|  |  |
| --- | --- |
| **ERASMUS+ project:**  **Integrated Doctoral Program for Environmental Policy, Management and Technology – INTENSE** | **Проєкт ЕРАЗМУС+:**  **Комплексна докторська програма з екологічної  політики, менеджменту природокористування та техноекології – INTENSE** |
| **Teaching and learning materials**  Course:  **Optimization of Environmental Management** | **Навчально-методичний комплекс**  Навчальна дисципліна:  **Оптимізація природокористування** |
| Developed by: **Тamerlan Safranov**  *Partner Nr.5*  *Odessa State Environmental University* | Підготовлено: **Т.А. Сафранов**  *Партнер №5*  *Одеський державний екологічний університет* |

**Disclaimer**

The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

**Застереження**

Підтримка Європейською Комісією випуску цієї публікації не означає схвалення змісту, який відображає лише думки авторів, і Комісія не може нести відповідальність за будь-яке використання інформації,   
що міститься в ній.

**Contents / Зміст**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **Page/ Стор.** |
| **General information** | **Загальна інформація** | **4** |
| **Lectures:**  *Short overview*  *Questions for self-control* | **Лекційні заняття:**  *Зміст лекцій*  *Питання для самоконтролю* | **6** |
| **Workshops** | **Практичні заняття:** | **25** |
| **Independent work** | **Самостійна робота** | **26** |
| **Final control** | **Підсумковий контроль** | **27** |
| **References** | **Література** | **29** |
| **Access to the course** | **Доступ до навчальної дисципліни** | **30** |

**General information / Загальна інформація**

Навчальна дисципліна «**Оптимізація природокористування**» складена для третього рівня вищої освіти – PhD, відповідно до:

освітньо-наукових програм 101 “Екологія” та 103 “Науки про Землю”,

галузі знань 10 «Природничі науки»,

освітньо-наукової програми 051 “Економіка”,

галузі знань 05 «Соціальні та поведінкові науки»,

освітньо-наукової програми 183

“Технології захисту навколишнього середовища”

галузі знань 18 «Виробництво та технології»

в рамках виконання міжнародного проєкту ЕРАЗМУС+ «Комплексна докторська програма з екологічної політики, менеджменту природокористування та техноекології – INTENSE».

До навчальної дисципліни також розроблено **силабус** англ.мовою.

На навчальну дисципліну отримано **дві рецензії** українських вчених та **одна рецензія** європейського партнера проєкту.

**Мета і завдання курсу**

Мета курсу - навчання аспірантів (здобувачів третього рівня вищої освіти) основним дефініціям в сфері природокористування, принципам класифікації природних ресурсів, законам (правилам) оптимального природокористування при проведенні наукових досліджень в межах конкретної тематики підготовки докторської дисертації (PhD).

Стислість курсу «Оптимізація природокористування» передбачає прискорену інтеграцію знань і вмінь в процесі навчання на першому-другому рівнях. Оптимізація природокористування є основою збереження і відновлення природних ресурсів і умов та базується на великої кількості різноманітних методів та природоохоронних технологій. У ході попереднього навчання аспіранти вже мають базовий багаж знань за даними дисциплінами.

Завданнями курсу є:

* актуалізація базових знань аспірантів за екологічним аспектам природокористування.
* детальне ознайомлення слухачів з с основними дефініціями у сфері природокористування.
* ознайомлення слухачів з принципами класифікації природних ресурсів та можливостями їх використання;
* поглиблене вивчення теоретичних основ оптимального природокористування;
* поглиблене вивчення принципів самоврядування та штучного управління природними системами;
* вибір аспірантом одного чи декількох підходів до оптимізації природокористування при вирішенні конкретного наукового завдання.

**Кількість** кредитів: 1 кредит ECTS.

**Кількість годин**: 30 годин (з них аудиторних: 12 години).

**Мова викладання** – українська

Зміст та дистанційний курс за навчальною диципліною **розроблено**:

**Тамерлан Абісалович Сафранов**, доктор геол.-мінер. наук, проф.

Розроблені матеріали, дистанційний курс та усі супровідні матеріали **розміщено** на: <http://dl.intense.network/course/view.php?id=24>.

Доступ до дистанційного курсу може бути наданий після реєстрації.

**Purpose and objectives of the course**

The course is aimed at teaching of post-graduate (PhD) students in the basic definitions in the field of environmental management, the principles of classification of natural resources, the laws (rules) of optimal nature management in research within a specific topic of doctoral (PhD) thesis.

The brevity of the ‘Optimization of Environmental Management’ course implies the accelerated integration of knowledge and skills in the learning process at the first and second levels. Optimization of environmental management is the basis for conservation and restoration of natural resources and conditions and is grounded upon a large number of various methods and environmental technologies. During the previous training, PhD students have already obtained a basic background in these disciplines.

The course objectives are as follows:

* updating the background of PhD students in the environmental aspects of nature management.
* detailed acquaintance of course-takers with the basic definitions in the field of environmental management.
* acquaintance of course-takers with the principles of classification of natural resources and the possibilities of their use;
* in-depth study of the theoretical fundamentals of optimal environmental management;
* in-depth study of the principles of self-governance and artificial management of natural systems;
* making choice of one or more approaches to optimization of environmental management by a postgraduate student for finding solution to a specific scientific problem.

**Credits** : 1 ECTS,

**Total hours** : 30 hours (optional course) 12 in-class hours

**Language** : Ukrainian

***The content and distance course of the discipline were developed by:***

**Тamerlan Safranov,** Odessa State Environmental University (OSENU), Ukraine

**Lectures / Лекції**

Освітня складова освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії охоплює дисципліни зі спеціальності, загальнонаукового (філософського), з блоку універсальних навичок та мовного блоку. Курс «Оптимізація природокористування» (обсягом 1 кредит ЄКТС) може бути віднесений до дисципліни зі спеціальності. Може бути використаний здобувачами рівня вищої освіти «доктор філософії» з природничих наук, які не мають базової вищої екологічної освіти.

*Метою*  курсу «Оптимізація природокористування» є формування уявлень щодо природокористування та екологічних аспектів оптимального використання природних ресурсів і умов. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі *завдання*: 1) володіти базовими поняттями в сфері природокористування; 2) знати принципи класифікації природних ресурсів; 3) опанувати основні закони (правила) природокористування; 4) оволодіти принципами управління природними системами; 5) знати принципи збалансованого природокористування в контексті сталого розвитку.

Основні спеціальні *компетентності*:

– здатність до засвоєння теоретичних і практичних проблем у сфері оптимізації природокористування;

– здатність до засвоєння екологічної складової природокористування.

Основні *результати навчання*:

– демонструвати концептуальних та методологічних основ оптимізації природокористування;

– демонструвати володіння знаннями та практичними навичками екологічного обґрунтування оптимального використання природних ресурсів.

**Лекція 1. Базові поняття у сфері природокористування**

Сучасна екологія – це міждисциплінарна, комплексна, інтегрована наука, яка сформувалася і продовжує формуватися на перетині природничих, соціальних і технічних наук. Базовими поняттями в екології є «середовище», «навколишнє середовище», «природне середовище», які характеризуються різноплановістю тлумачення: *середовище* – сукупність всіх умов, що оточують річ, рослину, тварину чи людину і безпосередньо чи опосередковано впливають на них; *навколишнє середовище* (НС) – сукупність абіотичного, біотичного і соціального середовища, що разом справляють вплив на людину (біоту) та її життєдіяльність; *навколишнє природне середовище* (НПС) – сукупність абіотичного, біотичного і соціального середовища, що разом справляють вплив на людей та їх господарство (більш вузьке поняття, ніж НС) [1, 2].

Екологія тісно пов’язана з *природокористуванням* (ПК) – наукою про сукупність впливів людства на географічну оболонку Землі, що розглядається 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 відтворюванням людиною об'єктів оточуючого природного середовища для задоволення її потреб; 2) використання природних ресурсів (ПР) 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 ПР людським суспільством [1].

*Об'єктом ПК* як науки служить комплекс взаємовідносин між ПР, природними умовами (ПУ) життя суспільства і його соціально-економічним розвитком. *Предметом ПК* можна вважати оптимізацію цих відносин, прагнення до збереження і відтворювання середовища життя.

Під *оптимізацією* (від лат. *оptimum* – 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. 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.

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.

Оптимальне ПК має забезпечити повноцінне існування і розвиток сучасного суспільства, але при цьому зберегти високу якість середовища проживання людини. Це досягається завдяки економній експлуатації ПР і ПУ та найефективнішому режимі їх відтворення з урахуванням перспективних інтересів розвитку господарства і збереження здоров’я людей.

При розгляді проблем ПК мимоволі доводиться протиставляти економічні спрямування людей і цілі охорони природи. Якщо кожний вид входить в певну екосистему (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 руйнівно [2].

У ПК основним об'єктом досліджень є *природна система* (ПС), яка часто розглядається як синонім терміну «екосистема». Нагадаємо, що за визначенням *М.Ф. Реймерса* [1], *екосистема* – 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* – система, що складається із природних структур і утворень (підсистем), що групуються в функціональні компоненти на вищих рівнях ієрархічної організації. 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 [3]. . 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 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 ПС 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* [4], 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). 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* [1], 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* [2], 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 [4].

*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:

- регіональнийЕЕП - 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.

**Лекція 2. Природні ресурси і принципи їх класифікації**

*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) и *природні умови* (ПУ). Сукупність природних ресурсів і природних умов складають «природні фактори» життя суспільства [5]. Оскільки практично всі елементи природи так чи інакше використовуються чи можуть бути використані людиною (потенційні ПР), *Л.Г. Мельник* [6] 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 аутекології, 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* [7] 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 [6].

*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 [6].

*К.Г. Гофман* [7] 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 [6].

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.

Поняття «*прокляття ресурсів*» або «*парадокс достатку*» – явище в економіці, коли країни, що мають значні ПР, економічно менш розвинені, ніж країни з обмеженими запасами ПР (наприклад, Нігерія). 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 и потенціальні ПР); теоретично всі речовини Землі можна розглядати як потенційні корисні копалині.

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* (викопне паливо, металева і неметалева сировина) ресурси [8].

Принципово новий підхід до класифікації ПР був запропонований *М.Ф. Реймерсом* [9], 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, антропоекологічні, інформаційні, простору і часу) і види ресурсів (більше 76 компонентів), утворюють інтегральні і комплексні сукупності.

Згідно з класифікацією *М.Ф. Реймерса* [1, 2], ПР диференціюються за такими ознаками:

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

2) *за швидкістю вичерпання*: швидко*вичерпні* (наприклад, ресурси цінних видів іхтіофауни), повільно*вичерпні* 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 викопні – 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, природно-збалансований хімічний склад питної води, унікальні природні об’єкти тощо).

Нижче наводиться коротка характеристика ПР, виділених *М.Ф.* Реймерсом, за джерелом і місцеположенням, з деякими змінами, доповненнями та коментарями.

***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; теплова 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*** [2] поділяються на підтипи: 1) *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); 2) *підтип Б* – не беруть участі в постійному кругообігу речовин або потоці енергії (*депоновані*  – нафта, природний газ, вугілля, сланці, торф; *штучно одержувані* – енергія штучно викликаного атомного розпаду та ядерного синтезу).

***Газово-атмосферні ресурси***

*Ресурси окремих газів атмосфери.*Особливе значення мають ресурси *О2* і *СО2*; співвідношення між ними за багато млн. років існування біосфери відповідає осцилюючому стаціонарному. Глобально за 100 років концентрація О2 знизилася з 20,948 до 20,946 % (за іншим даними до 20,5-20,8%). Баланс приходу і витрати *О2* негативний. У містах концентрація *О2* нижча за 20%. Потрібно приділяти пильну увагу зміні концентрації *О2*. Глобально за 100 років концентрація *СО2* зросла на 14-16% і за існуючих темпів і масштабів надходження можливе збільшення концентрації *СО2* за 20 років на 50%. Концентрація *СО2* зростає на 0,3% кожен наступний рік, але нерівномірно. Вживаються засоби щодо скорочення викидів *СО2*. 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 *СН4* і інших малих газових домішок в атмосфері різко збільшуються через зростаючу техногенну емісію.

*Газові складові гідросфери.* У багатьох континентальних водоймищах знижена концентрація *О2*. У Світовому океані розчинність *СО2* 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, що знецінюють 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).

***Водні ресурси***

*Атмосферна волога.*Спостерігається тенденція до нерівномірності балансів. Регіонально сильно підкислена (кислотні опади) – значення *рН* 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 мілководдя (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 км3. Рівень Світового океану зростає приблизно на 1-1,6 мм за рік**.**

*Озера, водосховища і ставки.*Водосховища зосередили близько   
5000 км3 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.

*Ґрунтова 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 найближчі 15-20 років проблема прісної питної води стане однією з найгостріших екологічних, економічних і політичних проблем, які виникнуть перед людством. 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 прожекти, пов'язані із перекиданням вод, неминуче пов'язані із порушенням ЕС.

***Ґрунтово-геологічні ресурси***

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

*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 (викликані, «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.

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 [10], утилізація яких дозволила б поліпшити екологічну ситуацію в багатьох регіонах.

***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 статиці 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 заміняють 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. Майерс (Myers,* 1980) в середині 1970-х років на Землі зникав щодня один вид, а в 1990-і роки зникнення одного виду обчислюється однією годиною. Вже на початку ХХІ ст. може зникнути близько 1 млн. видів від сучасної кількості.

***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).

*Антропоекологічні ресурси:*Природно-осередкові епідемії і трансмісивні захворювання (ведеться успішна боротьба, можливе виникнення осередків нових типів, потрібна пильна увага); соціально-антропоекологічні 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).

*Ресурси простору і часу:*ресурси простору (територіального, водного і повітряного, включаючи найближчий космос; спостерігається перезагущення 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* [2], в цілому спостерігається ресурсна напруженість і необхідне формування системного ресурсного мислення. У цих умовах особливо важливу роль має оптимізація методів використання ПР.

**Лекція 3. Основні закони природокористування**

Основні закони ПК навряд чи можна розглядати у відриві від численних екологічних принципів і концепцій. У роботі *Ю. Одума* [11] їх нараховується 66, в словнику *Т.І. Дедю* [12] 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].

*Першій наслідок*. 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, вирубання 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 недостачі 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 ХIХ століття ще відбувалося збільшення біологічної продуктивності у відповідь на зростання концентрації *СО2* в атмосфері, то з початку ХХ сторіччя цього не відбувається. Навпаки, біота викидає *СО2*, а її біомаса автоматично знижується. У цих умовах відновлення принципу можливе лише за рахунок скорочення антропогенно-змінених площ.

*Другий наслідок*. 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 *SO2* і *NOх* приводять до утворення кислотних опадів, а останні - до змін в екосистемах суші і водного середовища. Незначне збільшення концентрації *СО2* веде до парникового ефекту.

*Третій наслідок*. 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).

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

*Перший закон* – *«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.

*Другий закон* – «*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.

*Третій закон* –  *«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.

*Четвертій закон* – *«Ніщо не дається задарма»*  – 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 енергопотоку 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 природно-ресурсним 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* [2], *перша* антропогенна екологічна криза була пов`язана з мисливським винищенням великих тварин «мамонтової фауни», *друга* – перепромислу рослинного матеріалу, *третя (сучасна*) – кризою редуцентів (на рівні з рисами всіх попередніх криз). Редуценти не спроможні розкладати 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****.* Конкуруючі 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 ПС 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 виграшному 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 відтворювання. 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 неприйнятного 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, зросла 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.

***Закону мінімуму.*** *Ю. Лібіх* (1840) звернув увагу на те, що витривалість організму визначається найслабшою ланкою в ланцюзі його екологічних потреб, тобто можливості життя лімітують екологічні фактори, кількість і якість яких близькі до необхідного організму або екосистемі мінімуму; подальше їх зниження веде до загибелі організму або деструкції екосистеми (суть *закону мінімуму*). Організм в певній мірі здатний замінити дефіцитну речовину або інший діючий фактор функціонально близькою речовиною чи фактором. Лімітуючим факторомможе бути як нестача (мінімум) деяких факторів (тепло, світло, вода, поживні речовини). Висунутий *Ю. Лібіхом*  принцип - «речовиною, що є в мінімумі, управляється врожай і визначається величина і стійкість останнього в часі», *Ю. Одум* [11] запропонував обмежувати концепцією мінімуму лише для хімічних речовин (*N, P, K, Cа, B* тощо), які необхідні для росту і розмноження організму. Цей закон враховується в практиці сільського господарства. Наприклад, якщо *Р* в ґрунті лише 20% від необхідної норми, а *К* - 50% від норми, то обмежуючим фактором буде недолік *Р*; необхідно в першу чергу внести в ґрунт саме добрива, що містять *Р*. Багато в чому закон мінімуму уточнюється законом толерантності.

***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 саморуйнування. 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 біогенних елементів з ґрунту, порушенням природних процесів ґрунтоутворення, а також при тривалій монокультурі, внаслідок накопичення токсичних речовин, які виділяються рослинами (самоотруювання 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 втрачалося 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 виграш 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.

**Лекція 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 якимись 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 [2].

Самоврядування в ході ПК складно взаємодіє з *штучним управлінням* ПС, тому результуючий процес може різко відрізнятися 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 вищестоячі 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; 7) управління повинне бути оптимальним (згідно із законом оптимальності і іншими закономірностями); 8) управління доцільно організовувати на базі адекватної (цілком відповідної) управлінської форми; 9) ефективність управління вимагає відповідності цілям, як даного заходу, так і всіх інших суспільно необхідних дій з підсумовуванням позитивних результатів в бажаних розмірах; 10) управлінські рішення повинні бути своєчасними, без фізично і морально застарілих дій; 11) управління завжди прогнозоване, враховує еколого-соціально-економічні наслідки на велику глибину у часі і засноване на багатоваріантному аналізі можливих ситуацій; 12) 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 вирубання лісу, освоєння цілинних земель, будівництво гребель на річках, перекидання вод із одного річкового басейну в іншій, 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 апріорних 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 омолоджуванні 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 ПС породжують ланцюг збитків, які потребують потім великих витрат на їх ліквідацію (рис. 4.1).

«*М'яке*» *управління»*  – в основному опосередкований, непрямий вплив на ПС, 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.



*капіталовкладення* *віддача негативні наслідки*

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

Прикладами заходів «м'якого» впливу на ПС є: агролісомеліорація, вибіркове вирубання 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 вирубання 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 ефективне 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.

**Лекція 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 еколого-виховну 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 [1].

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 тощо) 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 р.). Як відзначав *Д. Медоуз*, експонентне зростання продуктивних сил стає малоймовірною 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 *екотопії (*«*зеленого екстремізму*»), тобто до теорії всілякого обмеження економічного зростання (не нульового, а від’ємного зростання).

У світлі концепції СР в сфері виробництва необхідно радикально переглянути підходи і дії в таких напрямах: 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 високоефективної 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 [14]:

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 замкненого 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 лісогосподарських 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.

**Questions for self-control / Питання для самоперевірки**

1. Що таке сучасна екологія?

2. Що таке «середовище», «навколишнє середовище», «природне середовище»?

3. Що таке природокористування?

4. Що є об’єктом природокористування?

5. Що є предметом природокористування?

6. Що таке оптимізація?

7. Які принципи оптимального природокористування?

8. Яка різниця між термінами «екосистема» і «природна система»?

9. Що таке природно-ресурсний потенціал?

10. Що таке еколого-економічний потенціал?

11. Що таке ресурси і інтегральний ресурс?

12. Яка різниця між поняттями «природні ресурси» і «природні умови»?

13. Які принципи класифікації природних ресурсів?

14. Які ознаки класифікації природних ресурсів М.Ф. Реймерса?

15. Перелічіть ресурси за джерелом і місцеположенням.

16. Що таке традиційні і нетрадиційні енергетичні ресурси?

17. У чому суть закону внутрішньої динамічної рівноваги?

18. Перелічіть закони Б. Коммонера.

19. У чому суть закону обмеженості природних ресурсів?

20. У чому суть самоврядування і штучного управління природними системами?

21. Що таке «жорстка» і «м’яка» форма управління природними системами?

22. Які принципи природокористування в контексті сталого розвитку?

**Тексти лекцій, презентації та додаткові матеріали розміщно у дистанційному курсі на базі платформи MOODLE.**

**Workshops / Практичні заняття**

**Практична робота.**

Аспіранти отримують завдання на самостійну роботу – проаналізувати тематику їх наукових досліджень для обґрунтування шляхів оптимального використання породних ресурсів і умов. На наступних заняттях проводиться колективне обговорення кожної теми наукових досліджень аспірантів, що дозволить формування найбільш ефективних методів вирішення природоохоронної задачі. Подальші заняття проводяться за індивідуальною схемою з урахуванням результатів, отриманих на попередньому етапі.

Аспіранти обирають тематику для самостійної роботи. В ході її виконання вони формують методичні підходи до оптимального використання природних ресурсів і управління природними системами. В процесі аудиторних занять ці методичні підходи перевіряються та коректуються викладачами.

Курс передбачає можливість інтенсивного інтерактивного співробітництва аспірантів з викладачами на всіх етапах. В залежності від тематики наукових досліджень аспірантів можливо проведення окремих досліджень в польових умовах.

**Детальні вказівки щодо підготовки до практичних робіт та семінарських занять розміщно у дистанційному курсі на базі платформи MOODLE.**

**Independent work / Самостійна робота**

Курс передбачає виконання двох завдань:

**Завдання №1.**

1) оволодіти основними дефініціями у сфері природокористування;

2) знати суть оптимального природокористування і шляхи її реалізації;

3) знати підходи до класифікації природних ресурсів;

4) оцінювати сучасні та перспективні можливості використання природних ресурсів.

**Завдання №2.**

1) оволодіти теоретичними основами природокористування та застосувати при раціональному використанні природних ресурсів і умов;

2) знати принципи управління природними системами і використовувати їх при оптимізації природокористування;

3) оволодіти підходам до вирішення соціально-економіко-екологічних проблем природокористування;

4) ураховувати екологічну складову природокористування при вирішенні практичних природоохоронних задач.

**Детальні вказівки щодо самостійної роботи розміщено в дистанційному курсі на базі платформи MOODLE.**

**Final control / Підсумковий контроль**

Evaluation of PhD students will be based on the following:

* quality of practical work performed (50%)
* the level of readiness to participate in seminars, dialogues and discussions in the classroom (25%)
* quality of the implementation of tasks received for independent fulfillment (25%)

Оцінка продуктивності роботи студента ґрунтується на таких засадах:

- якість виконаної практичної роботи (50%);

- рівень підготовленості до участі в дискусіях та семінарах в аудиторії (25%);

- якість підготовки завдань, отриманих для самостійного виконання (25%)

## ***Questions to prepare for the final test / Питання для перевірки знань для підсумкового контролю***

ВАРІАНТ 1

1. Що таке «природокористування»?

2. Що таке «природно-ресурсний потенціал» і «еколого-економічний потенціал».

3. Дайте загальну характеристику енергетичних ресурсів.

4. Суть законів Б. Коммонера та можливість їх застосування в природокористуванні?

5. У чому значення правила «старого автомобіля» при управлінні природними систиеми?

ВАРІАНТ 2

1. За якими принципами класифікуються природні ресурси?

2. Як враховується закон обмеженості природних ресурсів в природокористуванні?

3. Дайте характеристику еколого-економічного потенціалу.

4. Дайте стислу характеристику традиційних енергетичних ресурсів.

5. Яка суть раціонального (оптимального) природокористування?

ВАРІАНТ 3

1. Дайте визначення поняття «природні ресурси»”.

2. Дайте порівняльну характеристику термінів «екосистема» і «природна система».

3. Дайте стислу характеристику біологічних ресурсів.

4. Охарактеризуйте негативні наслідки використання традиційних джерел енергії.

5. Дайте характеристику поняття «інтегральний ресурс».

ВАРІАНТ 4

1. Дайте характеристику природно-ресурсного потенціалу.

2. Дайте характеристику природних ресурсів по джерелу і місцеположенню.

3. Охарактеризуйте позитивні аспекти використання традиційних джерел енергії

4. У чому суть закону внутрішньої динамічної рівноваги?

5. Дайте стислу характеристику водних ресурсів і перспектив їх використання.

ВАРІАНТ 5

1. Дайте визначення поняття «природні ресурси» і «природні умови».

2. Стисло охарактеризуйте газово-атмосферні ресурси.

3. Яка суть законів падіння природно-ресурсного потенціалу і зниження ефективності природокористування?

4. У чому полягає суть «м’якого» управління природними системами?

5. Що таке «антиресурси» ?

ВАРІАНТ 6

1. Що є об’єктом і предметом природокористування?

2. Дайте характеристику поняття «інтегральний ресурс».

3. У чому суть закону обмеженості природних ресурсів?

4. Дайте стислу характеристику біологічних ресурсів.

5. Що таке «навколишнє середовище» ?

ВАРІАНТ 7

1. За якими принципами класифікуються природні ресурси?

2. Дайте стислу характеристику природних умов?

3. Дайте характеристику еколого-економічного потенціалу.

4. Дайте стислу характеристику ґрунтово-природокористування?

5. У чому полягає суть «жорского» управління природними системами?

**Підсумковий тест розміщено в дистанційному курсі на базі платформи MOODLE.**

**References / Література**

1. Reimers, N.F., 1990: Nature Management. Dictionary Handbook. ‘Mysl’, Moscow, 639 p. (Ru)

2. Reimers, N.F., 1994: Ecology: Theories, Laws, Rules, Principles and Hypotheses. ‘Rossiya molodaya’, Moscow, 367 p. (Ru)

3. Safranov, T.A., 2003: Environmental Fundamentals of Nature Management: a Textbook. ‘Novyi Svit’, Lviv, 248 p. (Uk)

4. Safranov, T.A., Hubanova, O.R., Lukashov, D.V., 2013: Environmental and Economic Fundamentals of Nature Management: a Textbook. ‘Novyi Svit - 2000’, Lviv, 321 p. (Uk)

**Список літератури**

1. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль,1990. 639 с.

2. Реймерс Н.Ф. Экология: теории, законы, правила, принципы и гипотезы. М.: Россия молодая, 1994. 367 с.

3. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування: навчальний посібник. Львів: «Новий Світ». 2003. 248 с.

4. Сафранов Т.А., Губанова О.Р., Лукашов Д.В. Еколого-економічні основи природокористування: Навчальний посібник. Львів: “Новий Світ”-2000”. 2013. 321 с.

**Додаткова**

1. Охрана ландшафтов: толковый словарь. М.: Прогресс, 1982. 271 с.
2. Екологічна енциклопедія: У 3 т. / Редколегія: А.В. Тостоухов (головний редактор) та ін. – К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2006 – Т.1, 2007 – Т.2, 2008 – Т.3.
3. Минц А.А. Экономическая оценка естественных ресурсов. М.: Мысль, 1972. 302 с.
4. Мельник Л.Г. Екологічна економіка: Підручник. Суми, ВТД «Унівеситетьска книга», 2002. 346 с.
5. ГофманК.Г. Экономическая оценка природных ресурсов в условиях социалистической экономики. М.: Наука, 1977. 234 с.
6. Вронский В.А. Прикладная экология. Учебное пособие. Ростов на Дону: Феникс, 1996. 512 с.
7. Реймерс Н.Ф. Концепция социоэкологической (биоэкологической) системы в общей социально-экономической экологии человека // Географические аспекты экологии человека. М., 1975. С. 41-48.
8. Техногенні відходи, як нове джерело надходження металів / Галецький Л.С., Петрова Л.О. // Зб. наук. пр. ІГН НАН України. Київ, 2005. С. 48-51.
9. Одум Ю. Экология (в 2-х томах). М.: Мир, 1986.
10. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев, 1990. 408 с.
11. Гирусов Э.В., Бобылев С.Н., Новоселов А.Л. Чепурных Н.В. Экология и экономика природопользования/ Под ред. Э.В.Гирусова. М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1998. 455 с.
12. Екологічне підприємництво: Навчальний посібник/ Шевчук В.Я., Саталкін Ю.М., Навроцький В.М. та ін. К.: Мета, 2001. 197 с.

**Access to the course / Доступ до навчальної дисципліни**

Усі розроблені матеріали до навчальної дисципліни розміщені у дистанційному курсі на базі платформи MOODLE (<http://dl.intense.network/course/view.php?id=24>). Доступ до дистанційного курсу може бути наданий після реєстрації (лист із запитом надсилайте за адресою [foreign-relations@osenu.org.ua](mailto:foreign-relations@osenu.org.ua)).

Супровідні матеріали розміщено також на сайті проєкту INTENSE.

**Контактні дані:**

Координатор школи INTENSE

в Одеському державному екологічному університеті

С.М. Степаненко, д.ф.-м.н., професор, Ректор ОДЕКУ

E-mail: rector@odeku.edu.ua