МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

СИСТЕМНИЙ КОНТЕКСТ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Навчальний посібник

Укладач Н. Ю. Душечкіна

Умань
Візаві
2024

УДК 502.175(075.8)
С40

Рецензенти:

Кватернюк С. М., доктор технічних наук, професор, професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету;

Хрик В. М., доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри лісового господарства Білоцерківського національного аграрного університету;

Совгіра С. В., доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри хімії та екології Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

Рекомендовано до друку вченою радою
факультету природничої освіти та природокористування
Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини
(протокол №1 від 14 серпня 2024 р.)

Системний контекст аналізу якості навколишнього середовища: навч. С40 посіб. / МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини ; уклад. Н. Ю. Душечкіна. – Умань : Візаві, 2024. – 165 с.

У навчальному посібнику подано теоретичні основи, інструменти та методи системного аналізу якості навколишнього середовища. Висвітлено принципи оцінки стану та якості природних і антропогенно-змінених екосистем, розглянуто особливості здійснення системного аналізу та основи моделювання і прогнозування екологічних процесів. Розкрито методи забезпечення якості навколишнього середовища, підходи до екологізації антропогенної діяльності. Посібник рекомендовано здобувачам вищої освіти другого (магістерського) рівня, викладачам екології та біології, а також іншим науковцям, що здійснюють екологічні дослідження.

УДК 502.175(075.8)

©Душечкіна Н. Ю., уклад., 2024

ЗМІСТ

ВСТУП		5
РОЗДІЛ 1.	СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ, ЯК МЕТОДИЧНИЙ ЗАСІБ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ	7
1.1.	Системний підхід і моделювання в екології	7
1.2.	Поняття про моделі й моделювання	9
1.3.	Математичні моделі екосистем	13
1.4.	Поняття загальної теорії систем і системного підходу	14
1.5.	Причини, що визначають системні дослідження та принципи системного підходу	16
РОЗДІЛ 2.	ПРИНЦИПИ ПРОВЕДЕННЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	21
2.1.	Суть системного аналізу	21
2.2.	Етапи системного аналізу	25
2.3.	Основні методи неформального системного аналізу	27
2.4.	Основі інструменти системного аналізу навколишнього середовища	34
2.5.	Аналіз і оцінка стану антропогенно-змінених екосистем (ландшафтів)	57
2.6.	Комплексні показники стану довкілля	60
РОЗДІЛ 3.	МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД В ОЦІНЮВАННІ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	70
3.1.	Досвід міжнародної спільноти в оцінюванні якості навколишнього середовища	70
3.2.	Кількісна характеристика екологічної складової в документах із розвитку	71
3.3.	Актуальність розробки нових методів та «прокляття розмірності» у статистиці	73
3.4.	Якість навколишнього середовища в контексті сталого розвитку біосфери	74
РОЗДІЛ 4.	МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	81
4.1.	Методологія і методика захисту об’єктів навколишнього середовища: вітчизняний та світовий досвід	81

4.2. Екологічне проектування та впровадження природоохоронних технологій 85
4.3. Норми, методи контролю та ефективності природоохоронних технологій 87
4.4. Біологічна безпека сучасних технологій 92
4.5. Заходи щодо забезпечення біобезпеки в Україні та світі 95
4.6. Екологічні аспекти використання генетично-модифікованих організмів 99
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ АНТРОПОГЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ 105
5.1. Загальні уявлення про екологізацію 105
5.2. Принципи екологізації економіки 108
5.3. Моделі виробничих процесів з екологічної точки зору 111
5.4. Принципи екологізації окремих галузей економіки 113
5.5. Принципи екологізації освіти 123
РОЗДІЛ 6. УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 135
6.1. Динаміка якості біосфери 135
6.2. Рівні і шляхи управління якістю навколишнього середовища 139
6.3. Принципи управління якістю навколишнього середовища 142
6.4. Методи і механізм управління якістю навколишнього середовища 146
6.5. Особливості управління водною природно-штучною системою 149
6.6. Управління режимами експлуатації руслового водосховища 152
6.7. Визначення екологічних ризиків водозабезпечення в екологічних системах 155
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 164

ВСТУП

Вивчення дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» – необхідна ланка у процесі підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 101 «Екологія». Ця навчальна дисципліна належить до циклу обов'язкових дисциплін освітньо-професійної програми.

Вивчення дисципліни базується на знаннях, отриманих з навчальних дисциплін першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, а саме: «Загальна екологія та неоекологія», «Моніторинг довкілля», «Техноекологія», «Заповідна справа», «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище», «Екологічна безпека», тощо, а отримані знання будуть використовуватись у процесі навчання інших дисциплін та під час підготовки кваліфікаційної роботи, а також у професійній діяльності.

Метою вивчення дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» є: формування знань про системний аналіз якості довкілля; планування методики досліджень на основі екосистемного підходу; професійна підготовка в галузі дослідження систем різного рівня складності, які є об'єктом вивчення при вирішенні практичних завдань щодо охорони навколишнього середовища.

Завдання навчальної дисципліни слід визначити такі: знати теоретичні основи, інструменти та методи системного аналізу якості навколишнього середовища; знати принципи оцінювання стану та якості природних та антропогенно-змінених екосистем; знати методи забезпечення якості навколишнього середовища; знати принципи екологізації антропогенної діяльності.

Після освоєння дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» студенти повинні

- знати: принципи застосування системного аналізу у наукових екологічних і природоохоронних дослідженнях; методи і критерії оцінки якості навколишнього середовища біологічних об'єктів, включаючи людину; засоби мінімізації негативного антропогенного впливу на якість природного середовища; особливості якості навколишнього середовища в секторальних екологічних системах: урбо–, агро–, техносистемах, на водних і наземних об'єктах та

заповідних і рекреаційних територіях.

- вміти: застосувати принципи системного аналізу при оцінці якості навколишнього середовища, оцінювати стан і якість компонентів навколишнього середовища, застосувати сучасні методи захисту довкілля, впроваджувати методи екологізації у всіх сферах діяльності людини.

Системний підхід та системний аналіз якості навколишнього середовища є обов'язковими складовими сучасної екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.

Проблеми взаємодії людини з біосферою завжди носять системний, міждисциплінарний характер. У дослідженнях цих проблем не обійтися без професійного використання методів обробки інформації, методів визначення ризиків в дослідженні стійкості біоценозів по відношенню до антропогенних впливів.

Всупереч уявленням багатьох екологів системний аналіз – це не якийсь математичний метод і навіть не група математичних методів. Системний аналіз – це стратегія наукового пошуку, яка використовує математичні методи і моделі, але в рамках систематизованого наукового підходу до вирішення складних проблем. По суті, системний аналіз таким чином організовує наші знання про об'єкт, що полегшує вибір потрібної стратегії або передбачення результатів тієї чи іншої стратегії для прийняття певного рішення.

Основне завдання системного аналізу можна визначити як вибір оптимальної стратегії управління об'єктами матеріального світу. Однією зі сфер застосування системного аналізу є управління екологічними системами.

У навчальному посібнику викладено теоретичну частину та прикладні аспекти дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища».

РОЗДІЛ 1
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ, ЯК МЕТОДИЧНИЙ ЗАСІБ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ

1.1. Системний підхід і моделювання в екології

Для розгляду теоретичних основ системного аналізу необхідно проаналізувати основні дефініції (від фр. définition – пояснення, тлумачення, визначення слова, поняття або предмета) цієї дисципліни, які в науковій літературі з сучасної екології, енвайронментології та природокористуванні трактуються неоднозначно.

Поняття «якість навколишнього середовища», «захист навколишнього середовища» та «охорона навколишнього середовища» нерозривно пов'язані між собою.

Захист середовища – це комплекс міжнародних, державних, регіональних і локальних адміністративних, правових, технологічних, планових, управлінських, економічних, соціальних, політичних та громадських заходів, спрямованих на охорону навколишнього середовища людини в цілому або природного середовища проживання людей і біоти.

Охорона навколишнього природного середовища – це система державних та громадських заходів, спрямованих на забезпечення гармонійної взаємодії системи «суспільство–природа» на основі: збереження та відтворення природних об'єктів; їх раціонального використання; поліпшення якості життєво необхідного середовища проживання людини.

Якість навколишнього середовища – поняття екологічне, антропоцентричне, що відображає суб'єктивно-об'єктивні відношення. Критерієм якості навколишнього середовища людини виступає стан його здоров'я. Якість навколишнього середовища – відносне поняття. Наприклад, один і той самий стан властивостей ландшафту може охарактеризуватись як неоднаковий за якістю для різних груп населення (наприклад, діти – дорослі, здорові – хворі, аборигени – мігранти, тощо).

У словнику термінів Міністерства надзвичайних ситуацій під «якістю навколишнього середовища» розуміють ступінь

відповідності стану навколишнього середовища потребам людини та інших живих організмів.

Якість навколишнього середовища – не застигле поняття, воно може змінюватися в часі в зв'язку із змінами реакції людини на середовище (зміни можуть бути пов'язані, з одного боку, з адаптацією організму, з іншого боку – з накопиченням у ньому негативних чи позитивних наслідків).

Таким чином, *якість навколишнього середовища* – це система взаємопов'язаних характеристик довкілля, в першу чергу компонентів природного середовища (атмосферного повітря, природних вод, ґрунтів, геологічного середовища, біоти), що відображають їх здатність без відхилення здійснювати своє призначення.

Системний підхід в екології зумовив формування цілого напряму, який став її самостійною галуззю – системної екологією.

Системний підхід – це напрям в методології пізнання об'єктів як систем.

Система – це безліч взаємодіючих і взаємопов'язаних елементів (компонентів), що утворюють єдине ціле (певну цілісність).

Основними елементами системи є компоненти, зв'язки, межі. Її склад, структуру і властивості вивчають за допомогою системного аналізу, що є основою системного підходу і являє собою сукупність методологічних засобів, що використовуються для вирішення складних наукових проблем. У цю сукупність засобів входить комплекс методів від простих описових і логічних до досить складних, математичних.

Технічною основою системного аналізу є сучасні ЕОМ і інформаційні системи з широким використанням методів математичного програмування, теорії ігор тощо. Основними *системними принципами є*: цілісність, структурність, взаємозалежність системи і середовища, ієрархічність, множинність опису кожної системи.

Цілісність – узагальнена характеристика, властивості якої не зводяться до суми властивостей її елементів і не виходять з цих властивостей (цілісність організмів буде повніше в популяції, популяції – в біоценозі тощо і властивості кожної системи не

зводяться до властивостей нижче розташованих).

Структурність – встановлення структури і взаємозалежності структурних елементів, обумовленості поведінки системи її структурою (структура біоценозу, трофічна структура екосистеми і встановлення зв'язків між трофічними рівнями тощо).

Взаємозалежність системи і середовища виражається в формуванні і прояві її властивостей в результаті цієї взаємодії (взаємодія біоценозу і біотопу, популяцій в біоценозі).

Ієрархічність – це коли кожен компонент системи розглядається як самостійна система, а сама досліджувана система є складовою частиною більш широкої системи (рівні біологічної організації, аж до глобальної системи – біосфери).

В цілому, екосистеми – це складні самоорганізовані і цілеспрямовані, зі складною ієрархічною структурою системи, що вимагають великої кількості описів кожної підсистеми, що вимагає побудови безлічі моделей, тобто широкого використання методів моделювання при дослідженні.

1.2. Поняття про моделі й моделювання

Побудова узагальнених моделей, що відображають всі фактори і взаємозв'язки в системі, є центральною процедурою системного аналізу.

Поняття «модель» широко використовується, наприклад, на побутовому рівні: модель літаків, кораблів, автомобілів тощо. Якщо ці моделі не діють, то вони відображають тільки морфологічні особливості об'єкта, а вже знання цих особливостей дозволяє людині, якщо він раніше не бачив оригінал, дізнатися про цей оригінал по моделі. Отже, лише частина властивості об'єкта дозволяє судити про об'єкт в цілому, в даному випадку – про форму об'єкта. Щось схоже відбувається і при наукових дослідженнях.

Слово «модель» як наукове поняття, вперше було застосовано у зв'язку зі створенням неевклідових геометрій і набуло наукового статусу після розробки теорії подібності.

Традиційна схема наукового дослідження: дослідник – об'єкт.

Дослідник отримує інформацію шляхом безпосереднього вивчення об'єкта. Наприклад, біолог вивчає видовий склад

фітопланктону під мікроскопом. Таке можливо лише на досить простих об'єктах, але не при дослідженні цілісної (загальною) структури екосистеми, взаємодії її компонентів. В цьому випадку необхідно моделювання, при якому працює схема: дослідник – модель – об'єкт вивчення.

Таким чином, щоб отримати уявлення про енергетичні потоки в екосистемі, необхідно уявити собі модель в вигляді піраміди енергій або хоча б піраміди Елтона. Тут з'являється проміжний (допоміжний) об'єкт вивчення – модель.

Досліджуваний об'єкт, по відношенню до якого виготовляється (розробляється) модель, називається **оригіналом, зразком, прототипом**. Найпростішою формою фізичної моделі є **макет.**

Модель – це допоміжний об'єкт, що знаходиться в певній об'єктивній відповідності до оригіналу і здатний заміщати його на окремих етапах пізнання.

Моделювання – це розробка, дослідження моделі і поширення модельної інформації на оригінал. Переваги моделювання виявляються в тих випадках, коли можливості традиційного підходу виявляються обмеженими. Саме такою областю пізнання є екологія.

Модель повинна відповідати таким вимогам:

1) повинна відображати лише ті особливості оригіналу, які виступають в якості предмета пізнання;

2) повинна бути адекватна оригіналу (інакше уявлення про нього будуть спотворені).

Сам процес моделювання можна розділити на 4 етапи: якісний аналіз, математична реалізація, верифікація та вивчення моделей.

Перший етап моделювання – якісний аналіз – є основою будь-якого моделювання. На його основі формуються завдання і вибирається вид моделі. Цей етап забезпечує відповідність моделі двом вищезазначеним вимогам. Вид моделі вибирається виходячи зі способу побудови, характеру самого об'єкта та ін.

Перший етап побудови моделі припускає наявність деяких знань про об'єкт – оригінал. Пізнавальні можливості моделі обумовлюються тим, що модель відображає (відтворює, імітує) будь-які суттєві риси об'єкта–оригіналу.

За способом побудови всі моделі ділять на два класи:

матеріальні і абстрактні.

Матеріальні моделі по своїй фізичній природі схожі з оригіналом. Вони можуть зберігати геометричну подібність оригіналу (макети, тренажери, штучні замінники органів тощо), подібність фізичних процесів з оригіналом – фізичне моделювання (гідрологічна модель – течія води тощо) і можуть бути природними об'єктами прообразами оригіналу, тобто натурними моделями (метод пробних ділянок).

Матеріальні моделі використовуються зазвичай в технічних цілях і мало підходять для екологічних проблем.

Більш придатними для екологічного моделювання є абстрактні моделі, що представляють собою опис оригіналу в словесній формі або за допомогою символів і операцій над ними, що відбивають досліджувані особливості оригіналу.

Абстрактні моделі поділяються на три типи: вербальні, схематичні і математичні.

Вербальні моделі – це формалізований варіант традиційного природничо– наукового опису у вигляді тексту, таблиць та ілюстрацій.

Схематичні моделі розробляються у вигляді різних схем, малюнків, графіків і фотографій. Основні їхні переваги – наочність, інформативність і простота побудови (трофічні ланцюги, піраміда Елтона, схеми структури, динаміки і енергетики екосистем, впливу екологічних факторів, біохімічних кругообігів, тощо).

Вербальні та схематичні моделі – невід'ємна частина якісного аналізу математичного моделювання, що є найбільш досконалим видом кількісного дослідження оригіналу, що дозволяє побудувати його математичну модель.

Математична модель – це математичний опис оригіналу, що відбиває його цілісність, структуру, динаміку, функціонування та взаємозв'язку оригіналу, зовнішніх і внутрішніх факторів впливу. Це означає, що практично така модель є формулою або системою рівнянь і нерівностей.

За своїм характером виділяють моделі статичні і динамічні.

Статична модель відображає об'єкт (систему), що не змінює свій стан у часі, а *динамічна* модель відображає об'єкт (систему), що

змінює свій стан у часі.

Переважна більшість живих об’єктів і систем – це динамічні системи і можуть бути відображені тільки динамічними моделями.

На другому етапі модель виступає як самостійний об’єкт дослідження. Однією з форм такого дослідження є проведення "модельних" експериментів, при яких свідомо змінюються умови функціонування моделі і систематизуються дані про її "поведінку". Кінцевим результатом цього етапу є безліч (сукупність) знань про моделі.

Другий етап моделювання – це математична реалізація логічної структури моделі. З точки зору технології застосування математичних методів можна виділити моделі аналітичні та чисельні (комп’ютерні).

Аналітична модель – це побудова теоретичних концепцій з застосуванням математичного апарату, що зазвичай дозволяє вивести загальну формальну залежність.

Чисельні (комп’ютерні) моделі ділять на імітаційні та самоорганізовані.

Імітаційні моделі відображають уявлення дослідника про взаємозв’язки в екосистемі, і як вони реалізуються. Вони не просто відображають реальність з тим або іншим ступенем точності, а імітують її. Ці моделі дозволяють скласти прогноз змін в екосистемі.

Самоорганізовані моделі відносяться до класу регресійних рівнянь, в них широко використовуються ймовірносно–статистичні методи розрахунків.

Третій етап моделювання передбачає верифікацію моделі – перевірку відповідності моделі оригіналу. На даному етапі необхідно упевнитися, що обрана модель відповідає вищезгаданій другій вимозі: адекватно відображає особливості оригіналу. Для цього може бути проведена емпірична перевірка – порівняння отриманих даних з результатами спостережень за оригіналом. Модель може бути визнана високоякісною, якщо прогнози справджуються. При відсутності емпіричних даних проводиться теоретична верифікація – з теоретичних уявлень визначається область застосування і прогностичні можливості моделі.

Четвертий етап моделювання – це вивчення моделі,

експериментування з моделлю і екологічна інтерпретація модельної інформації. Це практична перевірка отриманих за допомогою моделей знань та їх використання для побудови узагальнюючої теорії об’єкта, його перетворення і управління ним.

Основна мета етапу – виявлення нових закономірностей і дослідження можливостей оптимізації структури та управління поведінкою, що моделюється, а також придатність моделі для моделювання.

Моделювання – циклічний процес. Це означає, що за першим чотирьохетапним циклом може відбутися другий, третій тощо. При цьому знання про досліджуваний об’єкт розширюються і уточнюються, а вихідна модель поступово вдосконалюється. Недоліки, виявлені після першого циклу моделювання, зумовлені малим знанням об’єкта або помилками в побудові моделі, можна виправити в наступних циклах.

Зараз важко вказати область людської діяльності, де не застосовувалося б моделювання. Розроблено, наприклад, моделі виробництва автомобілів, функціонування окремих органів людини, життєдіяльності Азовського моря, наслідків атомної війни. У перспективі для кожної системи можуть бути створені свої моделі; перед реалізацією кожного технічного або організаційного проекту має проводитися моделювання.

1.3. Математичні моделі екосистем

В екології математичні моделі поділяються на моделі популяційного, біоценотичного і екосистемного рівнів (рис. 1).

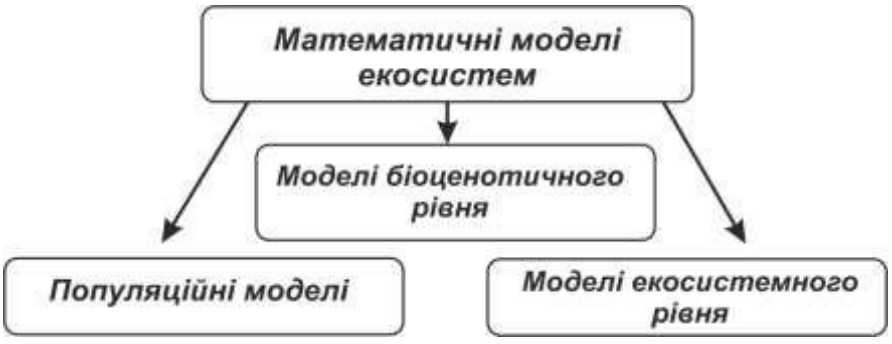


Рис.1. Напрямок математичних моделей

Популяційні моделі описують особливості окремих популяцій і відображають їх властивості та внутрішні закономірності: моделі, що дозволяють оцінити динаміку чисельності та вікового складу популяцій залежно від народжуваності і смертності, заданих як функції лише від загальної щільності та вікового складу популяцій.

Моделі *біоценотичного* рівня задаються як системи рівнянь, що відображають динаміку біоценозу як функцію щільності складових його популяцій.

Моделі *екосистемного* рівня представляють собою системи рівнянь, в число аргументів яких включені як внутрішні змінні стану, так і зовнішні чинники впливу і цілісні властивості екосистем.

При побудові будь-якої моделі головне завдання – створити модель достатньої повноти. Для цього необхідно прагнути врахувати всі суттєві чинники, що впливають на розглянуті явища; приділити увагу наявності в ній суперечливих елементів, як однієї з ознак повноти моделі; врахувати можливість появи невідомих чинників, щоб в разі необхідності доповнити модель новим елементом.

Особливо широко використовуються системні ідеї в екології. На нову, більш високу ступінь ідеї системного підходу поставлені в ученні В.І. Вернадського про біосферу і ноосферу, де науковому пізнанню запропоновано новий тип об'єктів – глобальні системи.

Такою глобальною системою і є біосфера, що об'єднує на основі ієрархічного принципу всі екосистеми Землі більш низьких рівнів.

1.4. Поняття загальної теорії систем і системного підходу

Звертаючись до історії розвитку людського суспільства, можна з повною підставою стверджувати, що вона нерозривно пов'язана з пошуком найбільш раціональних форм діяльності, з вибором правильних рішень, прийнятих в різних конкретних ситуаціях, які на різних історичних етапах були принципово різними.

В той же час, незважаючи на істотну різницю між кількістю поставлених завдань, пов'язаних з прийняттям правильних рішень, простежується одна загальна риса, яку всі ці завдання мають: так чи інакше вони пов'язані з цілеспрямованою діяльністю людини. Проблема прийняття рішень завжди відігравала особливу роль в житті як окремої людини, так і суспільства в цілому. Без

перебільшення можна стверджувати, що наше життя проходить в процесі прийняття рішень, в постійному виборі однієї з безлічі можливих дій в безперервно змінних ситуаціях.

При цьому, навіть в звичних, здавалося б простих ситуаціях, людина не завжди впевнена у тому, що вибір вона зробила правильно, що прийняте рішення найбільш раціональне.

Положення суб'єкта, що приймає рішення, значно ускладнюється, коли ситуація визначається великою кількістю чинників і умов (нерідко суперечливого характеру) , так що доводиться здійснювати нелегкий вибір однієї з практично необмеженої безлічі дій, можливих в даній ситуації. В цьому випадку у суб'єкта, що приймає рішення, не завжди є впевненість в тому, що його інтуїтивно зроблений вибір правильний, що обрана їм дія найбільш раціональна.

Проблема прийняття рішень хвилювала людину постійно. З незапам'ятних часів, для спрощення проблеми прийняття рішень, використовувався набір правил, що передається з покоління в покоління і який відбиває людський досвід в різних областях діяльності, який полегшував вибір дій в тій чи іншій ситуації. Однак, незважаючи на те, що правила і їх набори постійно вдосконалювалися, такий підхід не знижував гостроти проблеми вибору.

Особливу значущість проблема прийняття рішень придбала в XX і початку XXI ст. Стрімкий розвиток і вдосконалення техніки і технології виробництва, створення складних технічних систем і великих виробничих комплексів, зміни соціально – економічного характеру, розширення масштабів взаємодії суспільства з навколишнім природним середовищем радикально ускладнюючи існуючі ситуації і породжуючи інші, все більш складні, об'єктивно зумовили формування нового підходу до проблеми прийняття рішень.

Такий підхід народжувався протягом багатьох десятиліть, синтезуючи результати праці фахівців в різних областях наукового пізнання.

Численні спроби побудови нових підходів до вивчення складних об'єктів, характерні для науки XX і XXI ст. призвели до створення загальної теорії систем. Ця теорія вперше була сформульована у

вигляді спеціальної концепції Людвігом фон Берталанфі. Відомий біолог спробував знайти щось спільне, що характерно для будь-яких складних форм організації матерії як біологічної, так і суспільної природи.

Подальші дослідження показали, що загальна теорія систем має величезне значення для загального уявлення про розвиток матеріального світу. Разом з тим, поняття «загальна теорія систем» не має чітко визначеного сенсу. З цієї причини в науковий обіг увійшли поняття «системний підхід», «системні дослідження», «системний аналіз», що відображають різноманіття конкретних форм і напрямків системних досліджень, орієнтованих на вироблення нового підходу до об'єктів дослідження. Це і зрозуміло, оскільки сутність системних досліджень полягає в необхідності «багатошаровості», «багатоповерховості» рівнів аналізу.

1.5. Причини, що визначають системні дослідження та принципи системного підходу

Значення системних досліджень і проблематики загальної теорії систем визначається трьома основними причинами.

1. Більшість традиційних наукових дисциплін (природничих, технічних, гуманітарних) значно змінили предмети свого вивчення, в якості яких тепер виступає безліч взаємопов'язаних елементів, що представляють собою єдині цілісні утворення, тобто системи і структури.

2. Технічний прогрес і автоматизація виробничих процесів призвели до того, що головними об'єктами сучасного технічного проектування і конструювання виявилися системи управління (великі системи), які за своєю структурою і процесом створення виступають у вигляді типових зразків системних об'єктів.

Це зумовило виникнення цілого комплексу нових дисциплін (біоніка, кібернетика, розпізнавання образів, теорія графів, теорія ділових ігор, теорія інформації, теорія масового обслуговування, евристичне програмування тощо), завдання яких – дослідження систем різного типу.

3. Широке впровадження в науку і техніку завдань системного аналізу та пов'язані з цим методологічні проблеми привели до появи

ряду узагальнених концепцій, які прагнуть побудувати «загальну теорію систем», «системну науку», створити «методологію системного аналізу» тощо.

Особливо наочно проблеми відносин частин і цілого ставить життя у всьому різноманітті його взаємопов'язаних проявів. Наприклад, це закономірності біохімічних процесів в клітинах органу відповідно до його функцій; спільна діяльність тих чи інших органів у зв'язку з пристосувальною поведінкою організму; поведінка особи в залежності від умов існування виду; екологія виду в зв'язку з умовами існування окремого біоценозу або їх сукупності з процесами біосферного рівня тощо.

Саме системний підхід дозволяє розуміти будь-які явища життя у взаємозв'язку з різними рівнями її організації і з навколишнім середовищем.

В наш час антропогенне навантаження на природу постійно підвищується. Виникає об'єктивна потреба всебічного осмислення змін біосфери, що відбуваються при цьому. Це необхідно для вирішення практичних завдань раціонального використання ресурсного потенціалу біосфери і надійного прогнозування його наслідків.

Щоб зрозуміти закономірності безлічі взаємозв'язків різного рівня, що виникають в процесі взаємодії суспільства і природи, необхідний системний підхід, що дозволяє на основі знання загальних принципів організації та еволюції складних систем знаходити більш оптимальні рішення проблем біосфери.

В даний час спостерігається помітне розмаїття як в розумінні принципів системного підходу і статусу загальної теорії систем, так і в тлумаченні вихідних понять.

У зміненій людиною частини біосфери – біотехносфері – важливе місце займають екосистеми, що вимагають науково обґрунтованого управління, сформованого на принципах системного підходу: системні дослідження, системний підхід і загальна теорія систем (рис. 2).



Рис.2. Принципи системного підходу

Системні дослідження – це сукупність наукових і технічних проблем, які при всій своїй специфіці і різноманітності подібні в розумінні і аналізі досліджуваних об'єктів з точки зору систем, які виступають як єдине ціле.

Системний підхід – це уявлення систем і способів дослідження об'єктів (опису, пояснення, передбачення, конструювання тощо). Наприклад, перш ніж приступити до розрахунків по визначенню ефективності проведення лісовідновлювальних робіт, необхідно провести опис площі лісокультурного фонду і пояснити необхідність проведення тих чи інших заходів з відновлення лісу.

Загальна теорія систем – це міждисциплінарна галузь наукових досліджень, в завдання якої входять: розробка узагальнених моделей систем, побудова логіко- методологічного апарату, опису функціонування і поведінки системних об'єктів; створення узагальнених теорій систем різного типу, включаючи теорії динаміки систем, їх цілеспрямованого поведінки, історичного розвитку, ієрархічної будови, процесів управління в системах тощо.

Таким чином, *системний підхід можна охарактеризувати* як один із загальнонаукових підходів, спрямований на пізнання механізму інтеграції систем як цілісних утворень – єдностей, що складаються з взаємопов'язаних і взаємодіючих, нерідко різнорідних елементів. При цьому вважається, що кожна система виступає як елемент системи вищого порядку.

Беручи до уваги вищенаведені визначення, можна стверджувати, що системний підхід – це загальнометодологічний принцип використання, з одного боку, ідей загальної теорії систем і, з іншого – результатів досліджень в області системного аналізу в спробі

вивчення явищ і зв’язків між ними у всій повноті.

Системний підхід як загальнометодологічний принцип використовувався в усі часи. І раніше багато вчених прагнули по можливості «системно» підходити до наукових фактів, встановлювати взаємозв’язок між ними, намагалися вивчити об’єкти дослідження у всій повноті.

Однак такий підхід вимагає обробки і аналізу великої кількості інформації, що ще кілька десятиліть тому нерідко було не під силу досліднику.

З початком використання комп’ютерів можливості обробки та аналізу інформації значно зросли. З їх появою підвищився інтерес до системного підходу, поясненню різних фактів, синтезу узагальнюючих теорій. Однак зростаючий інтерес до системного підходу не завжди може бути задоволений по ряду причин, що перешкоджають пізнанню досліджуваних об’єктів у всій повноті. Одна з них – надто низький рівень наших уявлень про істотні властивості об’єктів дослідження і взаємних зв’язків між ними, які визначають основні риси розвитку досліджуваних явищ і процесів, а це ускладнює виявлення шляхів пошуку.

Системний підхід не є чимось принципово новим у дослідженні навколишнього світу і його проблем – він базується на природничому підході. На відміну від традиційного підходу, за якого проблема вирішується в суворій послідовності певних етапів, системний підхід полягає в багатозв’язності процесу рішення.

На системних ідеях, закладених в загальній теорії систем і системному підході, базується системний аналіз, який є методичним засобом реалізації системного підходу.

У системному аналізі матеріалізуються методи і способи здійснення системного підходу. Природно, що для різних систем застосовуються специфічні методи аналізу.

Отже, *Системний аналіз* – наука, що займається проблемою прийняття рішення в умовах аналізу великої кількості інформації різної природи. З визначення випливає, що метою застосування системного аналізу до конкретної проблеми є підвищення ступеня обґрунтованості прийняття рішення, розширення безлічі варіантів, серед яких проводиться вибір, з одночасним зазначенням способів

відкидання тих, що свідомо поступається іншим. У системному аналізі виділяють: методологію; апаратну реалізацію; практичні додатки. У вузькому розумінні, системний аналіз – це методологія дослідження складних, часто не цілком певних проблем теорії і практики.

Контрольні питання до розділу 1

1. Як Ви вважаєте, в чому полягає проблема прийняття рішень для людини і суспільства в цілому?
2. Що розуміється під екосистемою?
3. Дайте визначення поняттям «система», «предмет системного аналізу».
4. Що є технічною основою системного аналізу?
5. Назвіть основні системні принципи.
6. Поясніть поняття «модель», «моделювання».
7. Яким вимогам повинна відповідати модель?
8. Назвіть етапи процесу моделювання.
9. Як підрозділяються моделі за способом побудови?
10. Як підрозділяються моделі за своїм характером?

РОЗДІЛ 2
ПРИНЦИПИ ПРОВЕДЕННЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1. Суть системного аналізу

Системний аналіз – сукупність понять, методів, процедур і технологій для вивчення, опису, реалізації явищ та процесів різної природи і характеру, міждисциплінарних проблем; це сукупність загальних законів, методів, прийомів дослідження таких систем.

Для того щоб отримати інформаційну модель будь-якого реального об'єкта або процесу, необхідно розглянути його з системної точки зору, тобто виконати системний аналіз об'єкта. Завдання системного аналізу – впорядкувати свої уявлення про об'єкт дослідження для того, щоб відобразити їх в інформаційній моделі.

Таким чином, проглядається наступний порядок етапів переходу від реального об'єкта до інформаційної моделі: реальний об'єкт → системний аналіз → система даних, істотних для моделювання → інформаційна модель.

Системний аналіз тісно пов'язаний з синергетикою. *Синергетика* – міждисциплінарна наука, що досліджує загальні ідеї, методи та закономірності організації (зміни структури, її просторово-часового ускладнення) різних об'єктів і процесів, інваріанти (незмінні сутності) цих процесів. Синергетика – це наука про самоорганізацію складних систем, про перетворення хаосу в порядок; це теорія виникнення нових якісних властивостей, структур на макроскопічному рівні.

Системний аналіз тісно пов'язаний і з філософією. Філософія дає загальні методи змістовного аналізу, а системний аналіз – загальні методи формального, міжпредметного аналізу предметних областей, виявлення та опису, вивчення їх системних інваріантів. Можна дати і філософське визначення системного аналізу: системний аналіз – це прикладна діалектика.

Є такі основні типи ресурсів у природі і в суспільстві:

Речовина – найбільш добре вивчений ресурс, який в основному представлений таблицею Д. І. Менделєєва досить повно і

поповнюється не так часто. Речовина виступає як відображення сталості матерії в природі, як міра однорідності матерії.

Енергія – неповністю вивчений тип ресурсів, наприклад, ми не володіємо керованою термоядерною реакцією. Енергія виступає як відображення мінливості матерії, переходів з одного виду в інший, як міра незворотності матерії.

Інформація – мало вивчений тип ресурсів. Інформація виступає як відображення порядку, структурованості матерії, як міра порядку, самоорганізації матерії (і соціуму).

Людина – виступає як носій інтелекту вищого рівня і в економічному, соціальному, гуманітарному сенсі є найважливішим і унікальним ресурсом суспільства, розглядається як міра розуму, інтелекту і цілеспрямованої дії, міра соціального початку, вищої форми відображення матерії (свідомості).

Організація (організованість) виступає як форма ресурсів у соціумі, групі, яка визначає його структуру, включаючи інститути людського суспільства, його надбудови, застосовується як міра впорядкованості ресурсів. Організація системи пов’язана з наявністю деяких причинно-наслідкових зв’язків у цій системі. Організація системи може мати різні форми, наприклад, біологічну, інформаційну, екологічну, економічну, соціальну, тимчасову, просторову, і вона визначається причинно-наслідковими зв’язками в матерії і соціумі.

Простір – міра протяжності матерії (події), розподілу її (його) в навколишньому середовищі.

Час – міра оборотності (необоротності) матерії, подій. Час нерозривно пов’язаний із змінами дійсності.

Можна говорити про різні поля, в які «поміщена» людина, – матеріальному, енергетичному, інформаційному, соціальному, про їх просторові, ресурсні (речовина, енергія, інформація) і тимчасові характеристики.

Відповідно до принципу системного мислення суспільство складається з людей (і, зрозуміло, з громадських інститутів). Кожна людина – також система (біологічна). У людини, в свою чергу існують властиві йому як організму системи, наприклад, система кровообігу. Коли люди взаємодіють з іншими людьми, утворюються

нові системи – сім’я, етнос, тощо. Ця взаємодія може відбуватися на рівні громадських інститутів, окремих людей (наприклад, соціальні взаємодії) і навіть окремих систем кровообігу (наприклад, при прямому переливанні крові). Відповідно до принципу системного підходу, кожна система впливає на іншу систему. Весь навколишній світ – взаємодіючі системи. Мета системного аналізу – з’ясувати ці взаємодії, їх потенціал і «спрямувати їх на службу людини».

Необхідні атрибути системного аналізу як наукового знання:

1) наявність предметної сфери – системи і системні процедури;

2) виявлення, систематизація, опис загальних властивостей і атрибутів систем;

3) виявлення та опис закономірностей та інваріантів у цих системах;

4) актуалізація закономірностей для вивчення систем, їх поведінки та зв’язків з навколишнім середовищем;

5) накопичення, зберігання, актуалізація знань про системи (комунікативна функція).

Системний аналіз базується на ряді загальних принципів, серед яких:

– принцип дедуктивної послідовності – послідовного розгляду системи за етапами: від оточення та зв’язків з цілим до зв’язків частин цілого;

– принцип інтегрованого розгляду – кожна система має бути нероз’ємною, як ціле, навіть при розгляді лише окремих підсистем системи;

– принцип узгодження ресурсів і цілей розгляду, актуалізації системи;

– принцип безконфліктності – відсутності конфліктів між частинами цілого, що призводять до конфлікту цілей цілого і частини.

У світі системне все: практика і практичні дії, знання і процес пізнання, навколишнє середовище та зв’язки з ним (у ньому).

Системний аналіз як методологія наукового пізнання структурує все це, дозволяючи досліджувати і виявляти інваріанти (особливо приховані) об’єктів, явищ та процесів різної природи, розглядаючи їх спільне та відмінне, складне і просте, ціле та частини.

Навколишній світ нескінченний у просторі і в часі; людина існує кінцевий час, розташовуючи при реалізації мети кінцевими ресурсами (матеріальними, енергетичними, інформаційними, людськими, організаційними, просторовими і тимчасовими).

Суперечності між необмеженістю бажання людини пізнати світ і обмеженою (ресурсами, невизначеністю) можливістю зробити це, між нескінченністю природи і закінченням ресурсів людства, мають багато важливих наслідків, у тому числі – і для самого процесу пізнання людиною навколишнього світу. Одна з таких особливостей пізнання, яка дозволяє поступово, поетапно вирішувати ці суперечності: використання аналітичного і синтетичного способу мислення, тобто поділу цілого на частини та подання складного у вигляді сукупності більш простих компонент, і навпаки, поєднання простих та побудови складного. Це також відноситься і до індивідуального мислення, і до суспільної свідомості, і до всього знання людей, і до самого процесу пізнання.

До розвитку системного аналізу в сучасному науковому світі існує декілька підходів – філософський, математичний і прикладний. Системний аналіз учені розглядають як основу наукового мислення методологію з одночасним конкретним застосуванням на практиці, а саме: використання специфічного комплексу методів і прийомів проектування, прогнозування, прийняття рішень та аналізу проблемних ситуацій.

Як зазначено вище, системний аналіз навколишнього середовища – це загальнометодологічний принцип використання узагальненої теорії систем у сучасній екології, з одного боку, а з іншого – системний аналіз результат екологічних досліджень у прагненні вивчення явищ і процесів у навколишньому середовищі та зв’язків між ними повною мірою.

Системний аналіз навколишнього середовища включає: 1) філософські аспекти в екології та методологію системного аналізу зовнішнього середовища; 2) теорію систем в екології і теорію екологічних систем (походження, будова, динаміка і розвиток складних систем); 3) математичне моделювання та прогнозування стану і розвитку навколишнього середовища; 4) прикладний системний аналіз – екологічних аспектів техноекології, агроекології,

урбоекології, економіки природокористування, соціальної екології, екологічного права, екологічної освіти, екології людини тощо.

Системна технологія екологічного аналізу включає такі взаємопов'язані кроки:

1) аналіз екологічної проблеми і формулювання мети, досягнення якої приводить до її рішення;

2) аналіз ресурсів, які необхідні для «повнометражної» реалізації комплексу потенційних рішень;

3) аналіз можливих методів прийняття та реалізації рішень;

4) аналіз потенційно можливих обмежень на цілі, методи, ресурси рекомендованих рішень;

5) імітація застосування варіанта рішення;

6) аналіз доцільності використання на практиці даного варіанта рішення і передача підрозділу, що координує екологічний аналіз для архіву поки негідних рішень або для включення в перелік рекомендованих;

7) координація екологічного аналізу.

2.2. Етапи системного аналізу

Єдиного алгоритму системного аналізу немає і створити такий неможливо. Але існують певні правила його організації, які надають змогу вирішувати проблеми, що виникають у практичній діяльності. Вони передбачають порядок виконання системного аналізу, процедури та засоби, які використовують на його певних етапах.

Наприклад, у багатьох роботах пропонується шість основних етапів системного аналізу:

1) формулювання мети і завдань рішення екологічної проблеми;

2) визначення, розробка і перевірка можливих та альтернативних засобів, методів, способів вирішення екологічної проблеми;

3) прогнозування стану або розвитку даної екологічної проблеми;

4) розробка та застосування моделей і сценаріїв прогнозу розвитку екологічних ситуацій;

5) порівняння та вибір альтернативних шляхів вирішення відповідної екологічної ситуації;

6) реалізація програми та контроль виконання, представлення результатів.

Системний аналіз у вирішенні практичних завдань екології традиційно має сім взаємопов'язаних етапів: *вибір проблеми →постановка завдання →встановлення ієрархії цілей і завдань →вибір шляхів вирішення →моделювання →оцінка можливих стратегій →впровадження результатів*.

Нижче наведена стисла характеристика цих етапів системного аналізу.

Вибір проблеми (*I етап*) є результатом вибору головних цінностей у суспільстві. Визнання того, що існує деяка проблема (або сукупність взаємопов'язаних проблем), яку можна досліджувати за допомогою системного аналізу, і яка цілком важлива для детального вивчення, не завжди виявляється тривіальним кроком. Усвідомлення того, що дослідження справді необхідне, настільки ж важливе, як і вибір правильного методу дослідження. З одного боку, можна взятися за вирішення проблеми, що не піддається системному аналізові, а з іншого – вибрати проблему, яка не потребує для свого вирішення усієї потужності системного аналізу, і вивчати яку цим методом було би розкішшю. Така дилема першого етапу робить його критичним для успіху або невдачі всього дослідження.

Постановка завдання (*II етап*). Завдання має бути настільки простим, щоби мати аналітичне рішення за збереження всіх тих елементів, які роблять проблему досить актуальною для практичного вивчення. Саме на цьому етапі можна зробити найвагомішій внесок у вирішення проблеми.

Встановлення ієрархії цілей і завдань (*III етап*). Зазвичай мета і завдання утворюють деяку ієрархію. Причому як мета, так і основні завдання послідовно поділяють на першочергові й другорядні. Генеральну мету методом декомпозиції слід розділити на *дерево цілей.* «Дерево цілей» – структурована, побудована за ієрархічним принципом сукупність цілей системи, програми, плану, в якій виділені: генеральна мета («вершина дерева»); підлеглі їй підцілі першого, другого і подальшого рівнів («гілки дерева»). Дерево цілей пов'язує між собою перспективні цілі та конкретні завдання на

кожному рівні ієрархії. Мета вищого порядку (генеральна, головна мета) відповідає вершині дерева, в гілках дерева розташовуються локальні цілі (завдання), які забезпечують досягнення цілей верхнього рівня. Метод дерева цілей є головним універсальним методом системного аналізу.

Необхідно визначити пріоритети різних стадій і зіставити їх із тими зусиллями, які потрібні для досягнення поставлених цілей.

Вибір шляхів вирішення (*IV етап*). Шляхи або засоби залежать від обсягу знань матеріально-технічних засобів, що є в арсеналі фахівця із системного аналізу. Як правило, на початку системного аналізу потрібен вербальний опис проблеми, який повинен окреслити певну піддослідну проблему. Загалом аналітик шукатиме найзагальніше аналітичне рішення, що дозволяє використовувати результати дослідження вже виконаних аналогічних завдань і результативний математичний апарат.

Моделювання (*V етап*) – етап активних маніпуляцій із копіями й відображеннями систем або модельних досліджень чи експериментів зі складними динамічними взаємозв'язками між різними аспектами проблеми.

Оцінка можливих стратегій (*VI етап*). У ході цього етапу досліджують чутливість результатів до допусків, зроблених за побудови моделі, оскільки правомірність цих допусків можна перевірити лише в процесі використання моделі. Якщо виявиться, що основні допуски некоректні, можливо, доведеться повернутися до етапу моделювання, але часто вдається поліпшити модель, трохи модифікувати вихідний варіант.

Впровадження результатів (*VII етап*). Системний аналіз не можна вважати завершеним доти, поки дослідження не дійде до стадії практичного впровадження, управлінського чи виробничого використання – перевірки ефективності розробки для вирішення виниклої проблеми.

2.3. Основні методи неформального системного аналізу

Будь-яка науково-дослідна та практична діяльність проводиться на базі *методів* (прийомів або способів дії), *методик* (сукупності методів і прийомів проведення будь-якої роботи) і *методологій*

(сукупності прийомів дослідження). Методологія системного аналізу представляє сукупність принципів, концепцій і конкретних методів, а також методик.

Методологія системного аналізу дозволяє побудувати системну картину світу із застосуванням принципів системного проектування, прогнозування і моделювання. Найбільший вплив системний аналіз має на процеси управління в соціальних, економічних, екологічних і політичних системах.

Важливою складовою системного аналізу є генерування альтернатив, тобто гіпотез про можливі шляхи та способи досягнення визначеної мети. При цьому застосовують різні *неформальні (якісні) методи (процедури)*: метод експертних оцінок, метод Дельфи, метод мозкового штурму, метод сценаріїв тощо.

Метод експертної оцінки. Суть методу в сучасному розумінні зводиться до процедури отримання оцінки проблем на основі думки спеціалістів даної галузі знань (експертів) з метою подальшого прийняття рішення. Ці думки зазвичай виражені в кількісній або якісній формах. Експертні дослідження виконують з метою підготовки інформації для прийняття рішень. Для проведення роботи за методом експертних оцінок створюють робочу групу. Експертні оцінки бувають індивідуальні («інтерв'ю» і «аналітична експертиза») та колективні. Метод експертної оцінки використовують у тому випадку, коли об'єкти прогнозу не піддаються формалізації повністю або частково. За допомогою методів експертної оцінки можна підвищити надійність прогнозів, отриманих за допомогою інших методів.

При *методі «інтерв'ю»* передбачається бесіда дослідника з експертом, в ході якої експерт без попередньої підготовки оцінює проект науково-дослідних робіт і відповідає на заздалегідь підготовлені питання про доцільність планування.

«Аналітична експертиза» передбачає ретельну роботу експерта з аналізу запланованих науково-дослідних робіт в рамках поставлених перед ним питань. Результати аналізу експерт оформляє у вигляді довідки, доповідної записки, експертного висновку.

Методи колективної експертизи розроблені для отримання узагальненої колективної думки експертів з досліджуваних питань з

тим, щоб компенсувати можливі помилки того чи іншого експерта. При такому підході практично виключається вплив випадкових факторів, пов'язаних з недостатньою компетентністю і необ'єктивністю окремих експертів.

Один з методів експертизи проектів науково-дослідних робіт називається *методом дескрипторів*. За відправну точку методу служить стислий опис експертами технічних цілей кожного проекту у вигляді дескрипторного опису. Зіставлення таких стислих (дескрипторних) описів безлічі заданих цілей дозволяє виявляти області науки і техніки, в яких можна очікувати найбільший прогрес (а можливо, і науковий прорив) протягом найближчих 2-5 років.

Залежно від характеру взаємодії між експертами методи колективної експертної оцінки можна розбити на дві групи: відкритої дискусії і опитування за допомогою анкет. У першій групі найбільшого поширення набули такі методи: «комісій», «суду», «мозкової атаки».

На відміну від методів відкритої дискусії методи опитування за допомогою анкет не передбачають прямого обміну думками між членами експертної групи.

Методи опитування за допомогою анкет діляться на дві групи: метод простого анкетування експертів та метод Дельфі.

Метод простого анкетування включає одноразове опитування експертів за допомогою анкет. Результати опитування узагальнюють різними статистичними методами обробки даних. При такому підході, як правило, відзначається велика розкиданість відповідей.

Існує маса методів отримання експертних оцінок. Один з найбільш відомих методів експертних оцінок – це *метод Дельфі*.

Основними особливостями методу Дельфі є: анонімність гіпотез; обґрунтування думок експертів із граничними оцінками; наявність зворотного зв'язку, що реалізується за допомогою багатокрокового опитування.

Метод Дельфі розроблений для вирішення стратегічних проблем за граничного зменшення впливу суб'єктивного фактора, стимулювання способів мислення спеціалістів шляхом створення інформаційної системи зі зворотними зв'язками, усунення перешкод в обміні інформацією між фахівцями, тиску авторитету та інших

форм тиску, підвищення достовірності прогнозів шляхом спеціальних процедур кількісного оцінювання думок експертів та їх опрацювання. У найрозвинутіших варіантах методу експертам присвоюють вагові коефіцієнти значущості їхніх тверджень, які обчислюють на основі попередніх опитувань. Їх уточнюють від туру до туру і враховують при одержанні узагальнених результатів оцінок.

Технічна процедура методу Дельфі така:

1) формування групи компетентних експертів;

2) формулювання мети роботи;

3) розроблення опитувальної форми для експертів;

4) опитування експертів за розробленою формою;

5) статистичне опрацювання результатів опитування;

6) аналіз кожним експертом підсумків опрацювання даних і надання йому шансу врахувати думку всієї групи;

7) корегування думки окремих експертів, повторне опитування й статистичне опрацювання всіх думок.

Ще один варіант експертного оцінювання – *мозковий штурм* («конфедерація ідей» і «колективна генерація ідей»), який використовується для глибокого і швидкого вчення проблеми у вузьких сферах чи напрямах. Спочатку здійснюється групування завдань з використанням універсального методу сканування. Цей етап завжди використовують для першого осмислення виниклої проблеми у найширшому спектр підходів для розв’язання проблеми, коли немає попереднього практичного досвіду її опрацювання. Суть методу мозкового штурму зводиться до того, що експертам надається повна свобода мислення і висловлювання нових ідей. Розглядаючи всі генеровані ідеї, не допускають критики і не припиняють обговорення жодної ідеї. З цією метою створюють атмосферу, котра сприяє генерації нетривіальних ідей і звільняє експертів від стереотипного мислення.

Процедура мозкового штурму має такий вигляд: 1) вузьке формулювання завдання; 2) створення групи вузьких фахівців; 3) генерування (часто анонімне) множини ідей та підходів; 4) групування відібраних ідей на актуальні й перспективні, відбір актуальних рішень; 5) документація ідей, придатних для використання на подальших етапах роботи.

Зазвичай зі 100 ідей 30 заслуговують подальшого опрацювання, 5-6 дають можливість сформулювати основи проекту, а 2-3 залишаються і в результаті приносять корисний ефект – прибуток, підвищення екологічної безпеки, оздоровлення навколишнього природного середовища тощо.

Метод сценаріїв передбачає, що способи та процедури підготовки й узгоджень уявлень про проблему чи об'єкт, які досліджують, викладені у письмовому вигляді (сценарій). Як правило, сценарій готує кожен експерт, а потім думки експертів узгоджують. Цей метод застосовують для розв'язання слабо структурованих проблем, у яких стратегія розвитку системи спрямована на гостро конфліктну ситуацію.

Метод сценаріїв необхідний не тільки в екологічній чи соціально-економічній галузі. Наприклад, при розробці методологічного, програмного та інформаційного забезпечення аналізу ризику хіміко-технологічних проектів необхідно скласти детальний каталог сценаріїв аварій, пов'язаних з витоками токсичних хімічних речовин. Кожен з таких сценаріїв описує аварію свого типу, зі своїм індивідуальним походженням, розвитком, наслідками, можливостями попередження. Таким чином, метод сценаріїв – це метод декомпозиції задачі прогнозування, що передбачає виділення набору окремих варіантів розвитку подій (сценаріїв), у сукупності охоплюють всі можливі варіанти розвитку. При цьому кожен окремий сценарій повинен допускати можливість досить точного прогнозування, а загальну кількість сценаріїв необхідно оглянути. Набір сценаріїв повинен бути доступним для огляду. Доводиться виключати різні малоймовірні події – приліт інопланетян, падіння астероїда, масові епідемії раніше невідомих хвороб тощо. Саме по собі створення набору сценаріїв – предмет експертного дослідження. Крім того, експерти можуть оцінити ймовірності реалізації того чи іншого сценарію.

Як відомо, при прийнятті рішень на основі *аналізу ситуації* (*ситуаційному аналізі*), в тому числі аналізі результатів прогнозних досліджень, можна виходити з різних критеріїв. Наприклад, можна орієнтуватися на те, що ситуація складеться найгіршим, або найкращим, або середнім (у будь-якому сенсі) чином. Можна

спробувати намітити заходи, що забезпечують мінімально допустимі корисні результати при будь-якому варіанті розвитку ситуації тощо.

Метод комісії полягає в організації та проведенні відкритої дискусії з метою отримання єдиного угодженого висновку експертів, причому цей висновок визначають шляхом голосування (бажано таємного). Перевагою цього методу є можливість підвищення рівня інформованості експертів і зміна їхніх попередніх висновків у процесі обговорення. До вад методу комісії можна віднести: відсутність анонімності, що може призвести до неформального впливу авторитетних експертів; різну активність експертів, яка часто не залежить від їхньої компетентності; заангажованістю експертів.

Одним із різновидів неформального методу системного аналізу є *метод суду*, коли частина експертів підтримує певну альтернативу і наводить аргументи на її користь, а частина – є противники, котрі обґрунтовують її вади. У країнах із розвиненим громадським суспільством саме суди найчастіше стають ефективними засобами захисту безпеки довкілля, оскільки навіть рядові громадяни все більш звертаються у ці інстанції з позовами і скаргами щодо дій влади, компаній, окремих порушників екологічної безпеки.

Осторонь від основного русла експертних оцінок перебуває *SWOT-аналіз*. *SWOT* – це *strengths* (сильні сторони), *weaknesses* (слабкі сторони), *opportunities* (можливості) і *threatening* (загрози). Внутрішні елементи системи (наприклад, урбоекосистеми) відбивають в основному в *S* і *W*, а зовнішні – в *O* і *T*. *SWOT*-аналіз є ефективним засобом систематичного вивчення та оцінки потенціалу, які система має для реалізації її екологічної місії та відповідних даної місії цілей.

«Морфологічний» метод був розроблений Ф. Цвіккі. Сутність його полягає в «розбитті» проблеми на складові частини, причому кожна з них має кілька підходів до її вирішення. Загальне рішення отримують, взявши одне з можливих рішень по кожній частині. Число можливих рішень досліджуваної проблеми дорівнює числу можливих комбінацій. Наприклад, якщо проблему можна розділити на чотири частини, так що перша має два рішення, друга - чотири, третя - чотири і четверта – три рішення, то сумарне число можливих спільних рішень дорівнюватиме 2 * 4 * 4 * 3 = 96. комбінаторний

процес в морфологічному блоці з восьми параметрів з чотирма можливими рішеннями по кожному з них буде включати 65536 різних рішень.

На наступному етапі потрібно визначити, які з цих рішень були відомі раніше, а які можуть бути реалізовані в дійсності. Системне дослідження всіх можливих комбінацій рішень окремих частин проблеми призводить до «винаходу» нових рішень проблеми в цілому.

Блок-схеми послідовності виконання завдань. Метод полягає в схематичному зображенні всіх альтернативних шляхів і послідовності вирішення будь-якої задачі. Альтернативним шляхам в блок-схемі можна поставити відповідні коефіцієнти відносної важливості (по аналогії з методикою ПАТЕРН аналізу), що дозволяє здійснювати пошук найбільш оптимальних шляхів вирішення проблеми.

Методика екстраполяції тенденцій. Досвід свідчить, що на найближчі 10-15 років більшу частину науково-технічних даних можна екстраполювати з допустимою очікуваної помилкою ± 15%.

Складність методу екстраполяції полягає у встановленні типу кривої (логістична, експонента, пряма арифметична або геометрична прогресія тощо) в залежності від результатів тренда за попередній період і припущення про збереження або зміну тенденцій в перспективі.

Незважаючи на різноманітність рівнянь, що описують можливі функції зміни параметрів досліджуваного процесу, розвиток практично будь-якої системи, події, процесу можна описати певною ділянкою логістичної кривої. Все питання полягає лише в тому, щоб визначити, на якій ділянці розвитку знаходиться подія зараз, терміни збереження існуючих тенденцій і темпи наближення прогнозованої події до точки максимального розвитку (точці перегину кривої) і станом насичення (сатурації). На певних ділянках кривої можливі значні флуктуації реальних параметрів, а також певні ділянки, описувані прямою арифметичною або геометричною прогресією.

Метод ділових ігор використовується переважно в навчальних цілях, проте може застосовуватися в процесі управління науковими дослідженнями, а також для аналізу тих наукових проблем, в основі яких лежать соціальні взаємини між певними категоріями осіб

(наприклад, в соціальній гігієні, організації охорони здоров'я, соціології тощо). Ділова гра в науково-дослідному процесі заснована на моделюванні дій керівників наукових підрозділів і окремих вчених або соціальних груп, діяльність і взаємодія яких підлягають дослідженню і оптимізації. Метод включає в себе моделювання навколишнього середовища, загальних завдань і цілей конкретних виконавців або груп осіб, системи обміну інформацією, взаємовплив інтересів і альтернативних рішень**.**

Одним із видів науково-практичної діяльності, де реалізується метод експертної оцінки, є *екологічна експертиза,* що являє собою систему державних природоохоронних заходів, спрямованих на перевірку відповідності проектів, планів і заходів в області господарського будівництва і використання природних ресурсів вимогам захисту довкілля. Екологічна експертиза – це вид науково-практичної діяльності, яку можна здійснювати ефективно лише на системному підході з використанням методології системного аналізу. Крім того, екологічна експертиза є одним з інструментів системного аналізу навколишнього середовища.

2.4. Основі інструменти системного аналізу навколишнього середовища

Для оцінювання якості навколишнього середовища використовують такі основні інструменти: *оцінка впливу на навколишнє середовище, екологічна експертиза та екологічна оцінка*.

Оскільки дається оцінка планованої діяльності на природне, соціальне та техногенне середовище, то процедура оцінка впливу на навколишнє середовище є одним з інструментів системного аналізу навколишнього середовища. На відміну від традиційних методів управління, що базуються на застосуванні екологічно орієнтованих норм і правил планування, проектування та будівництва, ліцензування видів діяльності, з яким пов'язаний вплив на навколишнє середовище, для оцінки впливу на навколишнє середовище характерні превентивність, комплексність підходів та оцінок і демократичність використовуваних процедур. Слід нагадати, що оцінка впливу на навколишнє середовище – це «процедура обліку» екологічних вимог або їх виявлення та обґрунтування (тобто

суто інформаційна міра). Вона реалізується при підготовці оптимального рішення (на стадії намірів чи проектування). Оцінка впливу на навколишнє середовище є процесом дослідження впливу проектованої діяльності та прогнозу його наслідків для довкілля і здоров'я людини.

Як правило, оцінка впливу на навколишнє середовище в Україні – це окремий розділ до проектної документації, тобто оцінка впливів розпочинається, коли рішення про впровадження певної господарської діяльності вже фактично прийняте і земельна ділянка під будівництво – відведена. Тобто, оцінка впливу на навколишнє середовище не передує прийняттю рішення, не є його складовою, а здійснюється здебільшого – постфактум. При цьому, потенціал оцінки впливу на навколишнє середовище значно втрачає у своїй економічній значимості, зберігаючи одночасно свою екологічну сутність.

Екологічна експертиза – це «встановлення відповідності» екологічним вимогам вже готового проекту і «визначення допустимості» прийняття рішення про його реалізацію (тобто адміністративна міра). Екологічна експертиза є процесом попередньої контрольної перевірки прийнятих господарських рішень на відповідність вимогам екологічного законодавства.

Найважливішим інструментом системного аналізу навколишнього середовища є *екологічна оцінка,* яка охоплює як *екологічну оцінку проектів* та проектних задумів, так і оцінку загальної політики, планів і програм країни – *стратегічну екологічну оцінку*.

Аналогом системи екологічної оцінки в Україні є екологічна експертиза, яка складається з оцінки впливу на навколишнє середовище та державної екологічної експертизи. Практика проведення оцінки впливу на навколишнє середовище в Україні показала, що процедура екологічної оцінки поки що не стала процесом, який супроводжує всі стадії інвестиційного проекту, починаючи з моменту проектного задуму, як це прийнято у світовій практиці, до моменту впровадження діяльності та після реалізації проекту.

Таким чином, *оцінка впливу на навколишнє середовище та екологічна експертиза є складовими частинами системи екологічної оцінки*.

Принципи проведення *екологічної оцінки* з урахуванням нормативно-законодавчої бази в Україні.

Екологічна оцінка у країнах колишнього СРСР заснована на процедурі, яка одержала назву «*державна екологічна експертиза*». При державній екологічній експертизі, експертні комітети розглядають або оцінюють проекти і плани, які повинні включати розділ за назвою «Оцінка впливу на навколишнє середовище».

У провідних країнах світу та банківських установах екологічна оцінка відрізняється від *оцінки впливу на навколишнє середовище*, і насамперед це пов'язане з витриманістю певних кроків загальноприйнятої процедури, яка починається підчас інвестиційного задуму. Термін «екологічна оцінка» відноситься до світової практики виконання експертних оцінок впливу на навколишнє середовище, а термін «оцінка впливу на навколишнє середовище» – це те, що стосується вітчизняного досвіду з галузі екологічної експертизи.

Екологічну оцінку проводять для запобігання або мінімізації несприятливих впливів, одночасно допомагаючи країнам оцінити реальний потенціал їх ресурсів, максимізуючи вигоди від діяльності, яку планують.

Екологічна оцінка – це процес систематичного аналізу й оцінювання екологічних наслідків діяльності, що намічається, консультацій із зацікавленими сторонами, а також урахування результатів цього аналізу і консультацій у плануванні, проектуванні, твердженні та здійсненні даної діяльності.

Метою екологічної оцінки є забезпечення того, щоб проекти, плани розвитку, програми були прийнятні з точки зору навколишнього середовища та сталого розвитку суспільства.

Системи екологічної оцінки відповідають *основним принципам:*

1) *участь* – адекватний і своєчасний доступ до процесу екологічної оцінки для всіх зацікавлених сторін;

2) *прозорість* – усі рішення екологічної оцінки та підстави для її прийняття повинні бути відкриті і доступні;

3) *визначеність* – процедуру і тимчасові рамки екологічної оцінки необхідно узгодити заздалегідь, і їх повинні дотримуватися всі учасники;

4) *підзвітність* – особи, які приймають рішення, підзвітні всім сторонам за свої дії і рішення, прийняті в процесі екологічної оцінки;

5) *надійність* – оцінка виконується професійно й об'єктивно;

6) *рентабельність* – процес екологічної оцінки і її результати забезпечують захист навколишнього середовища з найменшими витратами для суспільства;

7) *гнучкість* – повинна бути можливість адаптації процесу екологічної оцінки, для того щоб якісно й ефективно застосовувати його в будь-якій ситуації або підчас ухвалення рішення;

8) *практична застосовність* – інформація та результати, отримані в процесі екологічної оцінки, необхідно застосовувати для прийняття рішень і планування.

Екологічна оцінка *застосовується*: 1) для будь-якої діяльності, що може заподіяти істотні несприятливі впливи або внести вклад у фактичні або потенційно можливі сукупні впливи; 2) як основний інструмент для керування навколишнім середовищем з метою виключення, мінімізації або компенсації негативних впливів запланованої діяльності; 3) таким чином, щоб обсяг робіт відповідав характеру проекту або діяльності, характеру і масштабу ймовірних проблем та впливів; 4) базуючись на чітко визначених правилах і обов'язках всіх зацікавлених сторін.

Екологічна оцінка *починається*: 1) у ході всього проектного циклу, починаючи якомога раніше на стадії розробки концепції проекту; 2) у тісному зв'язку з вимогами та твердженнями проекту і після проектним заходам, включаючи керування впливами; 3) з застосуванням найкращих досягнень науки, а також технології зниження негативних впливів; 4) відповідно до встановленої процедури і технічним завданням на проект, включаючи погоджені терміни; 5) забезпечуючи ефективні консультації з громадськістю, групами і сторонами.

Екологічна оцінка *розглядає*: 1) усі фактори, пов'язані з намічуваною діяльністю, включаючи соціальні і фактори ризику впливу на здоров'я; 2) сукупні, довгострокові і великомасштабні

впливи; усі можливі і реальні альтернативи, які б задовольняли головну мету запропонованої діяльності; 3) концепцію стійкого розвитку, включаючи продуктивність ресурсів, асимілює здатність і біологічну різноманітіть.

Результатом екологічної оцінки є: 1) точна і достовірна інформація щодо характеру, ймовірної величини та значимості потенційного впливу, ризиків і наслідків намічуваної діяльності та альтернатив її здійснення; 2) документ, який представляє інформацію в зрозумілій і доречній формі для ухвалення рішення, включаючи зведення про зроблені припущення та межі вірогідності в прогнозах впливу; 3) методи вирішення можливих проблем і конфліктів у рамках процесу ЕО та при впровадженні діяльності.

Екологічна оцінка *повинна забезпечувати підстави для*: 1) прийняття взаємоприйнятного з екологічної точки зору рішення, у якому чітко визначені і запропоновані умови здійснення діяльності; 2) планування, розробки і здійснення прийнятних проектів, які задовольняють екологічні стандарти і цілі керування ресурсами; 3) комплексу відповідних постпроектних заходів з вимогами щодо моніторингу, менеджменту, аудиту й оцінки їх ефективності, заснованими на значимості потенційного впливу, ступеня невизначеності.

Екологічна оцінка складається з декілька етапів.

Попередня екологічна оцінка – ***«скринінг»***. Термін «скринінг» (від англ. *screening* – просіювання, сортування, вловлювання тощо) в міжнародних системах екологічної оцінки – це процедура визначення необхідності проведення повномасштабної екологічної оцінки для конкретного проекту або діяльності та визначення рівня необхідної оцінки. У процесі проведення скринінгу необхідно також одержати відповідь про ступінь значимості потенційних впливів на навколишнє середовище від запропонованої діяльності. Для більшості проектів достатньо небагато часу, для того щоб прийти до висновку, що в подальшій екологічній оцінці немає необхідності. Скринінг є першим етапом у екологічній оцінці. В українському природоохоронному законодавстві як термін, так і сама процедура скринінгу для оцінок впливу на навколишнє середовище офіційно не визнані.

В Україні процедури екологічної оцінки та екологічної експертизи регламентує Закон України «Про екологічну експертизу» та Державні будівельні норми. Відповідно до статті 7 Закону України «Про екологічну експертизу», об'єктами екологічної оцінки є проекти законодавчих та інших нормативно-правових актів, передпроектні, проектні матеріали, документація щодо впровадження нової техніки, технологій, матеріалів, речовин, продукції, реалізація яких може призвести до порушення екологічних нормативів, негативного впливу на стан довкілля, створення загрози здоров'ю людей. Також у законі визначено, що екологічній оцінці можуть підлягати екологічні ситуації, що склалися в окремих населених пунктах і регіонах, а також діючі об'єкти та комплекси, що мають значний негативний вплив на довкілля та здоров'я людей.

В Україні процедура скринінгу називається «*Попередня оцінка впливу об'єкта на навколишнє середовище*», яка передує складанню «Заяви про наміри» і здійснюється при підготовці вихідних даних щодо об'єкта, наміченого до будівництва, визначенні його виробничої програми, потреб у сировині, енергоресурсах і кадрах.

Досвід проведення процедур екологічної оцінки за вимогами Агентства охорони середовища США та ЄС показує, що процедуру скринінгу в українське законодавство можна впровадити. За результатами проведених екологічних оцінок, а також світового досвіду процедури скринінгу, в нашій державі найбільш доцільні її наступні методологічні положення.

Аналіз необхідності екологічної оцінки повинен проводиться якомога раніше в процесі розробки проекту, щоб ініціатор діяльності був проінформований про свої зобов'язання щодо екологічної оцінки. Принципи скринінгу необхідно чітко сформулювати, і процедури, які використовують, повинні бути такими, щоб аналізуючи один й той самий проект з використанням одних і тих самих методів, різні люди могли прийти до одного й того ж рішення.

Вибір методу скринінгу, як правило, розробляють при формуванні національної системи екологічної оцінки особи, які приймають політичні рішення. Всі методи скринінгу вимагають інформації про діяльність, яку планують, та для кожного з цих

методів використовують суб'єктивні оцінки на початковому етапі прийняття рішення про доцільність екологічної оцінки.

Світовий досвід проведення процедури скринінгу показує, що рішення про доцільність проведення повномасштабної екологічної оцінки можна прийняти одним з таких методів або ж деякою їх комбінацією: рішення за розсудом відповідальних осіб; попередня екологічна оцінка; переліки проектів, що становлять підвищену екологічну небезпеку; переліки виключень.

Модель скринінгу складається з п'яти основних кроків, у процесі проходження яких особа, що приймає рішення про подальшу екологічну оцінку проектного задуму (ініціатор діяльності), повинна відповісти на такі питання:

а) чи буде запланована діяльність екологічно небезпечною?

б) чи буде мати планована пропозиція значні наслідки для навколишнього середовища за місцем розташування?

в) чи підпадає запланована діяльність на чутливу зону?

г) чи буде мати запланована діяльність значний масштаб впливу?

д) чи є вимога зацікавлених сторін у проведенні оцінки впливів на наколишнє середовище?

Отримуючи відповіді на ці питання, інвестор може усвідомити необхідність самого процесу екологічної оцінки та аргументувати його перед вищими організаціями. Усі запропоновані проекти повинні бути об'єктами процедури скринінгу при оцінці впливу на навколишнє середовище. Важливо, щоб рішення приймали якомога раніше відносно тривалості необхідної оцінки впливу на навколишнє середовище.

Як тільки вирішено, що потрібно проводити оцінку впливу на навколишнє середовище, необхідно визначити питання, які слід проаналізувати та вивчити в процесі екологічної оцінки. Погодження цих питань важливе для забезпечення якнайшвидше відповідної і ефективної за витратами роботи над оцінкою впливу на навколишнє середовище. Ця процедура називається *скоупінгом*.

Визначення завдань екологічної оцінки – ***скоупінг*** (від англ. *scoping* – діапазон, поле дій, компетенція, обсяг тощо) – це процедура визначення завдань, яка дозволяє виявити проблеми, що, імовірно,

будуть важливі для екологічної оцінки, і знімає ті, котрі не є важливими. Таким чином, цей етап запобігає витраті часу і грошей на непотрібні дослідження. Для ефективного та систематизованого проведення екологічної оцінки треба визначити на початку процесу обсяг питань, які потребують детального вивчення. Ця стадія раннього планування процесу екологічної оцінки часто називається «визначенням сфери діяльності» або «скоупінг». Слід зазначити, що, у деяких національних системах екологічної оцінки концепції скринінгу і скоупінгу об'єднані, тому що методи і процедури для них досить схожі, а інформація, що є результатом скринінгу, часто є основою для скоупінгу.

Як правило, результатом етапу визначення задач є підготовлений документ, що встановлює, які питання потрібно охопити при екологічній оцінці і яким чином це необхідно здійснити. На практиці цей документ часто називають «Технічне завдання». Досвід показує, що технічне завдання не повинно бути твердим документом. Воно повинно бути досить гнучким, щоб дозволити збільшувати або зменшувати обсяг досліджень, у міру виявлення нових питань або встановлення низької значимості раніше сформульованих.

Для успішного вирішення етапу екологічної оцінки необхідно використовувати такий *покроковий алгоритм*: *перший крок* – формування конкретної мети; *другий крок* – усвідомити вигоди від реалізації мети; *третій крок* – встановити кінцевий термін для досягнення мети; *четвертий крок* – визначення головних перешкод, які можуть опинитися на шляху досягнення мети та які необхідно подолати; *п'ятий крок* – визначення фахових та інтеграційних знань та навичок, які необхідні для досягнення мети; *шостий крок* – визначення групи експертів, організацій чи установ, з якими можна співпрацювати для досягнення мети; *сьомий крок* – розробка плану дій для досягнення конкретної мети.

Логічно сформоване дерево мети дозволяє інвестору перейти на наступний етап екологічної оцінки – формування завдань екологічної оцінки або скоупінг.

Методи оцінювання альтернатив. Поняття альтернатива визначають як необхідність вибору однієї з двох або декількох

взаємовиключних можливостей. Загальна ефективність екологічної оцінки і подібних до неї досліджень посилюється, якщо вони включають систематичний аналіз розумних альтернатив. Загалом, мети запланованої діяльності можна досягти різними шляхами. І ці шляхи в процедурах екологічної оцінки прийнято називати альтернативами. У процедурах екологічної оцінки слід чітко розрізняти такі поняття як альтернатива і варіант. Якщо *альтернатива* – це засіб досягнення мети проекту, то *варіант* – це модифікації рішень для запропонованої діяльності в рамках однієї альтернативи. Тому, одна альтернатива може мати декілька варіантів.

Існують два основні типи альтернатив – *альтернатива запропонованій діяльності* та *альтернатива відмови від запропонованої діяльності*. Крім цього, існують варіанти в межах запропонованого проекту, як, наприклад, альтернативні процеси, аспекти дизайну розміщення на території розташування об'єкта.

У процесі роботи над екологічною оцінкою необхідно концентруватись на систематичних оцінках впливів на чинники навколишнього середовища та проблемах, які визначені під час скоупінгу і затверджені у технічному завданні. Ці впливи необхідно порівняти один з одним у рамках усіх альтернатив та з повною відмовою від запропонованої діяльності.

Неефективно використовувати зусилля та кошти лише на дослідження усіх можливих впливів великого ряду альтернатив. Тому, одним з найважливіших результатів попереднього етапу процесу екологічної оцінки – скоупінгу, є погодження між всіма зацікавленими сторонами проекту, включаючи громадськість, щодо обсягу альтернатив, які слід оцінити, та найважливіших впливів, які необхідно передбачити та оцінити.

Як правило, в процесі генерації *альтернатив формують такі їх типи*:

1. Відмова від діяльності – розгляд цієї альтернативи припускає опис сучасного стану навколишнього середовища у випадку повної відмови від діяльності, що намічається. Необхідність розгляду цієї альтернативи викликається такими факторами, як наявність «базової лінії», з якою можна порівняти інші запропоновані альтернативи, а також у звітних матеріалах з екологічної оцінки залишиться

ретельний опис навколишнього середовища до початку впровадження діяльності. Вимога про розгляд альтернативи «відмови від діяльності» прийняті в багатьох національних системах екологічної оцінки.

2. Принципові підходи до досягнення мети запропонованої діяльності.

3. Географічне місце розташування проектного майданчика для здійснення діяльності, що намічається.

4. Масштаб ймовірного впливу від запропонованої діяльності.

5. Тип виробничого процесу, техніко-технологічного устаткування.

6. Планування виробничого майданчика, розміщення об’єктів, дизайн.

7. Режим функціонування об’єкта запропонованої діяльності.

Розглядають і оцінюють альтернативні рішення, базуючись на таких критеріях: відповідність місцевим умовам – природничим, соціальним, економічним тощо; види потенційного впливу на навколишнє середовище; потреба у додатковій інфраструктурі; капітальні і експлуатаційні витрати за проектом у цілому.

Відносні переваги кількох альтернатив розглядають у трьох перспективних напрямках: інженерні можливості та вимоги; економічні можливості існування; екологічна безпека.

Інженерні можливості та вимоги – кількісний опис інженерних вимог до підприємства, які оцінюються у витратах для забезпечення необхідних характеристик, витрат на встановлення обладнання та його підтримання, а також оцінки витрат комерційних та інженерних структур на місцях у режимі планування нового обладнання.

Економічні можливості при виборі тієї чи іншої альтернативної діяльності може бути визначена у грошових одиницях, що добре зрозумілі всім зацікавленим сторонам, тому їх необхідно визначати для кожної реальної альтернативи. Оцінка економічних витрат, економічних здобутків, змін у податкових структурах, інфраструктурні вимоги та потужності, а також експлуатаційні можливості, що складають основу такого оцінювання, добре зрозумілі та використовують загально прийняті методи.

Екологічна безпека – найскладніший аспект у процесі альтернативного вибору стосовно кількісної оцінки. Можна розрахувати ризики та здобутки запропонованої діяльності, але ці прогнози, що оцінюються як і екологічні зміни, можуть тільки іноді бути виражені у економічних показниках.

Види впливів на навколишнє середовище за запропонованими альтернативами визначаються, виходячи з таких кваліфікаційних ознак: привнесення у навколишнє середовище забруднюючих речовин, радіоактивних речовин та випромінювань, шуму і вібрації, теплового випромінювання, електромагнітного випромінювання тощо; вилучання з навколишнього середовища земельних, водних та біологічних ресурсів, корисних копалин, родючих ґрунтів, місць проживання цінних видів флори і фауни, культурних, історичних та природних пам'яток тощо.

Після процедур прогнозу впливу на навколишнє середовище за альтернативами проводять їх порівняння та вибір однієї, яка була б найбільш доцільна з боку експертів, але не інвестора та інших зацікавлених сторін. При цьому інші альтернативи розглядаються в обов'язковому порядку, з метою подальшого прийняття рішення щодо впровадження запропонованої діяльності.

Процедура залучення громадськості в процесі екологічної оцінки є головним спрямуванням для досягнення мети запропонованої діяльності та створення прозорого процесу прийняття рішення. Участь громадськості є характерною рисою майже всіх національних систем екологічної оцінки, її результатом може бути поліпшення процесу прийняття рішень, прийнятність для зацікавлених сторін. Вона може потребувати значного часу і зусиль, але без цього проекти рідко розробляють на надійній основі, зберігається ймовірність того, що вони викликають протести з боку зацікавленого населення. Продуктивно організована участь громадськості, підтримана реальним прагненням використовувати отриману інформацію для поліпшення проекту, приведе до кращих результатів, і закладе фундамент для діючих позитивних відносин між учасниками.

Одним з найефективніших методів попередження негативних екологічних наслідків запланованої господарської діяльності є

широке залучення громадськості до інвестиційних процесів. Участь широких верств зацікавлених осіб громадськості у процесі оцінок впливу на навколишнє середовище господарської або іншої діяльності, надає громадським організаціям та окремим громадянам можливість висловити свою позицію з приводу питань, які мають безпосереднє відношення до їх права на життя у сприятливому довкіллі.

Залучення громадськості до процесу оцінки впливу на навколишнє середовище є обов'язковою процедурою, що регламентується Законом України «Про екологічну експертизу», Міжнародною конвенцією «Про оцінку впливу на навколишнє середовище в трансграничному контексті», Міжнародною конвенцією «Про доступ до інформації, залучення громадськості в процес прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються навколишнього середовища» та постановою Кабінету Міністрів України від 18.06.1998 р. № 1122 «Про порядок проведення громадських слухань з питань використання ядерної енергії та радіаційної безпеки».

Для створення і підтримки певного іміджу процесу оцінки впливу на навколишнє середовище, привернення уваги до мети діяльності, як з боку населення та громадських організацій так і владних структур, необхідно створити *громадську дорадчу раду*, у яку входять представники адміністрації території, де планується діяльність, та особи, які мають інтерес або кому не байдужа нова діяльність. Крім *громадської дорадчої ради* на початку інвестиційного процесу рекомендується створювати *Наглядовий комітет* за проектом оцінки впливу на навколишнє середовище, до складу якого необхідно залучати представників місцевої адміністрації, інвестора, державних органів екобезпеки, проектних установ, а також голову громадської дорадчої ради.

Основним засобом залучення громадськості до процедури оцінки впливу на навколишнє середовище є звернення до місцевих Рад народних депутатів, які представляють інтереси населення. Залучення громадськості до процесу оцінки впливу на навколишнє середовище, як правило, містить такі процедури, які можна використовувати комплексно, або в поєднанні з декількома іншими:

призначення координатора роботи з громадськістю; створення громадської дорадчої ради; організація та проведення громадських зборів з членами громадської дорадчої ради; розробка плану-графіка роботи з громадськістю; проведення громадських слухань; створення інформаційних пунктів в зоні впливу діяльності; соціологічні опитування населення; громадська екологічна експертиза проектованої діяльності; оголошення «Заяви про екологічні наслідки» в засобах масової інформації.

Координатор роботи з громадськістю призначається Замовником проектних робіт, входить до складу робочої групи з проведення оцінки впливу на навколишнє середовище та відповідає за процедуру «Залучення громадськості до оцінки впливу на навколишнє середовище».

Громадські слухання є публічним засобом розповсюдження та збору інформації з питань оцінки впливу на навколишнє середовище, що підлягають розгляду державними органами місцевого самоврядування та контролюючими органами охорони навколишнього середовища України.

З метою широкого та прозорого інформування громадськості щодо запланованої діяльності, як правило, організовують так звані *інформаційні пункти* для проектів, які мають велику проектну територію або регіональний масштаб впливів. Інформаційні пункти слід облаштовувати у місцях вільного доступу громадськості – школи, приміщення територіальної державної адміністрації (селищні або міські ради), клуби, бібліотеки тощо.

Соціологічні опитування – допоміжний засіб з'ясування громадської думки за конкретно поставленими питаннями. Соціологічні опитування проводять за умов: наявності неадекватного розуміння або категоричних заперечень з боку населення про запропоновану діяльність; для проектів, де є достатня чисельність різних груп населення (респондентів), що проживають у межах зон впливів запропонованої діяльності; анонімності опитування.

Вітчизняне законодавство не заперечує проведення *громадської екологічної експертизи* згідно з Законом України «Про екологічну експертизу» (ст. 1, 4, 5, 16, 41, 42) незалежно від проведення оцінки впливу на навколишнє середовище та державної екологічної

експертизи. За результатами громадської екологічної експертизи складаються висновки або протокол експертизи (згідно з положеннями статті 42 Закону України «Про екологічну експертизу»), які затверджуються головою місцевої Ради народних депутатів. Висновки громадської екологічної експертизи можуть бути висвітлені у засобах масової інформації та надіслані відповідним Радам народних депутатів, органам місцевої держадміністрації, органам державної екологічної експертизи, Генпроектувальнику, інвестору та виконавцям оцінки впливу на навколишнє середовище запропонованої діяльності, а також іншим зацікавленим сторонам проекту. Результати роботи із залучення громадськості висвітлюють в окремому розділі звіту оцінки впливу на навколишнє середовище, а копії протоколів громадських слухань проекту, протоколів громадської екологічної експертизи та висновки громадської дорадчої ради щодо думки громадськості про запропоновану діяльність, обов'язково підшивають до додатків звіту «Матеріали оцінки впливу на навколишнє середовище». Фінансування робіт із залучення громадськості до процесу оцінки впливу на навколишнє середовище здійснюється за кошти замовника (інвестора) проектних робіт. Можливе залучення додаткових коштів для роботи з громадськістю (позабюджетні екологічні та благодійні фонди, цільові внески тощо).

Методи оцінювання чинників навколишнього середовища. Впливи чинників навколишнього середовища при розгляді запропонованої діяльності, як правило, оцінюють таким чином: 1) аналіз стану навколишнього середовища збір і аналіз існуючої інформації в межах території впливу запропонованої діяльності; прямі методи вивчення чинників навколишнього середовища у межах території впливу запропонованої діяльності; вивчення чинників навколишнього середовища за питаннями скоупінгу); 2) оцінка стану навколишнього середовища (існуючого – в межах території впливу запропонованої діяльності; за запропонованими альтернативами); 3) порівняння чинників навколишнього середовища з існуючим станом; між альтернативами); 4) вибір найкращої альтернативи з точки зору максимального збереження навколишнього середовища.

Кількість певних методологій, які розроблені для оцінювання впливу діяльності людини на навколишнє середовище, є занадто

великою, для того щоб прийти в екологічній оцінці до єдиної методики їх застосування. Проте загальна методологія прямує до зменшення їх до такої кількості загальних категорій, якими можна оперувати.

Методології оцінювання чинників навколишнього середовища поділяються на дві групи: методології, які використовують емпіричні значення для вироблення матеріалів, що передбачають майбутні умови (абсолютні методи екологічної оцінки); методології, які використовують відносні засоби для передбачення різниці між двома множинами умов (порівняльні методи екологічної оцінки).

Екологічні індекси відносяться до групи абсолютних методів. За допомогою цього методу спрощують складні множини даних чинників навколишнього середовища до шкал 0-1 чи 0-100 для їхнього впорядкування однорідності множини чинників. Підрахунок індексів з детальних множин даних може спростити не тільки оцінку різних типів чинників навколишнього середовища, але й їх порівняння. Для вибірки вихідні данні нормуються до свого середнього значення, до фонового значення на рівні регіону або до санітарно-екологічної норми, що дозволяє отримати індекси у шкалах від 0 до 1 чи від 0 до 100.

Усереднення таблиць і графіків. Найбільш простим та ефективним засобом попередньої обробки даних є усереднення таблиць і графіків за трьома точками. Для цього кожне значення рядка або стовпця усереднюється з попереднім та наступним. Кількість членів ряду повинна хоча б на порядок перевищувати кількість точок усереднення (>30). Завдяки усередненню, залежності в значній мірі вирівнюються й проявляється тенденція зміни показників.

Причинний аналіз – сукупність методологічних і методичних підходів до вивчення обумовленості одних явищ дійсності (слідство) іншим (причина). Найпростішим засобом є побудова граф безпосередніх зв’язків між причинами та наслідками для багатомірних змінних систем. Напрям впливу позначають стрілкою. Графи задають на основі експертних або експериментальних оцінок. Одним із варіантів причинного аналізу є «метод діаграм потоків», що передбачає послідовне виявлення або прогнозування залежностей

між впливами та їх наслідками. Для цього необхідно уявляти зміни в природному середовищі без та з реалізацією планової діяльності.

Статистичні оцінки. Для екологічної оцінки впливів широко застосовують методи статистичного аналізу та прогнозування часових рядів. Статистичні багатофакторні методи включають аналіз зв'язку факторів: регресійний – визначення математичної функції зв'язку; кореляційно-регресійний – метод групового урахування аргументів; факторний – виділення однорідних груп даних; визначення принципових компонентів – головної осі, вздовж якої групуються дані; дисперсійний – визначення достовірності зв'язку; дискримінантний – відокремлення ключових змін без урахування окремих факторів; імовірнісний за Байєсом – визначення ваги факторів; кластерний аналіз – поділ на таксони тощо.

Побудова кумулят. Залежність імовірності того, що значення чинника навколишнього середовища нижче від певного граничного рівня, від величини цього порогу, називають інтегральною функцією розподілення значень параметрів або кумулятою. Кумулята – це емпірична оцінка інтегральної функції розподілення:

Для екологічних процесів, кумуляту визначають як залежність часу перебування процесу нижче заданого граничного рівня від величини цього порога. При екологічній оцінці впливів чинники навколишнього середовища, які розглядаються, пов'язані з відсутністю запропонованої діяльності або з її реалізацією. Побудова кумулят для прогнозованого фону і стану території після реалізації запланованої діяльності дозволяє чітко визначити величину та ступінь достовірність змін за непараметричним критерієм.

Математичні моделі використовують не тільки для оцінки екологічних чинників, але й для наступного етапу екологічної оцінки – прогнозування екологічної ситуації при впровадженні будь-якої альтернативи. Моделі використовують для кількісної оцінки очікуваного рівня впливу, критеріїв небезпеки діяльності, статистичних методів визначення достовірності оцінок, відбирають аналогічні (споріднені) прогностичні розробки. Моделювання – це метод дослідження складних об'єктів, процесів та явищ на їх моделях із використанням методу подібності.

Метод оцінювання місць проживання – це абсолютний територіально-картографічний метод. Оцінювання місць проживання визначають бінарні, зростаючі чи неперервні (градієнтні) значення для певних умов навколишнього середовища регіону або для окремих їх видів, які нанесені на топографічну основу. Результати цього методу дають інформацію про кожний екотип, що проживає на території, у одиницях індексу придатності місця проживання (*In*) в діапазоні від 0 до 1. Ці індекси розраховують для кожного з оцінюваних видів і для всієї території, яка оцінюється, в цілому. Одиниці індексу придатності місця проживання можуть бути об'єднані простим добутком, щоб отримати загальну одиницю місця проживання для кожної категорії ареалів проживання екотипів та для ряду сценаріїв з різноманітними комбінаціями землекористування. Місця проживання об'єднуються простим накладенням карт-схем, що дозволяє отримати кількісну оцінку.

Графічне накладення. Це метод, техніка проведення якого завжди була винятково корисною при визначенні територій, які мають екологічну чутливість. Метод передбачає окреме нанесення на карту різних критичних екологічних характеристик та територій – боліт, крутих схилів, ґрунтів, заливних земель, виступів корінної породи, територій дикої природи, рослинних угрупувань та культурних ресурсів – за тим самим масштабом, що і на плані місця запропонованої діяльності. Графічне накладання може проводитися двома методами: «вручну» – екологічні характеристики наносяться на карту з прозорою основою з подальшим накладанням карт одну на іншу для встановлення найвищої екологічної чутливості проектної території; «автоматизоване» – цей метод використовує ГІС-технології – карту району представляють в електронному вигляді зі збереженням інформації для кожного чинника навколишнього середовища та географічною прив'язкою. Накладання карт відбувається шляхом розрахунку апроксимованого індексу.

Пом'якшення впливів – це результат спеціальних заходів, які плануються підчас екологічної оцінки, з метою максимального зменшення небажаних впливів на навколишнє середовище при впровадженні запропонованої діяльності за будь-якою з альтернатив.

За чинним природоохоронним законодавством України в матеріалах розділу оцінки впливу на навколишнє середовище слід розробляти комплексні заходи щодо забезпечення нормативного стану довкілля та його безпеки. Цей комплекс включає:

– ресурсозберігаючі заходи – збереження і раціональне використання земельних, водних, енергетичних, паливних ресурсів, повторне їх використання тощо;

– захисні заходи – облаштування захисних споруд (дренажі, екрани, завіси тощо), включаючи технологічні заходи (використання екологічно чистих і безвідхідних технологій, очищення, екологічно безпечне поводження з відходами, тощо), планувальні заходи (функціональне зонування, організація санітарно-захисних зон, озеленення тощо), усунення наднормативних впливів;

– відновлювальні заходи – технічна і біологічна рекультивація земель, нормалізація стану окремих компонентів навколишнього середовища тощо;

– компенсаційні заходи – компенсація незворотного збитку від планованої діяльності і шляхом проведення заходів щодо рівноцінного поліпшення стану природи соціального та техногенного середовища в іншому місці і/або в інший час, і грошове відшкодування збитків;

– охоронні заходи – моніторинг території зон впливів планованої діяльності, система повідомлення населення.

Порівняння та вибір альтернатив. Для порівняння альтернатив і варіантів у їх складі, експертам необхідно здійснити перехід від багатокритеріальної оцінки до зведеної (узагальненої) однокритеріальної.

На відміну від методів оцінювання впливів методи порівняння не вимагають абсолютні значення екологічних параметрів, не потребують точного кількісного виразу. Порівняльна оцінка також має принципове значення у оцінці альтернатив – для справедливого та повного вивчення усіх розумних альтернатив повинна існувати еквівалентність у описі потенційного екологічного впливу для кожної альтернативи. Існує велика кількість *методів для порівняння багатокритеріальних змінних,* найбільш розповсюдженими з яких є: метод переліків для перевірки; табличний або матричний метод;

аксіоматичний метод; метод графічного накладання; метод ранжування; методи порогів порівнянності; цифрові процедури логічного виводу; метод компенсації; дескриптивно-нормативний підхід; ітеративні процедури; кваліметрія; метод розпізнавання образів; метод рангової кореляції та факторного аналізу.

Документування процесу екологічної оцінки є одним з центральних елементів процедури. Багато завдань, що виникають у ході екологічної оцінки, можуть бути вирішені лише на основі документації. Так, не задокументовані результати не піддаються обліку в процесі ухвалення рішень, тому й не можуть бути предметом систематичної оцінки. Контроль якості проведення екологічної оцінки державними органами або іншими зацікавленими сторонами практично завжди заснований на аналізі документації. Як приклад, можна навести розроблення матеріалів оцінки впливу на навколишнє середовище входять у складі проектної документації на нове будівництво, розширення, реконструкцію і технічне переоснащення об'єктів промислового та цивільного призначення, основні вимоги до складу й змісту цих матеріалів.

До складу матеріалів оцінки впливу на навколишнє середовище входять:

1) підстави для проведення оцінки впливу на навколишнє середовище входять;

2) фізико-географічні особливості району і майданчика (траси) будівництва об'єкта проектування;

3) загальна характеристика об'єкта проектування;

4) оцінка впливів планованої діяльності на навколишнє природне середовище;

5) оцінка впливів планованої діяльності на навколишнє соціальне середовище;

6) оцінка впливів планованої діяльності на навколишнє техногенне середовище;

7) комплексні заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища і його безпеки;

8) оцінка впливів на навколишнє середовище під час будівництва;

9) «Заява про екологічні наслідки діяльності».

Контроль якості процедури екологічної оцінки. Перевірку якості екологічної оцінки можна здійснювати шляхом оцінювання документації з екологічної оцінки або оцінювання процесу екологічної оцінки. Зрозуміло, перевірку документації організувати набагато легше. Процес оцінювати складніше, особливо якщо предметом такої оцінки є не просто наявність тих або інших його складових, а їх якість. Для цього необхідно або мати докладну і надійну інформацію про процес екологічної оцінки (одним з основних джерел якої є документація), або бути присутнім при самому процесі, що не завжди можливе. Крім того, саме документація є тим результатом попередніх етапів екологічної оцінки, який потім використовують при ухваленні рішення.

Поняття *«контроль»* – це не тільки оцінка, але і можливість використовувати результати цієї оцінки для впливу на подальшу процедуру. Тобто, термін «*контроль якості*» розумно використовувати для формально встановлених процедур, тоді як «*оцінка*» якості може бути однією зі складових «контролю», а також проводитися неформально, з суто дослідницькою або освітньою метою. Термін «*експертиза*» – це всебічний аналіз документації, який адекватно описує даний процес. Так, *екологічна експертиза в Україні* – вид науково-практичної діяльності спеціально уповноважених державних органів, еколого-експертних формувань та об'єднань громадян, що ґрунтується на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці передпроектних, проектних та інших матеріалів чи об'єктів, реалізація і дія яких може негативно впливати або впливає на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей, і спрямована на підготовку висновків про відповідність запланованої чи здійснюваної діяльності нормам і вимогам законодавства про охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки.

Системи екологічної безпеки в процедурах екологічної оцінки. Рівень небезпеки техногенного об'єкту для довкілля і здоров'я людини може бути різним – від найнезначнішого відхилення від норми до критичного і навіть катастрофічного. При цьому сама норма є досить невизначеною і, як правило, вона відповідає первинному

екологічному стану довкілля, який був до будівництва промислового об’єкта. Такий стан називають нульовим екологічним фоном. При цьому враховують відсутність чи наявність інших технічних об’єктів у зоні впливу проектованого об’єкта. Системи екологічної безпеки, дозволяють стежити за змінами екологічної ситуації в зоні впливу об’єкту, прогнозувати ці зміни для запобігання негативного впливу на навколишнє средовище та для їх попередження. У системі екологічної безпеки інвестиційної діяльності, розрізняють чотири взаємопов’язані блоки: оцінка впливу на навколишнє середовище; екологічний моніторинг об’єкту або діяльності в зоні його впливу; екологічний аудит функціонування запланованої діяльності; екологічний менеджмент.

Екологічні впливи, які необхідно передбачити та встановити під час проведення процедури оцінки впливу на навколишнє середовище – це сукупність дій природних і антропогенних чинників на певній території, які спрямовані на зміну навколишнього середовища. Екологічні впливи можуть бути природними, антропогенними або природно-антропогенними. Причому, всі три різновиди процесів можуть спричинити позитивні та негативні зміни у навколишньому середовищі, як свого так й протилежного чинника. Ці зміни також можуть бути прямі та опосередковані, довготривалі та короткотривалі, кумулятивні.

Екологічний аудит визначає діагноз «екологічного здоров’я» підприємства, спроможність його «технологічного організму», виробничих систем самоочищуватися і не забруднювати навколишнє природне середовище, виробляти екологічно чисту продукцію і бути привабливим для залучення інвестицій.

Згідно з Законом України «Про екологічний аудит», *екологічний аудит* – це документально оформлений системний незалежний процес оцінювання об’єкта екологічного аудиту, що включає збирання і об’єктивне оцінювання доказів для встановлення відповідності визначених видів діяльності, заходів, умов, системи екологічного управління та інформації з цих питань вимогам законодавства України про охорону навколишнього природного середовища та іншим критеріям екологічного аудиту.

Об'єктами екологічного аудиту є підприємства, установи і організації та інші господарюючі об'єкти, а також системи управління навколишнім середовищем.

Суб'єктами екологічного аудиту є замовники (організація або особа, яка подає заявку на проведення аудиту) та виконавці екологічного аудиту (екологічні аудитори, аудиторські фірми, експерти).

Критеріями екологічного аудиту є вимоги нормативно-правових актів щодо охорони навколишнього природного середовища, методики, настанови, організаційні вимоги тощо.

Мета екологічного аудиту – забезпечення додержаного законодавства про охорону навколишнього природного середовища у процесі господарської та іншої діяльності.

Завдання екологічного аудиту: збір достовірної інформації про екологічні аспекти виробничої діяльності об'єкта екологічного аудиту та формування на її основі висновків екологічного аудиту; встановлення відповідності об'єктів екологічного аудиту вимогам законодавства з охорони навколишнього природного середовища та іншим критеріям екологічного аудиту; оцінка впливу діяльності об'єкта екологічного аудиту на стан навколишнього природного середовища; оцінка ефективності, повноти і обґрунтованості заходів, яких вживають для охорони навколишнього природного середовища на об'єкті екологічного аудиту.

Найважливішим завданням екологічного аудиту є оцінка рівня екологічної безпеки підприємства і виконання планів превентивних заходів з нейтралізації загрози забруднених природних об'єктів.

Законом України «Про екологічний аудит» передбачено два види екологічного аудиту: *добровільний і обов'язковий*.

Добровільний екологічний аудит здійснюють з ініціативи керівництва об'єкта аудиту або за погодженням з ним.

Обов'язковий екологічний аудит − для об'єктів або видів діяльності, які становлять підвищену екологічну небезпеку, відповідно до переліку Кабінету Міністрів України, здійснюють у таких випадках: банкрутство; приватизація, передача в концесію об'єктів державної та комунальної власності; передача або придбання в державну чи комунальну власність; передача в довгострокову

оренду об’єктів державної або комунальної власності; створення на основі об’єктів державної та комунальної власності спільних підприємств; екологічне страхування об’єктів; завершення дії угоди про розподіл продукції відповідно до закону; в інших випадках, передбачених законом.

Оцінка екологічних аспектів є одним з етапів впровадження систем управління навколишнім середовищем, а також виконання екологічного аудиту. *Екологічний аспект* – це елемент діяльності об’єкту, продукт або послуга, що може взаємодіяти з навколишнім природним середовищем. На даний час існує достатній обсяг методичних підходів та рекомендацій щодо виявлення та диференціації екологічних аспектів.

Процедура ідентифікації значних екологічних аспектів може бути подана в такому вигляді: 1 – виявлення всіх екологічних аспектів; 2 – визначення критеріїв суттєвості, приймаючи до уваги законодавство; 3 – визначення значних екологічних аспектів на основі критеріїв суттєвості

Розроблена методика оцінки екологічних аспектів щодо конкретизації існуючих схем та прив’язки їх до вимог дійсного природоохоронного законодавства України, державних стандартів та інших нормативно-правових актів, яка надає можливість створення спрощеної та зручної у використанні схеми визначення та класифікації екологічних аспектів. Ця методика дозволяє на основі законодавчо обґрунтованих та репрезентативних показників критеріїв виявити та ранжувати значні екологічні аспекти діяльності об’єкту або видів діяльності на окремій території.

Звіт про екологічний аудит повинен містити: загальні відомості про об’єкт і замовника екологічного аудиту; підстави для проведення екологічного аудиту, його мету, завдання, програму та обсяг виконаних робіт; відомості про виконавців екологічного аудиту; перелік основних законодавчих актів та нормативних документів, для перевірки на відповідність яким проводився екологічний аудит, характеристику фізичного стану об’єкта екологічного аудиту; висновки екологічного аудиту щодо виявлених невідповідностей екологічних характеристик об’єкта екологічного аудиту вимогам законодавчих актів та нормативних документів; відомості щодо

підприємств, установ, організацій та осіб, яким надається звіт. Звіт про екологічний аудит може вмісти рекомендації щодо заходів, які необхідно вжити для усунення виявлених невідповідностей.

Екологічний аудит території – це процедура об'єктивної оцінки та аналізу екологічної, соціально-економічної та правової інформації про конкретну територію, яка здійснюється з метою підвищення ефективності інвестиційної діяльності.

2.5. Аналіз і оцінка стану антропогенно-змінених екосистем (ландшафтів)

При антропогенному впливі в ландшафтах відбувається зміна структурно-функціональних відношень, які склалися внаслідок їх еволюційного розвитку. З позицій екологічної оцінки найбільший інтерес представляють ті нові властивості ландшафтів, які виникли в результаті антропогенних змін і які у відповідь викликають реакцію біосистем. Наслідки антропогенного впливу можуть розглядатися як індикатори антропогенного перетворення ландшафтів:

1) *зміна первинної продукції* – пов'язана із заміною високопродуктивних природних угруповань агроценозами, які мають меншу продуктивність. Цей процес носить глобальних характер і супроводжується ростом споживання ресурсів людством;

2) *трансформація і біодеградація ксенобіотиків*, що у рослин і тварин досягається різними способами: тварини а) переводять токсичну речовину у водорозчинну форму і виводять з організму; б) консервують в організмі в неактивній формі; в) переводять у більш токсичну форму, що супроводжується канцерогенним, мутагенним і тератогенним ефектом; рослини не можуть переводити токсикант у водорозчинну форму і, в основному, переводять його в неактивний стан;

3) *біоакумуляція забруднювальних речовин*, яка виражається у збільшенні концентрації забруднювальних речовин знизу догори по трофічних ланцюгах (такий чинник необхідно враховувати при нормуванні антропогенного навантаження);

4) *зміна структури біоти* – універсальний показник структурно-функціональної перебудови ландшафтів. У цілому, під впливом антропогенних чинників відбувається спрощення видової структури

біоценозів. Встановлено, що чим значніша фітомаса (деревина, трав'яниста рослинність та ін.), тим стабільніше середовище. При цьому головне значення мають фотосинтезуючі організми, оскільки вони є не лише основним джерелом біомаси, але і визначають харчові умови для усіх інших ланок екосистеми, а також значною мірою склад повітря.

5) *порушення міжвидових взаємодій* – проявляється у вигляді порушення балансу між окремими групами видів і розривах трофічних ланцюгів.

З метою оцінки загальної стійкості екосистем до антропогенного впливу використовують такі показники: 1) запаси живої і мертвої органічної речовини; 2) ефективність утворення органічної речовини або продукції рослинного покриву; 3) видова і структурна різноманітність.

Оцінка ступеня антропізації геосистем. Під ступенем антропізації геосистем (синонім – антропогенна трансформація, перетвореність) розуміють зміненість її структурних і динамічних особливостей у результаті функціонального використання.

Кількісні оцінки ступеня антропізації ґрунтуються на структурі земельних угідь у межах геосистеми. За співвідношенням між природними і зміненими природно-територіальними комплексами у структурі ландшафту виділяються такі види ландшафтів:

- антропогенні (природних угідь менше 25 %);
- антропогенно-природні (природних угідь 25-50 %);
- природно-антропогенні (природних угідь 50-75 %);
- природні (природних угідь 75-100 %).

Проте більш повно оцінити ступінь антропізації геосистем можливо з урахуванням не лише відсоткового співвідношення між угіддями різних видів, але і ступеня перетвореності геосистеми при її використанні під певне угіддя.

Залежно від зонального типу геосистем їх зміненість одним видом угіддя буде різним. Наприклад, при заміщенні лісових геосистем ріллею їх зміна буде більшою, ніж у випадку степових геосистем. Тому бали ступеня антропізації визначаються в межах встановлених градацій:

- природоохоронні території – 1-10;

- ліси – 11-20;
- заболочені землі – 21-30;
- луги, пасовища – 31-40;
- сади, виноградники – 41-50;
- рілля – 51-60;
- сільська забудова – 61-70;
- міська – 71-80;
- водосховища, канали, ставки – 81-90;
- кар'єрно-відвальні утворення – 91-100.

Оцінка ступеня забрудненості території. Ступінь забрудненості території можна оцінювати окремо для кожного з елементів-забруднювачів за такими показниками: кларк концентрації, коефіцієнт концентрації або за ГДК. Причому коефіцієнт концентрації *Кс* пропонується розраховувати відносно природного регіонально-фонового вмісту певного хімічного елемента у відповідному компоненті – ґрунтах, водах тощо.

Кларк концентрації – це відношення концентрації елемента в об'єкті до його кларку.

Ступінь забрудненості території можна оцінити інтегрально, враховуючи усі забруднювальні речовини.

Коефіцієнт накопичення мікроелементів дає змогу визначити специфічні особливості систем у цілому. Коефіцієнт R є середнім кларком концентрації групи мікроелементів у природній системі і дає кількісну оцінку її здатності до накопичування або розсіювання елементів порівняно з їх вмістом у літосфері або іншому середовищі. Якщо $R > 1$, то в системі (компоненті) відбувається накопичення елементів, якщо $R < 1$ – їх розсіювання.

При розрахунках коефіцієнта R використовують кларки концентрації якомога більшої кількості мікроелементів, щоб показник був значущим.

Для оцінки ступеня забрудненості можна використати відношення показників R для поверхневого шару ґрунту та для ґрунтоутворювальної породи.

Використання коефіцієнтів накопичення R та їх відношення, сумарного індексу забрудненості D, кларків концентрації та їх

відношення дають змогу порівняти забрудненість геосистем досліджуваної території.

2.6. Комплексні показники стану довкілля

Комплексна оцінка якості міського середовища. В основу методологічних принципів визначення комплексних екологічних показників, які дозволяють оцінити якість міського середовища, покладено виділення основних екологічних характеристик та їх кількісне приведення до єдиного показника.

Розкладання екологічних характеристик на категорії необхідне для бальної оцінки, яка дозволяє зіставити різні характеристики, довести до єдиної розмірності – балів. Кожна категорія може характеризуватись як кількісно, так і якісно.

Першоосновою складання таблиць визначення комплексних екологічних показників є формулювання мети та розгляд об'єкту дослідження з різних сторін. Надалі від цього залежить набір відповідних екологічних характеристик та їх ваги. Метою розробки комплексних екологічних показників урбанізованої території є інтегральна оцінка якості міського середовища і рівня антропогенного навантаження навколишнього природного середовища.

Таким чином, урбанізована територія, як складна система, розглядається з двох позицій:

1) внутрішньосистемних зв'язків природних і антропогенних складових, які формують умови життя людини і функціонування природних екосистем, а також визначають якість міського середовища (*критерій якості міського середовища*);

2) зовнішніх зв'язків з оточуючими природно-територіальними комплексами, тобто урбанізована територія розглядається як складова територіальних систем регіонального масштабу і джерело антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище (*критерій екологічності міста*).

Відповідно до цього формуються набори екологічних характеристик для розрахунку критеріїв якості природної складової урбанізованих територій та визначається вага кожної характеристики (табл. 2.1). Запропоновані критерії якості природної складової

урбанізованих територій визначаються для міст з населенням від 10 до 250 тис. осіб, відповідно до чого поставлені градації кількісних оцінок екологічних характеристик. Кількість градацій для кожної екологічної характеристики дорівнює 4.

Таблиця 2.1 – Набори екологічних характеристик у складі критеріїв якості природної складової урбанізованої території

№ з/п	Критерій якості природної складової урбанізованої території з позицій внутрісистемних зв'язків		Критерій якості природної складової урбанізованої території з позицій зовнішніх зв'язків	
	екологічна характеристика	αi	екологічна характеристика	αi
1	якість атмосферного повітря	0,30	техногенний вплив на атмосферне повітря	0,30
2	якість води водних об'єктів	0,25	техногенний вплив на водні об'єкти	0,25
3	якість ґрунту	0,10	озеленення	0,15
4	озеленення	0,15	відходи	0,20
5	екологічна безпека техногенного комплексу	0,20	екологічна безпека техногенного комплексу	0,10

Значення першого критерію якості природної складової урбанізованої території дозволяє охарактеризувати екологічні умови: 1) $1{,}0 < K \leq 2{,}0$ (несприятливі); 2) $2{,}0 < K \leq 3{,}0$ (помірно несприятливі); 3) $3{,}0 < K \leq 4{,}0$ (сприятливі). Значення другого критерію говорить про рівень техногенного навантаження: 1) $1{,}0 < K \leq 2{,}0$ (високий); 2) $2{,}0 < K \leq 3{,}0$ (середній); 3) $3{,}0 < K \leq 4{,}0$.

Індикатори якості довкілля. Розробка системи екологічних індикаторів та індексів є активним напрямком наукових досліджень у світі. Зазначимо, що основною метою формування систем показників є оцінка сталості розвитку світу та його окремих регіонів з використанням уніфікованих, комплексних підходів. На сьогодні розроблена велика кількість екологічних індикаторів та індексів:

індекс стійкого розвитку, індекс екологічної уразливості територій, індекс екологічної стійкості тощо.

Більш детально розглянемо такі індикатори, які можна використовувати як інструмент для оцінювання якості навколишнього природного середовища або окремих компонентів.

Індикатор – це параметр або значення параметра, яке вказує, дає інформацію або описує стан явища, довкілля, території в значно більшій мірі, чим саме значення параметра. Під *індикатором* мають на увазі показник (що виводиться з первинних даних, які зазвичай не можна використовувати для інтерпретації змін); що дозволяє судити про стан або зміну певного явища або процесу.

Зазвичай індикатори описують явища або стани НПС і завжди вказують на щось, що перебуває поза прямим розглядом. Існує безліч причин, що пояснюють це: безпосереднє спостереження інколи є дуже дорогим; область спостереження, що знаходиться поза прямим розглядом, є майбутньою.

Мета розробки та застосування індикаторів полягає у наступному: 1) індикатори використовують для обґрунтування рішення, яке приймають; 2) індикатори допомагають інтерпретувати зміни; 3) використання індикаторів дозволяє виявляти недоліки в природокористуванні; 4) індикатори дозволяють полегшити доступ до інформації для різних категорій користувачів; 5) індикатори полегшують обмін науково-технічною інформацією; 6) індикатори виконують комунікативну функцію, тобто інформують спільноту щодо можливих екологічних загроз.

Індекс – це набір згрупованих або зважених параметрів або індикаторів. *Параметр* – це властивість, яку можна відмітити або виміряти.

Широкого поширення у світі набули система екологічних індикаторів, розроблена Організацією Економічного Співробітництва та Розвитку. Система індикаторів базується та моделі «вплив – стан – реакція». Людська діяльність чинить «тиск» на довкілля і впливає на якість та кількість природних ресурсів («стан»); суспільство реагує на ці зміни через природоохоронну, загальноекономічну та галузеву політику і через зміни в суспільній свідомості і поведінці («реакція на тиск»).

«Вплив» включає опосередкований і прямий вплив (тобто використання ресурсів і розміщення забруднювальних речовин та відходів). Показники екологічного тиску тісно пов'язані з характером виробництва і споживання, досить часто вони відображають інтенсивність забруднення або використання ресурсів, а також обумовлені цими процесами тенденції і зміни за певний період часу.

«Стан» пов'язаний з якістю довкілля та кількістю і якістю природних ресурсів. Ці індикатори відображають кінцеву мету природоохоронної політики. Показники екологічного стану створені з таким розрахунком, щоб давати огляд екологічної ситуації і її розвиток у часі. Прикладами їх є: концентрації забруднювальних речовин в навколишньому природному середовищі; перевищення критичних навантажень; вплив певного рівня забруднення на населення або зниження якості довкілля і пов'язаний з цим вплив на здоров'я людей; стан флори і фауни та запасів природних ресурсів.

Показники «реакції» відображають реакцію суспільства на екологічні проблеми. Вони пов'язані з колективними та індивідуальними діями і реакціями, спрямованими на пом'якшення, адаптацію або попередження негативного впливу на довкілля, викликаного людською діяльністю, або на збереження природи і природних ресурсів. Прикладами показників суспільної реакції є: витрати на охорону довкілля, природоохоронні податки і субсидії, структура ціноутворення, частка ринку, що припадає на екологічно чисті товари і послуги, темпи скорочення забруднення, рівень вторинної переробки продуктів.

Виділяють також ще одну групу індикаторів – індикатори «впливу». Індикатори «впливу» виражають наслідки від змін у стані довкілля для тих, хто прямо або побічно використовує ресурси довкілля. Як приклади можна привести індикатори, що впливають на здоров'я, витрати на очищення стічних вод, зміни в сільськогосподарській продуктивності орних земель. Індикатори впливу також включають тимчасові параметри і індекси впливу на аспекти людського добробуту.

Структура екологічних індикаторів включає: 1) індикатори навантаження на навколишнє природне середовище; 2) індикатори

екологічних умов (якість і кількість природних ресурсів); 3) індикатори зворотної реакції (громадська реакція).

Призначення індикаторів Організацією Економічного Співробітництва та Розвитку: моніторинг прогресу в галузі охорони довкілля; аналіз ефективності природоохоронної діяльності; стан досягнення сталого розвитку; інформування громадськості.

Набір ключових індикаторів. Нижче представлені п'ять ключових індикаторів за *схемою «проблема, пов'язана із забрудненням – індикатор»*:

1) зміна клімату – емісія діоксиду вуглецю;

2) руйнування озонового шару – індекси існуючого рівня споживання озоноруйнуючих речовин;

3) якість атмосферного повітря – емісія оксидів сірки і азоту;

4) утворення відходів – інтенсивність утворення твердих побутових відходів;

5) якість прісної води – величина очищення стічних вод.

П'ять ключових індикаторів за *схемою «природні ресурси і потенціал – індикатор»:*

1) ресурси прісної води – інтенсивність використання прісної води;

2) лісові ресурси – інтенсивність використання лісових ресурсів;

3) рибні ресурси – інтенсивність використання рибних ресурсів;

4) енергетичні ресурси – інтенсивність використання енергії;

5) біорізноманітність – кількість зникаючих видів.

Розглянемо набір *індикаторів для проблеми зміни клімату:*

Індикатори навантаження на довкілля:

- емісія метану;
- використання фреону 11 і 12;
- емісія закису азоту.

Індикатори екологічних умов:

- концентрація парникових газів в атмосфері;
- середня температура.

Індикатори соціальної реакції:

- ефективність використання енергії;
- енергоємність;
- податок на енергію/діоксид вуглецю;

- витрати на енергоефективні технології, альтернативні види енергії, дослідження зміни клімату.

Одним з широко застосовуваних індикаторів є екологічний відбиток.

Комплексні показники стану глобальної екосистеми. Кількість наявних природних ресурсів та величина їх споживання, а також стан біологічного різноманіття планети є важливими показниками при оцінці сталості розвитку людства.

Звіт про Живу Планету допомагає зрозуміти взаємозалежність людей і природи за допомогою індикаторів, які відображають біорізноманіття, людські потреби у відновлюваних ресурсах та природні послуги.

Індекс Живої Планети: відстежує загальні зміни у популяціях різних видів тварин, віддзеркалюючи зміни у біорізноманітті та, отже, здоров'ї екосистем Планети, починаючи з 1970 року, коли почався збір даних.

Екологічний відбиток: слідкує за вимогами людства до екосистем, шляхом виміру біологічно продуктивних ділянок суходолу та моря, необхідних для вироблення відновлюваних ресурсів, які використовує людина, місця для розміщення інфраструктури та поглинання викидів CO_2, спричинених людською діяльністю.

Біопродуктивність: вимірює наявні біологічно продуктивні ділянки землі та води, які постачають відновлювані ресурси та поглинають CO_2.

Водний відбиток виробництва: оцінює використання води у різних країнах.

Картування природних послуг: надає інформацію про те, у яких регіонах світу локалізовані природні послуги та де вони використовуються, де природні послуги є найбільш жаданими, та де деградація екосистем найбільше вплине на людей.

Індекс живої планети (LPI) – показник, розроблений для моніторингу стану біологічної різноманітності планети. Він відбиває тенденції, що спостерігаються у великій кількості популяцій різних видів. Індекс живої планети базується на тенденціях, які спостерігаються майже в 5000 популяціях 1686 видів ссавців, птахів,

плазунів, земноводних і риб у всьому світі. Зміни в чисельності популяцій окремих видів усереднюються і виражаються у відносних одиницях. За базу порівняння (значення 1,0) прийнятий показник 1970 р.

Глобальний індекс живої планети є результатом агрегації двох індексів – для помірної зони (включаючи полярні області) і тропічної зони, – яким присвоєні рівні ваги. У рамках кожного з двох індексів рівні ваги присвоєні загальним показникам для наземних, прісноводих і морських видів. Індекс розраховується для різних видів (морські, наземні, прісноводі) і територій (тропічних лісів, посушливих територій тощо). З 1970 по 2015 рр. індекс живої планети знизився на 28%.

Тенденції у тропічних та помірних популяціях сильно відрізняються: тропічний Індекс Живої Планети зменшився на 60 %, у той час як помірний Індекс зріс майже на 30 %. У популяціях тропічних річкових видів спостерігається спад у розмірі майже 70 %.

Екологічний відбиток – це площа біологічно продуктивної території/акваторії, необхідної для виробництва використовуваних людиною ресурсів і асиміляції відходів. При визначенні екологічного відбитку враховують:

1) площу територій та акваторій, необхідних для забезпечення споживання природних ресурсів і послуг: продовольства, волокон, деревини, морепродуктів;

2) площу територій, зайнята інфраструктурою (житловий фонд, промисловість, транспорт тощо);

3) площу територій, необхідних для асиміляції відходів. На даний момент враховують відходи у CO_2 еквіваленті, тому цю складову іноді називають «вуглецевий відбиток». Його оцінюють як покрита рослинністю територія для поглинання діоксиду вуглецю, що виділяється при спалюванні викопного палива.

Величина екологічного відбитку країни визначається чисельністю населення, середнім обсягом споживання та ресурсоємністю товарів та послуг, що споживаються населенням. До десятки країн з найбільшим екологічним відбитком на людину входять: Катар, Кувейт, Об’єднані Арабські Емірати, Данія, США, Бельгія, Австралія, Канада, Нідерланди та Ірландія. Загальний

екологічний відбиток країни залежить не тільки від персонального відбитка, але й від кількості жителів країни. Наприклад, країни з відносно невеликим персональним відбитком, такі як Китай чи Індія, мають великий відбиток на національному рівні, тому що населення цих країн дуже численне.

Біопродуктивність – це площа біологічно продуктивної території/акваторії (орних земель, пасовищ, лісів і рибопромислових зон), яка може використовуватися для задоволення потреб людей.

Біопродуктивність країни визначається двома факторами: ділянки орної землі, пасовищ, лісів та багатих рибою водних об'єктів, розташованих у межах країни, а також продуктивністю цих ділянок та об'єктів.

Біопродуктивність нерівномірно розподілена по країнах світу. Вісім країн з найбільшою біопродуктивністю – це США, Бразилія, Китай, Канада, Індія, Аргентина і Австралія. Вони мають у розпорядженні половину світової біопродуктивності. Біопродуктивність на душу населення залежить від абсолютних значень показника та кількості населення. Найвищу мають такі країни: Габон (29,3 га), Болівія (18,8 га), Монголія (15,1 га), Австралія (14,7 га), Конго (13,3 га).

Екологічний відбиток людства уперше перевищив загальну біопродуктивність Землі в 80-х роках минулого століття, і з цієї миті перевитрата продовжує збільшуватися.

У 2017 р. глобальний екологічний відбиток склав 18 млрд глобальних гектарів (гга), або 2,7 гга на людину (глобальний гектар є гектаром з середньою по земній кулі здатністю до виробництва ресурсів і асиміляції відходів). У той самий час загальна площа продуктивних територій і акваторій планети, або біопродуктивність, склала 11,9 млрд гга, або 1,8 гга на людину. Тобто вимоги людини перевищують можливості планети на 50 %. Це означає, що планеті потрібно 1,5 роки, щоб відновити ресурси, які людство споживає за рік. У 2017 р. людство використало еквівалент 1,5 планет для підтримки своєї життєдіяльності.

Аналіз екологічного відбитка у розрахунку на людину (персональний відбиток) показує, що жителі різних країн значно відрізняються за рівнем споживання і вимог до екосистем Землі.

Наприклад, якщо кожна людина світу буде жити, як середньостатистичний громадянин Арабських Еміратів, тоді нам знадобиться більше 4,5 планет, щоб задовольнити свої потреби та поглинути викиди вуглекислого газу. Навпаки, якщо кожен буде споживати як середньостатистичний житель Індії, людство буде використовувати менше половини біопродуктивності Планети.

Всесвітня мережа екологічного сліду (*GFN*) запропонувала найважливіші екологічні поняття:

1) країни – екологічні кредитори/донори/благодійники;

2) *країни – екологічні дебітори/боржники/паразити*.

До першої групи відносяться країни, для яких величина екологічного відбитку вища за біопродуктивність. До другої – ті країни, біопродуктивність території яких вища за їх екологічний відбиток.

Три з семи країн з найбільшою біопродуктивністю – США, Китай і Індія є «екологічними боржниками». Це означає, що національний екологічний слід перевищує їх власну біопродуктивність. Інші чотири країн є «екологічними кредиторами» – Бразилія, Канада, Аргентина, Австралія.

На 2020 р. екологічний відбиток України складав 3,2 га на людину (показник зріс з 2,9 га на людину з 2010 року), що перевищує середньосвітовий показник у 2,7 га. Біопродуктивність України становить 2,23 га на людину (у 2010 році він складав 1,8 га), що трохи вище середньосвітового показника у 1,78 га. Якщо всі жителі світу споживатимуть як українці, нам знадобиться трохи більше 1,4 планети.

Згідно з Глобальним Індексом Живої Планети, зниження біорізноманіття починаючи з 1970 було найшвидшим в країнах з низькими доходами. Це демонструє, як найбідніші і найбільш уразливі країни субсидують спосіб життя багатих країн. Зниження біопродуктивності (здатність регіону у відновленні ресурсів) примусить країну імпортувати основні ресурси від іноземних екосистем, що потенційно спричинить довгострокові збитки останнім.

Контрольні питання до розділу 2

1. Що таке «системний підхід»?
2. Які основні принципи системного підходу?
3. У чому полягає суть системного аналізу?
4. Які основні етапи системного аналізу?
5. Що таке «дерево цілей»?
6. У чому полягає суть методу експертних оцінок?
7. У чому полягає суть Дельфі?
8. У чому полягає суть методу сценаріїв?
9. У чому полягає суть SWOT-аналізу?
10. Які основні інструменти системного аналізу навколишнього середовища?
11. Вкажіть, що є предметом екологічної оцінки?
12. Що таке «скоупінг»?
13. З чого починається процес екологічної оцінки?
14. Яка основна мета контролю якості екологічної оцінки?
15. Який з методів використовується для проведення процедури скринінгу?
16. Які шляхи залучення громадськості до екологічної оцінки?
17. Що належить до методів пом'якшення негативних впливів?
18. Які Ви знаєте методи генералізації альтернатив?
19. У чому суть екологічного аудиту?
20. Що таке «екологічний аспект»?
21. Які індикатори антропогенних перетворень в ландшафтах?
22. Які показники антропізації ландшафтів?
23. Які показники ступеню забрудненості території?
24. Які принципи комплексної оцінки якості природної складової урбанізованих територій?
25. Які індикатори якості довкілля?
26. Що таке «індекс живої планети»?
27. Що таке «екологічний відбиток країни»?

РОЗДІЛ 3
МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД В ОЦІНЮВАННІ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

3.1. Досвід міжнародної спільноти в оцінюванні якості навколишнього середовища

У ряді документів Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй («United Nations Development Programme UNDP. Empowered Youth, Sustainable Future. UNDP Youth Strategy 2014-2017» (2014), «Governance Indicator: A User's guide» (2007), «Indicators for Monitoring the Millennium Development Goals: Definitions, Rationale, Concepts and Sources» (2003), підкреслено, що з кожним роком зростає необхідність виміру за певними показниками аспектів життєдіяльності та розвитку людства.

У документі «World Development Indicator 2014» для 187 країн світу був розрахований індекс розвитку людства (Human Development Index) у вигляді безрозмірного числа в діапазоні від 0 до 1. Для його обчислення бралися до уваги чотири показники – тривалість життя, навчання у школі, прогнозована тривалість навчання протягом усього життя, значення валового національного продукту (ВНП, доларів).

Безперечно, що результат у вигляді числа, яке характеризує певний процес людського розвитку чи діяльності можна вважати значним досягненням. Однак, на цьому процес оцінювання зупиняється: отримані розрахунки по кожній державі за певним набором індикаторів систематизуються у таблиці і надаються громадськості для ознайомлення на офіційному сайті міжнародної організації. Відтак, невідомо – чи це проміжний етап у представленні остаточного результату чи завершальний у методиці визначення індексу розвитку.

У багатьох випадках результат є лише частково репрезентативним по відношенню до досліджуваного об'єкта, бо держави із двох наданих їм рекомендацій від міжнародних організацій найчастіше використовують тільки одну – розроблений перелік чи систему індикаторів просто імплементують у свою законодавчу базу. У той час як Принцип Декларації ООН з навколишнього середовища та розвитку чітко говорить про те, що

уряди мають враховувати місцеві (власні) умови розвитку при його подальшому плануванні та оцінюванні.

Аналіз міжнародних доповідей та джерел інформації на предмет якісного характеру індикаторів (економічні, соціальні, екологічні) довів, що сьогодні увага акцентується на соціально-економічних показниках розвитку, у той час як екологічні усунено на другий план. Крім цього, у поясненнях до текстів доповідей та статистичних звітів не знайдено пояснення універсальності індикаторів. Досить імовірно, що темпи розвитку розвинутих країн (регіонів) вони характеризують краще, ніж держав, що розвиваються.

3.2. Кількісна характеристика екологічної складової в документах із розвитку

Оскільки екологічна складова розвитку визнана на міжнародному рівні рівнозначною за вагомістю економічній та соціальній, доцільно навести результати аналізу частки екологічних індикаторів у документах з розвитку глобальних міжнародних організацій.

На Другому міжнародному семінарі зі сталого зростання у Азіатсько-Тихоокеанському регіоні було зазначено, що усі глобальні екологічні індекси (Environmental Sustainability Index, Environmental Performance Index, Ecological Footprint, Happy Planet Index, Resource and Environment Performance Index) не виправдали себе.

У звіті «Indicators for Sustainable Development Goals» зазначено, що індикаторів, як і цілей сталого розвитку, має бути небагато і вони повинні легко сприйматися звичайними людьми і науковими колами. Загалом, у документі пропонується 100 індикаторів, серед яких лише 10–13 відноситься до екологічних. Segnestam L. для оцінювання екологічної складової сталого розвитку пропонує 13 із 38 індикаторів. У Gennari P. – 32 із 54 відповідно.

Аналіз звіту Європейської комісії «Sustainable Development Indicator: An Overview of relevant Framework Programme funded research and identification of further needs in view of EU and international activities» підтвердив, що сьогодні відбувається активна робота щодо формування систем індикаторів сталого розвитку. Так, у багатьох країнах Європи різниться їх кількість і склад в невеликій мірі варіює.

У доповіді ООН «Human Development Report. Sustaining Human Progress: Reducing Vulnerabilities and Building Resilience» наголошується на тому, що багато держав, особливо з групи із високим HDI (в т. ч. Україна), сьогодні розвиваються шляхом несталого розвитку. Зі 140 країн, за наявними статистичними даними, у 82 такий індекс розвитку як «екологічний слід» перевищує глобальні відновлювальні можливості Землі. У той же час, серед наведених індикаторів оцінювання сталого розвитку, тільки 16 зі 190 характеризують екологічну складову розвитку. Тобто, приблизно 8 %.

При аналізі документу «Guidelines for the Preparation and Reporting on Globally-relevant SLM Impact Indicators for Project-level Monitoring» Інституту води, навколишнього середовища і здоров'я ООН, виникає питання сумації індикаторів з різними параметрами вимірювання. Тут приведено перелік галузевих індексів для оцінювання сталого розвитку та методики їх використання, серед яких зовсім не зустрічається слово «ecology» або його спільнокореневі, а слово «environment» лише декілька разів. Причому там, де пропонується методика оцінювання сталості використання ресурсів довкілля, підходи відрізняються один від одного.

У підсумковому звіті Інституту економіки та миру, який був націлений на формування системи індикаторів для країн, які найчастіше потерпають від стихійних лих та конфліктів внутрішнього або зовнішнього характеру, запропоновано 17 індексів та індикаторів, серед яких жодного екологічного. Тобто можна стверджувати, що ця робота була проведена в рамках антропоцентричного підходу – збереження життя і здоров'я людей без урахування екологічної складової розвитку, яка, безумовно, присутня і в питаннях військового характеру, і під час дослідження закономірностей генезису певних видів стихійних лих.

Повертаючись до документів Світового Банку, то з точки зору кількості індикаторів за кожною складовою сталого розвитку можна казати про врахування принципу їх рівноцінності. Оскільки розвиток більшості країн світу оцінюється за 110 екологічними, 104 економічними та 167 соціальними показниками. Однак про якість проведеної оцінки казати ствердно не можна з двох причин. По-перше, немає можливості ознайомитися з алгоритмом оцінювання.

По-друге, у переліку індикаторів трапляються і ті, що дублюють один одного (наприклад, викиди монооксиду вуглецю розглядаються з декількох сторін: загальнодержавні, секторальні, за джерелами викиду), і невідомо, яким чином вони враховуються у подальшій процедурі оцінювання. Виникає питання, чи потрібно їх так диференціювати (до точкових) або синтезувати (загальнодержавний рівень), якщо оперування таким масивом даних призводить у кінцевому результаті до суттєвих помилок в обчисленні поточного екологічного стану і його прогнозуванні.

3.3. Актуальність розробки нових методів та «прокляття розмірності» у статистиці

Відтак, важливим питанням є розробка об'єктивної системи індикаторів і визначення їх кількості. У роботах науковців наголошується на тому, що розвиток електронно-обчислювальних машин сприяє поширенню математичних моделей, які спрямовані до максимально адекватного розгляду об'єкта за рахунок розширення кількості досліджуваних процесів і більш детального їх опису. Це вже призвело до того, що математичні моделі нараховують інколи сотні змінних і параметрів, вони стають громіздкими і коштовними, а їх створення можливе лише на базі багаторічних досліджень великих груп вчених. Тому, виникає типова ситуація «прокляття розмірності»: спрямування до більш точного розгляду екосистеми штовхає на збільшення кількості врахованих факторів та процесів. Проте чим більше їх містить модель, тим складніше з нею працювати, стверджувати про її адекватність. Такі моделі дають помилку, що є наслідком накопичення як суто обчислювальних похибок, так і неточностей у вимірах параметрів та початкових умов, і ці помилки можуть приводити до катастрофічних невідповідностей у модельних прогнозах. Наявність у простих екологічних моделях динамічного хаосу робить його дуже ймовірним.

Щодо методик оцінювання сталого розвитку, то аналіз міжнародних документів показує переважно низький рівень врахування екологічної складової. Нині соціально-економічні індикатори розвитку значно превалюють над екологічними, що доводить невідповідність нинішніх дій міжнародної наукової

спільноти задекларованим положенням у галузі сталого розвитку, і неврахування інтересів екологічних систем у розвитку людської цивілізації.

Поряд із погіршенням стану навколишнього середовища, це дозволяє стверджувати про необхідність перегляду існуючих принципів розвитку в бік переорієнтації їх з економічних і соціальних інтересів на потреби природних екосистем, від цілісності і функціонування яких, повністю залежить будь-який аспект існування людства.

Прямий взаємозв'язок економіки та стану довкілля полягає у тому, що деградація екосистемних послуг являє собою втрату основних фондів сучасної економіки. З огляду на це, у 2005 році на Всесвітньому саміті ООН було зазначено, що викорінення бідності, зміна моделей споживання і виробництва, а також охорона і раціональне використання природної ресурсної бази в інтересах соціальноекономічного розвитку є найголовнішими і основними потребами сталого розвитку. Питання екологічної безпеки екосистем є пріоритетним під час вирішення проблеми бідності з прив'язкою до конкретних природно-кліматичних умов.

3.4. Якість навколишнього середовища в контексті сталого розвитку біосфери

Проблема забезпечення та оцінювання сталого розвитку сьогодні є дуже актуальною. Підтвердженням цього є численні офіційні документи різного рівня та наукові роботи вчених багатьох країн світу. Пояснюється це зростанням антропогенного навантаження на біосферу, що найбільш яскраво виявляється через експоненціальне зростання кількості населення та, у більшості країн світу, наслідками екстенсивного ведення господарства. Зокрема у Human Development Report 2014 зазначено, що багато країн, особливо із групи з високим індексом людського розвитку, сьогодні розвиваються шляхом несталого розвитку. Наприклад, зі 140 країн, за наявними статистичними даними, у 82 такий індекс розвитку як «екологічний слід» перевищує глобальні відновлювальні можливості Землі.

Особливо важливим це питання є для України, яка сьогодні

намагається знайти оптимальний шлях розвитку в умовах пролонгованого нестабільного економічного, соціального, екологічного стану території держави. Саме ресурсоємність промисловості, відповідно до Національної парадигми сталого розвитку України, є однією з основних причин значного негативного впливу людини на довкілля.

Якщо від початку незалежності нашої держави спостерігалися підйоми економічних показників, наприклад у 2000–2007 та 2010–2013 роках, то стан навколишнього природного середовища постійно погіршувався. Тільки темпи цього процесу були різної швидкості. І незалежно від того, які і якої якості програми розвитку в екологічній сфері приймалися, які люди були на керівних посадах, завжди прослідковувався регрес стану довкілля. Звідси важливо підкреслити – економіці ніяким чином не можна надавати пріоритети в розвитку, адже вона є природною складовою сутності людини, яка сама є частиною природи.

Питаннями теоретичного та практичного забезпечення сталого розвитку, гармонійного співіснування людини і природи, займалися такі вітчизняні вчені, як В. М. Згуровський, В. М. Трегобчук, С. І. Дорогунцов, В. М. Шмандій, М. А. Голубець, В. В. Добровольський, І. М. Джигирей, О. М. Ральчук, та багато інших вчених.

Кожен із дослідників по-своєму обґрунтовує роль та місце людини у процесі переходу до сталих моделей господарювання. Однак основною і переважаючою думкою є те, що соціально-економічний розвиток має бути побудований на врахуванні продуктивних можливостей біосфери без порушення її цілісності та закономірностях функціонування на глобальному та локальному рівнях. Автори зазначають, що «природоохоронні, екологобезпечні й ресурсозбережувальні напрями НТП повинні бути пріоритетними в усіх галузях і сферах економіки».

Одним із ключових висновків міжнародної спільноти, яке покладено в основу даного дослідження є те, що людина – частина природи. У Всесвітній хартії природи вказується на те, що потреби кожної людини можна задовольнити тільки у випадку забезпечення відповідного і безперервного функціонування природних систем, які є джерелом енергії та поживних речовин. Людство значною мірою

залежить від тих природних ресурсів, які виробляють екосистеми. У контексті цього, відзначимо п. 7, який дозволив провести паралелі між вимогами Організації Об'єднаних Націй (ООН) до охорони природи та станом справ у вітчизняній нормативній базі. У ньому задекларовано, що при плануванні і провадженні діяльності у сфері соціальноекономічного розвитку необхідно належним чином враховувати, що охорона природи є складовим елементом цієї діяльності. У п. 16 сказано, що під час розробки будь-якого плану розвитку, стратегія охорони природи має бути однією із його основних складових.

У документах «Порядок денний на XXI століття» та «Майбутнє, якого ми прагнемо» підтверджено прилеглість до викладених вище положень. У першому – принципами 4 (для досягнення сталого розвитку, охорона навколишнього середовища має бути невід'ємною складовою процесу розвитку і не може розглядатися окремо від нього) та 25 (світ, розвиток і охорона довкілля є взаємозалежними і неподільними), а у другому – пунктами 1, 5, 6 та 7.

Однак найбільш вагомими, з точки зору значення екологічної складової у розвитку людства, є висновки програми ООН «Оцінка екосистем на порозі тисячоліття» (ОЕ). На відміну від інших документів, у результатах ОЕ викладено основний «екологічний» понятійно-категоріальний апарат, оцінено ступінь впливу змін стану екосистем на добробут людини і визначено наукові основи прийняття заходів, необхідних для посилення природоохоронної діяльності і сталого використання цих екосистем.

Так, у звіті 2005 року «Ecosystem and human well-being: a framework for assessment» визначено, що екосистема – це динамічний комплекс угрупувань рослин, тварин та мікроорганізмів і неживого навколишнього середовища, які взаємодіють між собою як функціональна єдність. Вони можуть значно варіюватися за розмірами. Аналогічні за змістом формулювання зустрічаємо також у Акимової Т. А., Білявського Г. О., Дедю І. І., Одума Ю.,Реймерса Н. Ф. Люди є інтегральною частиною екосистем. Тобто не можна розглядати їх окремо від довкілля.

У «Ecosystem and human well-being: a framework for assessment» подано тлумачення поняття «екосистемні послуги» («ecosystem

services»). За визначення ООН, це вигоди, які люди отримують від екосистем. Вони включають забезпечувальні (продовольство та вода), регулювальні (регулювання повіней, посух, деградації земель і захворювань), підтримувальні (ґрунтоутворення і колообіг поживних речовин) і культурні (рекреаційні, духовні, релігійні та інші нематеріальні вигоди).

Зазначимо наявність тлумачення поняття «екологічної безпеки» у ОЕ, яка є основоположним поняттям у процесі системного аналізу якості навколишнього середовища. Під екологічною безпекою розуміється мінімальний рівень екологічних ресурсів (екологічно безпечний залишок), що забезпечує сталий потік екосистемних послуг. Необхідно звернути увагу на наступний аспект: при поєднанні слова «мінімальний» і словосполучення «екологічно безпечний залишок» зміст екологічної безпеки повністю відповідає вимогам антропоцентричної моделі розвитку людства (коли людина визнана центральним елементом піклування в процесі розвитку), а не сталим моделям природокористування. Останні мають на увазі раціоналізацію та економічну доцільність використання будь-якого природного ресурсу. Тому, при аналізі наведеного ОЕ поняття, виникає інша проблема – не можна спрогнозувати, що буде з екологічною системою, якщо її протягом тривалого часу тримати на мінімумі, необхідному для продукування певного ресурсу. По аналогіїі, якщо тривалий час експлуатувати двигун автомобіля на низьких обертах для того, щоб перевезти максимально можливу кількість вантажу, у недалекому майбутньому це призведе до виходу з ладу технічного пристрою.

Поняття «безпека» окремо тлумачиться авторами «Оцінки екосистем» як доступ до ресурсів, відсутність ризику і можливість жити в передбачуваному та контрольованому середовищі. І об’єктом безпеки у цьому визначенні є людина, а не екосистема.

В іншому підсумковому звіті програми ООН («Ecosystem and human well-being: Synthesis») під безпекою розуміється безпечний доступ до природних та інших ресурсів, особисту безпеку і захищеність від природних та антропогенних катастроф. З контексту очевидно, що це визначення «безпеки» також орієнтоване на людину.

У ряді документів підкреслено наслідки від неврахування

екологічної складової у процесі планування розвитку. Так, у «Ecosystem and human well-being: a framework for assessment» зазначено, що внаслідок інерції як екологічних, так і людських систем наслідки сьогоднішніх екосистемних змін можуть не відчуватися протягом десятиріч. Забезпечення сталості екосистемних послуг потребує повного розуміння і мудрого управління взаємовідносинами між людською діяльністю, екосистемними змінами і благополуччям у короткостроковій, середньостроковій та довгостроковій перспективі. Нераціональне управління і відсутність безпеки може підірвати прогрес в економічних, соціальних та екологічних цілях.

У підсумках п'ятої конференції міністрів «Навколишнє середовище для Європи. Екологічна стратегія для країн Східної Європи, Кавказу та Центральної Азії: стратегічні межі» (Київ, 2003), говориться про те, що за останні десять років у світі, зокрема і на міжнародному рівні, були прийняті важливі кроки з реформування природоохоронної політики, законів та установ. Однак ці реформи не дозволили вирішити задачу по зменшенню ризику нанесення шкоди здоров'ю людини і деградації екосистем. Тому сьогодні існує потреба в пріоритезації існуючих природоохоронних планів і стратегій.

Інший бік досліджуваної проблеми сьогодні полягає у тому, що більшість «моделей соціальних систем» фокусуються на економічній ефективності і оптимальності з точки зору технології використання природних ресурсів. Для того, щоб добути природний ресурс і отримати користь від його використання, необхідно не порушувати умов його утворення у довкіллі. Відтак можна казати про тісний взаємозв'язок добробуту людства і безпеки природних систем.

На цей рахунок у 2012 році у Ріо-де-Жанейро була підкреслена необхідність непорушення природних екологічних процесів, які забезпечують підтримку систем виробництва продовольства. Захист природного багатства вже не можна розглядати як один з варіантів. Цей захист повинен прийняти пріоритетне значення, яке в даний час відводиться питанням створення національного багатства або забезпечення нацбезпеки.

Людство, за визначенням В. І. Вернадського, ще у першій половині XX століття стало «другою (після природи) геологічною силою» в біосфері, діяльність якої значно змінює навколишні

ландшафти, кількість та якість ресурсів довкілля. Науковці пропонують принцип екологічно безпечного співіснування людини і природи – людина, як один із біологічних видів, не має права на знищення (мається на увазі вимирання) інших. Можна дистанціюватися від природи, але неможливо це зробити по відношенню до тих послуг, які вона надає. Усі вигоди, одержувані від освоєння природи, були досягнуті за рахунок виснаження її ресурсів.

Історія розвитку людства – це історія зміни природних систем планети задля забезпечення ще більш зручного і комфортабельного способу життя та задоволення потреб населення, що постійно зростає. Разом з тим, протягом всієї історії людства ще не було періоду, під час якого зміни в біологічному механізмі нашої планети носили б настільки інтенсивний характер, як у другій половині XX століття. Наприклад, об'єм водозабору з річок та озер для зрошення полів, задоволення потреб промисловості та водопостачання домашніх господарств після 1960 року подвоївся. Обсяг води, що огороджена дамбами, за той самий період виріс у чотири рази, і зараз у штучних водоймах міститься більша кількість води, ніж у вільно текучих річках.

Резюмуючи вище наведений аналіз інформації, можна зробити висновок, що необхідність захисту екосистемних послуг навряд чи буде користуватися пріоритетною увагою до тих пір, поки їх використання буде позиціонуватися як безкоштовне і нескінченне. Ефективною буде та політика, яка в контексті всіх економічних рішень буде враховувати пов'язані з ними витрати для живої природи.

Справедливим вважаємо ототожнення понять «екологічна складова сталого розвитку» та «екологічна безпека» з огляду на те, що остання формує базу існування першого, і тією чи іншою мірою присутня у кожній сфері діяльності людини. І найголовніше те, що не зважаючи на появу нових нормативів та стандартів в галузі охорони навколишнього середовища та природокористування, погіршення його стану продовжується. Тому необхідним є обґрунтування пріоритетності екологічної безпеки в процесі розвитку соціоекосистем та розробка нових методів оцінювання стану навколишнього середовища.

Контрольні запитання до розділу 3

1. Який основний метод оцінки якості навколишнього середовища використовується сьогодні на міжнародному рівні?

2. Дайте характеристику поняття «індикатор».

3. Які глобальні екологічні індекси Ви знаєте? Чи можуть бути вони застосовані на рівні держави чи регіону?

4. Назвіть переваги та недоліки сучасного індексного підходу до оцінки якості довкілля.

5. Що таке «екосистемні послуги»? Наведіть приклади.

6. Яким чином пов’язані «економічне виробництво», «соціум» та «навколишнє середовище»?

7. Що таке «прокляття розмірності» у статистиці?

8. Яке місце, відповідно до тексту міжнародних документів, займає екологічна складова в розвитку людства? Чому саме так?

9. У чому полягає проблема визначення пріоритетів у природокористуванні між господарським комплексом людини і природними комплексами?

10. Що розуміється під поняттям «екосистемні послуги»? Для чого його ввели і з якою метою?

11. Чи є зв’язок між поняттями «екологічна безпека» та «якість навколишнього середовища»? Відповідь обґрунтуйте.

12. Як Ви вважаєте, чи реалізовано на практиці задекларовані принципи системного аналізу у концепції сталого розвитку людства? Який стан цього процесу в різних куточках світу? Відповідь обґрунтуйте.

РОЗДІЛ 4
МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Методологія і методика захисту об'єктів навколишнього середовища: вітчизняний та світовий досвід

Під методами захисту навколишнього природного середовища розуміють комплекс технологічних, технічних і організаційних заходів, спрямованих на зниження або повне виключення антропогенного забруднення біосфери. Універсальних методів зазвичай не існує, тому радикально розв'язати проблему забруднення навколишнього природного середовища на сьогоднішній технічній стадії розвитку людства неможливо (згадаєте рівень споживання ресурсів і кількість відходів, масштаби впливу на навколишнє природне середовище). Так, тільки поєднання декількох раціонально підібраних і науково обґрунтованих заходів у кожному конкретному випадку може привести до бажаних ефектів, результатів по захисту (охороні) навколишнього природного середовища.

Для цього використовують такі методи:

1) *технологічні* – це безпосередній вплив на технологічні процеси, які виступають джерелом забруднення, внаслідок чого з'являються нові технології (утилізації, зберігання, очищення тощо).

2) *організаційно-технічні* – зменшення концентрації і рівня забруднення на шляхах їх поширення від виробництва до біосфери, тобто використання технічних засобів захисту і проведення організаційно-планувальних заходів.

Перша група методів вирішує проблему набагато ефективніше, але досить трудомістко і значно дорожче: відбувається реконструкція підприємств, закриття старих і будівництво нових з використанням альтернативних технологій, проводять спеціальні науково-дослідні роботи, вирішують цілий ряд завдань соціально-економічного плану, наприклад, перекваліфікація працюючих, автоматизація, комп'ютеризація виробництва.

Друга група методів є більш вигідною, але вона має локальний характер дії і не знищує причину, яка викликає забруднення.

У теоретичних основах технології захисту довкілля, що

базуються на загальних законах фізичної і колоїдної хімії, термодинаміки, гідро- і аеродинаміки, вивчається фізико-хімічна суть основних процесів природоохоронних технологій. Такий системний підхід дозволяє зробити узагальнення з теорії цих процесів, застосувати до них єдиний методологічний підхід.

Залежно від основних закономірностей, що характеризують проходження процесів охорони середовища, їх поділяють на фізичні; механічні; гідромеханічні; масообмінні, хімічні; фізико-хімічні; теплові; біохімічні; процеси, ускладнені хімічною реакцією.

У фізичних процесах змінюються лише форма, розміри, агрегатний стан та інші фізичні властивості речовин. Їх будова і хімічний склад зберігаються.

До механічних процесів, основою яких є механічний вплив на тверді і аморфні матеріали, відносять подрібнення (дроблення), сортування (класифікація), пресування і змішування сипких матеріалів. Рушійною силою цих процесів є сили механічного тиску або відцентрова сила.

До гідромеханічних процесів, основою яких є гідростатичний або гідромеханічний вплив на середовища і матеріали, відносять перемішування, відстоювання (осадження), фільтрування, центрифугування. Рушійною силою цих процесів є гідростатичний тиск або відцентрова сила.

До масообмінних (дифузійних) процесів, в яких велику роль разом з теплопередачею грає перехід речовини з однієї фази в іншу внаслідок дифузії, відносять абсорбцію, адсорбцію, десорбцію, екстрагування, ректифікацію, сушіння і кристалізацію. Рушійною силою цих процесів є різниця концентрацій перехідної речовини у взаємодіючих фазах.

Хімічні процеси, що проходять зі зміною фізичних властивостей і хімічного складу початкових речовин, характеризуються перетворенням одних речовин на інші, зміною їх поверхневих і міжфазних властивостей. До цих процесів можна віднести процеси каталізу, нейтралізації, окислення і відновлення. Рушійною силою хімічних процесів є різниця хімічних (термодинамічних) потенціалів. Хімічні процеси змінюють фізичні властивості початкової сировини та її хімічний склад.

Фізико-хімічні процеси характеризуються взаємозв'язаною сукупністю хімічних і фізичних процесів, що відбуваються в матеріальній субстанції. До фізико-хімічних процесів розподіли, основою яких є фізикохімічні перетворення речовин, можна віднести коагуляцію і флокуляцію, флотацію, іонний обмін, зворотний осмос і ультрафільтрацію, дезодорацію і дегазацію, електрохімічні методи, зокрема, електричне очищення газів. Рушійна сила цих процесів – різниця фізичних і термодинамічних потенціалів компонентів, що розділяються, на межах фаз. Фізико-хімічні процеси широко застосовують при збагаченні корисних копалин, у металургії, технологіях основних хімічних виробництв, органічному синтезі, енергетиці, але особливо – в природоохоронних технологіях (пило- і газоуловлювачі, очищення стічних вод тощо).

До теплових процесів, основою яких є зміна теплового стану взаємодіючих середовищ, відносять нагрівання, охолодження, випарювання і конденсацію. Рушійною силою цих процесів є різниця температур (термічних потенціалів) взаємодіючих середовищ.

Специфічну групу складають біохімічні процеси – хімічні перетворення, що протікають за участю суб'єктів живої природи і становлять основу життєдіяльності усіх живих організмів рослинного і тваринного світу. Біохімічні процеси, в основі яких лежать каталітичні ферментативні реакції біохімічного перетворення речовин у процесі життєдіяльності мікроорганізмів, характеризуються протіканням біохімічних реакцій і синтезом речовин на рівні живої клітини. На їх використанні побудована значна частина сільськогосподарського виробництва і харчової промисловості, наприклад біотехнологія. Продуктами біотехнологічних перетворень, що проходять за участю мікроорганізмів, є речовини неживої природи. Рушійна сила цих процесів – енергетичний рівень (потенціал) живих організмів.

Приведена класифікація не є жорсткою і незмінною. У реальній дійсності багато процесів ускладнено проходженням суміжно-паралельних процесів. Наприклад, масообмінні і хімічні процеси часто супроводжуються тепловими процесами. Так, ректифікацію, сушіння і кристалізацію можна віднести до комбінованих тепломасообмінних процесів. Процеси абсорбції, адсорбції часто

супроводжуються хімічними перетвореннями. Хімічні процеси нейтралізації і окислення можна одночасно розглядати як масообмінні процеси. Біохімічні процеси супроводжуються одночасно тепло- і масообміном, а фізико-хімічні процеси – масообмінними процесами.

У окрему групу виділені процеси захисту від енергетичних впливів, що, в основному, базуються на принципах віддзеркалення і поглинання надмірної енергії основних технологічних процесів природокористування. Важливе місце в охороні і захисті довкілля займають методи і способи захисту від енергетичних впливів, включаючи захист від акустичного забруднення (шуму, інфра- та ультразвуку, вібраційних коливань), забезпечення захисту від електромагнітних полів і випромінювань (постійних і змінних електричних та магнітних полів, вивчень оптичного діапазону, іонізуючих випромінювань).

Методи запобігання забрудненню навколишнього середовища діляться на пасивні та активні.

Пасивні методи пов’язані із зменшенням концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі або водному середовищі без зміни абсолютних кількостей забруднювальних речовин, що надходять у ці середовища. До таких методів відноситься розбавлення викиду атмосферним повітрям і скиду водою природного водоймища, яке здійснюється шляхом будівництва високих труб що відводять викиди (існують труби, висота яких досягає 250 м), або глибоководних скидів.

Активні методи зниження забруднення навколишнього середовища зменшують абсолютні кількості забруднювальних речовин, розміщуваних у навколишньому середовищі. До таких методів відносяться технологічні та інструментальні методи.

До *технологічних методів зниження забруднення* навколишнього середовища відносяться:

1) перехід виробництва на нову технологію, пов’язану з утворенням меншої кількості забруднювальних речовин, що потрапляють в атмосферу і гідросферу;

2) перехід на менш ресурсо- і енергомісткі технології;

3) внесення змін у технологічний процес, які або зв’язують

забруднювальні речовини, що утворюються, або перешкоджають їх утворенню.

Якщо на сучасному рівні розвитку промислових технологій завдяки технологічних методів усунути або знизити до допустимих значень викиди або скиди шкідливих речовин неможливо, вдаються до інструментальних методів очищення.

4.2. Екологічне проектування та впровадження природоохоронних технологій

У загальному сенсі *інвестиційний природоохоронний проект* – будь-який проект будівництва нового, реконструкції, технічного переозброєння та ін. господарського об'єкту або комплексу, реалізація якого сприятиме поліпшенню стану довкілля, раціональному використанню природних ресурсів, ресурсо- і енергозбереженню.

Власне природоохоронні проекти орієнтовані на створення спеціалізованих природоохоронних потужностей (очисних споруд і установок різного типу, устаткування для ліквідації і знешкодження відходів, запобігання освіті або зменшенню кількості відходів і так далі), модернізацію, впровадження нових технологій уловлювання шкідливих речовин.

Екологічний ефект формується внаслідок зниження навантаження на повітря і водний басейни, скорочення площ, зайнятих відходами, зменшення забруднення земель, зниження і ліквідації інших шкідливих дій (шум, радіація, електромагнітні випромінювання та ін.).

Специфіка цієї групи проектів – їх витратний характер. Вони орієнтовані на бюджетні фінансові кошти, засоби екологічних фондів, гранти, засоби міжнародної технічної допомоги. Фінансові кошти для цих проектів можуть бути надані на безвідплатній або поворотній основі. Позики можуть бути надані тим підприємствам, які забезпечують зворотність засобів за рахунок основного виробництва.

Перелік основних природоохоронних заходів

1. *Охорона і раціональне використання водних ресурсів:*

1.1 Будівництво головних і локальних очисних споруд для стічних вод підприємств з системою їх транспортування.

1.2 Впровадження систем оборотного і безстічного водопостачання усіх видів.

1.3 Здійснення заходів для повторного використання скидних і дренажних вод, поліпшення їх якості, що не викликають побічної негативної дії на інші природні середовища і об’єкти: акумулюючі місткості, відстійники, споруди і пристрої для аерації вод, біологічні інженерні очисні споруди, біологічні канали, екрани.

1.4 Будівництво дослідних установок і цехів, пов’язаних з розробкою методів очищення стічних вод і переробкою рідких відходів і кубів із залишків.

1.5 Реконструкція або ліквідація накопичувачів відходів.

1.6 Створення і впровадження автоматичної системи контролю за складом і обсягом скидання стічних вод.

2. *Охорона повітряного басейну:*

2.1 Установка газопиловловлювальних пристроїв, призначених для уловлювання і знешкодження шкідливих речовин із газів, що відходять від технологічних агрегатів і з вентиляційного повітря перед викидом в атмосферу.

2.2 Будівництво дослідно-промислових установок і цехів з розроблення методів очищення газів, що відходять, від шкідливих викидів в атмосферу.

2.3 Оснащення двигунів внутрішнього згорання нейтралізаторами для знешкодження газів, що відпрацювали, створення станцій (служб) регулювання двигунів автомобілів з метою зниження токсичності газів, що відпрацювали, систем зниження токсичності газів, що відпрацювали, створення і впровадження присадок до палив, які знижують токсичність і димність газів, що відпрацювали.

2.4 Створення автоматичних систем контролю за забрудненням атмосферного повітря, оснащення стаціонарних джерел викиду шкідливих речовин у повітряний басейн приладами контролю, будівництво, придбання і оснащення лабораторій з контролю за забрудненням атмосферного повітря.

2.5 Установка пристроїв з дозгорання та інших методів доочищення хвостових газів перед безпосереднім викидом в атмосферу.

2.6 Оснащення установками для утилізації речовин з газів, що відходять.

2.7 Придбання, виготовлення і заміна паливної апаратури при перекладі на спалювання інших видів палива або поліпшення режимів спалювання палива.

3. *Використання відходів виробництва і споживання:*

3.1 Будівництво сміттєпереробних і сміттєспалювальних заводів, а також полігонів для складування побутових і промислових відходів.

3.2 Придбання та впровадження установок, устаткування і машин для переробки, збору і транспортування побутових відходів з території міст та інших населених пунктів.

3.3 Будівництво установок, виробництв, цехів для отримання сировини або готової продукції з відходів виробництва.

4. *Екологічна просвіта, підготовка кадрів:*

4.1 Робота з екологічного утворення кадрів.

5. *Науково-дослідні роботи:*

5.1 Розробка експрес-методів визначення шкідливих домішок у повітрі, воді, грунті.

5.2 Розробка нетрадиційних методів і високоефективних систем та установок для очищення газів промислових підприємств, що відходять, утилізації відходів.

5.3 Розробка технологічних процесів, устаткування, приладів і реагентів, що забезпечують глибоку переробку сировини з утилізацією відходів, що утворюються.

5.4 Вдосконалення методів знешкодження твердих побутових відходів з метою запобігання потраплянню в природні середовища важких металів і ксенобіотиків.

5.5 Проектно-дослідницькі і дослідно-конструкторські роботи із створення природоохоронного устаткування, установок, споруд, підприємств та об’єктів, прогресивної природоохоронної технології методів і засобів захисту природних об’єктів від негативного впливу.

4.3. Норми, методи контролю та ефективності природоохоронних технологій

До природоохоронних заходів відносяться усі види господарської діяльності, спрямовані на зниження або ліквідацію

негативної антропогенного впливу на навколишнє природне середовище, збереження, поліпшення і раціональне використання природно-ресурсного потенціалу. До таких заходів належить, наприклад, будівництво та експлуатація очисних споруд та пристроїв; розвиток маловідходних і безвідходних технологічних процесів і виробництв; розміщення підприємств і систем транспортних потоків з урахуванням екологічних вимог; проведення робіт з рекультивації земель, боротьбі з ерозією ґрунтів, охорони і відтворення флори та фауни, охорони надр і раціонального використання мінеральних ресурсів тощо.

Природоохоронні заходи повинні забезпечувати:

а) дотримання нормативних вимог до якості довкілля, що відповідають інтересам охорони здоров'я людей і охорони довкілля з урахуванням перспективних змін, обумовлених розвитком виробництва і демографічними зрушеннями;

б) отримання максимального економічного ефекту від поліпшення стану довкілля, збереження і раціональнішого використання природних ресурсів.

Ефективність природоохоронних заходів на різних рівнях оцінюють за допомогою екологічних, соціальних і економічних показників-результатів.

Екологічний результат полягає в зниженні негативного впливу на довкілля і поліпшенні його стану, скороченні обсягів забруднення, що надходять у навколишнє природне середовище і рівня його забруднення (концентрації шкідливих речовин у водоймах, атмосфері, рівень шуму, радіації тощо), а також у збільшенні кількості і поліпшенні якості придатних до використання земельних, лісових, водних ресурсів і атмосферного повітря.

Соціальний результат полягає в поліпшенні умов життя населення, підвищенні ефективності громадського виробництва, збільшенні національного багатства країни. Соціальні результати виражаються в поліпшенні фізичного здоров'я населення, скороченні захворюваності, збільшенні тривалості життя і періоду активної діяльності, поліпшенні умов праці і відпочинку; підтримці екологічної рівноваги, включаючи збереження генетичного фонду; збереженні естетичної цінності природних ландшафтів, пам'ятків

природи, заповідних зон та інших територій, що охороняються; створенні сприятливих умов для росту творчого потенціалу особи, розвитку культури і морального вдосконалення людини.

Можлива лише неповна оцінка соціальних результатів в грошовій формі. Наприклад, можна визначити приріст валового продукту і національного доходу в результаті збільшення періоду активної діяльності населення, але не можна в грошовій формі визначити соціальні результати підтримки екологічної рівноваги, морального вдосконалення людини і тому подібне. Соціальний результат, який можна виразити у грошовій формі, називається соціально-економічним.

Економічний результат виражається в грошовій формі і полягає в зниженні або запобіганні втратам природних ресурсів, живої і громадської праці, у виробничій і невиробничій сферах та у сфері особистого споживання.

При економічному обґрунтуванні природоохоронних заходів економічні результати зіставляють із витратами на їх здійснення. За необхідності, враховують чинник часу. Тому показники економічної ефективності природоохоронних заходів для довгострокових і короткострокових проектів розрізняються.

При аналізі короткострокового природоохоронного заходу розглядають такі показники:

1. *Показник економічної ефективності (Е):*

$$E = \frac{P}{З}$$

Р – економічний результат від впровадження природоохоронного заходу, грн;

З – витрати на проведення природоохоронного заходу, грн.

$$P = \Delta У + Д$$

де *ΔУ* – величина відверненого економічного збитку від забруднення навколишнього середовища, грн:

$$\Delta Д = У_1 - У_2$$

У1 – розрахункова величина збитку до проведення природоохоронного заходу, грн/рік;
У2 – величина збитку навколишньому середовищу після проведення природоохоронного заходу, грн/рік;
ΔД – додатковий прибуток, який отримують після впровадження заходу, грн/рік.

Витрати на проведення природоохоронного заходу розраховують за формулою:

$$З = С + Е_н \cdot К$$

С – величина річних експлуатаційних витрат на проведення природоохоронного заходу, грн.;
К – величина капітальних витрат на проведення заходу, грн;
Ен – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень:

$$Е_н = Е_г + Е_р + Е_н$$

де *Ег* – гарантована норма прибутковості вкладень у комерційний банк;
Ер – додаткова страхова норма, що враховує ризик вкладень у проект;
Еп – мінімальна гранична норма прибутковості вкладень.

Отже,

$$Е = \frac{Р}{З} = \frac{(У_1 - У_2) + ΔД}{С + Е_н \cdot К}$$

Захід вважають ефективним, якщо $E \geq 1$.

2. *Чистий економічний ефект від проведення природоохоронних заходів, R:*

$$R = P - З = \big((У_1 - У_2) + ΔД\big) - (С + Е_н \cdot К)$$

3. *Загальна ефективність капітальних вкладень у природоохоронний захід, Ер:*

$$Е_р = (Р - С) / К$$

тобто співвідношення річного повного економічного ефекту від заходу з вирахуванням експлуатаційних витрат до величини капітальних вкладень.

Для *довгострокових* природоохоронних заходів при розрахунку економічної ефективності необхідно враховувати чинник часу. При економічній оцінці їх ефективності можна використовувати такі показники.

1. *Чистий дисконтований дохід* – розраховують як різницю між припливами і відтоками грошових коштів за кожен рік реалізації проекту, помножений на відповідний коефіцієнт дисконтування і підсумований за усіма роками життя проекту:

$$\text{ЧДД} = \sum (\text{Р} - \text{З}) \cdot a$$

де *Р* – приплив грошових коштів, грн;
З – відтік грошових коштів, грн;
α – коефіцієнт дисконтування:

$$a_n = (1 + T)^{-n}$$

$$a = \sum_{i=1}^{n} (1 + T)^{-n}$$

де *n* – порядковий номер року реалізації природоохоронного заходу;
Т – ставка дисконтування.

2. *Індекс рентабельності (PI)*:

$$PI = \sum P \cdot a \; / \sum \text{З} \cdot a$$

3. *Термін окупності інвестицій (DPP)*:

$$DPP = \frac{\sum \text{З} \cdot \alpha}{\sum \text{Р} \cdot \alpha}$$

Показник є кількістю років, впродовж яких капітальні вкладення в проект будуть компенсовані за кошти, що надходять від реалізації проекту припливів.

4.4. Біологічна безпека сучасних технологій

Існують різні визначення поняття *біологічна безпека*. Пов'язано це з тим, що проблема біобезпеки є дуже широкою і неможливо коротко сформулювати її суть. Загалом під *біобезпекою* розуміють великий комплекс заходів, який спрямований на попередження чи зменшення впливу біологічних та/або інших шкідливих факторів, джерелом яких є об'єкти біологічного походження, як безпосередньо на організм людини, так і опосередковано – шляхом впливу на навколишнє середовище. Інші типові визначення наведені нижче.

Біологічна безпека (біобезпека) – це система правил та заходів, що запобігають або зменшують ризики несприятливого впливу факторів біологічного походження на здоров'я населення та довкілля.

Біологічна безпека – стан середовища життєдіяльності людини, за якого відсутній негативний вплив його чинників (біологічних, хімічних, фізичних) на біологічну структуру і функцію людської особи в теперішньому та майбутніх поколіннях, а також відсутній незворотній негативний вплив на біологічні об'єкти природного середовища (біосферу) та сільськогосподарські рослини і тварини.

Також виділяють поняття *біологічної захищеності* – виключення навмисного чи ненавмисного небезпечного впливу на людей, тварин і рослин від науково-дослідницьких робіт та збудників особливо небезпечних інфекцій, а також попередження використання зі зловмисними намірами досягнень сучасних біотехнологій – у першу чергу генної інженерії та синтетичної біології, а також генетично модифікованих організмів. Також біозахищеність відноситься і до безпечного зберігання та переміщення, обробки і використання живих змінених організмів, які мають нові комбінації генетичного матеріалу.

Проблема біологічної безпеки викликає все більшу тривогу у населення, політиків і учених у зв'язку з реальним ростом біологічних загроз (табл. 4.4.1).

Основними джерелами виникнення біологічних загроз є:

1) епідемії та спалахи інфекційних захворювань людини;

2) епізоотії (висока захворюваність серед тварин);

3) епітофітії (розповсюдження інфекційного захворювання рослин на значних територіях);

4) аварії на біологічно небезпечних об’єктах;

5) природні резервуари патогенних мікроорганізмів;

6) транскордонне перенесення патогенних мікроорганізмів, представників флори і фауни, небезпечних для екологічних систем;

7) диверсії на біологічно небезпечних об’єктах;

8) біологічний тероризм;

9) застосування біологічної зброї державою.

Перші шість джерел виникнення біологічної загрози відносяться до ненавмисних, тоді як зазначені у пунктах 7-9 – до навмисних.

Окремо визначається проблема біологічної загрози, пов’язана з біологічним тероризмом та використанням біологічної зброї.

Таблиця 4.4.1 – Біологічні чинники дестабілізації біобезпеки

Найменування чинника
1. Масові спалахи особливо небезпечних інфекцій, нових і знову виникаючих інфекцій людини і тварин. Наявність/активізація природних резервуарів зоонозних інфекцій, які є джерелом виникаючих інфекцій людини (останніми роками – вірус Західного Нілу, Торс-коронавірус, вірус грипу птахів підтипів H5N1, H9N2, H7N7 та ін.). Соціально значимі і актуальні для охорони здоров’я патогени людини (гепатити А, В, З, туберкульоз, Віл-інфекція, кір, паротит, краснуха, вітряна віспа, ентеровіруси, коронавіруси, ротавіруси, ентеропатогенні бактерії тощо)
2. Проведення генно-інженерних робіт без належної експертизи або контролю їх безпеки. Ризик створення патогенів зі зміненими властивостями або принципово нових патогенів з незвичайними властивостями. Загроза виникнення нових інфекційних захворювань і їх епідемічного (пандемічного) поширення
3. Інтродукція (випуск) генетично модифікованих організмів (ГМО) в довкілля з невстановленими механізмами впливу на екосистеми.
4. Застосування генетично модифікованих продуктів харчування. В

умовах відсутності контролю їх застосування і достатніх доказів їх нешкідливості може виникнути загроза порушень імунної системи, генетичного апарату, а також інших органних порушень
5. Зростаюча кількість біологічно небезпечних дослідницьких або біотехнологічних промислових об’єктів з гранично допустимими або вичерпаними технологічними ресурсами, застарілим устаткуванням

Наведемо деякі дані щодо інфекційних захворювань: за даними ВООЗ у світі смертність від інфекційних захворювань в останні роки становить до 14 млн. осіб щорічно; перша пандемія чуми – «чума Юстиніана» (531-580 рр.н.е.) – померло близько 100 млн. людей, охопила всі відомі на той час країни; дуга пандемія чуми – «чорна смерть» (1347-1407 рр.) – померло близько 25 млн. людей, що становило чверть тодішнього населення Європи; від пандемії грипу («іспанки») в 1918 р. померло до 50 млн. людей; за час 7-ї пандемії холери (з 1961 по 2005 р.), на земній кулі зареєстровано понад 5 млн. її випадків, з яких більше 200 тис. закінчилися летально; близько 50 млн. населення планети уражені ВІЛ/СНІД; до 300 млн. населення щорічно хворіють на малярію (до 3 млн. помирають); кількість хронічних носіїв HCV (вірусу гепатиту С) знаходиться в межах від 170 млн. до 1 млрд. людей; рівень захворюваності на внутрішньо-лікарняні інфекції (ВЛІ) складає в середньому у світі 8,4 % (дані ВООЗ); у Європейських країнах ВЛІ переносять 3-10 % пацієнтів стаціонарів, а у відділеннях інтенсивної терапії частота ВЛІ зростає до 20 %; у США летальність від ВЛІ займає 4 місце в загальній структурі летальності від усіх хвороб (після серцево-судинних, онкологічних та інсультів). За статистикою 1/3 хворих, померлих після операції, – вмирають через ВЛІ.

На 1000 проведених хірургічних операцій в окремих країнах реєструється: 108 випадків ускладнень через ВЛІ у Фінляндії; 76,93 випадків ускладнень через ВЛІ – в Австралії; 67 випадків ускладнень через ВЛІ – в Англії; 0,2-0,8 випадків ускладнень через ВЛІ – в Україні.

За даними Національної доповіді, серед усіх інфекційних хвороб, що реєструються в Україні, найбільш поширеними є: грип та інші інфекційні захворювання дихальних шляхів, вірус гепатиту,

гострі кишкові захворювання, туберкульоз, ВІЛ/СНІД і ще й на сьогодні Covid-19, тощо.

Такі захворювання є значними біозагрозами, бо можуть принести великі економічні і соціальні збитки, оскільки вражають велику кількість населення і суттєво позначаються на стані здоров'я людей, тварин і, зрозуміло, на економіці всієї країни. Існують біозагрози у вигляді неякісної їжі і питної води, чи неякісних медикаментів, або різних інтоксикантів, що знаходяться у навколишнє середовище, наприклад, залишки біопрепаратів, інсектициди і пестициди, важкі метали, або радіонукліди. Їх проникненням до продуктів харчування, до питної води може бути вкрай шкідливим для організмів людей та тварин.

До біозагроз також відноситься свідоме, чи несвідоме створення небезпечних мікроорганізмів чи токсинів або біологічно-активних речовин при проведенні біологічних досліджень, при біотехнологічній діяльності або у фармацевтичній чи харчовій промисловості. Свідоме створення або використання біозагроз проти людей, тварин чи рослин є основою біотероризму.

Біобезпека, в першу чергу, стосується виникнення і боротьби із захворюваннями, які викликаються особливо небезпечними патогенами, а також фізичного збереження колекцій цих патогенів, щоб унеможливити їхнє навмисне (біотероризм) чи ненавмисне розповсюдження поза межами місць збереження. Колекції особливо небезпечних патогенів (наприклад, чуми, сибірки, холери тощо) розташовані на території України у певних установах Міністерства охорони здоров'я, Державного комітету ветеринарної медицини та в Українській академії аграрних наук.

4.5. Заходи щодо забезпечення біобезпеки в Україні та світі

Проблема забезпечення біобезпеки сучасних технологій є однією з найважливіших проблем існування людства. Основні вимоги щодо забезпечення біологічно безпечного існування людини знайшли своє відображення в багатьох міжнародних конвенціях.

Одним з перших документів по забезпеченню біологічної безпеки міжнародна спільнота прийняла Конвенцію про охорону біологічного різноманіття (1992 р.) і Картахенський протокол з

біобезпеки. Країни, що приєднуються до таких міжнародних документів, формують відповідну власну законодавчу і нормативно-правову базу. Верховна Рада України прийняла Закон України (№ 257/94-ВР від 29.11.1994 р.) «Про ратифікацію Конвенції про охорону біологічного різноманіття».

Картахенський Протокол з біобезпеки, прийнятий в 1999 р. на конференції в колумбійському місті Картахена-де-Індіас, – це міжнародна угода про заходи і процедури, необхідні для безпечного переміщення, переробки і застосування продуктів сучасної біотехнології. Через розбіжності сторін остаточний варіант Протоколу з біобезпеки було прийнято в 2000 р. в Монреалі. Україна ратифікувала цей Протокол 12.09.2002 р.

Протокол розглядає такі питання як трансграничне переміщення, транзит, обробка і використання усіх живих змінених організмів (живі змінені організми – ЖЗО або ГМО), які можуть чинити несприятливу дію на збереження і стійке використання біологічної різноманітності, з урахуванням також ризику для здоров'я людини.

Протокол сприяє біобезпеці за допомогою створення правил і процедур з безпечної передачі, обробки і використання ГМО, особливо фокусуючись на трансграничних переміщеннях ГМО. Він передбачає ряд процедур, у тому числі для ГМО, призначених для навмисної інтродукції в довкілля; для ГМО, призначених для безпосереднього використання в їжу або в якості корму, або для обробки. Сторони Протоколу повинні гарантувати, що ГМО оброблятимуть, упаковуватимуть і перевозитимуть з дотриманням умов безпеки.

У Концепції біологічної безпеки держав-учасників Співдружності Незалежних Держав сформульовані загальні положення, принципи, завдання і пріоритетні напрями, що мають засадниче значення для забезпечення біологічної безпеки держав-учасників Співдружності Незалежних Держав. Документ може бути покладений в основу міждержавної взаємодії у сфері біологічної безпеки як складова частина стратегії колективного захисту від біологічних загроз, необхідного в повсякденній діяльності компетентних органів громадської охорони здоров'я і державного

санітарно-епідеміологічного нагляду, і в діяльності їх у надзвичайних ситуаціях.

Загальні положення:

1. Проблеми запобігання біологічним загрозам нині є пріоритетними для світової спільноти. Необхідно повною мірою оцінювати реальність і ступінь небезпеки, що виходить від біологічних загроз, та використовувати усі можливості і ресурси для вжиття заходів з їх попередження та ліквідації.

2. Біологічна безпека держав-учасників Співдружності Незалежних Держав може бути досягнута проведенням єдиної політики щодо забезпечення загальної безпеки держав і реалізації заходів економічного, політичного, організаційного характеру, що відповідають існуючим та потенційним видам внутрішніх і зовнішніх біологічних загроз.

3. Основу необхідного рівня захищеності від біологічних загроз складає адекватна система правових норм, що регулюють стосунки у сфері безпеки, погоджена діяльність органів державної влади і управління в цій сфері, а також діяльність органів забезпечення безпеки, включаючи систему громадської охорони здоров'я та державного санітарно-епідеміологічного нагляду і дієву систему органів контролю за їх діяльністю.

4. Стан біологічної безпеки держав перебуває в загальному зв'язку з рішенням проблем наукової, нормативно-методичної, кадрової, матеріально-технічної оснащеності громадської охорони здоров'я і системи державного санітарно-епідеміологічного нагляду, наявністю в існуючій інфраструктурі охорони здоров'я резервів для роботи в надзвичайних ситуаціях у вигляді планів дій, погоджених з іншими державними структурами, підготовлених кадрів, нових технологій, засобів і методів колективного та індивідуального захисту, розроблених заходів з ліквідації наслідків реалізації небезпечний біологічний загрози.

«Конвенція про права людини і біомедицину», прийнята Радою Європи в 1997 р., констатує наявність серйозної небезпеки, що геном людини може підлягати навмисній зміні для отримання людей або цілих груп, наділених особливими характеристиками і необхідними якостями. Щоб відвернути подібну загрозу, у кожному випадку будь-

яке втручання, що має на меті видозмінити геном людини, має проводитися лише з профілактичною, діагностичною або терапевтичною метою.

Втручання, спрямоване на модифікацію генетичних характеристик, не пов'язаних із хворобою або нездужанням, заборонено. Оскільки в наш час генна терапія соматичної клітини ще перебуває в стадії дослідження, то застосовувати її можна лише в тому разі, якщо вона відповідає стандартам захисту. Втручання, що має на меті внести будь-які зміни в геном нащадків, заборонено. Тому, зокрема, не дозволяються генетичні модифікації сперматозоїда або яйцеклітини з метою запліднення. Проводити медичні дослідження з метою внесення генетичних змін у сперматозоїд або яйцеклітину, не пов'язані з відтворенням потомства, дозволяється тільки в штучних умовах зі схвалення відповідного органа, що займається питаннями етики або управління.

У зв'язку з непередбачуваністю наслідків перенесення генетичного матеріалу в статеві клітини, у більшості регламентуючих документів на міжнародному рівні існує заборона на проведення такого роду випробувань. Забороняючи генну терапію статевих клітин, Конвенція не виключає втручання з соматичною метою, що, як зазначалося вище, також може мати небажані побічні ефекти по лінії зародкової клітини.

Заходи щодо забезпечення біологічної безпеки і біологічної захищеності включають у себе: 1) ліцензування на володіння матеріалами і обладнанням та на дослідницьку роботу; 2) вимоги до наявності досвіду та професійних знань; 3) перевірка надійності персоналу; 4) облік персоналу, який має доступ до біологічних матеріалів; 5) класифікація біологічних матеріалів згідно з притаманними їм факторами ризику; 6) фізичні вимоги до інфраструктури системи; 7) класифікації ризику для біологічних матеріалів; 8) організаційні заходи щодо забезпечення безпечного поводження з мікроорганізмами відповідно до різних груп ризику, включаючи обмежений доступ до чутливих матеріалів на основі принципу необхідності для роботи; 9) безпечне зберігання мікроорганізмів і токсинів відповідно до класифікації груп ризику; 10) документальний облік робочих процедур; 11) дозвіл на

переміщення матеріалів лише між ліцензованими об’єктами і з використанням ліцензованими чи іншими компетентними органами.

Правове регулювання питань біобезпеки в України здійснюється на основі таких нормативно-правових актів:

- закон України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» (31.05.2007 р.);

- наказ МОЗ України «Про удосконалення функціонування системи індикації біологічних патогенних агентів» (21.03.2003 р.);

- наказ МНС України «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо організації заходів біологічного захисту особового складу підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту при ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків в осередках біологічного зараження» (12.10.2009 р.) та інші.

4.6. Екологічні аспекти використання генетично-модифікованих організмів

Протягом останніх років найбільшого поширення в суспільстві набули інші продуценти генної інженерії – *генетично-модифіковані організми* (організми, до геному яких за допомогою методів генетичної інженерії інтродуковано функціонуючі сторонні гени або ділянки ДНК), добре відомі за своєю скороченою назвою – «ГМО».

ГМО – це організм, генотип якого було змінено за допомогою методів генної інженерії. Генетичні зміни, як правило, здійснюються з науковою та сільськогосподарською метою. Генетична модифікація відрізняється від природного та штучного мутагенезу саме направленою зміною генотипу. При цьому генетичний матеріал переносять з одного організму в інший, використовуючи технологію рекомбінантних ДНК. Якщо при цьому ДНК, яку переносять, походить з іншого виду, отримані організми називають трансгенними.

Саме ГМО та їхні компоненти активно застосовують під час виготовлення продуктів харчування, різноманітних сільськогосподарських товарів, лікувальних та побутових засобів. І саме використання ГМО під час виробництва даної продукції породжує найбільше дискусій у суспільстві. Адже низка досліджень,

проведених ученими в частині застосування згаданих товарів, свідчить і про негативні наслідки їх уживання та використання, і про можливу загрозу, яку вони можуть становити для біологічної безпеки населення планети, оскільки під впливом ГМО, нібито, знищуються усталені екосистеми та відбувається руйнування людського генофонду. Так, відомо, що вживання деяких видів сільськогосподарської продукції, котра містить ГМО (зокрема, певних сортів кукурудзи, сої, цукрового буряку), впливає на репродуктивну функцію людини, а потрапляння продуктів побутової хімії із вмістом ГМО до ґрунту та водойм негативно позначається на життєдіяльності ссавців, бджіл та риб.

Трансформація рослин за допомогою штучних синтезованих генів чи міні-хромосом, які дають змогу переносити цілі «блоки» генетичної інформації, створює можливість формування нових, синтетичних організмів, що, в свою чергу, відразу порушує питання біобезпеки генноінженерної діяльності, розширюючи коло етичних питань у дискусіях про місце, значення і роль сучасних біотехнологій.

Продукція, що містить ГМО, почала з'являтися у продажу в різних країнах світу з середини 90-х років минулого століття. Але, на відміну від США, де такі товари частіше всього не маркувалися, а безперешкодно потрапляли й до багатьох інших держав, уключаючи країни колишнього СРСР, у Західній та Північній Європі одразу ж дуже прискіпливо поставилися до цієї продукції. Уряди держав даних регіонів вимагали надання інформації про ГМО-походження продуктів та можливі ризики, що існують для споживачів при їхньому вживанні. Керуючись вимогами міжнародних біоетичних стандартів, постачальники мали ретельно роз'яснювати населенню, чим саме може загрожувати споживання продуктів харчування, лікарських препаратів або іншої продукції, що містить ГМО чи їх компоненти.

Реагуючи на вимоги деяких країн-членів (зокрема Франції та Німеччини), Європейський Союз імплементував до свого законодавства міжнародні стандарти біоетики в частині забезпечення біобезпеки, пов'язаної із застосуванням ГМО та їх компонентів, розробивши на їх основі європейські стандарти обігу продукції із вмістом ГМО та їх компонентів на території своїх країн-членів і

використання ГМО у відкритих та закритих системах; регламентувавши діяльність, пов'язану з використанням, поширенням, збутом, експортом/імпортом продукції, що містить ГМО; а також запровадивши систему виявлення ГМО у продуктах споживання.

У другій половині 1990-х років було прийнято директиви та інші нормативно-правові акти ЄС про поводження з ГМО у відкритих та закритих системах, які передбачали запровадження досить жорстких санкцій у разі їх порушення. Мотивацією для ухвалення зазначених документів, перш за все, стало прагнення захистити здоров'я людей і чистоту навколишнього середовища.

На території країн-членів Євросоюзу було запроваджено жорсткі правила Картахенського протоколу з біобезпеки щодо транскордонного розповсюдження ГМО. Надзвичайно обмеженим і суворо регламентованим залишається використання ГМО під час здійснення досліджень у сфері генної інженерії у закритих системах (особливо щодо подолання небезпечних захворювань), а також під час виробництва продуктів харчування. Крім того, після оприлюднення даних про негативні наслідки поширення продуктів, що містять генетично-модифіковані компоненти (зокрема, збільшення випадків онкологічних захворювань), на території США і тих країн, куди їх постачали з території останніх, продукцію, що містить або може містити ГМО, суворо перевіряють перед тим як потрапити на ринок ЄС. Таку перевірку здійснюють у спеціальних лабораторіях, що входять до європейської мережі Спільного дослідного центру Європейського Союзу.

Законодавство ЄС установлює чіткі правила маркування продуктів із вмістом ГМО і надання населенню країн-членів інформації про можливі негативні наслідки вживання чи використання такої продукції для життя та здоров'я людини, а також усі можливі біотичні ризики її застосування у сільськогосподарському тваринництві чи рослинництві.

У нашій державі спеціальний Закон «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» було прийнято тільки у 2007 році. Цей документ проголосив установлення системи

біологічної безпеки, потреба в якій виникає у зв'язку зі здійсненням в Україні та за її межами генетично-інженерної діяльності, результати котрої у вигляді генетичномодифікованих організмів можуть завдати шкоду життю та здоров'ю людини, а також негативно вплинути на довкілля. Хоча, по суті, даний Закон можна розглядати лише як рамковий акт, на основі якого необхідно розробити спеціальні закони, котрі, спираючись на відповідні міжнародні біоетичні стандарти, детально регламентуватимуть порядок здійснення генетично-інженерної діяльності у замкнених і відкритих системах, а також установлюватимуть систему експертизи у сфері створення та використання ГМО.

Комерційне використання ГМО почате зовсім недавно. Оцінити, як впливають ГМО на довкілля за настільки короткий проміжок часу, дуже складно. Поведінка нових генів у відкритих екосистемах, їх реакція на паразитів, хвороби абсолютно непередбачувані. Проте, дуже чітко видно взаємозв'язок між аграрними і екологічними ризиками. Цей взаємозв'язок визначається одними і тими самими джерелами потенційних і реальних рисок. Такими джерелами можна вважати усе більш широке використання в сільськогосподарському виробництві пестицидів і ГМО. До найбільш значимих аграрно-екологічних ризиків можна віднести:

1. Зниження різноманітності традиційних (аборигенних) сортів рослин і порід тварин. Поширення ГМО веде до витіснення інших сортів і порід, а отже до зниження сортової (порідного) біорізноманітності. Ця різноманітність є основою стійкого сільського господарства.

2. Скорочення видової різноманітності. Виробництво ГМО приводить до скорочення видової різноманітності рослин, тварин, грибів і мікроорганізмів, що мешкають на полях, де вони вирощуються і довкола них. Швидкозростаючі види трансгенних організмів можуть витіснити звичайні види з природних екосистем.

3. Неконтрольоване перенесення генів, особливо генів, що визначають стійкість до пестицидів, шкідників і хвороб, унаслідок перезапилення з дикорослими родинними і реліктовими видами. Як наслідок, зниження біорізноманітності дикорослих реліктових форм культурних рослин і формування «супербур'янів».

4. Поширення використання гербіцидів широкого спектру (наприклад, гліфосіната або гліфосата) приведе до збіднення видового складу корисної ентомо- і орнітофауни (комахи і птиці) і руйнування агробіоценозів.

5. Виснаження і порушення природної родючості ґрунтів. ГМкультури з генами, що прискорюють зростання і розвиток рослин у значно більшій мірі, ніж звичайні, виснажують ґрунти і порушують її структуру. У результаті придушення життєдіяльності ґрунтових безхребетних, ґрунтової мікрофлори і мікрофауни токсинами ГМ-рослин відбувається порушення природної родючості ґрунтів.

Постановою Кабінету Міністрів України № 468 від 13.05.2009 р. затверджений «Порядок етикетування харчових продуктів, які містять ГМО, або вироблені з їх використанням та вводяться в обіг». Етикетування харчових продуктів, які не містять генетично модифіковані організми або вміст яких становить менш як 0,1 %, може бути здійснено добровільно з виконанням напису «Без ГМО». Харчові продукти, які містять генетично модифіковані організми обсягом понад 0,9 % або вироблені із сільськогосподарської продукції, вміст генетично модифікованих організмів у якій становить понад 0,9 %, на яких не виконано відповідний напис згідно з цим Порядком, підлягають вилученню з обігу.

Контрольні питання до розділу 4

1. Що таке стандартизація у сфері охорони навколишнього середовища?
2. Що таке екологічна сертифікація?
3. Що таке екологічне ліцензування?
4. Що таке система екологічного менеджменту?
5. Що таке життєвий цикл продукції?
6. Схема продукційного ланцюжка.
7. Основні стадії життєвого циклу.
8. Екологічне маркування та його основна мета.
9. Класифікація екологічного маркування.
10. Основні методи забезпечення якості навколишнього середовища.
11. Ефективність природоохоронних технологій.

12. Показник економічної ефективності.
13. Фактори біологічної безпеки.
14. Правові заходи щодо забезпечення біологічної безпеки.
15. Екологічні аспекти використання ГМО.

РОЗДІЛ 5
ЕКОЛОГІЗАЦІЯ АНТРОПОГЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

5.1. Загальні уявлення про екологізацію

Екологізація – процес неухильного і послідовного впровадження систем технологічних, управлінських та інших рішень, що дозволяють підвищувати ефективність використання природних ресурсів і умов поряд з поліпшенням або хоча б збереженням якості природного середовища (або взагалі середовища життя) на локальному, регіональному та глобальному рівнях (від окремого підприємства до техносфери); екологізація – найважливіша вимога сучасності.

Науковці дають такі визначення терміну «екологізація»: 1) поліпшення екологічного стану природних або соціальних систем; 2) зміна властивостей компонентів природних або антропогенних систем, яка сприяє поліпшенню їх екологічного стану або інших систем, пов’язаних з ними; 3) діяльність, спрямована на поліпшення екологічного стану природних або антропогенних систем або екологічно орієнтовану властивостей їх складових; 4) ступінь причетності когось або чогось до екологічно спрямованої сфери діяльності; 5) підвищення ролі самовідтворюваних природних чинників у виконанні функцій соціально-економічних систем під екологізацією розуміють процес проникнення ідей, знань і законів екології, екологічного мислення в інші сфери науки, виробництва, в життєдіяльність суспільства, держави.

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

Рівень екологізації може бути визначений за такими

показниками: економічні, енергетичні, земельні, порівняння, наявність чи відсутність екологічно «гарячих» місць. Нижче дано стислу характеристику основних показників оцінки рівня екологізації за даними Л. Г. Мельника.

Економічні показники. Підхід базується на оцінці рівня екологічності продукції за розміром екологічних витрат (економічного збитку або витрат на його запобігання), обумовлених різними процесами впливу на довкілля.

Енергетичні показники. Підхід передбачає оцінку рівня екологічності на основі інтегральних показників енергоємності продукції.

Показники екологічного навантаження (земельні показники). Можна говорити про один універсальний показник – кількість площі землі, необхідної для забезпечення життя і діяльності однієї людини. Чим вища ефективність (з урахуванням економічних і екологічних факторів) рівня виробництва і споживання продукції, тим нижчий питомий земельний показник при порівнюваному обсязі споживаний.

В окремих випадках використовують показник *умовної щільності населення* – кількість людей у розрахунку на пересічений 1 км^2, які можуть прогодуватися винятково своєю працею на даній землі.

Показники порівняння. Даній підхід може бути реалізований на основі як кількісних, так і якісних оцінок.

Кількісні показники доцільно використовувати там, де можна говорити про характерний превалюючий показник екодеструктивної діяльності (наприклад, викиди в металургійному виробництві або кількість пестицидів, що використовуються в сільськогосподарському виробництві). У цьому випадку оцінка рівня екологічності може бути виражена формулою:

$$\gamma_{\alpha} = \frac{\mathcal{D}_{ci}}{\mathcal{D}_{ai}}$$

де *Ya* – показник оцінки екологічного рівня через порівняння кількісних показників, що існують у даній економічній сфері виробництва та/або споживання і-виду продукції (виду діяльності,

послуг);
Dci – кількісний питомий показник екодеструктивної діяльності (наприклад: викид шкідливих речовин на одиницю і-го виду продукції, кількість відходів на одного жителя, або питомі екологічні показники, що характеризують збиток від відповідних деструктивних дій) у розглянутій сфері;
Dai – аналогічний показник для і-виду продукції (виду діяльності, послуг) у кращих вітчизняних та/або зарубіжних зразках.

Оцінку зазначеного показника в якісному вигляді доцільно застосувати в тому випадку, якщо, важко в кількісному вигляді визначити оцінку кожного з деструктивних факторів або не вирішене завдання їх порівняння. Залежно від конкретних умов розглянутих видів деструктивної діяльності і господарських завдань, в яких застосовується даний показник, може бути запропонований досить широкий спектр конкретних прийомів оцінки, що зводяться до таких напрямків:

1) дво- або багатопозиційна фіксація стану (наприклад: «поступається – не поступається» (аналогам), «поступається – не поступається – перевищує», «поступається – незначно поступається – не поступається» і т.д.;

2) експертна оцінка відхилення (наприклад, у відсотках) відповідного показника від рівня аналога;

3) бальна оцінка рівня відповідного показника (за будь-якою шкалою балів).

За наявністю чи відсутністю вузлів екологічної деструкції у виробничому циклі виробництво-споживання виробів. У цьому випадку можуть бути використані два принципові методичні підходи;

1) прямого обліку тих чи інших видів екодеструктивної діяльності (наприклад, наявність або відсутність викидів шкідливих речовин у компоненти природного середовища, наявність або відсутність процесів зі шкідливим впливом);

2) непрямого обліку екодеструктивних факторів, зокрема за найбільш характерними «носіями» екодеструктивної діяльності (наприклад: наявність тих чи інших цехів чи виробництв – гальванічних, термічних; використання тих чи інших матеріалів – токсичних, горючих, вибухонебезпечних тощо).

5.2. Принципи екологізації економіки

Як вважають науковці, традиційні «атрибути» екологізації (очисні споруди, маловідходні технології, пристрої з переробки відходів тощо), є дуже важливими складовими механізму екологізації, однак не вичерпують його і навіть не є в ньому вирішальними ланками. На його думку, до основних елементів відтворювального механізму екологізації економіки відносяться:

1) *відтворення екологічного попиту* передбачає постійну діяльність з формування потреб в екологічно сприятливих товарах, а також створення фінансових можливостей реалізації цих потреб. Екологічні товари – це вироби та послуги, що знижують інтегральний екологічний вплив у розрахунку на одиницю сукупного суспільного продукту. Потреби в «чистому середовищі» перетворюються в інтереси, тільки будучи усвідомленими людьми. Інтерес перетворюється в попит тільки за умови підкріплення його фінансовими можливостями.

2) *відтворення екологічно орієнтованої пропозиції* – це генерування наукових ідей, формування інформаційних матеріалів, створення технічних засобів, технологічних рішень, що сприяють розвитку екологічно зумовлених виробничих систем. *Екологізація виробництва* передбачає: створення нових, екологічно удосконалених товарів, тобто виробництво яких мінімізувало негативний вплив на НПС; удосконалення конструкції виробів для зменшення негативного екологічного впливу всіх стадій їх життєвого циклу (видобуток ресурсів, їх переробка, засоби виробництва і споживання, поводження з відходами; удосконалення технологічних процесів виготовлення виробів, зменшення матеріалоємності та енергоємності та пр. Існують соціальні, економічні і технологічні передумови екологізації виробничих факторів. Розвиток екологічно обумовленої виробничої основи прямо пов’язаний з розвитком екологічного попиту. Стадії екологізації виробництва можуть бути символічно названі етапами: (1) очисних споруд; (2) маловідходних технологій; (3) тотальної ефективності; (4) екологізації стилю життя. Екологізація – не тільки природоохоронний захід, але й вигідний напрямок отримання доходу.

3) *відтворення екологічно орієнтовних людських чинників* – постійно відновлювані процеси здійснення виховних, освітніх, тренінгових та інформаційних програм і заходів, спрямованих на формування у виробників та споживачів продукції, світогляду, знань, навичок і бажань, достатніх для реалізації завдань екологізації національної економіки.

4) *відтворення мотивів екологізації* – це постійно відновлюваний процес створення організаційних, соціальних та економічних умов (застосування мотиваційних інструментів), що формують прагнення людей ставити і досягати цілі екологізації національної економіки.

Цілями екологізації економіки може бути усунення або зменшення дії одного чи кількох екодеструктивних факторів (наприклад, запобігання викиду чи скиду ЗР; зниження активності процесів, що спричиняють порушення ландшафтів тощо).

Основні принципи екологізації економіки:

1) *інтегральний підхід* (урахування інтегрального ефекту дій у всьому ланцюжку циклу виробництва і споживання продукції);

2) *орієнтація на причини* (усунення причин, а не боротьба з наслідками);

3) *поділ відповідальності* (встановлення адресності і ступеня відповідальності суб'єктів і об'єктів екодеструктивної діяльності);

4) *адекватність інструментарію* (формування мотиваційного інструментарію, який відповідає нагальним обставинам);

5) *системний підхід* (вплив на всі об'єкти і суб'єкти екологізації, які прямо або опосередковано можуть сприяти досягненню її цілей);

6) *максимальна ефективність* (досягнення конкретних цілей екологізації з мінімальними витратами й отримання максимальної віддачі коштів, спрямованих на розв'язання поставлених завдань).

Об'єктами екологізації є процеси виробництва і споживання продукції або самі продукти (вироби, послуги, корисна робота, застосування (використання) яких може спричинювати екологічні наслідки. Ключові стратегії екологізації ґрунтуються на таких засадах: 1) зменшення потреби в продукті; 2) зміни в продукті для підвищення його екологічності; 3) зміни у використанні продукту для підвищення екологічності процесів споживання й утилізації відходів

споживання.

Суб'єкти екологізації умовно поділяють на керовані і керівні. *Керовані суб'єкти* – ті, які безпосередньо несуть відповідальність за процеси екологічної деструкції (зокрема, виробники і споживачі продукції; ті, що здійснюють процеси торгівлі, транспортування, зберігання продукції, утилізації відходів її споживання тощо). *Керівні суб'єкти* формують правове і мотиваційне поле впливу на зазначених керованих суб'єктах (урядові органі, організації територіально-адміністративного управління) або здійснюють на них вплив (неурядові організації, засоби масової інформації, освітні і виховні установи тощо). Ключові стратегії впливу на економічних суб'єктів з метою реалізації цілей екологізації економіки є вплив на пропозицію; вплив на попит; вплив на взаємозв'язок між виробниками і споживачами.

Управління процесами екологізації передбачає формування основних компонентів керованої системи, тобто тих об'єктів і суб'єктів економічної системи, на яких спрямовано управлінський вплив, а також механізмів, за допомогою яких воно здійснюється. У кожному конкретному випадку механізм реалізації завдань екологізації передбачає формування чотирьох таких взаємопов'язаних системних компонентів, які складають *«квадрат» управлінського механізму екологізації*: 1) цільові установки; 2) об'єкти екологізації; 3) суб'єкти екологізації; 4) інструменти екологізації.

Екологізація зв'язків «виробництво – споживання» – екологічне вдосконалення операцій, що здійснюються у так званій «інтерфейсній сфері» – торгівлі, транспортуванні та зберіганні продукції, яка зв'язує виробників і споживачів продукції. Форми реалізації цієї стратегії: вплив на комунікаційні шляхи; екологізація торговельних механізмів; маркетингові дослідження, розвиток інформаційних систем тощо.

Екологізація споживання – процес екологічного вдосконалення сфери споживання виробів і послуг через формування й постійне взаємозалежних екологічно спрямованих складових: потреб, інтересів і можливостей.

5.3. Моделі виробничих процесів з екологічної точки зору

Будь-який виробничий процес являє собою деяку систему, органічно пов'язану із зовнішнім середовищем. Така виробнича система отримує з навколишнього середовища вихідну сировину, матеріали, енергію, а віддає в неї готову продукцію і всілякі відходи. Функціонування системи здійснюється завдяки потоку енергії, що підводиться ззовні або генерується усередині системи завдяки фізико-хімічним процесам. До відходів належать усі речовини і матеріали, теплові викиди, фізичні та біологічні агенти, які потрапляють у зовнішнє середовище і надалі вже не беруть участі в отриманні продукції або енергії.

З точки зору термодинаміки, як і всі системи, технологічні процеси в принципі поділяються на три категорії: незамкнуті (відкриті), замкнуті та ізольовані. Абсолютна більшість реальних технологічних процесів відноситься до категорії *незамкнутих систем*. *Замкнутими* вважають такі системи, у яких відсутній обмін із зовнішнім середовищем речовиною, але можливий обмін енергією. Технологічним аналогом замкнутої системи може служити такий процес, в якому повністю відсутні відходи хімічних речовин – тверді, рідкі та газоподібні викиди. Наприклад, кінцева збірка виробу з готових деталей. При цьому обмін із зовнішнім середовищем вихідною сировиною і готовою продукцією до уваги не беруть, хоча продукцію також можна розглядати як відкладений відхід. Теоретично можлива й *ізольована система* – процес, тобто процеси, які не дають ні матеріальних, ні енергетичних відходів.

Всі технологічні процеси можна розглядати з точки зору їх екологічної відповідності. *Відносно екологічними процесами* можна вважати такі технологічні процеси і виробництва, вплив яких на НПС у рамках певних кількісних співвідношень не порушує нормального функціонування природних екосистем. *Неекологічні процеси* створюють підвищене техногенне навантаження й негативно впливають на стан НПС. Неекологічним може бути будь-який технологічний процес. Так, замкнутий технологічний процес, який не має відводу хімічних речовин у НПС, не можна вважати екологічним, якщо він супроводжується шкідливими фізичними впливами: тепловими викидами, шумами, електромагнітними полями тощо.

Екологічність виробничих процесів можна оцінити за допомогою *методу сировинних балансів*, який заснований на законах збереження: маса всіх використовуваних ресурсів (сировини, палива, води тощо) в остаточному підсумку дорівнює масі готових продуктів і промислових відходів.

Незамкнутому виробничому процесу відповідає таке рівняння матеріально-технічного балансу:

$$R = P + W = (R - W_y) + W$$

де R – потік ресурсів (вихідна сировина, основні і допоміжні матеріали, напівфабрикати);
R – потік відходів (хімічні речовини і енергія), що забруднює середовище і відносить певну частину корисних ресурсів;
Wy – потік вловлених відходів;
P – потік готової продукції.

Дужки в рівнянні вказують на єдність потоку (ресурсів і відходів). «Відходність виробництва» можна оцінити за коефіцієнтом $K_{вх} = W/R$. Відповідно коефіцієнт безвідходності $K_б = P/R$.

Виробничий процес, що передбачає очищення забруднюючих потоків, представлений рівнянням:

$$R = P – W$$

У замкнутому виробничому циклі відбувається повна переробка та утилізація потоку відходів Wy, який знову повертається в сферу виробництва. Тут потоки W і Wy кількісно рівні, а потік готової продукції P відповідає потоку R:

$$P = R + W_y – W = R$$

В основі екологізації виробничих ресурсних циклів лежить ресурсозбереження, засноване на передових технологіях переробки ПР та їх рух від первинного стану до споживача у вигляді готової продукції та подальше використання в наступних циклах.

Шляхи ресурсозбереження показують, що в основу

раціонального природокористування покладено максимальне збереження ресурсів на всіх стадіях виробництва і використання.

Природні компоненти виступають лише початковою або проміжною ланкою в довгому ланцюзі ресурсного циклу, яка пов'язує природу і продукцію виробництва, що надходить до споживача, а для останнього неважливо, скільки первинного ПР було використано при виготовленні. Тому виробництво повинно виходити не з ПР, тобто не від того, скільки їх можна використовувати, а від кількості тих ПР, які дійдуть до споживача в складі готової продукції.

Такий підхід вимагає ретельного аналізу взаємозамінності і доповнюваності факторів виробництва (трудові ресурси, засоби виробництва) в народному господарстві з позицій кінцевого результату, заради можливості економії ПР при збереженні кількості та якості виробленої продукції. Таким чином, оптимізація взаємодії факторів росту виробництва, їх комбінування дозволяє знизити навантаження на ПР, а отже, на природу. Тільки з урахуванням такої взаємозамінності факторів, з точки зору економічного та екологічного підходу, визначаються реальні потреби суспільства в ПР. Реалізація можлива шляхом: побудови для кожного ПР природно-продуктивної вертикалі або ланцюжка, що з'єднує первинні ПР з кінцевою продукцією; аналізу можливих шляхів економічного зростання з довгострокових позицій, оскільки розвиток народного господарства та що до нього суб'єктів передбачає довготривалі програми раціонального ПП.

5.4. Принципи екологізації окремих галузей економіки

Екологізація енергетики крім вимог, що відносяться до промислового виробництва, передбачає здійснення різноманітних заходів, які спрямовані на: 1) поступове скорочення всіх способів отримання енергії на основі хімічних джерел, тобто за допомогою екзотермічних хімічних реакцій, у тому числі окисних і електрохімічних, і в першу чергу – спалювання будь-якого палива; 2) максимальну заміну хімічних джерел природними відновлюваними джерелами енергії, серед яких провідна роль має належати сонячній енергії. В ідеалі єдиним дійсно екологічним хімічним паливом може стати тільки водень, отриманий на основі геліоенергетичного

фотолізу води. Щодо ядерної і майбутньої термоядерної енергетики, то навіть при абсолютному усуненні всіх форм радіаційного забруднення (що дуже проблематично) залишається непереборне теплове забруднення біосфери.

Екологізація енергетики в рамках перетворення її паливних ресурсів містить безліч резервів і принципових технічних рішень – від загального скорочення обсягу енергетики на основі всіх форм економії енергії до зміни структури використання палива і технологій перетворення енергії. Зараз уже й стає зрозуміло, що головним мотивом вимушеної екологізації енергетики є не стільки близькість вичерпання паливних ресурсів, скільки вимоги глобальної екологічної безпеки.

Екологізація транспорту передбачає: 1) включення екологічних вимог в організацію транспортних потоків з метою зменшення транспортного забруднення внаслідок скорочення холостих пробігів та оптимізації маршрутів; 2) придушення тенденції індивідуалізації транспортних засобів та сприяння розвитку комфортного та економічного громадського транспорту з метою зменшення загальної кількості транспортних одиниць; 3) створення нових транспортних засобів і заміна одних засобів транспорту іншими, більш екологічними, а також створення нових, більш екологічних двигунів для наявних транспортних засобів; 4) розробка і застосування більш безпечних палив або інших джерел енергії; 5) заміна шкідливих паливних присадок каталітичними засобами оптимізації спалювання; 6) доопалення та очищення вихлопів двигунів внутрішнього згоряння; 7) пасивний та активний захист від шуму і вібрації. Всі ці заходи дуже важливі, оскільки без них спільна природоємність транспорту незабаром може перевершити природоємність стаціонарної енергетики і промислового виробництва.

Особливо гостро стоїть проблема екологізації міського транспорту, особливо автомобільного транспорту, оскільки, наприклад, у великих містах України на його викиди припадає 70-80 % емісії всіх ЗР. Останні 30 років у містах по всьому світу спостерігається справжній автомобільний бум. У 1970 р. в світі було 200 млн. легкових автомашин, у 2006 р. понад 850 млн, а у 2030 р. очікується її подвоєння. Вулиці міст повсюдно заповнюються

машинами, що призводить до пробок, дорожньотранспортних подій та зниження якості атмосферного повітря.

Екологізація міського транспорту полягає в підвищенні конкурентоспроможності різних немоторизованих способів пересування – пішки, на велосипеді, на рикші, легкому метро (сучасному трамваї), поїзді, а також зниженні потреби в частому переміщенні по місту – наприклад, таким чином, щоб люди могли жити недалеко від місця роботи. Міста повинні чітко уявляти, як буде відбуватися перехід від автомобільної залежності і пробок до більш екологічно небезпечних видів транспорту.

Таким чином, для екологізації міського транспорту потрібно:

- система швидкісного громадського транспорту, яка забезпечує більш високу швидкість пересування в порівнянні з автотранспортом на всіх основних напрямках;

- центри міської забудови вздовж транспортних коридорів, що створюють досить щільну мережу для забезпечення функціонування системи громадського транспорту;

- пішохідні зони та створення умов для зручності велосипедистів, зокрема полегшення доступу для немоторизованих засобів пересування в різні райони міста, в першу чергу – в зазначені центри;

- злагоджене функціонування транспортної системи, що забезпечує доступ без зайвих тимчасових витрат;

- поступове виведення з експлуатації швидкісних шосе і введення податків на пробки, що формують кошти для фінансування швидкісного громадського транспорту та пішохідно-велосипедної інфраструктури, а також створення зелених бульварів з низькою інтенсивністю руху;

- безперервне вдосконалення автомобільних двигунів і палива для зниження вихлопів, шумового забруднення і споживання палива.

Екологізація сільського господарства ще в недавньому минулому здавалася б зайвою вимогою, оскільки неіндустріалізовані землеробство і тваринництво були по суті найбільш екологічною сферою господарської діяльності людини. Однак у XX ст. відбулося швидке перетворення сільського господарства в агропромислове виробництво з усіма наслідками механізації і хімізації.

Індустріалізація агрокомплексів і ферм, широке застосування мінеральних добрив і пестицидів підвищили питому продуктивність агроценозів, але знизили їх екологічність та екологічну якість сільськогосподарської продукції. Для подолання цієї тенденції необхідний комплекс заходів, який, крім вимог екологізації, характерних для промисловості, включає також: 1) обмеження використання сольових форм мінеральних добрив і заміна їх спеціально трансформованими органічними добривами та органо-мінеральними сумішами (цю технологію іноді позначають як «*біологічне*» або «*органічне*» *землеробство*); 2) мінімізацію застосування пестицидів і максимальну заміну їх біологічними засобами боротьби із шкідниками; 3) виключення гормональних стимуляторів і хімічних добавок при годівлі тварин; 4) граничну обережність у використанні трансгенних форм сільськогосподарських рослин та інших продуктів генної інженерії; 5) застосування найбільш сприятливих методів обробки землі.

Екологізація рекреаційно-туристичної діяльності. Рекреація (від. лат. *recreatio* – відновлення) – система заходів, що пов’язана з використанням вільного часу людини для її оздоровлення, а також культурно-пізнавальної та спортивної діяльності поза межами постійного місця проживання. *Туризм* – специфічна форма активного відпочинку, що має культурно-виховне, науково-пізнавальне, спортивно-оздоровче значення; сукупність відносин і явищ, які виникають у процесі подорожі та перебування людей поза межами їх постійного місця проживання з метою відпочинку, ознайомлення з НПС, лікування, участі в наукових, культурних, ділових зустрічах, тощо. Межі між поняттями «рекреація» і «туризм» достатньо умовні, а тому словосполучення «рекреаційно-туристична діяльність» (РТД), яка ґрунтується на рекреаційно-туристичних ресурсах і умовах, широко використається у літературі.

Відомо, що рекреація і туризм є важливими складовими економіки багатьох країн, але при РТД неминуче відбувається зміна НПС. При цьому негативні зміни переважають, завдаючи йому значний і все зростаючий збиток. Вплив РТД на НПС може бути прямим, непрямим і спонукальним, а також позитивним і негативним. РТД не може розвиватися без взаємодії з НПС, однак за допомогою

управління розвитком РТД і чіткого планування, можливо, зменшити негативний вплив і збільшити позитивний. Негативний вплив РТД позначається насамперед на природних багатствах країн або районів масового відпочинку і подорожей. Особливо приваблюють для туристів незаймані природні ландшафти, куточки дикої природи, тому важливе значення має розвиток РТД на особливо охоронюваних природних територіях може (ООПТ).

На туристичний сектор економіки припадає 5 % глобального ВВП, кожна 12-а людина у світі працює в цій галузі. РТД особливо чутлива до кліматичного фактору, оскільки останній визначає довжину і сприятливість рекреаційно-туристичних сезонів. РТД не тільки страждає від кліматичних змін, але й також є однією з причин глобального потепління, відповідаючи приблизно за 5 % емісії CO_2; 2 % припадає на авіаційні перельоти, 1,7 % – на наземний транспорт, 1 % – на готельне господарство.

Згідно з висновками експертів Всесвітньої туристської організації і Програми ООН з навколишнього середовища сценарій розвитку територій за програмою «зелених інвестицій», дозволить до 2050 р. скоротити енергоспоживання в туристській сфері на 44 %, а емісії CO_2 на 52 %. Досягнення такого ефекту можливе, використовуючи комбінацію заходів, серед яких: технологічні інновації, перехід до екологічного транспорту і ефективний енергетичний та екологічний менеджмент у готельній сфері.

Турбота про безпеку людей та охорону навколишнього природного середовища на сьогоднішній день є невід'ємною частиною політики у сфері туризму. З кожним роком туристів, які обирають більш безпечний для природного середовища відпочинок, стає все більше. При цьому фахівці туристської і готельної індустрії відзначають, що туристи стали в цьому питанні більш відповідальними. Згідно з дослідженням туристської асоціації АВТА (Великобританія) кожен третій турист вважає, що готелі крім традиційних «зірок» також повинні мати екологічний рейтинг. У порівнянні з 2010 р. показник відповідальності туристів, які обирають екологічно орієнтовану рекреацію, зріс з 29 % до 33 %. У міжнародному туризмі просуванням «зелених» технологій, займається міжнародна організація *Travelife Sustainability System*

(TSS), яка заохочує туроператорів і готелі, що займаються природоохоронною діяльністю та просувають ідеї охорони довкілля серед своїх гостей. TSS має спеціально розроблену систему екологічного аудиту, який передбачає нагороди залежно від досягнень підприємств. Дана ініціатива підтримується багатьма найбільшими підприємствами туризму та рекреації. На сьогоднішній день система TSS зареєструвала 17 тис. готелів, з яких 1500 підприємств пройшли повну екологічну експертизу, а понад 500 – отримали заслужені нагороди у сфері екологізації РТД.

Невід'ємною складовою екологічного менеджменту в сфері РТД є стандарт управління природокористуванням ISO 14001 (EMS), створений у 1991 р. Міжнародною асоціацією зі стандартизації. Для того щоб відповідати йому, організація зобов'язана підтвердити, що проводить спеціальну політику з охорони навколишнього середовища. У ряді країн на додаток до ISO 14001 були створені власні стандарти, наприклад, в Європейському союзі – EMAS. Крім того, у світі існує ряд організацій, що займаються розробкою і впровадженням систем екологічного менеджменту. Згідно з даними Всесвітньої туристської організації, на сьогодні у світі діє понад 60 міжнародних програм, спрямованих на створення та підтвердження стандартів у галузі екологічної сертифікації, при цьому на кожну програму доводиться в середньому близько 50 сертифікованих компаній у галузі туризму. Всього ж у світі існує понад 100 екологічних лейблів і нагород для об'єктів туризму, екологічного туризму та сфери гостинності.

Однією з найбільш відомих міжнародних програм сертифікації в галузі екотуризму є програма «*Green Globe 21*». Її створила британська компанія, що працює в більш ніж 50 країнах. Програма має міжнародний статус і на сучасному етапі охоплює, крім ряду складових інфраструктури масового туризму (готелів, виставкових залів, аеропортів, авіаліній, гаваней, круїзних кораблів, залізниць, ресторанів і т.д.), всілякі туристські місця призначення, включаючи місцеві спільноти та охоронювані території. Стандарти системи *Green Globe 21* охоплюють 6 сфер: 1) зменшення утворення відходів, багаторазове використання і переробка; 2) ефективність використання енергії; 3) управління використанням прісної води; 4) управління

стічними водами; 5) екологічно чутлива торгова політика; 6) соціальний і культурний розвиток.

Виділяється декілька рівнів виконання критеріїв стандарту *Green Globe 21*. Відповідно, підприємства отримують різні логотипи з екологічної маркуванням: «affiliate» – відповідність мінімальному набору критеріїв, «benchmarked» – відповідність основним критеріям, «certified» – відповідність усім вимогам стандарту, а також підтвердження цього відповідності аудитом, проведеного третьою стороною безпосередньо на об'єкті. За допомогою подібної градації зацікавлені споживачі туристичних послуг можуть орієнтуватися в ступені екологічної відповідальності сертифікованого об'єкта.

З одного боку, розвиток РТД у багатьох частинах світу виявився потужним стимулом для охорони рідкісних видів і унікальних екосистем, адже природний туризм – одна з небагатьох форм економічної діяльності, що не передбачає вилучення об'єктів живої природи (за винятком мисливського та рибальського туризму). Але без належного контролю та управління успіхи в розвитку природного туризму можуть швидко обернутися «зворотною стороною». Небувале зростання кількості прихильників природного туризму створив цілий комплекс проблем. Надмірний і неконтрольований потік туристів нерідко є причиною деградації НПС, зниження біологічного та культурного розмаїття. Негативні ефекти від туризму можуть поширюватися і за межі ООПТ, зачіпаючи інтереси навколишніх поселень.

Негативні аспекти розвитку РТД в ООПТ більш широко відомі, ніж його позитивні аспекти. Зростання кількості рекреантів (туристів), нераціональне використання природних ресурсів, будівництво готелів, інші види діяльності, пов'язані з РТД, впливають на НПС певним чином. Такі дії можна умовно розділити на дві категорії: прямі і непрямі. *Прямий вплив* обумовлений безпосередньою присутністю рекреантів (туристів) і їх діяльністю, *непрямий вплив* – використовуваними в РТД транспортом та інфраструктурою.

Один з найбільш повних оглядів негативних ефектів природної РТД представлено в роботі *Гектора Цебаллос-Ласкурейна*, який виділяє такі види впливів: на геологічне середовище, на ґрунти, на

водні ресурси, на рослинність, на тварин; зміна санітарних умов; зміна естетичних особливостей ландшафту; вплив на культурне середовище.

Слід особливо підкреслити, що, якщо РТД завдає шкоди довкіллю, то він не є екологічно орієнтованим. Істинно екологічно орієнтована РТД по факту – одне з найбільш потужних засобів охорони НПС. Завдання екологічно орієнтованої РТД – звести до мінімуму можливі негативні наслідки подорожей у природу і максимально збільшити їх переваги.

Щоб зменшити ступінь негативного впливу РТД необхідно здійснювати екологізацію всіх його складових, а також активніше впроваджувати екологічний туризм.

Екологізація РТД – це процес її організації на засадах впровадження ідей збереження природного та історико-культурного середовища.

Основна мета екологізації РТД полягає у зведенні до мінімуму негативного впливу туристичної діяльності на процеси кругообігу речовини і енергії в природі, зменшення рекреаційного навантаження на туристичні об’єкти.

Для досягнення даної мети одними з основних завдань державної політики з розвитку туризму мають стати: 1) паспортизація туристськорекреаційних ресурсів регіонів України з обов’язковим визначенням антропогенного навантаження на природну екосистему; 2) встановлення ресурсозберігаючих та екологічних стандартів для новозбудованих та реконструйованих закладів розміщення туристів; 3) впровадження системи екологічної сертифікації об’єктів туризму; 4) пріоритетне та пільгове фінансування екологічно орієнтовних інвестиційних проектів у туризмі; 5) розширення мережі національних і регіональних ландшафтних парків із суворим додержанням режимів діяльності відповідно до чинного законодавства; 6) всебічна інформаційна підтримка ідеї збалансованого розвитку туризму серед усіх зацікавлених сторін процесу – туристів, виробників послуг, органів влади, громадських інституцій, навколишнього природного середовища, тощо

Екологічний туризм (ЕТ) – це різновид природного туризму, що об’єднує людей, які подорожують з науково-пізнавальною метою.

Всесвітня туристська організація дає таке визначення ЕТ: «екологічний туризм – це туризм в незаймані куточки природи». Більш досконалим є визначення Суспільства екотуризму США: «екотуризм – це будь-які види туризму та рекреації в природі, які не завдають шкоди природним комплексам, сприяють охороні природи і поліпшенню добробуту місцевого населення».

В основі ЕТ лежать такі принципи:

1) подорож у природу, причому головний зміст таких подорожей – ознайомлення з живою природою, а також з місцевими звичаями і культурою;

2) зведення до мінімуму негативних наслідків екологічного та соціально-культурного характеру, підтримання екологічної стійкості середовища;

3) сприяння охороні природи та місцевого соціокультурного середовища;

4) екологічна освіта та просвіта;

5) участь місцевих жителів і отримання ними доходів від туристської діяльності, що створює для них економічні стимули до охорони природи;

6) економічна ефективність і внесок у стійкий розвиток відвідуваних регіонів.

Концепцію ЕТ можна представити у вигляді таких базових принципів: 1) принцип мінімізації негативного впливу (природна і соціокультурна сумісність як фундаментальна умова, контроль та участь з боку місцевих громад, рівноправний доступ до природних ресурсів, дотримання гранично допустимих рекреаційних навантажень); 2) принцип посилення і широкого охоплення (створення фінансових, економічних та соціально-культурних переваг для територій, які охороняються, і місцевого населення); 3) принцип підвищення природоохоронної, екологічної і культурної свідомості, до складу екологічної просвіти, повагу звичаїв та традиційного укладу місцевих спільнот, обмін досвідом.

Все різноманіття видів ЕТ доцільно поділити на два його основних типи: 1) ЕТ *у межах* ООПТ – розробка і проведення таких турів є класичним напрямком у ЕТ, а відповідні тури відносяться до екотуру у вузькому значенні цього терміна, їх можна віднести до

«австралійської» моделі ЕТ; 2) ЕТ *поза межами* ООПТ – до цього типу турів можна віднести весь широкий спектр видів екологічно орієнтованого туризму, починаючи від агротуризму і аж до круїзу на комфортабельному лайнері. Цю групу екотурів можна віднести до «німецької», або до «західноєвропейської» моделі.

Інший автор пропонує виділяти три основні напрямки ЕТ: 1) *класичний природний* ЕТ, головним об'єктом якого є дика природа, практично немає антропогенного впливу; 2) *рекреаційний* ЕТ, головним об'єктом якого є території, що видозмінені людиною та території з вторинною квазіприродою, але відносно екологічно сприятливою для цілей рекреації та туризму; 3) *соціально-культурний* ЕТ, суть якого полягає в знайомстві і вивченні (але без будь-якого втручання) туристами культури, звичаїв, способу життя, вірувань, особливостей взаємодії з навколишнім середовищем різних народів, що населяють ту чи іншу територію.

Розвиток РТД у заповідниках і національних парках ґрунтується на декількох ключових принципах:

1. *Дотримання основ заповідної справи*. ЕТ повинен базуватися на головних досягненнях заповідної науки і практики та не суперечити основам заповідної справи.

2. *Вибірковість*. Не для кожного заповідника та національного парку розвиток ЕТ виправдано і рентабельно. Рішення про те, чи розвивати цю діяльність у конкретному заповіднику або національному парку, необхідно приймати на основі експертного аналізу. Для заповідників і національних парків неприйнятні масові види туризму. Потік туристів до заповідників і національних парків потрібно обмежувати і ретельно регулювати, що має на увазі вибір оптимальних категорій відвідувачів.

3. *Опора на регіональні пам'ятки*. Для розвитку ЕТ необхідно використовувати буферні зони заповідників і національних парків, а також суміжні території. Заповідники і національні парки будуть отримувати дохід, виступаючи як організатори програм ЕТ на місцях, надаючи відвідувачам різноманітні послуги.

4. *Спеціалізація і кооперація*. РТД здійснюють на методичній базі заповідників і національних парків, у тісній кооперації з їх науковими та еколого-просвітницькими відділами. Через мережу

спеціалізованих турагентств і туроператорів здійснюють підбір клієнтів і організацію екскурсій.

5. *Гроші – не головне*. Отримання доходів від РТД не є основною метою ЕТ у заповідниках і національних парках.

6. *Рентабельність.* Незважаючи на те що «гроші – не головне», цей вид діяльності не повинен бути збитковим для заповідників та національних парків.

5.5. Принципи екологізації освіти

Екологізація системи освіти – це характеристика тенденції проникнення екологічних ідей, понять, принципів, переходів в інші дисципліни, а також підготовка екологічно грамотних фахівців різного профілю. Саме в наші дні потрібна екологізація взагалі всієї системи освіти і виховання. Мета даної трансформації – проникнення сучасних екологічних ідей і цінностей у всі сфери суспільства, його екологізація. Бо тільки так, через екологізацію всього суспільного життя, можна врятувати людство від глобальної екологічної катастрофи.

Екологізація науки – процес проникнення ідей і проблем екології в інші галузі знання, в систему сучасних природничих, технічних і гуманітарних дисциплін. Виділяються трі рівня екологізації: внутрішньодисциплінарна, міждисциплінарна і проблемна.

Пропонується здійснити послідовну екологізацію навчальних дисциплін ВНЗ. Цей процес стосується як навчальної, так і позанавчальної діяльності студентів, будується на принципах цілісності, єдності і наступності всіх ланок та етапів навчання у ВНЗ, а також на встановленні міжпредметних зв’язків та інтеграції навчальних дисциплін.

Інформацію з проблем НС вводять в основні навчальні курси з урахуванням специфіки кожного предмета. Це можливо реалізувати в курсі лекцій, на семінарських та лабораторних заняттях, після закінчення викладу теми (розділу), в кінці вивчення всього теоретичного курсу. При цьому екологічному змісту має бути чітко визначене місце в кожному розділі. Слід також здійснювати взаємозв’язок екологічних, природоохоронних та виховних аспектів досліджуваного матеріалу, ретельно продумувати методику викладу

матеріалу.

Наприклад, можна говорити про засади екологізації хімічної освіти, що дозволяють визначити зміст системи знань про хімічні аспекти екології в ряді навчальних предметів середньої і вищої школи, переорієнтувати зміст хімічного експерименту та хімічних задач на екологічну проблематику, осмислити нові функції кабінету хімії в умовах екологізації шкільної освіти. Хімію тут вибрано не випадково.

Останнім часом виявляється виразна тенденція в нашій вже досить екологізованій суспільній свідомості протиставляти екологію людини і хімію. Дійсно, хімічне виробництво за свою історію завдало чималої шкоди природному середовищу. Коли за наявності такого гострого і актуального протиріччя ставиться питання про екологізації хімічної освіти, тоді мова йде не про механічне поєднання екології та хімії, а про інтегративний підхід до даної проблеми.

Досить цікавим є досвід Німеччини у вирішенні даної проблеми. З кінця 1980-х років в країні почався, а до теперішнього часу вже завершився перехід від природоохоронних принципів в освіті до екологічних, що в загальних рисах збігається з аналогічним процесом у нашій країні. Сучасний підхід до шкільної екологічної освіти у Німеччині характеризується такими основними принципами:

1) екологізація охоплює не тільки всі шкільні програми, але й усе шкільне життя, коли школу розглядають як якесь «екологічне господарство», полігон для впровадження екологічного знання;

2) освіта набуває не цільового, а в більшій мірі процесуального характеру – від формування самостійності учня, його самовизначення щодо природи до придбання відповідних конкретних навичок;

3) екологічна освіта стає складовою частиною загального громадянського виховання;

4) велика увага приділяється екологізації прикладних шкільних дисциплін (економіка домашнього господарства, техніка, трудове навчання);

5) у методах навчання все більше місце займає проектне навчання.

Екологізація освіти, в свою чергу, тісно пов’язана з економічним життям суспільства. Система взаємин людини і природи тут

будується як система «природа – суспільство – економіка». Школа є робочим місцем для учнів, вчителів, для обслуговувального персоналу – господарством, яке витрачає природні ресурси, споживає енергію і продукти харчування, продукує відходи і т.п. Безпосередньо в навчальному процесі простежується чітка орієнтація на підготовку учнів до вирішення в майбутньому конкретних локальних завдань.

Існують два різних терміна – «екологічне виховання» і «екологічна освіта». Перше неможливо без другого, і тому освіта повинна розвиватися в контексті другого, тим більше, що знання самі по собі ще не визначають спрямованість діяльності людини.

Екологічне виховання – це процес систематичного та цілеспрямованого впливу на духовний і фізичний розвиток особистості з метою формування еколого-гуманістичного світогляду, підготовки до виробничої, громадської та культурної діяльності. Екологічне виховання має представляти цілісну систему, що охоплює все життя людини. Воно повинно мати на меті формування світогляду людини, заснованого на поданні про свою єдність з природою і про спрямованість своєї культури і всієї практичної діяльності людини не на експлуатацію природи і навіть не на збереження її в первісному вигляді, а на її розвиток, здатне сприяти розвитку суспільства. У цьому і полягає принцип *сучасного антропоцентризму*, заснованого на розумінні того факту, що подальший розвиток людства може відбутися тільки спільно з подальшим розвитком природи, її різноманіття і багатства.

Для того щоб реалізувати цей принцип, екологічне виховання має починатися з раннього дитинства. Ще в сім'ї і в дошкільні роки дитина повинна отримати деякі початкові відомості про навколишній світ, природу, про необхідність і доцільність дбайливого ставлення до рослин, тварин, про збереження чистоти повітря, води, землі. Ці знання повинні бути розвинені і закріплені в початкових класах середньої школи. Одночасно повинна бути створена атмосфера доброзичливості щодо природи, щоб у дитини сформувалося світорозуміння, що включає його в навколишній світ не як господаря, а як учасника природного його розвитку.

Екологія – велика наукова дисципліна, але її викладання має бути дозоване і не перетворюватися на систематичний багаторічний

курс. Початкові відомості повинні бути отримані вдома або в дошкільних установах і закріплені серією спеціальних уроків і цілеспрямованих екскурсій в перших класах. Вони повинні бути «природознавчо орієнтовані». Що ж до систематичного курсу екології, то він повинен бути прочитаний в одному з останніх класів середньої школи. У ньому слід не тільки узагальнити і систематизувати знання, отримані в попередніх класах, але і внести деякі загальні філософські (ідеологічні) уявлення, що закладають основи сучасного світорозуміння.

Екологічна освіта – це сукупність таких компонентів: екологічні знання – екологічне мислення – екологічний світогляд – екологічна етика – екологічна культура. Кожному компоненту відповідає певний рівень (ступінь) екологічної зрілості: від елементарних екологічних знань, уявлень дошкільного рівня до їх глибокого усвідомлення і практичної реалізації на вищих рівнях. Умовно можна виділити наступні узагальнені рівні екологічної зрілості: початковий (інформативно-підготовчий), основний (базово-світоглядний), вищий, профільно-фаховий (світогляднозрілий).

Цілі екологічної освіти полягають передусім, у тому, щоб дати можливість людині зрозуміти складний характер навколишнього середовища, яке є результатом взаємодії її біологічних, фізичних, соціальних, економічних і культурних чинників, сприяти усвідомленню важливості навколишнього середовища для економічного, соціального і культурного розвитку людей.

Побудова системи *безперервної екологічної освіти* вимагає створення педагогічної вертикалі: дитячі дошкільні установи – школа (ліцей, гімназія) – коледж (технікум) – університет – після університетська освіта. Видається, що центральною ланкою в цьому ланцюжку є університет, тому що він орієнтує школу і середні спеціальні навчальні заклади на себе (викладачі університету ведуть екологічну підготовку в спеціалізованих класах шкіл, ліцеїв, коледжів, на підготовчих курсах, університет надає школярам навчально-наукові лабораторії, музеї, комп’ютерні класи). Крім того, всю роботу з формування екологічної культури університет веде виходячи з принципів міждисциплінарності і взаємопов’язаного розкриття, а також привчає студентів до самоосвіти, яке переслідує

мету набуття людиною нових здібностей, забезпечує нові методологічні програми.

Сьогодні багато говорять про *екологізацію освіти*. Це дуже важливий елемент екологічного виховання. Екологічне мислення, уявлення про довкілля і місце в ній людини повинні бути наявним у всіх проявах його активності. Досить ефективним засобом реалізації цього принципу і є екологізація освіти. Вона полягає в тому, що практично всі дисципліни шкільного курсу повинні містити екологічний матеріал. Не тільки біологія, хімія, географія, але й історія, література та інші дисципліни можуть стати засобом отримання екологічних уявлень і екологічних знань.

У вищій освіті є три істотно різних напрямки екологічної освіти;

- *перший напрям* – світоглядний. Він безпосередньо продовжує той освітній напрямок, який було закладено ще в середній школі. Незалежно від тієї області діяльності, яку вибирає майбутній фахівець, він повинен володіти необхідним світорозумінням, певним філософським фундаментом для своєї діяльності, емпірично обґрунтованим раціоналістичним баченням людини в біосфері і бути здатним спиратися на досягнення природничих наук. Але цей філософський фундамент повинен бути не класичним раціоналізмом XVIII або XIX ст., який розглядав людину як стороннього спостерігача, а раціоналізмом сучасного століття, що представляє людину активним учасником процесу розвитку біосфери.

- *другий напрям* – екологічний професіоналізм майбутнього фахівця. Якщо перший напрямок досить універсальний, то другий пов’язаний з характером майбутньої діяльності студента, з його здатністю приймати найбільш раціональні, конструктивні, технологічні, господарські або адміністративні рішення з урахуванням екологічних факторів. Така підготовка має бути абсолютно різною в навчальних закладах різного профілю.

- *третій напрям* діяльності пов’язаний з необхідністю підготовки фахівців, здатних вирішувати численні завдання по взаємовідношенню людини і НС. Це мають бути фахівці, які поєднують екологічні знання з широкою гуманітарною підготовкою: в галузі економіки, правознавства та багатьох інших гуманітарних дисциплін.

Наступною важливою ланкою єдиної системи екологічної освіти має стати післявузівське навчання, підвищення кваліфікації, перепідготовка кадрів та екологічна освіта широких верств населення.

Ці ідеї відображені в «Концепції екологічної освіти України», затвердженої Колегією Міністерства освіти і науки України (протокол № 13/6-19 від 20.12.2001 р.). Цей документ є важливим кроком у розвитку екологічної освіти та екологізації освіти, де зачіпаються практично всі аспекти безперервної екологічної освіти, виховання і освіти, які є нерозривною частиною єдиного процесу формування екологічної культури суспільства. У «Концепції екологічної освіти України» велика увага приділяється як загальній, так і професійній вищій екологічній освіті. Ставлення до підготовки фахівців-екологів неоднозначне не тільки в Україні, але в країнах всього пострадянського простору.

Екологізація суспільної свідомості. Екологічна свідомість, тобто відношення людини до природи, формується в процесі екологічного виховання та освіти. *Екологізація свідомості* – це зміна спрямованості свідомості, орієнтація її на більш адекватне відображення стану зовнішнього середовища і відповідно ціннісних установок у потребах і діяльності людини. З поняттям «екологізація індивідуальної свідомості» пов’язані також такі поняття як «екологізація мислення», «екологізація світовідчуття», «екологізація потреб», «екологізація поведінки», тощо. Кожній історичній епосі відповідає свій певний світогляд.

Історичні долі цивілізації залежать від того, які взаємовідносини людини і природи. До недавнього часу ставлення суспільства до НПС носило споживчий характер. Природа цікавила людину насамперед, як джерело ресурсів для підтримки виробництва і споживання. Настав час переходу до іншої культури, яка орієнтується не тільки на споживання природних ресурсів, а й на підтримку НПС в стані, придатному для життя сучасних і наступних поколінь, а також інших організмів, що населяють планету.

Екологічна культура – це рівень сприйняття людьми природи, навколишнього світу і оцінка свого становища у всесвіті, ставлення людини до світу. Екологічна культура має на увазі зміну характеру

відносин людей до природи і характеризується такими особливостями:

1) вищу цінність являє гармонійний розвиток людини і природи, природне визнається спочатку самоцінним, незалежно від корисності або марності для людини;

2) світ людей не протиставлено світу природи, обидва вони є елементами єдиної цільної системи;

3) метою взаємодії з природою є максимальне задоволення як потреб людини, так і потреб всього природного співтовариства;

4) характер взаємодії з природою не порушує існуючу в природі рівновагу;

5) етичні норми і правила однаково поширюються як на взаємодію між людьми, так і на взаємодію зі світом природи;

6) розвиток людини і природи – процес взаємовигідного співробітництва;

7) діяльність з охорони природи продиктована необхідністю зберегти природу заради неї самої.

Основні напрями формування екологічної культури не можуть бути ефективно реалізовані, якщо природоохоронні принципи не будуть впроваджені у суспільство шляхом масового виховання і пропаганди охорони навколишнього середовища. Основними напрямами поширення екологічних знань серед населення є:

1) забезпечення відкритості інформації про стан навколишнього середовища;

2) забезпечення доступу громадян до екологічної інформації, життєво важливою для їх безпеки;

3) збільшення обсягів виданої екологічної літератури, масових видань з питань охорони навколишнього середовища;

4) прагнення обговорювати публічно актуальні питання охорони навколишнього середовища.

Можливість включитися кожному в різну практичну діяльність дає участь у масштабних загальноукраїнських та міжнародних акціях. Робота під гаслом «Мислити глобально – діяти локально» дозволяє кожному відчути свою співпричетність до вирішення загальної для всіх проблеми.

На нашій планеті стане трохи чистіше, якщо в повсякденному

житті кожен буде дотримуватися кількох нескладних правил:

- *зниження споживання, повторне використання, вторинна переробка* – ці три процеси взаємопов'язані. У першу чергу варто замислитися про зниження споживання, другий крок – знайти конструктивне застосування речам і матеріалам, які стали непотрібними;

- *що можна переробити, а що не можна* – уважно читайте етикетки, що стосуються можливості вторинної переробки упаковки і вийшли з ужитку речей. Відслужила техніка – в переробку. Городяни все більше звикають до переробки електронних пристроїв. Якщо у вас є старий прилад, запропонуйте його ремонтній майстерні або приватному майстрові на деталі. Заохочуйте творчість. Якщо ви знаєте кого-небудь, хто у своїй творчості дає життя вийшли з ужитку речам, запропонуйте їм свої ідеї та матеріали. Такі речі можуть стати в нагоді і школярам для їхніх виробів;

- *економте воду* – вимикайте кран з водою в той час, поки чистите зуби. За рік це допоможе зберегти близько 11 тис. літрів питної води. Користуйтеся душем, а не приймайте ванну. Всього дві хвилини включеного душу – це 38 літрів води;

- *купуйте товари з вторсировини* – підтримуйте рециклінг, купуючи і використовуючи те, що можна буде переробити. Зараз можливо відшукати речі з високим вмістом вдруге використаної сировини;

- *подумайте про подальшу переробку* – при покупці нової речі зверніть увагу на можливість її переробки після закінчення терміну служби. За оцінками експертів, людина користується пластиковим пакетом 12 хвилин, а розкладається він приблизно 400 років;

- *віддавайте для користі іншим* – якщо у вас є речі, які вам не підходять або не подобаються, але цілком придатні, благодійні організації візьмуть їх і передадуть нужденним;

- *киньте сигарету* – недопалки забруднюють довкілля чи не сильніше від пакетів: при згорянні тютюну виділяється приблизно 4000 речовин, левова частка з яких токсичні. Недопалки, які розпадаються протягом 10 років, виділяють агресивні речовини (ртуть, миш'як, кадмій), які проникають у ґрунти.

У зелений колір забарвлені тепер не тільки трава і дерева,

зеленими тепер стають одяг, продукти, магазини і цілі країни. Людство безповоротно змінює навколишній світ, заподіює шкоду природі і змінює життя кожної людини не в кращу сторону. Однак прогрес зупинити неможливо – ми можемо лише знайти той баланс, який дозволить нам жити на чистій планеті. А для цього потрібно просочити все суспільство, зверху донизу зеленими ідеями.

«*Зелена економіка*» – напрям в економічній науці, в рамках якого вважають, що економіка є залежним компонентом природного середовища, в межах якого вона існує і є його частиною. Теорія зеленої економіки базується на 3 аксіомах:

1) неможливо нескінченно розширювати сферу впливу в обмеженому просторі;

2) неможливо вимагати задоволення нескінченно зростаючих потреб в умовах обмеженості ресурсів;

3) все на поверхні Землі є взаємопов’язаним.

Зелені економісти вважають економічне зростання непорозумінням, тому що воно суперечить першій аксіомі. «Ростизм» (Growthism), вважають прихильники зеленої економіки, порушує нормальне функціонування природних екосистем. Зелені економісти пропонують встановлення податку Тобіна в розмірі 1 % від усіх міжнародних торговельних угод, з тим, щоб направляти зібрані кошти бідним країнам з метою гальмування посилення диференціації між розвиненими країнами і такими, що розвиваються. Крім цього, пропонується використовувати категорію «*природний капітал*» (*Naturalcapital*) замість категорії «*природні ресурси*», яка ніби свідчить про пасивну роль природи в економіці.

Світовій економіці необхідна екологізація, вважають фахівці і закликають інвестувати в екологічні технології додаткові 14 трлн дол. до 2030 р. Про це йде мова в «*Огляді екологічних інвестицій: шляхи і способи відкрити приватні фінанси для екологічного зростання*», підготовленому експертами Світового банку, Deutschebank та ОЕСР (*Організація економічного співробітництва та розвитку*) для Всесвітнього економічного форуму в Давосі.

Екологізація глобальної економіки – єдиний спосіб задовольнити потреби населення Землі, яке досягне 9 млрд людей до 2050 р. Це посприяє зростанню його добробуту, скоротить викиди

парникових газів і підвищить ефективність використання природних ресурсів. Створення та впровадження «низьковуглецевих» технологій допоможе боротися з глобальним потеплінням. Більш «зеленими», на думку експертів, повинні стати енергетика, транспорт, будівництво, сільське господарство та інші галузі.

За останній час в світі були зроблені серйозні успіхи в «зеленому» напрямку. Глобальні інвестиції в поновлювані енергоресурси в 2021 р. виросли на 17 % порівняно з 2020 р. і склали 257 млрд дол. Паливна ефективність транспорту більш ніж подвоїлася з 1970-х рр. Ефективність використання енергії широко визнана запорукою економічної стабільності. Країни, що розвиваються, відіграють зростаючу роль у збільшенні «зелених» інвестицій. Міжнародні та внутрішні інвестиції, що надходять з країн, які не входять до ОЕСР, виросли в 15 разів за 2014-2021 рр., та щорічно вони збільшуються на 47 % (для порівняння, в країнах ОЕСР, їх зростання становить 27 %).

Контрольні питання до розділу 5

1. Що таке «екологізація»?
2. Що таке «екодеструктивні процеси»?
3. Що таке «інтегральний екодеструктивний вплив?
4. У чому суть економічних показників рівня екологізації?
5. У чому суть земельних показників рівня екологізації?
6. У чому суть показників порівняння екологізації?
7. У чому суть показників порівняння екологізації з попереднім зразком?
8. У чому суть показників рівня екологізації за наявністю чи відсутністю вузлів екологічної деструкції у виробничому циклі виробництво-споживання виробів?
9. У чому суть відтворення екологічного попиту?
10. У чому суть відтворення екологічно орієнтованої пропозиції?
11. У чому суть відтворення екологічно орієнтованої людських чинників?
12. У чому суть відтворення мотивів екологізації?
13. Які основні принципи екологізації економіки?

14. Які основні об’єкти екологізації економіки?

15. Які основні суб’єкти екологізації економіки?

16. Що таке «квадрат» управлінського механізму екологізації?

17. У чому суть екологізації зв’язків «виробництво – споживання»?

18. У чому суть екологізації споживання»?

19. У чому суть матеріально-технічного балансу?

20. Які принципи незамкнутих технологічних процесів (систем)?

21. Які основні принципи екологізація транспорту?

22. Які основні принципи сільськогосподарського виробництва?

23. Які основні негативні наслідки рекреаційно-туристичної діяльності?

24. Яким чином рекреаційно-туристична діяльність впливає на стан окремих природних компонентів?

25. Які шляхи екологізації рекреаційно-туристичної діяльності?

26. Що таке «екологічний туризм»?

27. Що таке «екологізація системи освіти»?

28. Що таке «екологізація науки»?

29. Які принципи екологічного виховання?

30. Які принципи екологічної освіти?

31. Які принципи екологізації освіти?

32. Які принципи екологізації суспільної свідомості?

33. Що таке «зелена економіка»?

РОЗДІЛ 6
УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Динаміка якості біосфери

Плівка життя на поверхні планети Земля за мільярди років існування міняється відповідно до глобальних закономірностей; жива речовина вдосконалюється, одночасно змінюється і абіотичне середовище.

В останній історичний період, який називається антропогенез, людська діяльність все більше впливає на природний хід подій у біосфері.

З моменту появи на планеті Homo люди з метою кращого пристосування до умов біосфери почали вивчати її особливості і закономірності. Сьогодні придбанні знання по довкіллю дозволяють твердити про наявність глобальних біосферних законів, зокрема таких:

– константності – ніщо не може зникнути безслідно або утворитися з нічого. Матерія знаходиться в постійному русі і може змінювати свій зовнішній вигляд;

– екологічної піраміди, який означає неможливість указаних перетворень без втрат;

– еволюційно-біфуркаційного розвитку, що свідчить про неоднозначність процесу розвитку – еволюційні періоди розвитку будь-чого закінчуються періодами невизначеності (біфуркації);

– динамічної рівноваги, що означає відносність сталого – постійні зміни відбуваються у вигляді коливань навколо усередненого стану;

– різноманіття і конкуренції прогрес можливий лише за умови конкуренції (змагання) між різними варіантами, наявність яких визначається різноманіттям;

– оптимальності (толерантності, екстремуму) – залежність визначального показника системи від впливового фактору має оптимальну зону;

– емерджентності – складне (система) має більше властивостей (можливостей), ніж проста сума властивостей складових частин за

рахунок утворення емерджентних можливостей на додаток, до спадкових.

Людські знання про біосферу і про себе постійно вдосконалюються, але в житті, як правило, практичні взаємозв'язки між людиною і природою, випереджають розвиток наукового обґрунтування.

Поведінка людей у природі практично не відрізнялася від поведінки інших тварин – люди збирали плоди, ловили рибу, птахів і тварин, жили в печерах. Єдина, але принципова, відмінність – люди використовували вогонь. Перший період тривав більше двох мільйонів років. У будь-якому куточку біосфери, незалежно від наявності чи відсутності людей, на території панувала «дика природа» з повною відповідністю показників навколишнього середовища вимогам живого організму (а точніше – навпаки – за повної пристосованості організмів до умов навколишнього середовища).

Другий період розпочався після агрокультурної революції, тобто приблизно 15 тис. років тому, коли люди, кількість яких помітно збільшилася, змушені були до «дармових» природних дарів додати штучно вирощену їжу у вигляді молока і м'яса з приручених диких корів та кіз, зерна з оброблених та засіяних полів, плодів з посаджених дерев та т. ін. Такі дії змінили векторну картину – пряма і зворотна дії стали двоспрямованими. На певних ділянках природа з дикої перетворювалася в здеформовану, з'явилися локальні штучні утворення – поселення, шляхи сполучення, гідроспоруди. Але таке крапкове деформування природного середовища мало змінювало обличчя біосфери.

Більш відчутні впливи принесла індустріальна революція, що відбулася в к. XVIII – на поч. XIX ст. Парова машина, електричний двигун, двигун внутрішнього згоряння, турбіна взяли на себе тягар фізичної праці людей, але значно збільшили антропогенний вплив на природне середовище. Схема взаємодій у біосфері принципово змінилася: природне може відповісти лише пристосуванням – протистояти техніці неможливо; з'явилася бумерангова реакція природи, направлена проти людини у вигляді погіршення якості середовища та активізації мікробіологічних представників біосфери;

з’явилися зв’язки управління, за допомогою яких люди впливають на дію техніки і природні процеси.

Антропогенна діяльність зосереджена локально в місцях розташування людських поселень та промислових підприємств. Локальні процеси через вплив глобальних природних колообігів поширюються і в підсумку охоплюють всю біосферу. Очевидно, що якість природного середовища погіршувалася пропорційно до збільшення числа землян та інтенсифікації техногенної діяльності і в другій половині XX ст. стала відчутною в масштабах біосфери у вигляді глобальних екологічних проблем. З 1972 року офіційно ООН визнані такі глобальні проблеми: збільшення кислотності атмосферних опадів; погіршення динамічної рівноваги природних процесів в озоновому приземному прошарку з перевагою руйнівних над утворювальними; кліматичні зміни внаслідок підсилення природного парникового ефекту за рахунок збільшення викидів «парникових» газів промисловою діяльністю; збільшення рівня радіації.

У документах ООН відмічені також субстратні і зональні проблеми: знеліснення, опустелювання, зменшення біологічного різноманіття, забруднення вод Світового океану, деградація ґрунтів, проблема твердих відходів тощо.

Глобальними причинами вказаних проблем є таке: демографічна ситуація, недосконаліть наявних технологій і техніки, низька культура більшості людей, споживацька психологія (філософія) сучасного суспільства.

У табл.6.1.1 наведено цифри, що характеризують динаміку демографічних процесів. Усього за антропогенез на планеті народилося 107 млрд людей.

Таблиця 6.1.1 - Демографічна динаміка

Показник	Рік												
	1100	1300	1600	1800	1850	1900	1925	1950	1975	1985	2009	2015	2022
Населення Землі, млрд осіб	0,1	0,3	0,5	0,9	1,0	1,6	2,0	2,5	3,5	5,0	6,8	7,4	8,0

Аналізуючи проблему якості навколишнього середовища звернемося спочатку до її біологічних аспектів. Очевидно, що у якості зразку, еталона слід брати так звану «дику» природу, в якій існує свій непростий «порядок», баланс інтересів. Відносини жителів «дикої природи» підпорядковані певним закономірностям, однією з яких є так звана діаграма «від миші до слона».

Екологічна ніша для людей у «дикій природі» розрахована на 500–1000 млн осіб. Ці цифри відповідають демографічній ситуації на початку XIX ст. (табл. 6.1.1). Таким чином можна вважати, що ера «дикої природи» в біосфері тривала до початку XIX ст., коли співпали дві історичні події – початок індустріальної революції і збільшення числа людей до біологічної межі. Це збіг обставин чи причинно-наслідковий зв'язок? Відповіді немає.

Повертаючись до періоду антропогенезу можна твердити, що перший і другий періоди антропогенезу характеризувалися високою якістю навколишнього середовища, коли стан довкілля відповідав вимогам живих організмів, в тому числі і людини. Негативний людський вплив не перевищував можливостей природних екосистем до саморегуляції.

Третій період антропогенезу характеризувався як локальними, так і глобальними процесами стрімкого підсилення негативних явищ у біосфері внаслідок людської діяльності. Усе більше природної речовини вилучалося для технологічних потреб господарської діяльності людей, використовувалися з малою ефективністю і поверталося в природу у вигляді забруднювачів, токсикантів, шкідливих для живого організму речовин. Якість локального і глобального навколишнього середовища невпинно погіршувалася внаслідок неспроможності природних екосистем переробити таку кількість бруду.

По-перше, збільшення споживання природних ресурсів у XX ст. спостерігалося як в абсолютних цифрах, так і відносно кількості населення. Лише в кінці розглянутого періоду споживання на душу населення почало зменшуватися, що свідчить про дієвість заходів щодо ресурсозбереження. По-друге, використання природних ресурсів в економіці набуло загрозливого характеру для біосфери. Наприклад, безповоротне споживання води перевищує 4000 км^3/рік.

Для порівняння, всі природні організми з поверненням води в колообіг використовують 22000 км^3/рік. Тобто, з природного біотичного колообігу вологи вилучається безповоротно майже 20 % води, яка повертається в гідросферу у вигляді скидів сумнівної якості.

Таблиця 6.1.2 - Тип ландшафтів території України

Рік	Тип ландшафту (% від площі території)							
	Ліс	Степ	Орні землі	Водні угіддя	Болота	Луки	Дика природа	Інше
1000	51,0	32,0	7,0	4,0	3,0	0,5	90,0	2,5
2000	15,6	0,5	72,2	2,0	1,0	8,0	19,1	0,7

У таблиці 6.1.2 наведено цифри щодо динаміки ландшафтів, які яскраво свідчать про принципові кардинальні зміни на території сучасної України. У десять разів збільшилась розораність землі, майже зник первинний степ, значно зменшилась площа лісів. За тисячу років територія, що на 90 % представляла дику природу змінилася на індустріально-соціальну, в якій лише 19,1 % умовно можна віднести до «дикої природи».

У таблиці 6.1.3 наведені дані соціоекосистем деяких держав.

Таблиця 6.1.3 - Показники держав

Держава	Щільність заселення території (осіб/км^2)	Показник використання площі території (%)		
		ліс	сільгоспугіддя	забудовані
Канада	2,6	43,6	6,2	0,5
Швеція	17,8	66,8	8,2	2,7
США	27,7	26,0	53,0	10,0
Греція	75,7	22,7	69,5	3,8
Україна	81,1	15,6	72,2	12,2
Франція	100,0	27,5	56,5	6,7

Як видно, з таблиці 6.1.2 і 6.1.3 Україна відноситься до країн з найбільшим негативним антропогенним впливом, тобто з найнижчою якістю навколишнього середовища для жителів. Указане свідчить про зверхактуальність проблеми управління станом довкілля для України.

6.2. Рівні і шляхи управління якістю навколишнього середовища

Різке погіршення якості середовища існування людей стало однією з причин ухвалення рішення про перехід на шлях сталого розвитку біосфери. З цього приводу був прийнятий у 1992 році документ ООН «Порядок денний на XXI ст.», який складається з 4 розділів – природа, економіка, соціум і управління процесом переходу.

Потенційні можливості управління об'єктами сталого розвитку з боку людей різні – якщо компоненти «суспільство» і «економіка» повністю регульовані людьми, то природа має власну систему саморегулювання, а людський управлінський вплив обмежено. І тут фундаментальним є питання – а які саме здібності до саморегулювання має та чи інша екосистема.

Почнемо аналіз з найвищих за ієрархією систем – глобальних. Найбільшою глобальною екологічною системою є біосфера, але простір колообігів речовин і потоків енергії не обмежується «плівкою життя». Назвемо за аналогією з «біосферою» вказаний простір «геосферою». Геосфера виходить за межі біосфери у двох напрямках – у надра планети і в космічний простір.

Надрові абіотичні процеси поділяються на два типи – біосферні колообігові і надрові накопичувальні. Надрова переробка полягає в фізико-хімічному перетворенні суміші речовин в умовах високого тиску і температури, що утворюють океанічний мул внаслідок тривалих скидів з водами річок в надрові речовини, тобто в первинні природні речовини. Надрові накопичувальні процеси – це утворення торфу, вугілля, нафти, природного газу внаслідок довготривалої фізико-хімічної переробки відмерлої біологічної речовини.

Космічні абіотичні процеси відбуваються на висоті до 100 км над поверхнею планети. Це, перш за все, розпад молекул води на кисень і водень.

Очевидно, що абіотичні геосферні процеси знаходяться за межами регуляторних людських можливостей і повністю забезпечують саморегуляцію природних процесів. Тому дуже важливим є питання потужності цих процесів порівняно з

потужністю біосферних природних і антропогенних процесів. За історію планети вулкани викинули в 14,6 разів більше води, ніж зараз містить Світовий океан і в 47,2 рази більше газів, ніж маса сучасної атмосфери. Ці велетенські цифри значно зменшуються з урахуванням мільярднорічної тривалості процесів, але залишаються відчутними.

Глобальні біосферні колообіги (або цикли) – це замкнені ланцюги процесів певних речовин у масштабі планети, тобто біосфери, зокрема – води, вуглецю, азоту, сірки, фосфору та інших. Усі вони відбуваються за участі як абіотичних компонентів біосфери, так і живої речовини. Особливе місце належить людині і її техногенній діяльності, місцеві відчутні прояви якої завдяки природним колообігам охоплюють усю біосферу. Раніше перелічені глобальні проблеми (руйнування озонового шару, кислотність опадів, кліматичні зміни, збільшення радіоактивності), на вирішення яких людство з 1972 року мобілізує ООН. На сьогодні лише щодо першої проблеми спостерігаються позитивні результати управлінського впливу – різке зменшення виробництва хлор- фтор- сполук загальмувало негативні явища в озоновому прошарку. Деякі результати є і щодо проблем кислотності опадів і змін клімату завдяки принциповій зміні енергетичної політики з наголосом на енергозаощадження та використання альтернативних видів палива.

Крім ООН, управління якістю біосфери здійснюють її галузеві підрозділи (ЮНЕСКО, ЮНЕП, МОЗ та інші) і велика кількість міжнародних організацій, які займаються питаннями охорони природи, Світового океану, лісів, землі тощо, забезпеченням людей необхідними споживчими продуктами. Основні зусилля направлені на обмеження негативного антропогенного впливу на природне середовище. Заборонено китобійне полювання, введені обмеження на вилов певних видів риб та птахів, узято під контроль полювання на звірів, обмежено викиди і скиди техногенних забруднень, заборонено транспортування нафти в танкерах без подвійного корпусу тощо.

У міжнародних природоохоронних документах постійно підкреслюється відповідальність держав за стан екосистем локального рівня і за транскордонний вплив на сусідні держави. Завдяки точковому характеру розташування на території конкретної держави джерел утворення забруднювальних речовин екополютанти з

часом поширюються біосферним колообігом на значні території і акваторії. Лише конкретними практичними заходами в цих точках можливо підвищити якість локального навколишнього середовища і одночасно позитивно вплинути на стан біосфери.

Якість навколишнього середовища – це відповідність екологічних факторів середовища існування організму його життєвим потребам. Тобто аналіз якості навколишнього середовища передбачає розгляд двох компонентів системи – вимог (потреб) організму і можливостей (показників) середовища, у якому функціонує організм.

Як відомо, процес аналізу передбачає оцінку стану якості на першому етапі і управління (регулювання) якістю – на другому у випадку, коли можливості середовища менші, ніж вимоги організму.

Обидва компоненти системи мають кібернетичну властивість – здатність автоматично пристосовуватися до зміни зовнішніх умов у межах динамічної рівноваги. У дикій природі внаслідок багатовікової еволюції організми різними способами пристосувалися до існування в умовах сезонних змін показників навколишнього середовища. Рослини помірних і холодних регіонів припиняють процеси життєдіяльності в періоди нестачі сонячної енергії. Багато тварин (наприклад, птахи або риби) постійно змінюють місця перебування, мігруючи за «необхідними умовами середовища». Різноманітні засоби різкого зменшення потреб організму в періоди природного дефіциту енергозабезпечення – зимова сплячка, значне гальмування життєдіяльності (анабіоз), регулювання репродуктивного періоду тощо.

Люди, які на початку антропогенезу нічим не відрізняються від інших істот «дикої природи», після неолітичної революції почали впливати на природне середовище через процес. Можливості навколишнього середовища завдяки агрогосподарській діяльності людей збільшилися, що забезпечило збереження умови «М > В», незважаючи на значне збільшення вимог (потреб) внаслідок зростання чисельності людей. Відчутні зміни в процеси внесла індустріальна революція, яка завдяки НТП дозволила вдосконалювати як можливості природного середовища «М», так і людські вимоги «В». Останні збільшувались з двох причин: зростання чисельності землян і значного збільшення номенклатури потреб

кожної людини. Оскільки можливості «М» збільшувались значно повільніше, ніж потреби «В», у другій половині XX століття на планеті було втрачено баланс «М = В». Нерівномірне співвідношення їх зростало у вигляді поступового погіршення якості навколишнього середовища існування живих організмів у межах екосистеми, у масштабі біосфери і на рівні більшості локальних соціоекосистем, зокрема.

Отже, підсумовуючи вищенаведене зазначимо таке:

1. З двох шляхів управління якістю навколишнього середовища: зменшення потреб чи збільшення можливостей – перший, для людського суспільства, слід визнати приорітетним.

2. Однією з основних задач системи управління якістю навколишнього середовища слід вважати визначення і врахування можливостей саморегуляції природних екологічних систем. Найактуальнішим питанням тут є визначення ролі організмів – редуцентів і абіотичних «комор».

3. Терміновими управлінськими заходами слід вважати заборону штучного стимулювання людських потреб та переорієнтацією НТП з економічних на загальнолюдські ноосферні цінності.

6.3. Принципи управління якістю навколишнього середовища

Принцип (лат. principium – основа, першопочаток) – основне правило поведінки, керівна ідея, центральне поняття, основа системи, узагальнене положення.

Світовий досвід управління станом навколишнього середовища та регулювання взаємовідносин між людьми і природою дозволяє твердити про необхідність витримувати такі принципи: науковість; превентивність; системна цілеспрямованість; збалансованість; нероздільність; екологічна ризикованість; логістичність; багаторівневість; демократизм; пріоритетність; законність.

Науковість, по-перше, полягає у відмові від використання методу «спроб і помилок». По-друге, управлінські рішення не можуть суперечити дії біосферних законів. По-третє, органи управління повинні використовувати досягнення світової наукової думки, зокрема у вигляді економічного системного прогнозування. І,

нарешті, системи управління мусять стимулювати наукові розроби в екології, зокрема в питаннях кібернетики екологічних систем.

Превентивність в ранжуванні людських цінностей, з наголосом на гуманізацію людства. Філософія пріоритету матеріальних цінностей повинна поступитися на користь моральних, духовних, культурних потреб людини тощо. Превентивність передбачає пошукове вдосконалення Homo Sapiens з рівня біосферного до рівня ноосферного.

Системна цілеспрямованість означає, по-перше, що управління якістю навколишнього середовища є складовою системою забезпечення сталого розвитку, як цілі еволюції біосфери. По-друге, необхідно чітко виокремити ціль (мету) управління від засобів досягнення мети – продуктивності праці, інвестицій тощо. При цьому система управління повинна мати здатність пристосуватися до конкретних умов, забезпечуючи цільово-ситуаційний алгоритм дій. Прикладами можуть бути переорієнтація НТП з вузько-економічних задач на комплексну – якість життя людини та перехід на стосунки соціально-справедливого ринку, коли правила взаємовідносин встановлює споживач, а не виробник. По-третє, враховується пріоритетність об'єктів управління, яка сьогодні має наступну шкалу цінностей: біологічні потреби людей, потім потреби природних організмів, за ними – санітарно-господарські та інші потреби і – на останньому місці – господарські потреби бізнесових об'єктів.

Збалансованість – цей принцип полягає в необхідності мати в біосфері баланс між споживанням природних ресурсів людством і природною репродуктивністю екологічних систем. Сьогодні цей баланс не витримується – антропогенне споживання перевищує можливість самовідновлення, що знайшло відображення в значенні так званого «людського сліду». Саме забезпечення такого балансу є однією із задач парадигми сталого розвитку. Існує думка, що однією з умов забезпечення глобального балансу є зменшення антропогенно-змінених територій з доведенням площі «дикої природи» до 50 % земної суші.

Принцип *нероздільності* регулювання і контролю вимагає особливого пояснення в зв'язку з наявною тенденцією в Україні саме до розподілу цих двох функцій як на державному, так і на місцевому

рівні між двома окремими організаційними структурами. Пояснюється це намаганням подолати корупцію в системах управління під гаслом «не може одна установа і видавати умови функціонування і контролювати виконання цих умов. Це повинні робити дві незалежні одна від іншої організації». По-перше, принципи організації будь-чого повинні забезпечити оптимальну структуру, а не ставити в основу якість виконавців, зокрема рівень їхньої моралі. По-друге, хабарник буде вимагати хабар при будь-якій структурі. Розподіл функцій двома напрямками, навпаки, збільшить число хабарників-чиновників. Принцип нероздільності забезпечує оптимальну структуру органу управління внаслідок можливості об'єднати суб'єкт управління з об'єктом не тільки прямим регуляторним зв'язком, а і зворотнім – контрольним, з допомогою якого можливо контролювати не лише дисциплінованість об'єкта, а також виявляти помилки суб'єкта. Практика дає багато прикладів недосконалості законів, нормативних вимог, положень тощо. Суб'єкт управління не «безгрішний» і наявність зворотного зв'язку дозволяє оперативно виявляти огріхи в системі управління, а не звинувачувати в усіх негараздах тільки об'єкт управління.

Екологічна ризиковість полягає у вірогідному прояві будь-якого показника, процесу, явища природного походження. Тому системи управління повинні будуватися не на принципі «нульового ризику», а мати змогу прогнозувати реальний економічний ризик і розраховувати так званий «прийнятний ризик», зокрема екологічний прийнятний господарський ризик.

Принцип *логістичності* управління полягає в необхідності пошуку найкращого режиму управління з урахуванням реальних умов об'єкта регулювання відповідно до логістичної закономірності, яка має чотири зони ефективності.

Принцип логістичності управління образно можна назвати принципом «пасічника» (чи «сінокосаря»), який залежно від конкретних погодних умов знаходить період медозбору (сінокосу), коли можна отримати найбільший «врожай» меду (сіна), не завдаючи шкоди бджолиному рою (луку). У зоні «В» за відносно короткий період організми продукують необхідну масу з запасом, який уміло використовують «пасічники».

Принцип *багаторівневості* широко відомий як гасло багатьох організацій, зокрема «Грінпіс» – «Думати глобально, а діяти – локально». Він віддзеркалює декілька управлінських аспектів проблеми взаємовідносин у системі «природа – люди – економіка». По-перше, всі проблеми зароджуються локально, крапково в місці концентрації людської, перш за все, – техногенної діяльності. По-друге, сума крапкових впливів під дією глобальних природних колообігів створює глобальний вплив і тому, вирішуючи конкретне локальне питання, треба його оцінювати за внеском у глобальні явища. По-третє, треба враховувати, що локальна діяльність відбувається на глобальному фоні, який постійно міняється.

Принцип *демократизму* має два аспекти. По-перше, це відкритість, прозорість систем управління і активний вплив на діяльність цих систем широкого загалу громадян і ЗМІ. По-друге, споживач природного ресурсу і забруднювач навколишнього середовища мусять платити адекватно шкоді довкіллю. Використання природних ресурсів повинно бути соціально справедливим, а не лише вигідним для бізнесових структур.

Принцип *пріоритетності* полягає в необхідності ранжування об’єктів системи регулювання. У природній екологічній системі всі живі організми мають однакові права на задоволення своїх потреб. У соціоекологічній системі, де значне місце належить не природному врегулюванню, а штучному, ранжування споживачів у задоволенні потреб будь-яким природним ресурсом стає чи не найголовнішою задачею управління. Як правило, треба керуватися міжнародними вимогами, згідно з якими на першому місці стоять біологічні потреби, передусім людські. Крім того, треба враховувати «вагомість» потреб. Наприклад, людині питної води потрібно в 200–300 разів менше, ніж санітарно-побутової.

Принцип *законності* твердить, що методи, заходи, засоби, умови управління якістю навколишнього середовища не повинні суперечити чинному державному законодавству і враховувати міжнародні нормативні документи. Для прикладу розглянемо деякі вимоги Водного Кодексу України. У статтях 36, 37 і 38, де розглядаються нормативи екологічної безпеки водокористування, фактично містяться вимоги до системи управління водним об’єктом щодо

поточних і перспективних завдань. Оцінка можливостей використання води різними споживачами – людиною, рибами, медичними та іншими закладами – виконується по гранично допустимій концентрації речовин (ГДК), на базі яких встановлюються нормативи гранично допустимого скидання забруднювальних речовин (ГДС). Значення ГДС призначаються з метою поетапного досягнення екологічного нормативу якості води водного об'єкта (ЕНЯ) – науково обґрунтованого значення концентрації забруднювальних речовин та показники якості води (загальнофізичні, біологічні, хімічні, радіаційні).

Стаття 82 «Регулювання стоку річок, створення штучних водойм» наголошує: «З метою збереження гідрологічного, гідробіологічного та санітарного стану річок забороняється споруджувати в їх басейні водосховища і ставки загальним обсягом, що перевищує обсяг стоку річки в розрахунковий маловодний рік, який спостерігається один раз на двадцять років».

6.4. Методи і механізм управління якістю навколишнього середовища

Для управління якістю навколишнього середовища використовують традиційні методи управління, а саме – адміністративний, економічний, моральний і комплексний, коли залежно від обставин інтегрують два–три з перелічених.

Сутність адміністративного (примусового, нормативного) методу полягає у встановленні чітких правил поведінки людей щодо природи. Образно цей метод можна назвати «правилом світлофору»: можна – не можна, дозволено – заборонено, вільно – зайнято, стій – іди. З давніх давен існувала заборона на полювання чи вилов риби у певні періоди. З часом, кількість правил збільшувалась, поступово охороняючи не лише тваринний світ, а і рослини та абіотичні сфери природного середовища. Сьогодні таких правил існує значна кількість у вигляді міжнародних, міждержавних та державних документів різного рівня: законів, стандартів, норм, інструктивних вимог тощо. Загальним для них є обов'язковість до виконання на певній території усіма фізичними та юридичними суб'єктами.

За допомогою вказаних вимог та інструментів влада встановлює правила поведінки жителів, що дозволяє реалізовувати довгострокову екологічну політику (стратегію, парадигму, концепцію).

За тривалий час використання правила світлофору людство отримало багато підтверджень високої ефективності адміністративного методу управління станом навколишнього середовища. У якості прикладу розглянемо стан атмосферного повітря у мегаполісах.

У середині ХХ століття у Лондоні, Токіо та інших містах збільшення кількості автотранспорту призвело до появи «смогу» – недопустимого забруднення атмосферного повітря. Поліцiанти регулювальники дорожнього руху працювали у протигазах, а на вулицях встановили автомати очистки повітря, за допомогою яких пішоходи, за певну плату, могли подихати нормальним повітрям. Урядами багатьох держав, з використанням інструменту стандартизації, були прийняті довгострокові покрокові програми безперервних (з періодом в декілька років) переглядів норм викидів токсичних компонентів у відпрацьованих газах автомобільних двигунів. Незважаючи на опір виробників автомобілів (компанія Ford навіть судилася з урядом США та програла процес) цей захід дав чудовий результат – за чверть століття, незважаючи на значне збільшення кількості автомобілів на дорогах мегаполісів, шкідливі викиди у міське атмосферне повітря зменшились у декілька разів.

Адміністративний метод реалізовується не лише шляхом встановлення перелічених довго- та середньострокових документів загального характеру, а й у вигляді видачі певних дозвільних актів на конкретну дію персоніфікованого суб’єкта впливу на навколишнє середовище. Це, по-перше, видача на певний час дозволів на землекористування та водозабезпечення, на викиди шкідливих речовин у атмосферне повітря та скиди забруднень у водні об’єкти, на вивіз з території та захоронення твердих, виробничих і побутових відходів. По-друге, це видача дозволів одноразової дії – ліцензій – мисливцям на відстріл диких тварин і птахів, рибалкам – на вилов риби та інших водних ресурсів. Це також, по-третє, так зване квотування. Велике значення мають такі інструменти як уніфікація і

стандартизація, коли відповідні документи не дозволяють виробляти і використовувати продукцію, яка завдає шкоди природі і людям.

До адміністративного методу управління станом навколишнього середовища належить екологічна оцінка (експертиза) пропозицій щодо створення нових і модернізації існуючих об'єктів господарської чи іншої людської діяльності. В Україні вона здійснюється відповідно до закону «Про оцінку впливу на навколишнє середовище». Тут додамо одне принципове зауваження щодо обов'язковості цієї процедури в системі управління станом навколишнього середовища. Незважаючи на всесвітнє визнання принципу презумпції негативного впливу людської діяльності на природу, вказаним Законом передбачається проведення екологічної оцінки лише для об'єктів так званої «підвищеної небезпеки», перелік яких встановлює виконавча влада. Тут не враховується дуже важлива обставина – в яких конкретно умовах буде діяти цей об'єкт. Наприклад, бензозаправка в степу може вважатися безпечною, а в центрі міста – небезпечною. Тому будь-яка пропозиція повинна пройти екологічну оцінку в системі місцевого управління, де на першому етапі розгляду матеріалів пропозиції приймається рішення щодо необхідності проведення більш ретельної екологічної оцінки.

Економічний метод управління побудований на принципі «споживач і забруднювач платить» і дає платнику можливість самостійно обирати варіант рішення. Наприклад, забруднювач може платити більше за неочищені гази, або встановити на трубі фільтр і платити менше за викиди. На перший погляд, економічний метод управління є соціально-справедливим. Але багаторічний досвід його використання свідчить про безперспективність орієнтації на лозунг – «відкупимося». На практиці, економічний вибір конкретного виробника призвів до появи ринку забруднень, котрий гальмує екологізацію господарської діяльності. Для чого шукати інноваційні технології, якщо є можливість купити право на наднормативне забруднення застарілим обладнанням? Купити не лише у колеги-підприємця, а й у неіндустріальної держави на міжнародному ринку забруднень!

Моральний метод, на відміну від двох розглянутих, загальною рисою яких є примусові, базується на заохочуванні, стимулюванні

дбайливого ставлення до стану навколишнього середовища окремих осіб, колективів, керівників. Система управління має передбачати заходи щодо підвищення моральної відповідальності пересічного громадянина, жителя населеного пункту, представників влади, бізнесменів за практичні дії, які впливають на стан навколишнього середовища. Поведінка в побуті, на вулиці, у громадських місцях, у зонах відпочинку, на робочому місці визначатиметься перш за все особистою культурою, духовністю, відповідальностю людини. Але багато залежить і від системи управління, яка повинна взяти на себе організаційні функції.

Моральний метод управління станом навколишнього середовища повинен відіграти провідну роль у практичній реалізації парадигми сталого розвитку. Як тут не згадати тезу: «Спасіння потопельників – справа рук самих потопельників!». Практика управління станом навколишнього середовища в різних державах свідчить про використання усіх трьох методів у комплексі з акцентуванням на окремих складових залежно від історичних, етнічних, економічних, політичних та інших факторів.

6.5. Особливості управління водною природно-штучною системою

Річки відіграють вагому роль у біосферному колообігу води, який, як відомо, є найбільш потужним рухом речовини і енергії на планеті. Вони компенсують різницю міні-опадами на земну і океанічну поверхні, а також випаровуванням в $37 \cdot 103$ км^3 /рік.

Річкові екосистеми характеризуються значним біорізноманіттям водних рослин і тварин. Наприклад, землемір Херсонського уїзду, поручик Редильський, свідчив у 1791 році, що в річці Буг ловиться: риба осетр, білуга, стерлядь, севрюга, сазани, щука, окунь та «інших родів багато». У річці виловлювали сомів довжиною до 6 метрів.

Основною причиною цього різноманіття є безперервний рух річкової води, тобто середовища існування біоти, і значні відмінності цього руху на різних ділянках річки. Це створює необхідні умови як для нересту і проживання молоді так і для нагулу дорослої риби.

За багатовікову історію біота екосистеми кожної річки пристосувалася до особливостей динаміки хімічних і фізичних

показників водного середовища. І не тільки пасивно пристосовувалися, а й активно впливали на якість води завдяки поглинальним, фільтрувальним та іншим здібностям.

Динамізм річкового потоку має різні масштаби в часі – багаторічний, річний, сезонний і навіть добовий.

Відомо, що водність річки, яка залежить від багатьох природних факторів вірогідносного характеру, є показником, значення якого міняються з часом випадково.

За 30 років «дика», незарегульована річка характеризувалася значним коливанням витрат води – від 39 до 163 м^3/с. «Висоководними» з W ≥ 94 м^3/с було 12 років, «маловодними» (W ≤ 46 м^3/с) – 6 років.

У таблиці 6.5.1 показано щомісячну витрату води в річці П. Буг у роки різної водності.

Таблиця 6.5.1 - Витрати води протягом року W (м^3/с)

Категорія водності	Рік	Місяць												За рік
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
маловодний	1976	44,0	138,0	116,0	83,2	40,5	29,5	26,0	32,9	26,8	36,8	59,1	74,5	59,1
середньоводний	2000	73,7	52,6	148,0	163,0	52,7	55,5	60,9	91,6	58,0	68,6	67,6	59,2	80,0
висоководний	2016	84,4	202,0	187,0	123,0	50,3	42,6	30,3	28,4	43,5	40,4	39,7	47,6	127,0

Наведені дані свідчать про відсутність кореляційних зв’язків між динамічними показниками і водність річки.

За 104 роки гідрологічного моніторингу витрати води в річці Південний Буг коливалися у велетенському діапазоні – від 2,6 взимку (24 лютого 1994 р.) і 3,3 влітку (10 серпня 1976 р.) до 5320 м^3/с 8 квітня 1962 року.

Річна динаміка річкового потоку характеризується наявністю трьох фаз, дві з яких – межінь і повінь, з точки зору людини, як споживача природного ресурсу, є аномальними. Гідрологи вважають, що повінь – це помилка природи, бо прісна цінна вода скидається у море. Тому її треба притримати в штучному водоймищі і використати в період межені! «Помилка природи» виправляється людським втручанням і річковий потік стає рівномірним! Але чомусь досвід зарегулювання річок дає негативні наслідки не лише для об'єктів природної екосистеми, а часто і для штучних споруд. Відповідь проста – помилки природи не має, є помилкові людські уявлення і рішення! Річкова водна екосистема за багатовікове існування пристосувалася до певних умов і діє відповідно до закону динамічної рівноваги. Наука ще не довела, в чому функціональність повені, але, аналізуючи процеси, що відбуваються в екосистемі, можна висунути гіпотезу про «санітарну» функцію річкової повені, коли дно і береги річки очищуються від мулу та від залишків відмерлих гниючих організмів. Водний потік «промиває» своє русло, забезпечуючи необхідні умови для нормального існування. Якщо гіпотеза правильна, то під час створення системи штучного утворення водними спорудами треба забезпечити виконання операції «санітарної промивки».

Ефективність санітарної промивки визначається потужністю потоку води P та коефіцієнтом тертя між водою і дном річки V.

$$P = En * \Delta \tau = 0{,}5\ m * V * \Delta \tau$$

де, m – маса води: $m = \rho \cdot w/\tau$

V – швидкість потоку;

$\Delta \tau$ – тривалість процесу.

Під час повені, яка характеризується значенням (до 5–6 разів) збільшенням маси, зростають також швидкість і тертя між водою і дном річки внаслідок потоку збільшенням глибини річки.

Тривалість періоду санітарної промивки $\Delta \tau$ за даними басейнової інспекції річки П. Буг вимірюється декількома тижнями на рік. За таких умов річка століттями протікала південними степами,

зберігаючи глибину і всі інші показники, необхідні для тривалого існування «дикої» водної екологічної природної системи.

Розрахунки свідчать про те, що енергія потоку води під час повені річки, незважаючи на невелику тривалість періоду перевищує енергію руху річкової води за найбільш тривалий спокійний період. Наприклад, у березні 1940 року за чотири дні гіперповені потужністю потоку дорівнюють сумарній енергії за двісті звичайних днів. Навіть у маловодний 1950 рік лютнева повінь за 11 днів мала енергію, яка дорівнювала можливостям течії за увесь літній період.

6.6. Управління режимами експлуатації руслового водосховища

Здавна люди використовували річку для своїх потреб: питна вода худобі і людям, засіб транспортування вантажу, комфортні умови для відпочинку, джерело для поливу городів і садів, енергія річкового потоку, джерело риби та іншої продукції. Для підвищення ефективності використання водних ресурсів України в XIX столітті розпочався процес «вдосконалення» природних властивостей річок шляхом зарегулювання за допомогою гребель і штучних водосховищ.

На річці Південний Буг побудовано декілька штучних водосховищ, найбільш великими з яких є Ладижинське, створене в 1964 році біля міста Вінниця для забезпечення водою системи охолодження Ладижинської електростанції. Другим за розмірами є Олександрівське водосховище біля міста Південноукраїнськ Миколаївської області, будівництво якого, за думкою енергетиків, ще не завершено. Унаслідок значної віддаленості цих водосховищ вплив на річку П. Буг має локальний характер. Тому далі ділянка річки від мигіївських порогів до міста Миколаєва розділяється.

Найвпливовішим на гідрологічну ситуацію штучним компонентом соціоекосистеми є Південно-Українська атомна електростанція (ПУ АЕС), під час роботи якої на одиницю виробленої електроенергії витрачається дві одиниці енергії на випаровування води. Кожен з трьох енергоблоків станції на повній потужності вимагає один кубічний метр води на секунду.

Велетенські безповоротні витрати дуже дефіцитної в південній зоні України прісної води є одним з головних недоліків ПУ АЕС.

Крім того, витрати води на природне випаровування збільшилися внаслідок значного збільшення водної поверхні після заповнення водосховища. Підвищення рівня води в водосховищі також інтенсифікує процеси інфільтрації, підтоплення внаслідок рівня підняття ґрунтових вод, погіршення солоності підземних вод тощо.

Негативний вплив ПУ АЕС на соціоекосистему безперервно зростає з моменту пуску в дію першого енергоблоку 1982 року. Наявність Олександрівської греблі дає можливість управляти процесом водорозподілу між споживачами. Далі приводяться дані щодо впливу цього управління на гідродинамічні показники річки Південний Буг нижче греблі.

Штучне гідрологічне регулювання відчутно змінило помісячний характер водного потоку протягом року. Оцінено цей вплив за допомогою коефіцієнта нерівномірності витрат потоку води:

$$Кн = 6\Sigma 1*W^{m} - 6\Sigma 1*\ W/\ W$$

де індекс біля витрат води W означають: р – середньорічні, м – місячні, н – нижні (мінімальні) місячні.

За будь-якої водності річки зарегульованість призведе до значного зменшення коефіцієнта нерівномірності витрат, що свідчить про нівелювання річного річкового стоку та замулення русла. Для більш динамічного розгляду цього процесу проаналізуємо особливості поверхні річки не в масштабі місяця, а подекадово.

У маловодний 1976 рік повінь Південного Бугу мала двопіковий вигляд з екстремальними значеннями витрат 209:170 м^3/с. В аналогічний за витратами 2009 рік регулюванням потоку ріки були зрізані і повінь пройшла з максимальними витратами біля 130 м^3/с. Внаслідок збільшення загальної водності річки повінь в 1976 була більш тривалою і інтенсивно-максимальне значення витрат досягло 350 м^3/с. Регулюванням потоку ця величина була зменшена до 160 м^3/с.

Значно складніша загальна картина повеней в багатоводні роки. По-перше, екстремальні витрати води в річці спостерігалися протягом семи місяців року. По-друге, незарегульована річка характеризується повінню. Перший пік визначається рекордними

витратами 320 - 420 м^3/с, а третій – п’ятитижневою тривалістю з рівномірними витратами близько 200 м^3/с.

Регулюванням характер повені різко змінено: трипікова фазність замінена на двовікову; екстримальні витрати зменшено з 420 до 370 м^3/с; тривалість середнього піку збільшилась удвічі.

Подекадне представлення повені дає можливість розрахувати потужність санітарного стоку річки за спрощеною залежністю p=zw, де z дорівнює числу декад повені. Результати розрахунків представлені у таблицю 6.6.1.

Таблиця 6.6.1 - Енергетичні показники повені

Показник		Річні витрати води Wp м/с.		
Потужність стоку	Незарегульована річка	980	1850	3390
	Зарегульована річка	900	1170	2970
Коефіцієнт впливу зарегульованості		1,09	1,58	1,14

Коефіцієнт впливу зарегульованості визначався як відношення відповідно значень потужності потоку.

Аналіз стану соціоекосистеми річки Південний Буг південніше Олександрівського водосховища вказує на наявність таких негативних процесів і явищ:

– глибина річки внаслідок замулення відчутно зменшилась – з 3-4 до 1,5-2,5 метрів;

– прибережна ділянка інтенсивно заросла очеретом і водними травами;

– значно інтенсифікувався процес евтрофікації води, якщо раніше він був помірним протягом одного-двох місяців, то зараз триває 5-6 місяців у загрозливій формі;

– різке збіднення іхтіофауни, зникнення прохідних і напівпровідних видів риб, зменшення поголів’я інших видів.

Однією з причин, мабуть найголовнішою, є зарегулювання річки в Олександрівці, що унеможливило природний віковічний рух риби та позбавило річку природної самоочисної здібності під час повені.

Підсумовуючи вищенаведені дані щодо водності річки Південний Буг, слід визнати роботу системи регулювання Олександрівського водосховища неефективною.

Відчутно впливаючи на зменшення пікових повеневих витрат води, вона не тільки не покращувала ситуацію в періоди межені, а часто погіршувала її. Пояснюється це пріоритетністю в системі управління одного водоспоживача – Південноукраїнського енергокомплексу.

Для підвищення ефективності управління Олександрівського водосховища потрібно переробити основний регламентний документ щодо експлуатації водосховища як одного з компонентів вхідної природної системи. В основу переробки необхідно покласти перелічені раніше принципи управління (підрозділ 6.3). Розглянемо більш детально реалізацію принципів пріоритетності і екологічної ризиковості.

Перший вимагає ранжування водоспоживачів. Згідно з Водним Кодексом України та міжнародними документами на першому місці стоїть людина з її харчовими та санітарно-побутовими потребами у воді. Другими є водні річкові мешканці. Далі розташовані об’єкти штучного водозабезпечення – зрошувальні поля, городи, сади тощо. І на останньому місці в ранжувальному списку числяться штучні споруди – промислові і енергетичні об’єкти, річковий водний транспорт.

Принцип екологічної ризиковості фіксує відсутність «нульового» ризику водозабезпечення споживачів, наявність вірогідності труднощів водопостачання в періоди межені.

6.7. Визначення екологічних ризиків водозабезпечення в екологічних системах

З точки зору принципів сталого розвитку та закономірностей функціонування річки, створення гідротехнічних споруд в її басейні (особливо для енергетичних потреб) не можна вважати екологічно безпечною альтернативою сучасній концепції енерговиробництва. На підтвердження цієї думки наведемо декілька негативних прикладів зі світової практики. Це гідроелектростанція «Three Gorges Dam» на річці Янцзи у Китаї (інтенсивнішими стали процеси евтрофікації,

почастішали зсуви ґрунтів, зруйновано шляхи міграції осетрових видів риб, затоплено близько 1300 археологічних об'єктів), Цимлянське водосховище на річці Дон (збільшення солоності вод Азовського моря та зменшення його продуктивності), десятки водосховищ на річках Сирдар'я та Амудар'я знищили Аральське море. Власне, ситуація є типовою для держав, у яких гідроенергетична галузь є однією з найрозвиненіших.

Зарегулювання русла річок для потреб атомної або гідроенергетики є досить типовою та поширеною для більшості країн світу практикою, у т. ч. й України. У розрізі цього, актуальним є визначення причинно-наслідкових зв'язків у системі «людина – природа» на рівні регіону. Зокрема, розрахунки господарського ризику для техногенного водокористувача дозволять виявити ступінь небезпечності екологічної ситуації в басейні річки.

На основі аналізу якісних та кількісних показників нижньої течії річки Південний Буг, доведено, що стан навколишнього середовища (якість навколишнього середовища або рівень екологічної безпеки) у Миколаївському регіоні має негативний тренд, тобто погіршується.

Тиск на водну екосистему виникає тоді, коли об'єм водозабору з річки перевищує третину річкового стоку. Оскільки середньорічний багаторічний стік Південного Бугу знаходиться на рівні 2,8 км^3, неважко розрахувати мінімальне середньорічне значення витрат води у ньому, яке забезпечить 2/3 стоку:

2,8*2 : 3 = 1,87 км^3

1,87 км^3 : 31536000 с = 59,3 м^3/с

Важливим етапом в процесі прогнозування впливу техногенних об'єктів, зокрема енергетичних, на цілісність досліджуваної водної екосистеми є визначення ризиків порушення сталого потоку екосистемних послуг: у цьому випадку – витрат води в річці на рівні 20 м^3/с. Адже відомо, що експлуатація трьох блоків ПУ АЕС щосекунди потребує 3м^3 води, яка йде на охолодження енергоблоків та одразу ж випаровується. Це найнижча межа «безпечної» водності, оскільки за таких умов в нижній течії річки Південний Буг ще можливо забезпечити санітарний попуск на рівні 17 м^3/с.

Варто зазначити, що у 2015 році середньодекадні витрати води у річці Південний Буг за даними гідропосту у селі Олександрівка

Вознесенського району Миколаївської області були 15,2 м^3/с протягом 20 днів і 12 м^3/с – 10 днів, у 2019 – 10,3 м^3/с протягом 60 днів, а в 2021 – менше 17 м^3/с протягом 126 днів.

Відзначимо, що після введення в експлуатацію ПУ АЕС водність річки почала зменшуватись. І в даному випадку можна виділити дві основні причини: значні потреби у воді для охолодження атомних реакторів, особливо у теплий період року (від 3 м^3/с, плюс випаровування з водного дзеркала водосховищ), та глобальні зміни клімату, які характеризуються збільшенням екстремумів температур у літній та осінній період.

Аналіз тренду річкового стоку з використанням програмного забезпечення MS Excel підтверджує вищенаведені розмірковування. Однак, для надання більшої вагомості наведеній думці, пропонуємо використати додатковий метод.

Так, для виявлення циклічності кліматичних явищах і гідрологічних показників водних об'єктів часто використовують метод різницевої інтегральної кривої. Його сутність полягає в тому, що спочатку для цього ряду спостережень виконується обчислення модульних коефіцієнтів (К):

$$К = \frac{М_1}{М_{ср}}$$

де, Мі – певне значення досліджуваного ряду, Мср – середнє значення ряду.

Потім визначають їх відхилення від середини (К – 1) і нарешті, проводиться побудова інтегральної кривої шляхом послідовного підсумовування цих відхилень за виразом:

$$\mathcal{F}(t) = \sum_{i=1}^{n} (К - 1)$$

Однак навіть 80 років спостережень недостатньо для чіткого виділення циклічності стоку, а лише гіпотетично припускати, що сучасне маловоддя на річці є подібним до 50–60 років XX століття (адже важко визначити вплив зарегулювання Дніпра у зазначеному часовому проміжку) і через 10–15 років знову настане повноводний цикл на Південному Бузі, або є результатом експлуатації ПУ АЕС.

Одним із досить імовірних наслідків маловоддя у нижній течії річки є підвищення концентрації забруднювальних речовин, які надходять у річку разом зі скидами господарсько-побутових стічних вод.

Основним результатом проведеного дослідження є те, що стік річки поступово зменшується і це явище з різною інтенсивністю буде спостерігатися впродовж найближчих 10–15 років. На це впливають, як було виявлено, як антропогенні, так і природні (кліматичні) фактори. Оскільки визначений ризик маловоддя сьогодні оцінено на рівні 43,60 % (близько 80 днів) для шести місяців (травень-жовтень), і у порівнянні з періодом 1956–2019 років він зріс на 7,67 %, необхідно вже зараз стратегічно підходити до розподілу водних ресурсів річки Південний Буг, особливо в розрізі сучасних тенденцій до нарощування промислового виробництва країни та потенційного збільшення населення в басейні водного об’єкта.

Головним завданням, як вже підкреслювалося, є інвентаризація та виведення з експлуатації «збиткових» водосховищ та ставків, які вже не виконують належним чином проектне функціональне призначення.

Визначення ризику – це імовірність настання небажаної події (тобто число між 0 та 1, інколи помножене на 100 для переведення у відсотки). Для оцінки фактичного ризику, ймовірність інтерпретується як відносна частота, тобто відношення кількості фактичних небажаний подій до загальної кількості можливих подій.

Екологічний ризик об’єктів господарювання в процесі проектування під час екологічної експертизи, зазвичай, обмежують розглядом надзвичайних ситуацій – землетрусів, повеней тощо. Прогнозування екологічних ризиків від погодних умов у межах динамічної рівноваги природних екосистем виконують сьогодні лише для сільськогосподарського виробництва.

Аналіз статистичних даних по більше ніж двадцяти семи тисячам вимірів за 60 років виявив, що крива нормального розподілу витрат води є асиметричною зі значним зсувом ліворуч, що означає відчутну перевагу імовірності межені перед повінню.

Господарський ризик, як один з видів екологічного ризику, характеризує небезпеку для об’єкта господарювання від загроз

природного походження, наприклад, від нестачі річкової води, що споживається для задоволення технологічних потреб. Відповідно до Водного кодексу України саме такі водоспоживачі є першочерговими претендентами на обмеження водопостачання в критичні періоди.

Для річки П. Буг, як було зазначено, критичним будемо вважати зменшення витрат води до значень ≤ 20 $м^3/с$, коли реальною стає загроза для існування водної екологічної системи.

Господарський ризик, як і будь-який інший, крім індивідуального, визначається залежністю:

$$R = В \cdot Ш$$

де, В – вірогідність несприятливої для об'єкта події; Ш – шкода, що загрожує об'єкта внаслідок події.

Об'єктами господарювання, що залежать від водопостачання з річки Південний Буг є комунальні господарства міст Первомайська, Південноукраїнська, Вознесенська, Нової Одеси і Миколаєва, промислові підприємства цих міст, жителі прибережних сіл, зрошувальні системи сільськогосподарського призначення. Характерною особливістю споживачів є збільшення потреб у воді в літній період, що ще більше загострює проблему господарського ризику щодо забезпечення водою в меженний період.

У системі річки П. Буг, як вже зазначалося, найпотужнішим споживачем води є ПУ АЕС, до складу якої входить Ташлицьке водосховище-охолоджувач та Олександрівське водосховище. При роботі АЕС лише одна третина виділеної енергії перетворюється на електричну, а дві третини відводяться в атмосферне повітря шляхом випаровування води з поверхні водосховища.

Для забезпечення роботи кожного з трьох ядерних блоків мільйонників треба випаровувати близько одного кубометра води за секунду. Компенсація втрат води з Ташлицького водосховища здійснюється підкачкою з річки (Олександрівське водосховище). Візьмемо ПУ АЕС у якості прикладу для подальшого визначення господарського ризику.

У формулі шкода Ш враховує всі негативні наслідки вірогідної події. Для електростанції це перш за все зменшення продуктивності,

тобто виробництва електроенергії, внаслідок тимчасового виведення з експлуатації блока (чи блоків) на період критичної межені згідно з залежністю.

$$Ш = z \cdot \tau \cdot 10^6 \text{ (кВт·год)}$$

де, z – число ядерних блоків, що виводяться з експлуатації внаслідок критичного зменшення витрат води в річці; τ – тривалість періоду відключення джерела електроенергії (годин).

Знаючи добову потужність кожного з енергоблоків (а це приблизно 1000 МВт), неважко визначити господарські ризики і збитки (в грошовому еквіваленті) для будь-якого періоду.

Відповідно, чим довше триватимуть обмеження у зв'язку з нестачею водного ресурсу, тим більших збитків зазнаватиме як підприємство, так і дотичні до неї галузі промисловості. Проте, оскільки сьогодні економічний розвиток держави посідає пріоритетне місце, оцінити збитки, завдані водній екологічній системі, можна лише приблизно, на основі деяких речовинних та енергетичних потоків. Але навіть значення проведеної оцінки частини екосистемних послуг нижньої течії річки Південний Буг майже ідентичне річній продуктивності ПУ АЕС.

Не складно визначити й щомісячну споживчу частку ПУ АЕС з річки: якщо за секунду техногенний об'єкт споживає 3 $м^3$/с, то за рік – 94608000 $м^3$. Із цього випливає, що на кожен місяць року припадає приблизно 7884000 $м^3$.

Найбільш несприятливими і небезпечними для цілодобової роботи ПУ АЕС є чотири місяці: червень, липень, серпень і вересень.

Сучасний низький рівень екологічної безпеки (який продовжує погіршуватися) Миколаївського регіону викликаний такими факторами:

– збільшення водозабору для потреб промисловості у верхній течії Південного Бугу;

– нехтування потребами власне екологічної системи річки у воді;

– відсутність належного контролю і систем моніторингу джерел забруднення водного об'єкта;

– високий рівень зарегулювання басейну; – неврахування закономірностей функціонування водної та прилеглих природних комплексів і систем;

– незбалансований і несистемний підхід до природокористування;

– відсутність стратегії розвитку і піклування про водні ресурси.

Це дозволяє стверджувати про те, що річка Південний Буг у найближчій перспективі може повністю втратити своє рекреаційне, культурне, рибогосподарське та частково – промислове значення.

Ситуація, яка склалася в басейні річки, є певною мірою унікальною. Незважаючи на відносно малу водність річки, сухе посушливе літо, особливості ландшафту і прилеглих екосистем, ПУ АЕС з трьома енергоблоками і двома водосховищами в кінці XX століття був уведений в експлуатацію. При цьому одне з водосховищ має греблю, яка повністю перегороджує русло річки Південний Буг. Цей техногенний об'єкт вважаємо основною причиною зменшення біорізноманіття флори і фауни річки, рекреаційної і туристичної привабливості Миколаївського регіону України та гідрологічного режиму підземних вод.

У світовій практиці існують схожі приклади, коли атомну електростанцію (АЕС) будують на березі річки або водосховища (назвемо їх внутрішніми АЕС). Однак підхід до цього процесу значно відрізняється.

Зазвичай АЕС проектуються поряд з морем чи океаном, тому внутрішніх АЕС у світі небагато. Найбільше їх у США, Європі та країнах пострадянського простору. Аналізуючи on-line карту розміщення атомних станцій світу, важко не помітити відмінність підходу західних країн від українського і російського досвіду до розміщення АЕС на березі річки.

Подібною до ПУ АЕС є Cooper Nuclear Station (Nebraska, Missouri River), яка також розміщена в зоні степу. Проте, це не зумовило створення водосховища. Подібні техногенні об'єкти знаходяться в Індії (Narora Atomic Power Station, Gang River) та Бразилії (Central Nuclear Atucha I, Parana River). Відмінність полягає тільки у більшій водності річки.

Щодо розміщення атомних станцій у комплексі з водосховищами, то світова практика також відмінна. Зазвичай спочатку створювалось водосховище, а потім вже АЕС (Ростовська АЕС, р. Дон; Балаковская АЕС, р. Волга; Запорізька АЕС, р. Дніпро, Україна). Лише в Індії (Rajasthan Atomic Power Station, Chambal River) водосховище створювали для АЕС.

У країнах Європи немає жодного прикладу створення водосховища для задоволення потреб у воді атомної електростанції.

Відтак, в умовах сьогодення, коли попит на атомну та гідроенергію відновлюється, актуальність аналогічних досліджень на рівні регіону зростає.

Оскільки було виявлено, що в світовій та українській практиці існує дуалістичність підходу до функціонування АЕС на річках, відкритим залишається питання об'єктивності оцінки та фіксації екологічних змін, які відбуваються у природних та соціоекологічних системах.

Результати проведеного дослідження дозволяють вдосконалити існуючі підходи до визначення ризиків водозабезпечення атомних техногенних об'єктів у зоні Степу.

Контрольні питання до розділу 6

1. У чому полягають принципові відмінності геосферних колообігів речовин від біосферних?

2. Чим варіант М ≥ В кращий, ніж В > М?

3. Навести приклади штучної активізації потреб людини структурами бізнесу.

4. Обґрунтувати висновки, зроблені на завершення підрозділу 6.2.

5. Пояснити зміст поняття «принцип».

6. Перелічити складові принципу науковості.

7. У чому полягає сутність превентивності в ранжуванні людських цінностей?

8. Пояснити зміст цільово-ситуаційного алгоритму управління.

9. Розробити ранжований перелік споживачів річкової води.

10. Що таке «репродуктивність екологічної системи»?

11. Що вимірюється з допомогою «людського сліду»?

12. Обґрунтувати принцип нероздільності регулювання і контролю.

13. У чому полягає зміст прийнятного господарського ризику?

14. Розтлумачити особливості логістичної залежності.

15. Як практично в системі управління реалізувати принцип «думати глобально – діяти локально»?

16. У чому полягає демократизм системи управління якістю навколишнього середовища?

17. Чим екологічний норматив якості води відрізняється від значення гранично допустимого скидання забруднювальних речовин?

18. Перелічити методи управління якістю навколишнього середовища.

19. У чому зміст «Кіотського протоколу»?

20. У чому принциповий недолік економічного методу управління?

21. Чим принципово відрізняється біосферна людина від ноосферної?

22. У чому полягає роль річок при здійсненні колообігу води?

23. Що таке «кумулятивна залежність витрат води»?

24. Що називають коефіцієнтом нерівномірності витрат?

25. Яке цільове призначення більшості руслових водосховищ України?

26. Яку принципово важливу властивість річки повністю нівелюють руслові водосховища?

27. Чи можна вважати гідроенергетику та/або атомну енергетику альтернативним джерелом енергії щодо теплових електростанцій?

28. У чому відмінність понять «ризик» та «вірогідність (імовірність)»?

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Барна І.М. Екологічні ризики при заміщенні природного газу для генерування теплової енергії. Зб. матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Подільські читання: Екологія, охорона довкілля, збереження біотичного та ландшафтного різноманіття: наука, освіта, практика:» (10-12 жовтня 2019 р., Хмельницький). Хмельницький : ХНУ, 2019. С. 5- 7.
2. Богач І.В. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 : навчальний посібник / [Квєтний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р. та інші]. Вінниця : ВНТУ, 2013. 191 с.
3. Богобоящий В.В., Курбанов К.Р., Палій П.Б., Шмандій В.М. Принципи моделювання та прогнозування в екології: підручник. Київ: Центр навчальної літератури, 2014. 216 с.
4. Віткін Л., Сухенко А., Польшаков В., Миленко М. Системи управління якістю та системи екологічного управління: впровадження в світі та Україні [текст]. Стандартизація, сертифікація, якість. 2006. №6. С. 43 – 52.
5. Гандзюра В.П. Системний аналіз якості навколишнього середовища: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. К.:, 2020. 180 с.
6. Гнатів П.С., Хірівський П.Р. Теорія систем і системний аналіз в екології: навчальний посібник. Львіві «Камула», 2010. 204 с.
7. Добровольський В. В., Безсонов Є. М. Системний аналіз якості навколишнього середовища : навч. посіб. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2018. 164 с.
8. Добровольський В.В. Основи теорії екологічних систем: Навчальний посібник.- К.: Видавничий дім «Професіонал», 2006. 271 с.
9. ДСТУ ISO 14001: 2006. Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосування. [Чинний від 2015-12-21]. Київ, 2016. 24 с.
10. ДСТУ ISO 14004: 2006. Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо принципів, систем та засобів забезпечування. (ISO 14004:2016, IDT) [Чинний від 2006-03-13]. Київ, 2016. 24 с.

11. Колесник В.Є., Павличенко А.В. Методи оцінки екологічної небезпеки експлуатації і ліквідації вугільних шахт та напрями і засоби її зниження. Монографія. Дніпро: Літограф, 2017. 208 с.
12. Медведєва О., Кропівний В., Мірзак Т., Немировський Ч. Системний аналіз якості навколишнього середовища. Навчальний посібник для студентів спеціальності 101 Екологія. Кропивницький: 2021. 80 с.
13. Системний аналіз якості навколишнього середовища: підручник / Т. А. Сафранов, Я. О. Адаменко,В. Ю. Приходько, Т. П. Шаніна, А. В. Чугай, А. В. Колісник. Одеса: ТЕС, 2014. 244 с.
14. Смарагдова мережа в Україні: монографія; ред. Л.Д. Проценко. Київ: Хімджест, 2011. 192 с.
15. Сорока К. О. Основи теорії систем і системного аналізу : навч. посіб. Х.: ХНАМГ, 2004. 291 с.
16. Теорія систем в екології : підручник / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопалов, А. А. Негадайло та ін. Суми : Сумський державний університет, 2015. 330 с.
17. Цициаліно О., Заклецький А., Хмель В., Калита О., Козаченко Л. Моніторинг у сфері управління якістю та екологічного управління. Стандартизація, сертифікація, якість. 2007. №2. С. 52 – 55.
18. Шарапов О. Д., Дербенцев В. Д., Семьонов Д. Є. Системний аналіз: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. К.: КНЕУ, 2003. 154 с.
19. Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод: навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2012. 168 с.
20. Яцишин, Т. М. Системний аналіз якості навколишнього середовища : конспект лекцій. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2015. 72 с.