.

Навчальне електронне видання

САФРАНОВ Тамерлан Абісалович,  
КОЛІСНИК Алла Вікторівна

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Конспект лекцій

**Видавець і виготовлювач**

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016

тел./факс: (0482) 32-67-35

E-mail: [info@odeku.edu.ua](mailto:info@odeku.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 5242 від 08.11.2016