

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

САФРАНОВ Т.А., ПРИХОДЬКО В.Ю., ШАНІНА Т.П.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Конспект лекцій

для спеціалістів-екологів

Одеса
Одеський державний екологічний університет
2020

УДК 502.3
С-12

Рекомендовано методичною радою Одеського державного екологічного університету Міністерства освіти і науки України як конспект лекцій (протокол № 5 від 27.02.2014 р.)

Сафранов Т.А., Приходько В.Ю., Шаніна Т.П.

Системний аналіз якості навколишнього середовища : конспект лекцій для спеціалістів-екологів. Одеса: ОДЕКУ, 2014. 144 с.

В конспекті висвітлені теоретичні основи, інструменти та методи системного аналізу якості навколишнього середовища, принципи оцінки стану та якості природних і антропогенно-змінених екосистем, методи забезпечення якості навколишнього середовища, підходи до екологізації антропогенної діяльності. Може використовуватись студентами при вивченні дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища», яка є важливою стадією вивчення дисциплін циклу природничо-наукової, професійної та практичної підготовки спеціалістів-екологів.

ISBN 978-966-186-058-1

© Сафранов Т.А., Приходько В.Ю., Шаніна Т.П., 2014
© Одеський державний екологічний університет, 2020

ЗМІСТ

Вступ	7
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ, ІНСТРУМЕНТИ ТА МЕТОДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОЦІНКА СТАНУ ТА ЯКОСТІ ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННО-ЗМІНЕНИХ ЕКОСИСТЕМ	9
1.1 Структура, мета та завдання системного аналізу якості навколишнього середовища	9
1.2 Аналіз основних дефініцій (навколишнє середовище, якість навколишнього середовища, система, системний підхід).	10
1.3 Суть системного аналізу. Екосистемний підхід та напрямки комплексних досліджень навколишнього середовища. Процедура та етапи проведення системного аналізу.	17
1.4 Використання моделей щодо якості довкілля в системному аналізі. Прогнозування стану і якості довкілля.	26
1.5 Багатокритеріальний аналіз для ефективних еколого-економічних природоохоронних рішень. Контроль рентабельності заходів щодо поліпшення екологічної ситуації	29
1.6 Нормативно-правове регулювання природоохоронної діяльності. Методи і критерії оцінки стану атмосферного повітря, водних об'єктів, ґрунтового покриву, геологічного середовища, біоценозів та ландшафтів. Екологічна оцінка стану і якості атмосферного повітря, водних об'єктів, ґрунтового покриву, геологічного середовища та біоценозів. Комплексні показники стану довкілля. Контрольні питання до змістовного модуля 1 Перелік посилань до змістовного модуля 1	30 73 74
2 МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ АНТРОПОГЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	76
2.1 Методологія і методика захисту об'єктів навколишнього середовища: вітчизняний та світовий досвід. Планування, впровадження, контроль й аналіз систем екологічного менеджменту. Екологічна стандартизація, сертифікація та ліцензування у сфері охорони довкілля.	76
2.2 Аналіз життєвого циклу продукції та визначення його впливу на довкілля.	91
2.3 Критерії, методика та процедури проведення екологічного маркування.	94

2.4	Інженерно-екологічні методи та технології охорони атмосферного повітря, водних об'єктів, ґрунтового покриву, геологічного середовища, біоценозів та ландшафтів.	100
2.5	Норми, методи контролю та ефективності природоохоронних технологій.	127
2.6	Зменшення інтегрального деструктивного впливу виробничої сфери на довкілля. Екологічне вдосконалення зв'язків «виробництво – споживання», а також сфери споживання виробів і послуг.	128
2.7	Формування ноосферно-світоглядних позицій, нової біоцентричної філософії життя, взаємовідносин між людиною й природою шляхом впровадження принципів безперервної екологічної освіти та освіти в інтересах сталого розвитку в навчальні програми усіх начальних закладів України, програми післядипломної освіти та підвищення кваліфікації.	137
	Контрольні питання до змістовного модуля 2	144
	Перелік посилань до змістовного модуля 2	145

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ГДВ – гранично допустимий викид
ГДК - гранично допустима концентрація
ГДР - гранично допустимий рівень
ГДР – громадська дорадча рада
ГДС - гранично допустимий скид
ДЕЕ – державна екологічна експертиза
ЕА – екологічний аудит
ЕЕ – екологічна експертиза
ЕО – екологічна оцінка
ЕОП - екологічна оцінка проектів
СЕО - стратегічна екологічна оцінка
ЗР - забруднювальна речовина
НПС - навколишнє природне середовище
НС - навколишнє середовище
НЯНПС - нормування якості навколишнього природного середовища
ОВНС – оцінка впливу на навколишнє середовище
ОКР - освітньо-кваліфікаційний рівень
ОМП – оцінка місць проживання
ООПТ – особливо охоронювана природна територія
ОПП - освітньо-професійна програма
ПЗФ – природно-заповідний фонд
ПР – природні ресурси
СР – сталий розвиток
ШР – шкідлива речовина

ВСТУП

Вивчення дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» необхідна ланка у процесі підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня (ОКР) «спеціаліст» зі спеціальності 7.04010601 «Екологія та охорона навколишнього середовища». Ця навчальна нормативна дисципліна належить до циклу природничо-наукової, професійної та практичної підготовки освітньо-професійної програми (ОПП).

Дисципліна «Системний аналіз якості навколишнього середовища» при підготовці спеціалістів зі спеціальності 7.04010601 «Екологія та охорона навколишнього середовища».

Вивчення дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» базується на знаннях, отриманих з таких навчальних дисциплін, як «Загальна екологія та неоекологія», «Моніторинг довкілля», «Техноекологія», «Заповідна справа», «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище», «Екологічна експертиза», «Екологічна безпека», «Оптимізація природокористування» та ін., а отримані знання будуть використовуватись у подальшому при вивченні інших нормативних і вибіркових дисциплін ОПП підготовки фахівців ОКР «спеціаліст» зі спеціальності 7.04010601 «Екологія та охорона навколишнього середовища», а також в процесі дипломного проектування.

Загальний обсяг навчального часу, що припадає на вивчення дисципліни, дорівнює 130 годинам: 30 - лекції, 30 – практичні заняття, 70 - самостійна робота. Викладається дисципліна «Системний аналіз якості навколишнього середовища» на I курсі (семестр) і є важливою стадією вивчення дисциплін циклу природничо-наукової, професійної та практичної підготовки спеціалістів-екологів.

Метою вивчення дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» є: формування знань про науку як продуктивну силу, її сутність, головні функції класифікації наук про навколишнє середовище, науково-технічний потенціал екологічної науки, організацію науково-дослідної діяльності в сфері охорони природи в Україні, міжнародну науково-технічну співпрацю України в сфері охорони, збереження і відтворення природних ресурсів; формування спеціаліста-еколога як особистості та спонукає до організації: систематичної роботи, творчого підходу, психологічної налаштованості розумових здібностей; організації професійної діяльності на основі екосистемного підходу.

Завдання навчальної дисципліни слід визначити такі:

1. Знати теоретичні основи, інструменти та методи системного аналізу якості навколишнього середовища.
2. Знати принципи оцінки стану та якості природних та антропогенно-змінених екосистем.
3. Знати методи забезпечення якості навколишнього середовища.
4. Знати принципи екологізації антропогенної діяльності.

Після освоєння дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» студенти повинні *знати*: принципи застосування системного підходу в екологічних і природоохоронних дослідженнях; використання на практиці методів збору та узагальнення інформації, спостереження, прогнозування, моделювання даних екологічного і геоінформаційного моніторингу навколишнього середовища; інформаційно-логічного, функціонального та кореляційного (факторного) системно-екологічного аналізу; встановлення мети та розробки програми досліджень навколишнього природного середовища; використання методів експертних оцінок та пропозицій спеціалістів, їх аналіз для формування зваженого результату геополітичних екологічно орієнтованих природоохоронних рішень.

Після освоєння цієї дисципліни студенти повинні *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.

Дисципліна «Системний аналіз якості навколишнього середовища» складається з декількох головних, відносно самостійних, але тісно пов'язаних між собою частин – модулів:

- 1) теоретичні основи, інструменти та методи системного аналізу якості навколишнього середовища та оцінка стану та якості природних та антропогенно-змінених екосистем;
- 2) методи забезпечення якості навколишнього середовища та екологізація антропогенної діяльності.

Задачами навчальної дисципліни є: ознайомлення з теоретичними основами та прикладними аспектами системного аналізу якості навколишнього середовища.

Структура дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» наведена на рис.1 та включає:

- загальну кількість залікових одиниць – 1;
- модулі: лекційні – 2 , практичні - 1;
- загальну кількість змістовних модулів – 2/1.

Модуль 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ, ІНСТРУМЕНТИ ТА МЕТОДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОЦІНКА СТАНУ ТА ЯКОСТІ ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННО-ЗМІНЕНИХ ЕКОСИСТЕМ

1.1 Структура, мета та завдання системного аналізу якості навколишнього середовища

Системний аналіз – наука про загальні закономірності будови і поведінки складних систем. Експертні системи, системно-динамічні й інтегральні моделі формально є апаратом системного аналізу. Поряд з цим системний аналіз – це загальнонауковий метод формування світогляду та світосприйняття у пізнанні та поясненні розвитку природи і суспільства. Системний аналіз навколишнього середовища – це загально методологічний принцип використання узагальненої теорії систем в екології, з одного боку, а з іншого – системний аналіз результатів екологічних досліджень в прагненні вивчення явищ та процесів у навколишньому середовищі та зв'язків між ними повною мірою. Системний підхід передбачає комплексну організацію дослідження взаємозв'язків елементів об'єкта. Без системного підходу неможливо ранжування послідовності поставлених завдань за ступенем важливості і частці вкладу досліджуваних факторів у вирішення проблем економіки природокористування. Системний аналіз полягає в еволюційному вивченні великої сукупності процесів або факторів, що знаходяться у взаємозв'язку.

Якість навколишнього середовища і його параметрів визначають якість життя людини, незважаючи при цьому на державний устрій та кордони країн світу. Дослідженням критеріїв якості займається екологічна квалітологія – комплексна наука про визначення якісних показників складових і об'єктів навколишнього середовища, систем управління та якості виробників товарів, послуг для запровадження екологічних (екологічно-орієнтованих) управлінських та політичних рішень. Якість життя визначається інтегральними параметрами якості й безпеки навколишнього природного середовища, життєдіяльності людства, економічної та соціальної суспільної діяльності, збалансованого розвитку і обумовлюється рівноправністю, доступністю економічного, соціального статусу та орієнтованістю на духовні, екологічні цінності цивілізації в період глобалізації. Тому визначення критеріїв якості життя потребує нормативного забезпечення, науково-методичного обґрунтування і системного аналізу. Якість життя залежить від параметрів якості атмосфери, води, ґрунтів тощо.

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

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

1.2 Аналіз основних дефініцій (навколишнє середовище, якість навколишнього середовища, система, системний підхід)

Поняття «навколишнє середовище». Широко використовується термін «навколишнє середовище» (НС) під яким розуміють всю сукупність зовнішніх для людини чинників. Деякі автори вважають цей термін невдалим, оскільки незрозуміло кого середовище оточує. У зв'язку з цим *М.Ф. Реймерс* (1990) пропонує інший термін - *середовище, що оточує людину*, тобто сукупність абіотичної, біотичної та соціальної середовищ, які сумісно і безпосередньо впливають на людей та їх господарство. У середовищі, що оточує людину, він виділяє:

- *інтимне середовище* (житло, інші штучні споруди, родина, сусіди, робочий колектив), де людина проводить 60-90 % всього часу життя;
- *ближня середовище* (населений пункт - від невеликого селища до мегаполісу, включаючи зелені зони, оточення земляків і т.п.);
- *дальнє або регіональна середовище* (частина НС, що забезпечує людей основною масою продовольства і рекреацією, оточення рідного етносу тощо);
- *глобальна середовище* (біосфера в цілому).
- *реальне середовище*, що широко використовується людиною;
- *потенційне середовище*, що не використовується людиною або мало використовується лише частина регіонального середовища, а також райони можливого для освоєння в перспективі.

Стосовно до людини навколишнє середовище включає:

- *природний компонент* - природні ландшафти;
- *техногенний компонент* - створені людиною поселення, пром підприємства, сільськогосподарські угіддя, середовище житла і т.п.
- *соціально-економічний компонент* - культурно-технологічний клімат, економічна забезпеченість, вплив людей один на одного і т.д. та інші компоненти.

За *М.Ф. Реймерсом* (1990), *природне середовище, що оточує людину* («навколишнє природне середовище» - НПС) - це сукупність природних і незначно змінених діяльністю людей біотичних і абіотичних природних факторів, що впливають на людину. Відрізняється від інших складових навколишнього середовища людини властивістю самопідтримки і саморегуляції без коригуючого впливу людини.

Природне середовище - поняття близьке, але незалежно від безпосередніх контактів з людиною; може розглядатися по відношенню не тільки до людини, але і до тварин, рослин і т.д.

Таким чином, НС можна розглядати як *складну систему*, що складається з *природної* (сукупність абіотичних і біотичних) і *соціальної* (соціально-економічної) *підсистем*. Наприклад, при оцінці впливу на навколишнє середовище (ОВНС) навколишнє середовище (система) розглядається як сукупність природного, соціального і техногенного середовищ (підсистем).

Поняття «якість навколишнього середовища». Поняття «якість навколишнього середовища» і «захист навколишнього середовища» або «охорона на-

вколишнього середовища» нерозривно пов'язані один з одним.

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 - (Н.Ф. Реймерс, 1990).

Охорона середовища (життя) - сукупність заходів, спрямованих на збереження природи Землі в стані, відповідному еволюційним потребам сучасної біосфери та її живої речовини, включаючи людину (М.Ф. Реймерс, 1990).

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.

Об'єкти охорони природного середовища поділяються на:

- *глобальні* (озоновий екран атмосфери, атмосферне повітря, генетичний фонд, природні екосистеми Землі);

- *окремі природні компоненти* надра Землі, ґрунти, води, повітря, флора, фауна);

- *території та об'єкти природи, що особливо охороняються.*

Наскільки ефективно здійснюється захист та охорона навколишнього середовища можна судити з її якісних характеристик.

Якість - це ступінь відповідності будь-яких властивих характеристик встановленим вимогам.

Якість екологічна - сукупність властивостей, ознак, умов навколишнього середовища, продукції, послуг, робіт, які визначають їхню здатність задовольняти екологічні потреби суспільства і вимоги екологічних стандартів (*Екологічна енциклопедія*, 2008, Т.3, с. 388).

Якість середовища - ступінь відповідності природних умов потребам людей або інших живих організмів (Н.Ф. Реймерс, 1990).

За І.І. Дедю (1990), *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, одне і те ж стан властивостей ландшафту може бути охарактеризоване як неоднакове за якістю для різних груп населення (наприклад, діти - дорослі, здорові - хворі, аборигени - мігранти і т. д.).

У словнику термінів Міністерства надзвичайних ситуацій (2010 р.) під «*якістю навколишнього середовища*» розуміється ступінь відповідності стану навколишнього середовища потребам людини та інших живих організмів.

Середовище оцінюється як *комфортна*, при оптимальних взаємовідношеннях людини з середовищем, коли здоров'я людини знаходиться в нормі, або поліпшується. Середовище вважається *дискомфортної*, якщо взаємовідношення людини з середовищем супроводжуються відхиленнями у стані здоров'я від

норми. Середовище вважається *екстремальною*, якщо при взаємовідношеннях людини з середовищем спостерігаються серйозні незворотні зміни в стані здоров'я населення.

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).

Зазвичай оцінка якості навколишнього середовища проводиться за допомогою порівняння спостережуваних (вимірюваних) станів компонентів ландшафту з нормативами, нормами, стандартами біологічної, хімічної, фізичної безпечністю вод, ґрунтів, вмістом у них сторонніх або токсичних речовин, наприклад, шляхом зіставлення з гранично допустимими концентраціями (ГДК) забруднювальних речовин (ЗР).

Якість середовища до активного втручання людини забезпечувалося самою природою шляхом саморегуляції, самоочищення від чужорідних агентів нетехногенного походження. Всім природним процесам властивий циклічний (замкнутий) характер на відміну від штучних. Приблизно з 100% створеного речовини і енергії людство використовує лише 10 і навіть менше відсотків, все інше у вигляді забруднень надходить і накопичується в біосфері, а останнім часом частина відходів виводиться за межі біосфери в область навколоземного космічного простору.

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.

У цьому зв'язку, необхідно зупинитися на характеристиці якості компонентів навколишнього природного середовища.

Якість атмосфери - це сукупність властивостей атмосфери, що визначають ступінь впливу фізичних, хімічних та біологічних факторів на людей, рослинний і тваринний світ, а також на матеріали, конструкції і навколишнє середовище загалом. Якість атмосфери регламентується стандартами, де розглядаються показники якості атмосферного повітря за ступенем забрудненості, правила контролю якості повітря населених пунктів і т.д. Атмосферне повітря лише умовно можна вважати «невичерпним» природним ресурсом, оскільки під впливом антропогенної діяльності погіршуються його фізико-хімічні властивості, а в деяких промислових містах стан атмосферного повітря вже не відповідає вимогам екологічної безпеки (В.В. Тарасова та ін., 2007).

Оскільки атмосфера є досить потужною і складною геосферою, то логічніше говорити про якість повітря в приземному шарі атмосфери, тобто про ступінь відповідності його фізико-хімічних і біологічних характеристик потребам людини та/або технологічним вимогам (Н.Ф. Реймерс, 1990).

Якість води - це характеристика складу і властивостей, що визначає придатність для конкретних видів використання або споживання (М.О. Клименко, П.М.

Скрипчук, 2006; В.В. Тарасова та ін., 2007). Згідно «Водному кодексу України» (1995), оцінка якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування та екологічних нормативів водних об'єктів комунально-побутового, господарсько-питного і рибогосподарського призначення.

Якість водних об'єктів - це сукупність властивостей води, що визначають ступінь впливу фізико-хімічних та біологічних факторів на людей, рослинний і тваринний світ і навколишнє середовище в цілому. Регламентується стандартами, де розглядаються основні терміни та визначення, правила контролю якості води водойм і водотоків, оцінка якості джерел централізованого господарсько-питного водопостачання, гігієнічні вимоги та контроль якості питної води і т.д. При цьому враховують фізичне (теплове і радіоактивне), хімічну та біологічну (в основному бактеріальне) забруднення (В.В. Тарасова та ін., 2007).

За М.Ф. Реймерсом (1990), якість води - це ступінь відповідності показників якості води потребам людей і/або технологічним вимогам. Їм дано дещо інше визначення *якості природних вод* - ступінь відповідності фізико-хімічних і біологічних характеристик вод розглядаються потребам и (питного, промислового, сільськогосподарського використання, як місць існування гідробіонтів). У «Екологічній енциклопедії» (2008, Т. 3, с. 388), під якістю води розуміється «характеристика складу і властивостей води як компонента водної екосистеми і життєвого середовища гідробіонтів, а також у контексті придатності її в конкретних цілях водокористування». За визначенням С.М. Юрасова та ін. (2012), якість природних вод - це її стан, представлений набором показників, який відображає потреби користувачів в складі й властивостях вод.

Якість ґрунтів - це сукупність фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунтів, що визначають їх безпеку в епідеміологічному і гігієнічному відношеннях. Визначається якість ґрунтів за показниками їх санітарного стану, по комплексу критеріїв (санітарно-хімічних і санітарно-мікробіологічних). Якість ґрунтів регламентується стандартами, де розглядаються номенклатура показників санітарного стану ґрунтів, методи відбору і підготовки проб для хімічного, бактеріологічного і гельмінтологічного аналізу тощо (В.В. Тарасова та ін., 2007).

Крім того, існують: система стандартів у галузі безпеки та захисту навколишнього середовища, праці та життєдіяльності населення (стандарти професійної безпеки та промислової гігієни; стандарти безпеки праці та захисту від шумового і вібраційного забруднення; стандарти безпеки праці та захисту від радіаційного забруднення); стандарти системи якості та управління якістю; система стандартів відповідності продукції вимогам природоохоронного законодавства тощо (М.О. Клименко, П.М. Скрипчук, 2006; В.В. Тарасова та ін., 2007).

Характеристика якості компонентів НПС, як правило, обмежується відомостями про якість повітря, води і ґрунтів і, на жаль, зазвичай не розглядається якість геологічного середовища та біоти. Якість цих природних компонентів не регламентується і відповідними стандартами.

Якість геологічного середовища - це сукупність ресурсних, геодинамічних, геохімічних та геофізичних функцій геологічного середовища (еколого-

геологічних особливостей), які відображають умови функціонування біоти (у т. ч. людини) і техногенних об'єктів в даному обсязі земної кори.

Якість біоти - це сукупність властивостей продуцентів, консументів та редуцентів, що сприяє підтримці рівноважного стану (гомеостазу) екосистеми, джерелами отримання необхідних людям матеріальних і духовних благ.

Система критеріїв якості НС характеризує основні події, що відбуваються в цьому середовищі і важливі при визначенні якості життя.

Можна виділити 7 критеріїв якості НС: 1) *геономічні* - характеризують явища і процеси, що обумовлюють фізико-географічні та біокліматичні відмінності ділянок земної поверхні; 2) *біогеохімічні* - характеризують природні біогеохімічні цикли та їх порушення; 3) *екогенетичні* - відображають процеси історичного перетворення біоценозів та екосистем в цілому; 4) *ценологічні* - описують видовий склад біоценозів і різноманітність у них живих організмів; 5) *продукційно-біологічні* - характеризують продуктивність популяцій і біоценозів досліджуваного ділянки земної поверхні; 6) *геогігієнічні* - відображають природну здатність атмосферного повітря, природних вод і ґрунтів зберігати свої властивості; 7) *санітарні* - відображають ефективність штучних заходів, спрямованих на збереження та відновлення важливих для людини і біосфери параметрів атмосферного повітря, природних вод та ґрунтів.

Нерідко для оцінки НС застосовують поняття «*комфортність*». Оцінка комфортності включає аналіз різноманітних параметрів, що відображають кліматичні чинники, особливості рельєфу, геологічної будови, характеристики підземних і поверхневих вод, рослинного і тваринного світу, епідеміологічного стану регіону тощо.

Якість навколишнього середовища та екологічні стандарти. *Нормування якості навколишнього природного середовища* (НЯНПС) - це процес розробки і додання юридичної норми науково обґрунтованим нормативам у вигляді показників гранично допустимого впливу людини на природу. Це встановлення системи нормативів (показників) ГДВ (гранично допустимого впливу) людини на НПС. Цілі НЯНПС: встановлення гранично допустимих норм впливу на природу; гарантованість екологічної безпеки населення; збереження генетичного фонду флори, фауни, людини; раціональне використання і відтворення природних ресурсів.

Норма - це міра впливу. *Гранично допустима норма* - це така міра впливу на природу, при якій стабільно забезпечується нормальний процес обміну речовини, енергії, інформації в екологічних системах Землі. Це законодавчо встановлені допустимі впливу людини на НПС. Дотримання екологічних нормативів, що визначають якість НПС, забезпечує: екологічну безпеку населення; збереження генофонду біоти (включаючи людину); раціональне використання і споживання природних ресурсів тощо.

Нормативи якості оцінюють за трьома показниками:

1) *медичними*, які встановлюють пороговий рівень загрози здоров'ю людини, його генетичній програмі;

2) *технологічними* – оцінюючими рівень встановлених меж техногенного

впливу на людину і НПС;

3) *науково-технологічними*, оцінюючими можливість наукових і технічних засобів контролювати дотримання меж впливу за всіма характеристиками .

Широку популярність здобули ГДК, ГДР , ГДВ, ГДС. До нормативів якості навколишнього середовища відносяться нормативи хімічних, фізичних, біологічних показників стану середовища.

Якість навколишнього природного середовища - це ступінь відповідності природних умов фізіологічним можливостям людини. Звідси випливає, що для збереження здоров'я населення нашої країни необхідно стежити за якістю НПС. Для цього розроблені наукові оцінки якості НПС, які називаються стандартами якості НПС.

Екологічні стандарти встановлюють гранично допустимі норми антропогенного впливу на НПС, перевищення яких несе небезпеку здоров'ю людини, згубно для рослинності і тварин. Дані норми встановлюються у вигляді гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин і гранично допустимих рівнів (ГДР) шкідливого впливу фізичних полів.

ГДК - це кількість шкідливої речовини у природному середовищі, віднесене до маси або об'єму її конкретного компонента, яке при постійному контакті або при впливі в окремий проміжок часу практично не робить впливу на здоров'я людини і не викликає несприятливих наслідків у його потомства. При визначенні ГДК, підкреслюють *Т.А. Акімова* та ін. (2001), враховується не тільки ступінь впливу ЗР на здоров'я людини, а також і вплив їх на природні угруповання в цілому. ГДК з кожним роком все більше встановлюються для ЗР в повітрі, воді, ґрунті. Так, в даний час розроблені ГДК для 200 ЗР у повітряному середовищі і понад 600 ЗР у водному середовищі. ПДР шкідливого фізичного впливу встановлюються, як правило, для шумового та електромагнітного забруднення.

Виробничо-господарські стандарти якості НС регламентують екологічно безпечний режим роботи виробничого, комунально-побутового та інших об'єктів. До даного виду стандартів якості відносяться гранично допустимий викид (ГДВ) ЗР в навколишнє середовище і гранично допустимий скид (ГДС) ЗР у водойми і водотоки конкретними техногенними джерелами (підприємствами) тієї чи іншої території. Близько 2 млн. т, не рахуючи мінеральних добрив , становить загальна кількість речовин, щорічно потрапляють в біосферу. Менше гранично допустимого значення може бути концентрація кожного з цих речовин, але сумісне їх присутність викликає такий же ефект, як і при їх утриманні, що перевищує ГДК. Це явище називається *ефектом сумачії дії*. Таким ефектом, наприклад, володіють наступні сполучення ЗР: ацетон - фенол , діоксид сірки - фенол, діоксид сірки - сірководень та ін.

Наприклад , якщо для даного територіально-виробничого комплексу перевищено значення ГДВ, то прийняття рішень не обмежує заходи тільки впливами на технологічні процеси або засоби очищення, які повинні зменшити інтенсивність і небезпечність емісії ЗР. Можуть бути й інші варіанти: перерозподіл і переміщення потужності джерел, заміна технології , збільшення санітарно-

захисної зони, відселення людей із зони активного впливу джерела і т. д.

Забрудненням НПС зазвичай вважають привнесення в середовище нових, не характерних для неї фізичних, хімічних і біологічних агентів або перевищення природного середнього багаторічного рівня цих агентів в середовищі. Забруднення може обумовлювати будь-який фізичний агент, хімічна речовина або біологічний вид (в основному - мікроорганізми), які у довкілля або утворюються у ній в кількостях, вище природних. Забрудненням НПС можна назвати зміну якості середовища, здатне викликати негативні наслідки. За походженням забруднення ділять на природні й антропогенні. Вважається, що однакові агенти надають однакові негативні впливи незалежно від їх походження, тому пил, джерелом якої є природне явище (наприклад, пилові бурі), повинна вважатися такою же ЗР, як і пил, що викидається промисловим підприємством, хоча остання може бути більш токсичною в силу свого складного складу.

Існують *верхня і нижня критичні межі забруднення НС*, досягнення яких загрожує настанням необоротних зрушень у біологічній системі і в її окремих ланках. Деякі речовини (наприклад, важкі метали) в значних кількостях є сильними токсикантами, а в малих дозах вони необхідні, оскільки зменшення їх вмісту в організмі людини нижче критичної величини викликає важкі функціональні розлади. Здоров'ю шкідливі, як зайва шумове навантаження, так і відсутність звуків; те ж можна сказати про електромагнітних полях, температурних навантаженнях, оптичних явищах та інші фізичних, а також біологічних, інформаційних та інших параметрах.

Взаємодія людини з середовищем проживання може бути позитивним чи негативним, і характер взаємодії визначають потоки речовин, енергій та інформацій. *Негативні впливи* обумовлені елементами техносфери (машини, технічні споруди тощо) і діями людини.

Змінюючи величину будь-якого потоку маси, енергії, інформації, дій людини від мінімально значущою до максимально можливої, можна пройти ряд характерних станів взаємодії в системі «людина - середовище проживання»:

1) *комфортне* (оптимальне), коли потоки відповідають оптимальним умовам взаємодії;

2) *допустиме*, коли потоки, впливаючи на людину та середовище проживання, не мають негативного впливу на здоров'я, але приводять до дискомфорту, знижуючи ефективність діяльності людини;

3) *небезпечне*, коли потоки перевищують допустимі рівні і чинять негативний вплив на здоров'я людини, викликаючи при тривалому впливі захворювання, і/або призводять до деградації природного середовища;

4) *надзвичайно небезпечне*, коли потоки високих рівнів за короткий період часу можуть нанести травму, привести людину до летального результату, викликати руйнування в природному середовищі.

Критерії безпеки техносфери - обмеження, що вводяться на концентрації речовин і потоки енергій в життєвому просторі.

Нормативи якості навколишнього середовища - нормативи, які встановлені відповідно з фізичними, хімічними, біологічними та іншими показниками

для оцінки стану НС і при дотриманні яких забезпечується сприятливе до-вкілля.

У ряді країн національні стандарти з управління якістю навколишнім сере-довищем існують з середини 1970-х рр. У першу чергу, вони розроблялися і за-стосовувалися в цілях забезпечення якості на етапах проектування і виробницт-ва в найважливіших галузях промисловості - авіації, космонавтиці, виробництві військової техніки тощо.

Дослідженням критеріїв якості займається *екологічна квалітологія* (квалі-тологія - наука про якість) - комплексна наука про визначення якісних показни-ків складових і об'єктів навколишнього середовища, систем управління та якос-ті виробників товарів, послуг для впровадження екологічно-орієнтованих рі-шень (М.О. Клименко, П.М. Скрипчук, 2003, 2006).

1.3 Суть системного аналізу. Екосистемний підхід та напрямки комплексних досліджень навколишнього середовища. Процедура та етапи проведення системного аналізу

Поняття «система». Під системою розуміється будь-який об'єкт , що складається з безлічі взаємозалежних частин і існуючий як єдине ціле.

Система – це набір елементів, котрі взаємодіють (Л. фон Берталанфі, 1960). Елемент системи через ієрархічну структури світу сам виявляється сис-темою зі своїми елементами. Фіксація системи ділить світ на дві частини - на систему і середовище. При цьому підкреслюється велика сила зв'язків елемен-тів усередині системи в порівнянні з силою зв'язків з елементами середовища. Під системою мають на увазі також «впорядковані взаємодіючі і взаємозалежні компоненти, що утворюють єдине ціле».

Системи поділяються на: 1) *матеріальні* (дерево, будівля, людина, планета Земля, Сонячна система тощо); 2) *нематеріальні* (людський мова, мова програ-мування, математика тощо); 3) *змішані* (університет, включає в себе як матеріа-льні частини - будівля , обладнання , підручники та ін., так і нематеріальні час-тини - стандарти освіти, навчальні плани, програми, розклад занять і т.д.).

Все розмаїття існуючих систем можна розділити на дві категорії: 1) *приро-дні системи* - існуючі в природі (Сонячна система, біосфера); 2) *штучні систе-ми* - створені людиною (комп'ютер, автомобіль, різні техногенні об'єкти і т.д. Для всякої штучної системи існує мета її створення людиною (комп'ютер - пра-цювати з інформацією, автомобіль - перевозити людей і вантажі, завод - вироб-ляти продукцію і пр.); в системології штучну систему визначають як «засіб до-сягнення мети».

Доцільністю системи визначається її *склад і структура*.

Склад системи - це безліч входять до неї частин. Як приклад системи мо-жна розглянути розглянемо об'єкт - персональний комп'ютер, складовими час-тинами якої є системний блок, клавіатура, монітор, принтер, миша. Кожна з цих частин - це теж система, що складається з безлічі взаємозалежних частин. Ін-шим прикладом може бути озеро – природна екосистема, що складається з су-

купності і взаємозв'язку біотопу і біоценозу. У свою чергу, складові біотопу (водна товща, донні відкладення) і біоценозу (продуценти, консументи і редуценти) також складаються з сукупності взаємопов'язаних компонентів нижчого порядку. Наприклад, в межах біоценозу можна виділити: біотичні угруповання - популяції - види - особини - органи - тканини - клітини - молекули (гени). Систему, що входить до складу якоїсь іншої, більш великої системи, називають *підсистемою*.

Концепція екосистем по Ю. Одуму (1986) є чільною в сучасній екології. Всі спільно функціонуючі організми на даній ділянці (біоценоз) і взаємодіє з фізико-хімічної середовищем (біотопом) таким чином, що потік енергії створює чітко визначені біотичні структури та кругообіг речовин між живою в неживій частинами, являє собою *екосистему*.

Структура системи. Будь-яка система визначається не тільки складом своїх частин, але також порядком і способом об'єднання цих частин в єдине ціле. Всі частини (елементи) системи знаходяться в певних відносинах або зв'язках один з одним. Структура - це сукупність зв'язків між елементами системи, внутрішня організація системи.

Складність системи на «структурному рівні» задається числом її елементів і зв'язків між ними. Дати визначення «складності» в цьому випадку надзвичайно важко: дослідник стикається з так званим «ефектом купи» (одна куля - не купа, дві кулі - не купа, три - не купа, сто куль - купа, дев'яносто дев'ять - купа; так де ж межа між «купою» і «не купою?»).

Зв'язки в системах бувають *матеріальними* та *інформаційними*. У природних системах неживої природи (космічні системи, атоми і молекули і пр.) зв'язки носять тільки матеріальний характер, а в системах живої природи існують зв'язки матеріальні та інформаційні. Інформаційні зв'язки - це обмін інформацією між частинами системи, що підтримує її цілісність і функціональність. Очевидно існування інформаційних зв'язків у тваринному світі, в людському суспільстві. У технічних системах, що використовуються в інформаційній сфері (радіо, телебачення, комп'ютерні мережі), також діють зв'язки інформаційного типу.

Системний ефект - всяка система набуває нові якості, не притаманні її складовим частинам. Поява нової якості у системи називається системним ефектом. Це ж властивість виражається фразою: «Ціле більше суми своїх частин».

Системний аналіз - сукупність понять, методів, процедур і технологій для вивчення, опису, реалізації явищ і 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 реалі-

льного 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.

Основні *принципи системології* (науки про системи):

Принцип емерджентності – у міру об'єднання компонентів (підмножин) в більш великі функціональні одиниці, у цих нових одиниць виникають нові властивості, відсутні на попередньому рівні.

Принцип ієрархічної організації (принцип інтегративних рівнів Одуми) – принцип супідрядності один одному як природних, так і штучні систем.

Принцип несумісності Л. Заде - складність системи і точність, з якою її можна аналізувати, пов'язані зворотною залежністю.

Принцип контрінтуїтивної поведінки Дж. Форрестера - дати задовільний прогноз поведінки складної системи на досить великому проміжку часу, спираючись лише на власний досвід та інтуїцію, практично неможливо.

Принцип множинності моделей В.В. Налимова - для пояснення і передбачення структури і/або поведінки складної системи можливо побудова декількох моделей, що мають однакове право на існування.

Принцип здійсненності Б.С. Флейшмана - ми не сподіваємося на везіння і у нас мало часу; системологія розглядає тільки ті моделі, для яких алгоритм здійснимо, тобто рішення може бути знайдено з заданою вірогідністю p_0 час t_0 .

Принцип формування законів - закони системології носять дедуктивний характер і ніякі реальні явища не можуть спростувати або підтвердити їх справедливості.

Принцип рекурентного пояснення властивості систем даного рівня ієрархічної організації світу пояснюються, виходячи властивостей елементів цієї системи, що з постулюються, і зв'язків між ними.

Принцип мінімаксної побудови моделей - теорія повинна складатися з простих моделей (*min*) систем наростаючої складності (*max*).

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 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 застосовуються різні *неформальні (якісні) методи (процедури)*: метод експертних оцінок, метод Дельфі, 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 наступного прийняття рішення. Ці думки зазвичай виражені в кількісній або якійсній формах. Експертні дослідження проводять з метою підготовки інформації для прийняття рішень. Для проведення роботи по методу експертних оцінок створюють робочу групу. Експертні оцінки бувають індивідуальні та колективні. Метод експертної оцінки використовується в 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.

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 обмінні 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 значимості їхніх тверджень, які обчислюють на основі попередніх опитувань. Їх уточнюються від туру до туру і враховують при одержанні узагальнених результатів оцінок. Технічна процедура методу Дельфі наступна: 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.

Назва методу дана по асоціації з давнім звичаєм для отримання підтримки при прийнятті рішень звертатися в Дельфійський храм. Він був розташований біля виходу отруйних вулканічних газів. Жриці храму, надихавшись отрути, починали пророкувати, вимовляючи незрозумілі слова. Спеціальні «перекладачі» - жерці храму тлумачили ці слова і відзначали на питання прийшли зі свої-

ми проблемами паломників. За традицією говорять, що Дельфійський храм знаходився в Греції, але там немає вулканів. Мабуть, він був в Італії - у Везувію або Етні, а самі описані передбачення відбувалися в XII -XIV ст. У США в 1960-х роках методом Дельфі назвали експертну процедуру прогнозування науково-технічного розвитку. У першому турі експерти називали ймовірні дати тих чи інших майбутніх звершень. У другому турі кожен експерт знайомився з прогнозами всіх інших. Якщо його прогноз сильно відрізнявся від прогнозів основної маси, його просили пояснити свою позицію, і часто він зраджував свої оцінки, наближаючись до середніх значень. Ці середні значення і видавалися замовнику як групова думка. Треба сказати, що реальні результати дослідження виявилися досить скромними - хоча дата висадки американців на Місяць була передбачена з точністю до місяця, всі інші прогнози провалилися – керованого термоядерного синтезу і надійних засобів від раку у XX ст. людство не дочекалося.

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 напрямках. Спочатку здійснюється групування завдань з використанням універсального методу сканування. Цей етап завжди використовують для першого осмислення виниклої проблеми у найширшому спектрі підходів для розв'язання проблеми, коли відсутній попередній практичний досвід її опрацювання. Суть методу мозкового штурму зводиться до того, що експертам надається повна свобода мислення і висловлювання нових ідей. Розглядаючи всі генеровані ідеї, не допускається критика і не припиняється 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 анонімно) 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 з 100 ідей 30 заслуговують подальшого опрацювання, з 5-6 дають можливість сформулювати прикладні проєкту, а 2-3 опиняються у результаті приносять корисний ефект - прибуток, підвищення екологічної безпеки, оздоровлення навколишнього природного середовища і т.д.

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 слабоструктурованих проблем, у яких стратегія розвитку системи сприяються 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 проєктів 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 загальне число сценаріїв має бути оглядатися. Набір сценаріїв повинен бути доступним для огляду. Доводиться виключати різні малоімовірні події - приліт інопланетян, падіння астероїда, масові епідемії раніше невідомих хвороб і т.д. 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 (в будь-якому сенсі) чином. Можна спробувати намітити заходи, що забезпечують мінімально допустимі корисні результати при будь-якому варіанті розвитку ситуації і т.д.

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 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. В країнах із розвиненим громадським суспільством саме суди найчастіше стають ефективними засобами захисту безпеки довкілля, оскільки навіть рядові громадян все більш звертаються у ці інстанції з позовами і скаргами щодо дій влади, компаній, окремих порушників екологічної безпеки.

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

Одним з видів науково-практичної діяльності, де реалізується метод експертної оцінки, є *екологічна експертиза*, що являє собою систему державних природоохоронних заходів, направлених 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, яка може здійснюватися ефективно лише на системному підході з використанням методології системного аналізу. Крім того, екологічна експертиза є одним з інструментів системного аналізу НС.

Системний аналіз НС 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, агроєкології, урбоекології, економіки природокористування, соціальної екології, екологічного права, екологічної освіти, екології людини і т.д.

Системна технологія екологічного аналізу включає наступні взаємопов'язані *кроки*: 1) аналіз екологічної проблеми і формулювання цілей, досягнення яких призводить 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 варіанту рішення і передача підрозділу, що координує екологічний аналіз для архіву поки негідних рішень або для включення в перелік рекомендованих; 7) координація екологічного 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.

При оцінці якості НС використовуються такі *основні інструменти*: оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС), екологічна експертиза (ЕЕ) та екологічна оцінка (ЕО).

Оскільки дається оцінка планованої діяльності природне, соціальне та техногенне середовище, то процедура ОВНС є одним з інструментів системного аналізу НС. 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'язано вплив на НС, для ОВНС характерні превентивність, комплексність підходів і оцінок і демократичність використовуваних процедур. Слід нагадати, що ОВНС - це «процедура обліку» екологічних

вимог або їх виявлення та обґрунтування (тобто чисто інформаційна міра). Вона реалізується при підготовці оптимального рішення (на стадії намірів чи проектування). ОВНС є процесом дослідження впливу проектованої діяльності та прогнозу його наслідків для НС і здоров'я людини.

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

Найважливішим інструментами системного аналізу НС є екологічна оцінка, яка охоплює як *екологічну оцінку проектів* (ЕОП) та проектних задумів, так і оцінку загальної політики, планів і програм країни – *стратегічну екологічну оцінку* (СЕО).

Аналогом системи ЕО в Україні є екологічна експертиза, яка складається з ОВНС та *державної екологічної експертизи* (ДЕЕ). Практика проведення ОВНС в Україні показала, що процедура ЕО 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. Як правило, ОВНС 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, ОВНС не передуює прийняттю рішення, не є його складовою, а здійснюється здебільшого – постфактум. При цьому, потенціал ОВНС значно втрачає у своїй економічній значимості, зберігаючи одночасно свою екологічну сутність.

Нижче наведені показані принципи проведення екологічної оцінки за даними *Я.О. Адаменко* (2013) з урахуванням з урахуванням нормативно-законодавчої бази, що існує в Україні.

Загальні уявлення про екологічну оцінку. Екологічна оцінка у країнах колишнього СРСР заснована на процедурі, яка одержала назву «державна екологічна експертиза». При ДЕЕ, експертні комітети розглядають або проводять оцінку проектів і планів, які повинні включати розділ за назвою «Оцінка впливу на навколишнє середовище» (ОВНС). В матеріалах розділу ОВНС описувалися екологічні ефекти пропонованого проекту або плану і передбачувані міри їхнього пом'якшення. Разом, обидва процеси називаються ДЕЕ/ОВНС. В провідних країнах світу та банківських установах ЕО відрізняється від ОВНС, і насамперед це пов'язано 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.

ЕО проводиться для запобігання або мінімізації несприятливих впливів, одночасно допомагаючи країнам оцінити реальний потенціал їх ресурсів, максимізуючи вигоди від діяльності, яка планується.

ЕО - це процес систематичного аналізу й оцінки екологічних наслідків діяльності що намічається, консультацій із зацікавленими сторонами, а також урахування результатів цього аналізу і консультацій у плануванні, проектуванні, твердженні і здійсненні даної діяльності.

Метою ЕО є забезпечення того, щоб проекти, плани розвитку, програми і т. ін. були прийнятні з точки зору НС та сталого розвитку суспільства.

Системи ЕО відповідають *основним принципам*: 1) *участь* – адекватний і своєчасний доступ до процесу ЕО для всіх зацікавлених сторін; 2) *прозорість* – усі рішення ЕО і підстави для її прийняття повинні бути відкриті і доступні; 3) *визначеність* – процедура і тимчасові рамки екологічної оцінки повинні бути погоджені заздалегідь і дотримуватися всіма учасниками; 4) *підзвітність* – особи, що приймають рішення, підзвітні всім сторонам за свої дії і рішення, прийняті в процесі ЕО; 5) *надійність* – оцінка виконується професійно й об'єктивно; 6) *рентабельність* – процес ЕО і її результати забезпечують захист НС з найменшими витратами для суспільства; 7) *гнучкість* – повинна бути можливість адаптації процесу ЕО, для того щоб якісно й ефективно застосовувати його в будь-якій ситуації або при ухваленні рішення; 8) *практична застосовність* – інформація і результати, отримані в процесі ЕО, необхідно застосовувати для прийняття рішень і планування.

ЕО 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 НС 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 і впливів; 4) базуючись на чітко визначених правилах і обов'язках всіх зацікавлених сторін.

ЕО повинна починатися: 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.

ЕО розглядає: 1) усі фактори, які 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, асимільне здатність і біологічну різноманітність.

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

діяльності.

ЕО повинна забезпечувати підстави для: 1) прийняття взаємоприйняттого з екологічної точки зору рішення, у якому ясно визначені і запропоновані умови здійснення діяльності; 2) планування, розробки і здійснення прийнятних проектів, які задовольняють екологічним стандартам і цілям керування ресурсами; 3) комплексу відповідних пост-проектних заходів з вимогами щодо моніторингу, менеджменту, аудиту й оцінці їх ефективності, заснованими на значимості потенційного впливу, ступеня невизначеності.

1.4 Використання моделей щодо якості довкілля в системному аналізі. Прогнозування стану і якості довкілля

Наші уявлення про реальні системах носять наближений, *модельний характер*. Описуючи в будь-якій формі реальну систему, ми створюємо її інформаційну модель.

Залежно від особливостей системи-оригіналу і задач дослідження використовуються найрізноманітніші моделі.

Розрізняють *фізичні та абстрактні моделі*. *Фізичні моделі* утворюються із сукупності матеріальних об'єктів. Для їх побудови використовуються різні фізичні властивості об'єктів, причому природа застосовуваних в моделі матеріальних елементів не обов'язково та ж, то і в досліджуваному об'єкті. Прикладом фізичної моделі є макет (наприклад, акваріум як модель природних водойм).

Інформаційна (абстрактна) модель - це опис об'єкта досліджень на якій-небудь мові. Абстрактність моделі виявляється в тому, що її компонентами є поняття, а не фізичні елементи (наприклад, словесні описи, креслення, схеми, графіки, таблиці, алгоритми або програми, математичні описи). Інформаційні моделі описують поведінку об'єкта-оригіналу, але не копіюють його. Інформаційна модель - це цілеспрямовано відібрана інформація про об'єкт, яка відображає найбільш істотні для дослідника властивості цього об'єкта. Таким чином, модель - це спеціальний об'єкт, в деяких відносинах замісник оригіналу. Принципово не існує моделі, яка була б повним еквівалентом оригіналу. Будь-яка модель відображає лише деякі сторони оригіналу. Тому з метою отримання великих зьянь про оригінал доводиться користуватися сукупністю моделей. Складність моделювання як процесу полягає у відповідному виборі такої сукупності моделей, які заміщають реальний пристрій або об'єкт в необхідних відносинах.

Розглянемо три різновиди інформаційних моделей систем: модель чорного ящика; модель складу; структурна модель.

Модель «чорного ящика». Будь-яка система - це щось цілісне і виділене з навколишнього середовища. Система і середовище взаємодіють між собою. У системології використовуються уявлення про входи і виходи системи. Вхід системи - це вплив, на систему з боку зовнішнього середовища, а вихід - це вплив, який чиниться системою на навколишнє середовище. Таке уявлення про систему називається моделлю «чорного ящика» (рис.1.1).

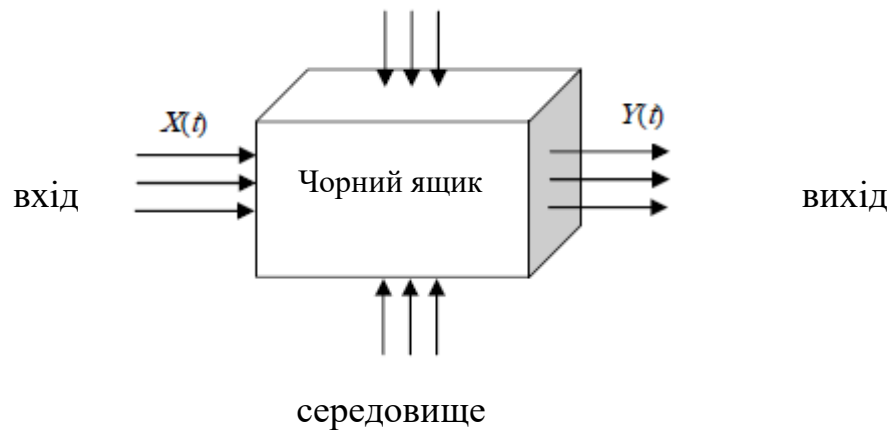


Рис. 1.1 – Схема моделі «чорного ящика».

Модель складу системи дає опис входять до неї елементів і підсистем, але не розглядає зв'язків між ними (рис.1.2).

Структурну модель системи ще називають структурною схемою (рис.1.3). На структурній схемі відбивається склад системи та її внутрішні зв'язки. Поряд з терміном «зв'язок» нерідко вживають термін «ставлення».

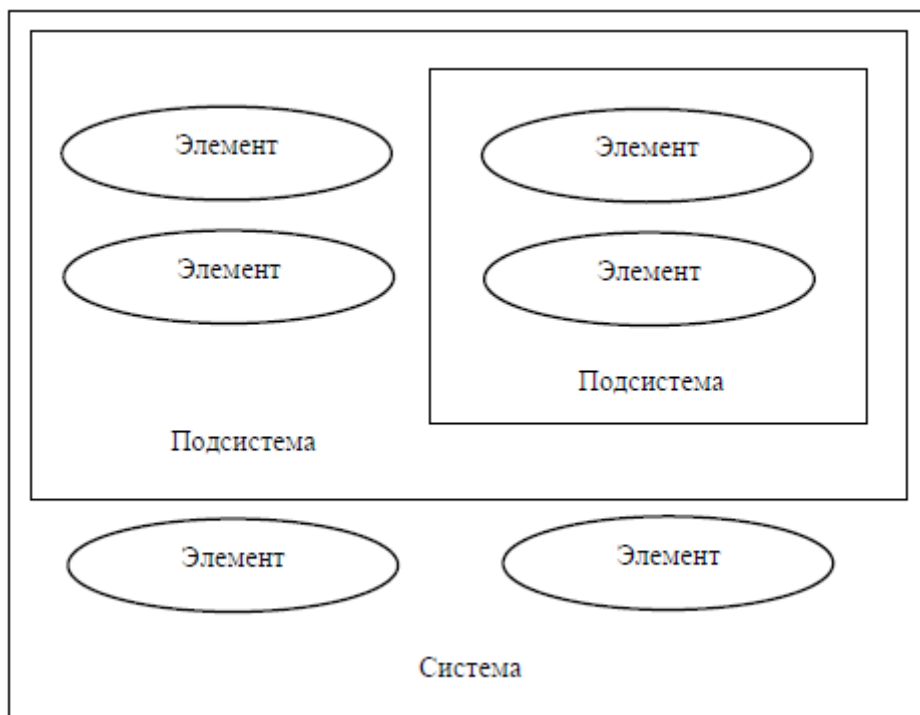
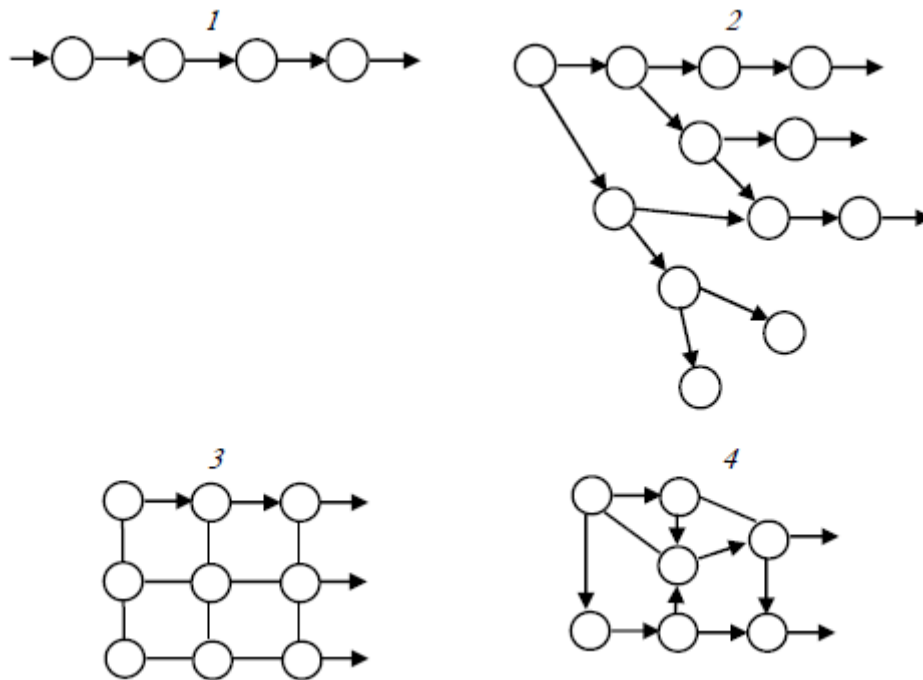


Рис. 1.2 – Схема моделі складу системи.



1 – лінійна; 2 - деревоподібна; 3 - матрична; 4 - мережева
Рис. 1.3 – Схема моделі структури системи.

Системна модель є композицією під моделей, їхньою певною структуризацією, функції яких реалізуються на основі взаємодії різних підходів і методів.

Так, побудова певної математичної моделі екосистеми починається, як правило, з аналізу її компонент та зв'язків між ними. Зображається структура розроблюваної моделі, ієрархія усталених зв'язків. На рівні визначення топології системи з емпіричними даними дістають окремі кореляційні зв'язки і залежності всередині підсистем. З такою метою застосовують статистичні методи класифікації, регресійний аналіз, методи самоорганізації. На даному етапі модель діє як упорядковувальна, що дає змогу вичленити підсистеми, виявити найсуттєвіші зв'язки і в такий спосіб підійти до можливості вивчення динаміки екосистем.

З виділенням підсистем модель статички, ввівши теоретичну й емпіричну інформацію, стає структурною схемою, що використовується для генерації моделі вищого рівня, яка відображає вже динамічні властивості. Внаслідок такої трансформації нова функція моделі (конструктивна) потребує відповідного математичного вираження – системи диференціальних або різницевих рівнянь.

Модель використовується для одержання нових знань про екологічні процеси: прогнозування змін критеріїв і структури системи, встановлення рівноважних станів, вивчення критичних (порогових) режимів функціонування, оптимізації прогнозних варіантів.

Кожний набір входів системи, що розглядається і повністю визначає її реакцію, разом з відповідним розрахунком за моделлю системи її виходом, складають *прогностичний варіант* або *сценарій*. Дослідження різних сценаріїв використовується для отримання нових знань про екологічні процеси у системі, визначення умов встановлення її рівноважних станів, прогнозування можливих змін її стану і умов, за якими вони можуть відбутися, а також для оптимізації контрольованих впливів на систему з огляду на потрібні для цього ресурси та бажаність аба

корисність відповідних режимів її функціонування. Саме вимоги прийняття обґрунтованих рішень щодо управління складними системами навколишнього середовища надають великого практичного значення їх математичним моделям.

Прогнозування санітарно-гігієнічного й екологічного станів навколишнього середовища потребує пошукового й нормативного видів прогнозування, їхньої взаємодії.

Пошукове ситуаційне прогнозування визначає прогнозовані зміни, що відбуватимуться в стані довкілля в разі реалізації тих чи інших сценаріїв (варіантів) при заданій взаємодії техногенних та природних факторів.

У разі **нормативного прогнозування** за основу беруть санітарно-гігієнічні та екологічні нормативим та оптимізуються умови (технологічні, природні, економічні та ін.) зіставлення природних і технічних елементів, аналізуються можливості виконання існуючих нормативних вимог.

За умов нормативно-пошукового прогнозування здійснюється нормативний аналіз обмежень на використувані варіанти, під час реалізації яких знаходять оптимальні системи, технології, схеми розподілу ресурсів тощо.

1.5 Багатокритеріальний аналіз для ефективних еколого-економічних природоохоронних рішень. Контроль рентабельності заходів щодо поліпшення екологічної ситуації

Для проведення аналізу встановлення доцільності і прийняття для суспільства рівня безпеки та ризику виникає необхідність у здійсненні багатокритеріального аналізу умов і шляхів сталого розвитку. Під сталістю розуміється здатність збереження вихідних параметрів «Людина-природа». Як критерії сталого розвитку і безпеки, як правило, сприймаються такі параметри:

- технологічними – необхідність забезпечення даного природоохоронного рішення такими технологічними рішеннями, які відповідають найвищому світовому рівню;
- екологічними – обов’язкова допустимість варіанта за екологічними критеріями збереження рівноваги та мінімізації впливу на навколишнє середовище;
- економічними – ефективність рішення за критеріями додаткового чистого прибутку, терміну окупності, за зведеними витратами на одиницю додаткової продукції тощо;
- соціальними – забезпечення надійності та високого ступеня соціальної прийнятості рішення.

Природоохоронні заходи мають на меті поліпшення стану навколишнього середовища та створення відповідних умов для цього. Основними ознаками природоохоронних заходів є:

- підвищення екологічності продукції, що випускається підприємствами для суспільного і особистого споживання;
- зниження споживання природних ресурсів на одиницю продукції, що випускається та здійснення ефективної господарської діяльності;
- зменшення забруднення природних комплексів викидами, стоками, відхода-

ми, фізичними випромінюваннями;

- зниження концентрації шкідливих речовин у викидах, стоках, відходах;
- поліпшення стану середовища існування людей.

Обґрунтування та оцінка природоохоронних заходів є основою економічного методу управління охороною навколишнього природного середовища. Оцінка ефективності природоохоронних заходів здійснюється за соціальними, економічними та еколого-економічними результатами.

Соціальні результати природоохоронних заходів полягають у:

- поліпшенні фізичного розвитку населення;
- скороченні захворювання людей;
- зростанні тривалості життя і періоду активної діяльності;
- поліпшенні умов праці і відпочинку;
- підтримці екологічної рівноваги, включаючи збереження генетичного фонду;
- збереженні естетичної цінності природних і антропогенних ландшафтів, пам'яток природи, заповідних зон і інших охоронних територій.

Економічні результати природоохоронних заходів передбачають:

- скорочення збитків, що завдаються природі;
- економію витрат природних ресурсів;
- зниження забруднення навколишнього середовища;
- зростання продуктивності фауни;
- підвищення працездатності людей і їх рівня життя.

Еколого-економічні результати передбачають:

- зниження негативних впливів на природу та покращення стану флори і фауни;
- зниження витрачання природних ресурсів;
- зменшення збитків, що завдаються навколишньому середовищу забрудненнями.

1.6 Нормативно-правове регулювання природоохоронної діяльності. Методи і критерії оцінки стану атмосферного повітря, водних об'єктів, ґрунтового покриву, геологічного середовища, біоценозів та ландшафтів. Екологічна оцінка стану і якості атмосферного повітря, водних об'єктів, ґрунтового покриву, геологічного середовища та біоценозів. Комплексні показники стану довкілля.

Нормативно-правове регулювання природоохоронної діяльності

Державне регулювання охорони довкілля і раціонального використання природних ресурсів в Україні здійснюється комплексом заходів правового, адміністративного і економічного характеру, сукупність яких формує екологічну політику держави. Проте основою організації природоохоронної діяльності виступає законодавство.

Суб'єктами нормативно-правового регулювання стосунків у сфері охоро-

ни НПС та раціонального природокористування на національному рівні є Верховна Рада України і Верховна Рада Автономної Республіки Крим, Кабінет Міністрів України і уряд Автономної Республіки Крим, Міністерство екології та природних ресурсів України, Державна служба України з надзвичайних ситуацій, Міністерство доходів і зборів України, Міністерство охорони здоров'я України, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України та інші.

Об'єктами правової охорони НС в Україні є:

- НПС як сукупність природних і природно-соціальних умов та процесів;
- природні ресурси: як залучені в господарський обіг, так і ті, які не використовуються в економічній діяльності в даний період (земля, надра, води, атмосферне повітря, ліс та інша рослинність, тваринний світ);
- ландшафти і інші природні комплекси;
- території і об'єкти природно-заповідного фонду;
- здоров'я і життя людей (*Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»*, редакція від 18.11.2012).

Нормативно-правова база по регулюванню природоохоронної діяльності включає:

1) Закони і кодекси:

«Про охорону навколишнього природного середовища» (від 25.06.1991 р.)

"Про природно-заповідний фонд України" (від 16.06.1992 р.);

"Про охорону атмосферного повітря" (від 16.10.1992 р.);

"Про рослинний світ" (від 09.04.1999 р.);

"Про тваринний світ" (від 3.03.1993 р.);

«Про відходи» (від 5.03.1998 р.),

а також Лісовий, Водний, Земельний кодекси і кодекс "Про надра" та інші.

Вказані нормативні акти регламентують основні питання правового положення окремих видів природних ресурсів, право власності і право користування ними, заходи охорони і відповідальність за порушення екологічного законодавства, міжнародне співробітництво тощо.

2) До нормативних актів в системі екологічного законодавства належать також підзаконні нормативно-правові акти — укази Президента України, постанови Кабінету Міністрів України, інструкції міністерств і відомств, рішення органів місцевого самоврядування тощо. Наприклад: Указ Президента України «Про Положення про державну екологічну інспекцію України»; Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Технічного регламенту з екологічного маркування», «Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами».

3) Міжнародні нормативно-правові акти. Наприклад: Кіотський протокол і Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (1992 р.), Міжнародна конвенція по запобіганню забрудненню з судів (МАРПОЛ 73/78), Конвенція про захист озонового шару (1985 р.), Конвенція про біологічну різноманітність (1992 р.), Конвенція про захист Чорного моря від забруднення (1992 р.) та інші.

4) Система екологічних стандартів і нормативів.

Екологічні стандарти – це єдині і обов'язкові для усіх об'єктів цього виду і рівня системи норм і вимог по відношенню до НС. Екологічними стандартами є нормативи якості навколишнього середовища (Васюкова Г.Т., 2009, Дорогунцов С.І., 2005).

Якість НПС – це сукупність показників, що характеризують стан НПС.

Нормативи якості НПС – це встановлені характеристики стани природного довкілля, при яких забезпечується якість природного довкілля необхідне для життєдіяльності людини, мешкання тварин, рослин інших живих організмів.

Метою нормування якості об'єктів довкілля і антропогенного навантаження на НПС є створення орієнтирів мінімізації антропогенного впливу на довкілля.

Класифікація нормативів якості НПС та антропогенного навантаження надзвичайно складна. Так, Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» виділяє екологічні нормативи, до яких відносяться гранично допустимі викиди, скиди, нормативи використання ПР тощо, та нормативи гранично допустимих концентрацій ЗР у довкіллі та рівні шкідливих фізичних та біологічних впливів на нього. Очевидно, що класифікація нормативів дещо ширша та має враховувати комплексні екологічні нормативи. На основі деяких класифікацій (Сітаров В.О., 2013, Коновалова В.А., 2011, Степановських А.С., 2001, Рибкін В.С., 2011 та інші), можна запропонувати таку систему екологічних нормативів. Отже, розрізняють:

- 1) нормування якості НПС (екологічне і санітарно-гігієнічне нормування);
- 2) нормування антропогенного навантаження на довкілля (науково-технічне нормування).

Нормуванню якості НПС присвячена **перша група нормативів** – *санітарно-гігієнічні*. До санітарно-гігієнічних нормативів відносяться гігієнічні і санітарно-захисні нормативи.

1) *Гігієнічні нормативи*:

- а) гранично допустимі концентрації (ГДК) ЗР в природних компонентах;
- б) гранично допустимі рівні (ПДР) фізичних властивостей природного середовища (смакові якості, прозорість, запах, територіальна цілісність і так далі).

Отже, гігієнічні нормативи – це ГДК ЗВ і ПДР фізичних впливів, що не чинять будь-якого шкідливого впливу на організм людини нині і у віддалені проміжки часу, а також не впливають на здоров'я подальших поколінь.

в) до гігієнічних нормативів також відносять токсикометричні показники, які є концентраціями, дозами шкідливих речовин або фізичними чинниками, що викликають фіксовані реакції організму.

При визначенні ГДК ЗР виходять з принципу пороговості, коли за певних умов організм може пристосуватися до шкідливої дії фактора. Порогова доза речовини викликає такі реакції організму, що не можуть бути компенсовані за рахунок внутрішніх гомеостатичних механізмів організму, що призводить до виникнення патології (Коновалова В.А., 2011, Рибкін В.С., 2011). Останні дослідження привели до висновку про відсутність нижніх безпечних порогів, а значить і ГДК, при впливі канцерогенів антропогенного походження (напри-

клад, діоксину і бенз(а)пірену) та іонізуючого випромінювання.

Гігієнічні нормативи можна розглядати як першу спробу встановити вимоги до якості НПС. Ця група нормативів розроблялася ще за часів колишнього СРСР, але з часом зазнала деяких змін. Такі нормативи є найбільш поширеними і, як правило, спільними для країн СНД.

ГДК використовують для ЗР, що містяться в атмосферному повітрі, воді водних об'єктів, ґрунті, харчових продуктах і питній воді. ГДК здебільшого враховують вплив ЗР на людину, проте є розроблені нормативи для об'єктів тваринного світу (рибогосподарські ГДК).

З історії ГДК. Перша ГДК була введена у 1896 р. для хлористого водню в США, а в СРСР перші ГДК ЗР в атмосферному повітрі робочих місць були введені у 1922 р. для трьох речовин: сірчистий ангідрид, хлористий водень та оксиди азоту. У 1941 р. вже були розроблені нормативи для 80 речовин (Коновалова В.А., 2011). Зараз в атмосферному повітрі населених пунктів нормується вміст більш ніж 700 ЗР.

Перші ГДК для ЗР у питній воді були встановлені в 1939 р. У 1982 р. був введений ГОСТа 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством», який був прийнятий за основу перших «українських» вимог до питної води – ДержСанПіН «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» (затверджені Наказом МОЗ України № 383 від 23.12.1996). Наразі вони замінені новим документом – ДержСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Як бачимо, вимоги щодо якості питної води постійно вдосконалювалися. Так, за ГОСТом 2874-82 контролювались 30 показників якості води, а в ДержСанПіНі 2.2.4-400-10 вже містяться вимоги по 92 показникам складу та властивостей води.

Аналіз змін ГДК ЗР свідчить про відносність знань щодо безпечності речовин (наприклад, ДДТ).

Недоліки ГДК:

- рідко враховує ефект спільної дії декількох ЗР;
- не враховує ефект комплексного впливу ЗР, які одночасно надходять в організм різними шляхами (з повітрям, водою, їжею, крізь шкіру тощо);
- не враховує сумісний вплив факторів різної природи: хімічної, фізичної та біологічної;
- ГДК визначаються для середньостатистичної людини, однак поріг негативного впливу ЗР для хворої чи похилого віку людини може виявитися значно нижчим;
- при визначенні ГДК ЗР превалює антропоцентричний підхід.

2) *Санітарно-захисні нормативи* призначені для захисту здоров'я населення і забезпечення екологічної безпеки в місцях водокористування. Їх використовують при створенні зон санітарної охорони джерел водопостачання. Також сюди відносяться нормативи СЗЗ підприємств.

Друга група нормативів стосується нормування антропогенного навантаження – *виробничо-господарські нормативи*. Науково-технічне нормування передбачає введення обмежень діяльності господарчих суб'єктів по відношенню до впливу на НПС, тобто, визначає гранично допустимі потоки шкідливих речовин, які можуть потрапляти від джерел забруднення у повітря, води, ґрунти. Отже, основним принципом при встановленні таких нормативів є те, що при їх дотриманні з боку джерела забруднення мають виконуватися санітарно-

гігієнічні нормативи якості НПС. Зафіксоване перевищення ГДК в НПС не є порушенням з боку підприємства, а може свідчити про невиконання встановлених для нього науково-технічних нормативів (Рибкін В.С., 2011).

Виробничо-господарські нормативи призначені для обмеження параметрів виробничо-господарської діяльності конкретного підприємства з точки зору екологічного захисту природного середовища. До них відносяться технологічні, містобудівні, рекреаційні та інші нормативи господарської діяльності (Сітаров В.С., 2013).

1) Технологічні нормативи включають гранично допустимі викиди (ГДВ), гранично допустимі скиди (ГДС) ЗР у водойми та ліміти на утворення відходів. Ці нормативи встановлюються для кожного джерела забруднення довкілля і тісно пов'язані з профілем роботи, об'ємом і характером надходження ЗР від конкретного підприємства. Ці нормативи, характеризуючи гранично допустиму кількість забруднень, що надходять у НПС в зоні розташування джерел, не дозволяють дати оцінку системам очищення та знешкодження ЗР.

2) Містобудівні нормативи розробляють для забезпечення екологічної безпеки при плануванні і забудові міст та інших населених пунктів. В Україні діють ДержСанПіН планування і забудови населених пунктів України (1996 р.).

3) Рекреаційні нормативи визначають правила користування природними комплексами з метою забезпечення умов для повноцінного відпочинку і туризму та не порушення природного середовища.

Третя група нормативів – це *комплексні нормативи*. Серед них виділяють такі (Мельникова Н.О., 2003):

- гранично допустимі норми навантаження на НПС (ГДН);
- нормативи санітарних і захисних зон;

ГДН – це допустимі розміри антропогенного впливу на природні ресурси або природні комплекси, що не призводять до порушення екологічних функцій НПС. При визначенні норм антропогенного навантаження важливим є таке поняття, як місткість або асимілюючий потенціал окремих компонентів та усього природного середовища. Ці показники свідчать про потенційні можливості природного середовища протистояти деградації внаслідок антропогенного впливу.

При будівництві нових промислових і сільськогосподарських підприємств, розвитку населених пунктів, формуванні територіально-виробничих комплексів проектувальники і місцева адміністрація мають керуватися нормативами ГДН на НПС з урахуванням його потенційних можливостей щодо самоочищення, раціонального використання природних ресурсів, забезпечення сприятливих умов життя населення, недопущення безповоротних змін в навколишній природі.

Мета розробки і застосування норм ГДН – забезпечення раціонального поєднання господарської і рекреаційної діяльності з охороною НПС.

Розрізняють галузеві і регіональні норми ГДН.

Галузеві норми ГДН відносяться до окремих видів природних ресурсів, наприклад:

- оптимальне число мисливців, що припадає на певну кількість диких тварин або одиницю мисливських угідь;
- гранична кількість худоби, що припадає на одиницю пасовищних угідь;
- граничні норми відвідувачів, що перебувають одноразово на екскурсії в заповіднику;
- інтенсивність зріджування деревостану під час проведення рубок тощо.

Галузеві норми ГДН за змістом тотожні нормативам гранично допустимого вилучення компонентів НПС, що виділяються в окрему групу серед комплексних нормативів (за Коноваловою В.А., 2011).

Регіональні норми ГДН розробляються з урахуванням господарської діяльності або рекреаційного навантаження на окремі природні комплекси. Наприклад, відомі «Нормативы допустимого воздействия на экологическую систему озера Байкал», які встановлюють екологічні обмеження на використання водних ресурсів, рибних запасів, лісових багатств, розвиток господарської діяльності. Ці обмеження пов'язують з інтересами збереження цілісності екосистеми озера.

Нормативи санітарних і захисних зон визначаються в залежності від природоохоронних завдань. Ці зони виконують основні взаємозв'язані функції – охоронні та оздоровчі. До числа санітарних і оздоровчих зон відносяться зони навколо заповідників, пам'ятників природи, національних парків, захисні зони навколо річок і водойм, зони екологічного лиха, зони надзвичайних екологічних ситуацій і катастроф. У рамках охоронно-оздоровчих функцій кожна з існуючих зон має своє призначення.

Наприклад, для біосферних заповідників встановлюють заповідну, буферну зону, зону антропогенних ландшафтів, в яких діють певні обмеження щодо господарської діяльності. Наприклад, в зоні антропогенних ландшафтів дозволено землекористування, водокористування, але заборонене полювання.

Ще один приклад – зони радіоактивного забруднення території: 1) зона відчуження (30 км від епіцентру вибуху); 2) зона безумовного відселення (50-60 км); 3) зона гарантованого добровільного відселення; 4) зона посиленого радіоекологічного контролю, де, наприклад, заборонено будівництво оздоровчих установ.

В окрему **четверту групу** можна виділити *екологічні нормативи*, які визначають межу антропогенного впливу на довкілля, перевищення якої може створити загрозу збереженню оптимальних умов спільного існування людини і його зовнішнього оточення. Слід зазначити, що ця група нормативів тісно пов'язана з іншими, але основною метою встановлення таких нормативів є необхідність збереження екосистем різного рівня.

Вони включають:

- еколого-гігієнічні нормативи;
- еколого-захисні нормативи
- гранично допустимі нормативи навантаження на НПС.

При встановленні *еколого-гігієнічних нормативів* слід враховувати, що багато живих організмів є більш чутливими до забруднення, ніж людина, тому

доцільно визначити та встановити норматив на рівні, що забезпечує нормальну життєдіяльність живих організмів.

Останнім часом при розробці нормативів якості окремих компонентів природного середовища враховуються не лише гігієнічні аспекти (ГДК), але і вплив на диких тваринах, рослини, гриби, мікроорганізми, а також на природні співтовариства в цілому (так звані гранично допустимі екологічні нормативи - ПДЕН). Якщо речовина справляє шкідливу дію на компонент НПС в менших концентраціях, чим на людину, то при нормуванні виходять з порогу впливу цієї речовини на найуразливіший компонент НПС. Наприклад

Еколого-захисні нормативи спрямовані на збереження генофонду Землі, відновлення екосистем, збереження пам'яток всесвітньої культурної і природної спадщини і т.п. Вони використовуються при організації охоронних зон заповідників, природних національних парків, біосферних заповідників, зелених зон міст тощо.

За 50 років, з 1925 по 1975 рік, півтора мільйони китів було убито заради їх м'яса, жиру (ворвані) і кісток. У 1982 році Міжнародна китова комісія – організація китобійних і некитобійних країн – була вимушена накласти заборону на китобійний промисел впродовж 10 років. Деякі країни-члени комісії, включаючи Японію, Норвегію і Ісландію, не погодилися із забороною, хоча перестали полювати на китів для наживи. Чималим досягненням Міжнародної конвенції по китобійному промислу (1946 рік) було те, що вона поставила в обов'язок заснованої на її основі Комісії встановити ліміти на здобич китів в Антарктиці. Але практичному дотриманню цих обмежень серйозно перешкоджає той факт, що досі продовжує існувати лише загальний ліміт в одиницях синіх китів. Обмеження термінів мисливського сезону або навіть повна заборона полювання на деякі види вусатих китів (наприклад на південних синіх китів і горбанів) лише певною мірою забезпечує їх захист.

Застосування системи показників *гранично допустимих нормативів навантаження на довкілля* спрямовано на запобігання деградації екосистем, забезпечення раціонального використання і відтворення природних ресурсів. До цих нормативів відносяться науково обґрунтовані гранично допустимі нормативи антропогенного впливу на окремі природно-територіальні комплекси (ПТК). За змістом такі нормативи тотожні регіональним нормативам ГДН (див. гр. 2).

Методи і критерії оцінки якості компонентів навколишнього природного середовища

Оцінка якості атмосферного повітря

Отримання інформації про стан атмосферного повітря здійснюється шляхом створення мережі моніторингу. Спостереження за якістю повітря проводяться на постах спостережень 3-х категорій: стаціонарних, маршрутних і пересувних (підфакельних). Регулярні спостереження на стаціонарних постах проводяться за однією з чотирьох програм: повній, неповній, скороченій, добовій.

Моніторинг атмосферного повітря проводиться в 53 містах України на 163 стаціонарних постах, двох маршрутних постах спостережень та двох станціях транскордонного переносу. Пріоритетними ЗР, що визначаються на усіх постах являються пил, CO, SO₂, NO₂ (Боголюбов, 2010).

Оцінка якості атмосферного повітря базується на двох підходах (методах):

1. Метод порівняння – полягає в порівнянні вимірної або розрахованої вели-

чини показника з нормативом (метод ГДК);

2. Метод інтегральної оцінки – дозволяє оцінити якість атмосферного повітря в певному районі або по місту в цілому за однією або декількома ЗР на основі розрахунку комплексних показників.

Метод ГДК. Суть методу полягає в порівнянні величини показника з нормативом (стандартом). В якості таких нормативів використовуються величини гранично допустимих концентрацій (ГДК), тимчасово допустимих концентрацій (ВДК), орієнтовно безпечних рівнів впливу (ОБРВ) та ін. На сьогодні розроблені нормативи ГДК і ОБВР більш ніж для 700 токсичних речовин в атмосферному повітрі.

Гранично допустима концентрація – це максимальна концентрація шкідливої речовини в атмосферному повітрі, віднесена до певного часу усереднювання, яка при періодичному впливі або упродовж усього життя людини не впливає і не вплине негативним чином (включаючи віддалені наслідки) на нього і на довкілля в цілому.

Залежно від часу впливу ЗР в атмосферному повітрі розрізняють: ГДК максимально разові (ГДК_{мр}), середньодобові (ГДК_{сд}) і робочої зони (ГДК_{рз}).

ГДК_{мр} – належить 20-30-хвилинному інтервалу осереднення; встановлюється для попередження рефлексорних реакцій людини (відчуття запаху, світлочутливість) і не викликає змін біоелектричної активності головного мозку.

ГДК_{сд} – це концентрація ЗР в повітрі, що при цілодобовому вдиханні людиною не справляє на неї прямого чи опосередкованого шкідливого впливу; належить необмеженому періоду осереднення і вводиться з метою попередження загальнотоксичної, мутагенної, канцерогенної та іншої дії.

ГДК_{рз} – це рівень концентрації інгредієнта, який не повинен викликати у робітників при щоденному вдиханні протягом 8 годин (але не більш 41 години на тиждень) захворювань або призводити до погіршення стану здоров'я у віддалені терміни. Під робочою зоною розуміють шар повітря висотою 2 м, де розташовується постійне або тимчасове робоче місце.

Розроблено чотири класи небезпеки шкідливих речовин: 1 – надзвичайно небезпечні; 2 – високонебезпечні; 3 – помірно небезпечні; 4 – малонебезпечні.

ГДК та класи небезпеки деяких ЗР приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - ГДК ЗР в атмосферному повітрі

Речовина	ПДК _{мр}	ПДК _{сд}	ПДК _{рз}	Клас небезпеки
Діоксид азоту	0,2	0,04	5,0	3
Діоксид сірки	0,5	0,05	10,0	3
Оксид вуглецю	5,0	3,0	-	4
Пил	0,5	0,15	-	3
Аміак	0,2	0,04	20,0	4
Ртуть	-	0,0003	0,01	1

Якість атмосферного повітря відповідає нормам, коли виконується таке

співвідношення між концентрацією i -ої ЗР (C_i) і $ГДК_i$ (мг/м³):

$$C_i < ГДК_i \quad (1.1)$$

Встановлено, що в місцях відпочинку людей (рекреаційні зони) рівень забруднення атмосфери не повинен перевищувати 0,8 ГДК.

Деякі ЗР володіють ефектом сумачії біологічної дії. За наявності в атмосфері декількох (n) шкідливих речовин, які справляють сумарну дію, їх безрозмірна сумарна концентрація не повинна перевищувати одиниці:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1 \quad (1.2)$$

Ефектом сумачії володіють, наприклад, фенол і ацетон, діоксиди сірки і азоту, аміак і сірководень та ін. Перелік речовин, що володіють ефектом сумачії біологічної дії налічує 51 групу. Характер комбінованої дії декількох ЗР може характеризуватися не тільки сумачією біологічної дії (див.)

Метод інтегральної оцінки. Для оцінки забруднення атмосфери певною ЗР (або групою ЗР) по місту в цілому або по якому-небудь району використовується ряд інтегральних показників забруднення атмосфери.

Індекс забруднення атмосфери як інтегральний показник якості атмосферного повітря. Для оцінки ступеня забруднення атмосфери отримані в результаті спостережень середні і максимальні концентрації нормуються на величину середньої (максимальної) концентрації для більш великого регіону або на санітарно-гігієнічний норматив, наприклад на ГДК. Нормовані характеристики забруднення називають індексом забруднення атмосфери (ІЗА).

ІЗА окремою домішкою розраховується по формулі:

$$I = \left(\frac{q_p}{ГДК_{mp}} \right) C_i, \quad (1.3)$$

$$\text{або } I = \left(\frac{\bar{q}}{ГДК_{cd}} \right) C_i, \quad (1.4)$$

де q_p та \bar{q} – фактичні максимальна та середня концентрації ЗР в атмосферному повітрі, мг/м³;

C_i – константа, що набуває значень 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 відповідно для 1; 2; 3;4-го класу небезпеки речовини і дозволяє привести ступінь шкідливості i -ої речовини до ступеня шкідливості діоксиду сірки.

Розрахунок ІЗА заснований на принципі, що на рівні ГДК усі шкідливі речовини характеризуються однаковим впливом на людину і при подальшому збільшенні концентрації ступінь їхньої шкідливості зростає з різною швидкістю, що залежить від класу небезпеки речовини. Вважається, що при $ІЗА \leq 1$ якість повітря за вмістом окремої ЗР відповідає санітарно-гігієнічним вимогам.

Комплексний ІЗА (КІЗА) – це кількісна характеристика рівня забруднення атмосфери, утвореного n речовинами, що присутні в атмосфері міста. КІЗА розраховується за формулою:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{\bar{q}}{\Gamma ДК_{сд}} \right)^{C_i} \right)_i, \quad (1.5)$$

Розраховується *KIЗА* по одному або *K* постах міста як сума всіх *IЗА*. Комплексний *IЗА* враховує *n* речовин, що присутні в атмосфері (Чугай А.В., 2009).

Для інтегральної оцінки рівня забруднення атмосфери за допомогою *KIЗА* можна використати значення одиничних індексів *IЗА* тих п'яти ЗР, для яких ці значення найбільші. Тобто

$$I_5 = \sum_{i=1}^5 I_i \quad (1.6)$$

За величиною I_5 виділяють чотири рівні забруднення:

- безпечний ($I_5 \leq 5$),
- підвищений ($5 < I_5 \leq 7$),
- високий ($7 < I_5 \leq 13$),
- дуже високий ($I_5 > 13$).

Існує також інша характеристика рівня забруднення таомсферного повітря за величиною I_5 . Величини I_5 менші 2,5, відповідають чистій атмосфері; від 2,5 до 7,5 –слабко забрудненій атмосфері; від 7,6 до 12,5 – забрудненій атмосфері; від 12,6 до 22,5 – сильно забрудненій атмосфері; від 22,6 до 52,5 – високо забрудненій атмосфері; більше 52,5 – екстремально забрудненій атмосфері (О.В. Івлієва, 2003).

Існують інші види *IЗА*. Наприклад, запропонований Інхабером для Канади індекс, заснований на даних про викиди завислих речовин і SO_2 . Такий індекс для різних районів Канади визначався за формулою:

$$I_{ki} = \frac{M_i / N}{\bar{M}_i / \bar{N}}, \quad (1.7)$$

де \bar{M}_i – сумарні викиди речовини для всієї території Канади;

M_i – сумарні викиди для окремого району;

N і \bar{N} – чисельність населення відповідно цього району і Канади в цілому.

Цей індекс являє собою оцінку внеску району (або міста) у загальний рівень забруднення повітря розглянутою домішкою в країні.

Інхабер запропонував також ще один *IЗА*, заснований на фізичному показнику забруднення повітря – видимості:

$$I_k = B_i / 2B, \quad (1.8)$$

де B_i – видимість для розглянутого району,

B – видимість в «чистому» повітрі, отримана осередненням результатів спостережень за видимістю на двох північних станціях Канади.

А.В. Приймак запропонував в якості *IЗА* використати «індекс небезпеки забруднення»:

$$I_n = \sqrt{\sum_{i=1}^n k_i^2}, \quad (1.9)$$

де k_i - перевищення ГДК розглянутої домішки.

Т.А. Акімова та Ю.М. Мосейкін запропонували «енергетичний» підхід у визначенні ІЗА – індекс забруднення повітря для певної території:

$$ІЗА = 0,05 \cdot \left(\frac{P_0}{B_0} + \frac{A}{T} \right) \quad (1.10),$$

де P_0 – енергетичне споживання кисню, тис.т/рік;

B_0 – біопродукція кисню, тис.т/рік;

A – річна сума викидів ЗР від стаціонарних джерел, т/рік;

T – площа території, км².

Інтегральні показники оцінки якості атмосферного повітря. Фонове забруднення повітряного басейну міста формується в результаті взаємного перемішування викидів ЗР від усіх джерел. Характеристики фонового забруднення менш схильні до різних коливань, чим концентрації домішки в окремих точках міста. Вони менше залежать від режиму викидів і в основному визначаються метеорологічними чинниками, термодинамічними умовами розсіяння домішок в атмосфері і тощо.

Нижченаведені показники доцільно об'єднати в групу інтегральних показників, що характеризують фонове забруднення по місту в цілому.

Найбільш розповсюдженим є середнє значення концентрації інгредієнта, обчислене за даними вимірів за конкретний термін або за добу у всіх точках міста, нормованих на середньосезонну концентрацію (\tilde{q}):

$$\tilde{q} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\bar{q}_{ci}}{\bar{q}_{cc}}, \quad (1.11)$$

де N – кількість контрольно-вимірювальних постів у місті;

\bar{q}_{ci} – середньодобова концентрація домішки на i -ому посту;

\bar{q}_{cc} – середньосезонна концентрація на i -ому посту.

У залежності від значення параметра \tilde{q} розрізняють такі класи забруднення повітря:

1- високе забруднення ($\tilde{q} \geq 1,5$);

2 - підвищене забруднення ($1,0 \leq \tilde{q} < 1,5$);

3 - знижене ($0,6 \leq \tilde{q} < 1,0$);

4 - слабе забруднення ($\tilde{q} < 0,6$).

Нормування на середньосезонну концентрацію дозволяє виключити вплив зміни загальної концентрації від року до року, що дає можливість використовувати для аналізу ряд спостережень за декілька років.

Для характеристики забруднення повітря по місту в цілому як узагальнений показник рекомендується використовувати також параметр P :

$$P = \frac{m}{n}, \quad (1.12)$$

де n – загальна кількість спостережень за концентрацією домішок у місті протягом доби на всіх стаціонарних пунктах;

m – кількість спостережень протягом цієї ж доби з концентрацією q , що перевищує середньосезонне значення більш ніж у 1,5 рази.

Параметр P може змінюватися від 1 (якщо всі вимірювані концентрації перевищують $1,5 \bar{q}_{cc}$) до нуля (якщо жодна з концентрацій не перевищує $1,5 \bar{q}_{cc}$).

Отже, параметр P характеризує частину істотно підвищених, концентрацій від загального числа вимірів впродовж доби.

Для розрахунку параметра P і його використання як характеристики фонованого забруднення повітря необхідно дотримуватися таких умов:

- а) кількість стаціонарних пунктів в місті має бути не менше трьох;
- б) кількість спостережень за концентраціями домішок в повітрі на усіх пунктах впродовж доби повинно бути не менше 20.

Параметр P обчислюють окремо для кожної домішки і по усіх домішках разом. Найбільший інтерес представляє цей показник, розрахований по усіх домішках, оскільки в цьому випадку він характеризує загальний стан забруднення повітряного басейну міста.

У залежності від значень параметра P розрізняють три групи забруднення атмосферного повітря:

- 1 – високий рівень забруднення ($P \geq 0,35$);
- 2 – підвищений рівень забруднення ($0,2 \leq P < 0,35$);
- 3 – знижений рівень забруднення ($P < 0,2$).

Оцінка якості атмосферного повітря на основі показників фактичного і гранично допустимого забруднення. Методика міститься в нормативному документі «Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами)» (1997 р.)

В основу методики оцінки якості атмосферного повітря покладений розрахунок та порівняння двох показників.

Показник гранично допустимого забруднення атмосферного повітря – відносний інтегральний критерій оцінки забруднення атмосферного повітря населених місць, який характеризує інтенсивність і характер сумісної дії усієї сукупності присутніх в нім шкідливих домішок. *ГДЗ* розраховується для кожного випадку на основі визначених експериментально та затверджених у встановленому порядку коефіцієнтів комбінованої дії ($K_{к\delta}$). $K_{к\delta}$ відображає характер сумісної біологічної дії одночасно присутніх в атмосферному повітрі ЗР (сумація, посилення, послаблення або незалежна дія). Його цифрове значення встановлюється експериментальним (або розрахунковим) шляхом та виражається в долях від індивідуальних *ГДК* ЗР.

Для речовин зі встановленим ефектом сумації біологічної дії $K_{к\delta} = 1$. Для групи речовин з неповної сумацією біологічної дії $K_{к\delta}$ може приймати

значення 1,6; 2,0; 2,5. У випадку, коли одночасно присутні ЗР посилюють негативний вплив на живі організми, тобто спостерігається ефект потенціювання, $K_{\kappa\delta} = 0,8$. Для речовин з офіційно встановленим характером незалежної біологічної дії $K_{\kappa\delta}$ дорівнює кількості речовин, що входять у групу. Перелік груп речовин, що володіють різним характером біологічної дії наведений у «Державних санітарних правилах...»

ГДЗ розраховується за формулою (1.15):

$$ГДЗ = K_{\kappa\delta} \cdot 100\%. \quad (1.13)$$

У випадках, коли значення $K_{\kappa\delta}$ відсутні, їх визначення проводиться за формулою (2.14):

$$K_{\kappa\delta} = \sqrt{n}, \quad (2.14)$$

де n – число речовин, присутніх у повітряному середовищі, для яких офіційно не встановлено характер комбінованої дії.

У випадках, коли присутні в атмосферному повітрі ЗР являють собою складну суміш з встановленими та не встановленими $K_{\kappa\delta}$, для розрахунку *ГДЗ* значення $K_{\kappa\delta}$ цієї суміші визначається за формулою (2.15):

$$K_{\kappa\delta_{cc}} = \sqrt{\sum_{i=1}^j K_{\kappa\delta_{ij}} + n + K_m}, \quad (1.15)$$

де $K_{\kappa\delta_{cc}}$ – коефіцієнт комбінованої дії складної суміші;

$K_{\kappa\delta_{ij}}$ коефіцієнти комбінованої дії сумісно присутніх речовин 1, 2 ... j ЗР;

n – число речовин в суміші, значення $K_{\kappa\delta}$ яких відсутні в офіційних списках;

K_m – числове значення коефіцієнта для речовин з незалежним характером комбінованої дії.

В разі присутності у повітрі однієї домішки показник *ГДЗ* = 100 %.

Оцінка фактичного або прогнозного (розрахункового) рівня забруднення атмосферного повітря проводиться шляхом співставлення показника забруднення (*ПЗ*) однією речовиною або сумарного показника забруднення (Σ *ПЗ*) сумішшю речовин з показником гранично допустимого забруднення. Допустимим вважається рівень, що не перевищує *ГДЗ*.

Показник фактичного або прогнозного забруднення атмосферного повітря однією речовиною розраховується за формулою:

$$ПЗ_i = \frac{C_i}{ГДК_i} \cdot 100\%, \quad (1.16)$$

Сумарний показник забруднення (Σ *ПЗ*) сумішшю речовин розраховується за формулою :

$$\Sigma ПЗ = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_n}{ГДК_n \cdot K_n} \right) \cdot 100\%, \quad (1.17)$$

де K_1, K_2, \dots, K_n – значення коефіцієнтів, які враховують клас небезпечності відповідної речовини: для речовин 1-го класу - 0,8; 2-го класу - 0,9; 3-го класу - 1,0; 4-го класу - 1,1.

У випадку відсутності значень $ГДК$ при прогнозуванні приземних концентрацій приймаються значення $ОБРВ$ без врахування значень коефіцієнтів K .

У відповідності з ГОСТ 17.2.3.01-86 "Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества атмосферного воздуха" та "Руководства по контролю загрязнения атмосферы" (РД 52.04.186-89) для оцінки результатів досліджень на стаціонарних і маршрутних постах використовуються максимальні разові і середньодобові $ГДК$, на підфакельних – максимальні разові $ГДК$; для оцінки прогнозних (розрахункових) концентрацій використовуються значення максимальних разових $ГДК$.

У відповідності з ОНД-86 "Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий" для речовин, які мають встановлені лише середньодобові $ГДК$ використовується наближене співвідношення між максимальними значеннями разових і середньодобових концентрацій і вимагається, щоб $0,1C \leq ГДК_{сд}$.

Для встановлення $ПЗ$ атмосферного повітря використовуються значення фактичних концентрацій, одержані при їх статистичній обробці. При цьому для розрахунку $ПЗ$ або $\Sigma ПЗ$ значення C приймаються:

- для характеристики забруднення атмосферного повітря в районі окремих стаціонарних постів - середньоарифметичне значення з числа разових або середньодобових концентрацій, виміряних протягом року;
- для характеристики забруднення атмосферного повітря в зоні впливу окремого об'єкта чи групи об'єктів - максимальне значення концентрації, визначене як статистично достовірною максимальною величиною з числа разових концентрацій, виявлених в окремих точках населеного пункту (на стаціонарних, маршрутних чи підфакельних постах) або в точках при експедиційних (епізодичних) обстеженнях.

Оцінка забруднення атмосферного повітря проводиться з урахуванням кратності перевищення показників забруднення ($ПЗ$) їх нормативного значення ($ГДЗ$) і включає визначення рівня забруднення (допустимий, недопустимий) та ступеню його небезпечності (безпечний, слабо небезпечний, помірно небезпечний, небезпечний, дуже небезпечний) згідно з табл. 1.2.

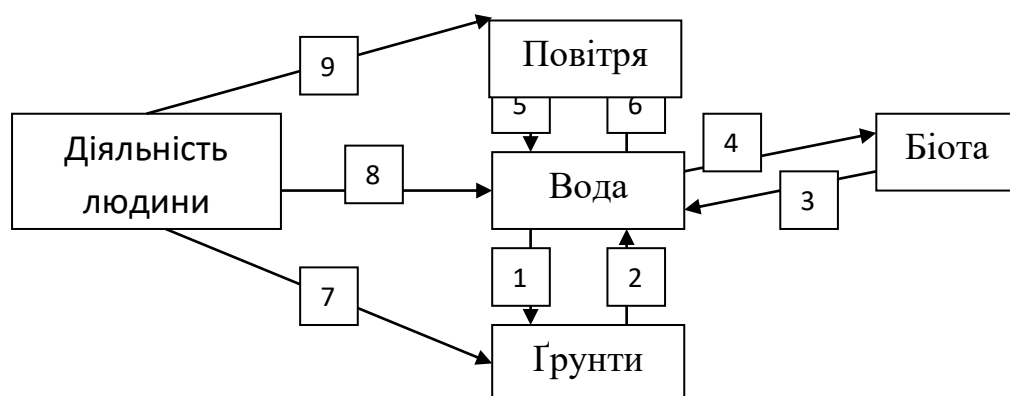
У випадках, коли при оцінці забруднення атмосферного повітря сумішшю речовин виявляється перевищення значення $ГДЗ$, повинні визначатись провідні компоненти; провідними вважаються ті речовини в суміші, індивідуальні значення $ПЗ$ яких перевищують допустимі рівні.

Таблиця 1.2 – Параметри оцінки забруднення атмосферного повітря

Рівень забруднення	Ступінь небезпечності	Кратність перевищення ГДЗ	Процент випадків перевищення ГДЗ
Допустимий	Безпечний	< 1	0
Недопустимий	Слабко небезпечний	1 - 2	0 - 4
Недопустимий	Помірно небезпечний	2 – 4,4	4 - 10
Недопустимий	Небезпечний	4,4 - 8	10 - 25
Недопустимий	Дуже небезпечний	> 8	> 25

Оцінка якості води водних об'єктів

Формування якості природних вод являє собою складну сукупність процесів обміну хімічними речовинами природних вод з іншими природними середовищами в різних географічних умовах і при різному антропогенному навантаженні (рис. 1.4).



1 – адсорбція; 2 – десорбція; 3 – виділення екскрементів водних організмів; 4 - біоаккумуляція хімічних речовин у гідробіонтах; 5 – надходження речовин з опадами; 6 – випаровування з поверхні водойм і зв'язаний з ним потік речовин; 7 – внесення агрохімікатів, меліорації, водна ерозія, яка викликана механічною деформацією структури ґрунту; 8 – стічні води, водний транспорт, зарегульованя стоку; 9 – викиди ЗР в атмосферу.

Рис.1.4 – Обмін хімічними речовинами між водою й іншими середовищами.

Комплекс факторів, що регулюють якість води, складають 5 основних блоків: гідрометеорологічний, гідрохімічний, гідробіологічний, фізико-географічний, антропогенний. Їх можна назвати блоками регулювання якості води. Кожен з цих блоків характеризується великим переліком різноманітних показників, що відображають внутрішню структуру і специфічні властивості

цього фактора.

Гідрометеорологічний фактор включає характеристики водного стоку (поверхневий, поверхнево-схиловий, підземний, твердий), метеорологічні показники (кількість опадів, температурний режим і т.д.).

Під *гідрохімічним фактором* необхідно розуміти сукупність фізико-хімічних процесів, що протікають між основними групами хімічних речовин, розчинених у воді (головні іони, біогенні й органічні речовини, мікроелементи, специфічні забруднювачі антропогенного походження). Фактор виділяється умовно, тому що усі характеристики його зв'язані з аналогічними характеристиками інших факторів.

Серед основних ознак *гідробіологічного блоку* виділені: зообентос, фітопланктон, зоопланктон, перифітон, мікробіологічні показники.

Фізико-географічний фактор відображає особливості ландшафту, у якому проходить формування хімічного складу води конкретної ріки. Він може включати характеристики лісистості, заболоченості, озерності, еродованості.

Роль і ступінь участі *антропогенного блоку* в загальних процесах формування якості води визначаються такими ознаками: розораність, скидання стічних вод, внесення добрив, меліорування, густина населення, питома вага поголів'я великої рогатої худоби, інших тварин, зарегулювання стоку й ін.

Кількість ознак, що характеризують кожний із блоків, може змінюватися в залежності від складності поставленого завдання, можливості інструментального визначення ряду ознак, наявності тих чи інших видів господарської діяльності, фізико-географічних особливостей території (Сніжко С.І., 2001).

Можна виділити три групи методів оцінки якості вод :

1. Метод зіставлення;
2. Методи оцінки якості вод як середовища існування;
3. Методи комплексної оцінки якості або забрудненості водних об'єктів на основі системи інтегральних показників.

Оцінка відповідності якості води встановленим нормам (метод зіставлення). Цей метод оцінки якості води базується на порівнянні показників хімічного складу, фізичних властивостей і біологічних характеристик води з відповідними нормативними показниками. Нормування якості води водою здійснюється відповідно до «Правил охорони поверхневих вод от загрози» (1989 г). В залежності від виду водокористування розрізняють гігієнічні та рибогосподарські норми якості води водних об'єктів.

Оцінка якості води виконується методом зіставлення значень показників якості води (виміряних або розрахованих) з нормативами.

Норми якості води водних об'єктів включають:

- загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів (нормується 11 основних показників складу і властивостей води – температура, зважені речовини, мінералізація (сухий залишок), хлориди, сульфати, розчинений кисень, рН, БСК, збудники захворювань, отруйні речовини);
- список ГДК речовин у воді водних об'єктів (ГДК встановлені для 420 ЗР).

До господарсько-питного відноситься водокористування водними об'єк-

тами в якості джерел централізованого господарсько-питного водозабезпечення, а також для забезпечення підприємств харчової промисловості. До комунально-побутового водокористування відносяться використання водних об'єктів для купання, заняття спортом і відпочинку населення. В цьому випадку норми якості води – *гігієнічні*.

Визначення гігієнічних ГДК ЗР ґрунтується на вивченні впливу ЗР за трьома лімітуючими ознаками шкідливості (ЛОШ):

- 1) санітарно-токсикологічною – чутливість живих організмів до впливу ЗР;
- 2) органолептичною – смак, запах і колір;
- 3) загальносанітарною - інтенсивність БСК, процесів мінералізації азотвмісних речовин та інші характеристики, що визначають інтенсивність процесів самоочищення води.

По кожній з ЛОШ визначають діючу (граничну) і недіючу (підпорогову) концентрацію. В якості ГДК береться мінімальна з трьох, визначених за кожною із ЛОШ, і відзначається ЛОШ для цієї речовини. Отже, у списках гігієнічних ГДК речовини поділені на три групи за ЛОШ: перша група об'єднує речовини з санітарно-токсикологічною ЛОШ; друга – з органолептичною ЛОШ; третя – із загальносанітарною ЛОШ.

Для ЗР, що не володіють ефектом сумачії, вміст у воді не повинен перевищувати норматив, тобто:

$$C_i \leq ГДК_i \quad (1.18)$$

До таких ЗР відносять нормовані з ЛОШ або без, але 3-го або 4-го класу небезпеки.

Якщо речовини володіють ефектом спільної дії (згідно з гігієнічними нормативами це ЗР, нормовані з ЛОШ 1-го і 2-го класу небезпеки), то сума їх відносних концентрацій не повинна перевищувати одиниці:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1 \quad (1.19)$$

Водний об'єкт вважається придатним для комунально-побутового і господарсько-питного водокористування, якщо виконуються загальні вимоги до складу і властивостей води, а також умови (2.18) і (2.19).

Норми якості води повинні виконуються:

- у водотоках – на відстані 1 км вище за межу району водокористування;
- у водоймах – на відстані 1 км від меж району водокористування на всі боки.

Якщо природні властивості і склад води не відповідають нормам водокористування, то оцінка якості води виконується виходячи з цих природних особливостей водного об'єкту.

Рибогосподарські норми якості води використовуються для оцінки якості водних об'єктів при рибогосподарському водокористуванні (використанні для проживання, розмноження і міграції риб і інших організмів). Рибогосподарські водні об'єкти можуть бути 3-х категорій:

- 1) *вища категорія* (місця розміщення нерестилищ, масового нагулу та зимую-

- льних ям особливо цінних і цінних видів риб та інших промислових водних організмів, а також охоронні зони господарств будь-якого типу для штучного розведення і вирощування риби, інших водних тварин і рослин);
- 2) *перша категорія* (водні об'єкти для збереження і відтворення цінних видів риби, що мають високу чутливість до вмісту кисню);
 - 3) *друга категорія* (водні об'єкти, що використовуються для інших рибогосподарських цілей).

ЗР за рибогосподарськими нормативами характеризуються 5-ма ЛОШ. До трьох ЛОШ за гігієнічними нормативами додаються ще 2: токсикологічна – чутливість окремих видів гідробіонтів до дії токсичних речовин; рибогосподарська – втрата товарних якостей рибної продукції внаслідок накопичення в ній неприпустимої кількості ЗР.

Оцінка якості води за рибогосподарськими нормативами дещо жорсткіша, оскільки відповідно до них ефектом сумачії володіють усі речовини з однаковою ЛОШ, а встановлені рибогосподарські ГДК ЗР у ряді випадків нижчі за гігієнічні (табл. 2.2).

Таблиця 1.3 – Гігієнічні і рибогосподарські ГДК деяких ЗР

№ п/п	Речовина	ГДК, мг/дм ³		Клас небезпеки
		гігієнічні	рибогосподарські	
1	Азот амонійний	20	0,39	3
2	Азот нітратний	10,0	9,10	3
3	Кобальт	1,0	0,1	-
4	Нікель	0,1	0,01	-
5	Свинець	0,03	0,1	2
6	Цинк	1,0	0,01	3
7	Хром (III)	0,5	0,005	3
8	Хром (VI)	0,1	0,05	3
9	Нафтопродукти	0,3	0,05	-

Згідно рибогосподарських норм склад і властивості води повинні задовольняти вимогам нормативів або безпосередньо в місці випуску стічних вод, або в створі, визначеному органами рибоохорони не далі, ніж в 500 м від місця випуску (*Правила...*, 1989, *Обобщённый перечень*, 1990).

Методи комплексної оцінки якості або забрудненості водних об'єктів

Оцінка і класифікація якості води базується на системі контрольних показників, з якими порівнюється якість досліджуваної води. Практично неможливо створити контрольну базу для всіх параметрів якості води. Тому найчастіше оцінки і класифікації якості води базуються на окремих критеріях, що є показниками особливо чутливих процесів забруднення води.

Існують *одиничні*, опосередковані (непрямі) і *комплексні* оцінки забруднення поверхневих вод за гідрохімічними показниками.

Комплексна оцінка забруднення поверхневих вод – це уявлення про міру її забруднення або про її якість, що виражено через ту чи іншу систему показників або через обмежену сукупність характеристик складу і властивостей води, що порівнюються з критеріями якості води або нормативами для визначеного

виду водокористування або водоспоживання.

Комплексні оцінки якості води повинні відповідати таким вимогам:

- 1) мати фізичну суть, бути не складними у визначенні, логічно зрозумілими;
- 2) мати універсальний характер, тобто повинні підходити для їхнього використання при оцінці якості води різних водних об'єктів;
- 3) мати максимальну інформативність, тобто мінімальна кількість показників, що використовується, повинна забезпечити максимально повну і надійну оцінку забруднення поверхневих вод;
- 4) бути зіставними між собою в межах однієї території водного басейну або його ділянки;
- 5) піддаватися автоматизованій обробці і накопиченню.

Сучасні методи комплексної оцінки забруднення поверхневих вод розрізняються за метою використання, принципами розробки, критеріями оцінки, за обсягом і характером наявної інформації, за способами формалізації даних. Загальноприйнятого методу комплексної оцінки забруднення поверхневих вод не існує.

Найбільш інформативні *індекси забруднення або якості води*. *Індекс якості води* – це узагальнена чисельна оцінка якості води за сукупністю основних показників і видами водокористування. До них належать індекс якості води, комбінаторний індекс забруднення води та інші (Сніжко С.І., 2001).

Нижче розглянемо деякі основні методи оцінки якості води водних об'єктів.

Індекс забруднення води. Визначення індексу забруднення води – це одна із найпростіших методик комплексної оцінки якості води.

Розрахунок *ІЗВ* проводиться за обмеженим числом інгредієнтів (для морських вод – не менше 4, для поверхневих вод суші – не менше 6). Визначається середнє арифметичне значення результатів хімічних аналізів по кожному з показників: азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, БСК₅. Знайдене середнє арифметичне значення кожного з показників порівнюється з їх *ГДК*. При цьому у випадку розчиненого кисню величина *ГДК* ділиться на знайдене середнє значення концентрації кисню, тоді як для інших показників це робиться навпаки.

ІЗВ розраховується за формулою:

$$ІЗВ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (1.20)$$

де n – кількість показників.

C_i – середня концентрація i -го показника складу води;

$ГДК_i$ – *ГДК* i -го показника складу води.

За величинами розрахованих *ІЗВ* виконується оцінка якості води. При цьому виділяються такі класи якості води:

I – дуже чиста ($ІЗВ \leq 0,3$);

II – чиста ($0,3 < ІЗВ < 1$);

III – помірно забруднена ($1 < ІЗВ < 2,5$);

IV – забруднена ($2,5 < ІЗВ < 4$);

V – брудна ($4 < I3B < 6$);

VI – дуже брудна ($6 < I3B < 10$);

VII – надзвичайно брудна ($I3B > 10$).

Існує модифікована методика розрахунку $I3B$, коли частина показників є постійною, а в якості інших беруть показники з найбільшими відношеннями до $ГДК$. Це дозволяє більш повно використовувати наявну гідрохімічну інформацію. До обов'язкових показників відносяться БСК₅ і розчинений кисень (для морських вод – лише розчинений кисень). Інші чотири вибираються зі списку: сульфати, хлориди, ХСК, азот нітритів, нітратів, амонійний, фосфор фосфатів, залізо загальне, марганець, мідь, цинк, хром, нікель, алюміній, свинець, ртуть, миш'як, нафтопродукти, СПАР (Юрасов С.М., 2012).

Оцінка якості води на основі комплексного показника екологічного стану. Для оцінки якості води водного об'єкту можна використовувати комплексний показник екологічного стану (КПЕС) водних об'єктів господарсько-питного і комунально-побутового водокористування.

Методика визначення КПЕС ґрунтується на вимогах і нормах якості води у водоймах залежно від виду водокористування. Оцінка якості води на основі КПЕС відповідно до вимог господарсько-питного та комунально-побутового водокористування проводиться таким чином. По-перше, визначаються показники екологічного стану (ПЕС) для речовин 3 і 4 класів небезпеки можна представити у такому вигляді:

$$ПЕС_i = a_i (H_i - P_i) / H_i, \quad (1.21)$$

якщо норма гранично допустима, і

$$ПЕС_i = a_i (P_i - H_i) / H_i, \quad (1.22)$$

якщо норма мінімально допустима,

де P_i і H_i – відповідно значення і норма i -го параметра якості води;

a_i – коефіцієнт, пов'язаний із класом небезпеки шкідливої речовини ($Кл$): якщо ступінь небезпеки збільшується зі збільшенням номера класу, то $a = Кл$; якщо ступінь небезпеки зменшується зі збільшенням номера класу, то $a = 1/Кл$; якщо клас не нормований, то приймається клас на один розряд нижче мінімально небезпечного класу.

Норма може бути визначена у вигляді припустимого інтервалу ($H_{max} \dots H_{min}$). Тоді в результаті розрахунків за формулами (2.21) і (2.22) з використанням максимального і мінімального значень норми в якості ПЕС приймається мінімальне значення з отриманих.

З формул (2.21) і (2.22) випливає, що ПЕС може бути менше, дорівнювати і більше нуля. Якщо ПЕС більше нуля, то параметр далекий від норми і система до даного елементу стійка. Якщо ПЕС дорівнює нулю, то значення параметра дорівнює нормі, система по даному елементу знаходиться на межі стійкості. Якщо ПЕС менше нуля, то параметр по даному елементу не задовольняє нормі і система по цьому елементу нестійка. За допомогою ПЕС можна перейти до комплексної оцінки екологічного стану системи (підсистеми).

КПЕС для речовин 3 і 4 класів небезпеки, пестицидів і гігієнічних параметрів ($КПЕС_{П}$), визначається як

$$КПЕС_{\Pi} = 1/n \sum_{i=1}^n ПЕС_i, \quad (1.23)$$

де n – кількість параметрів якості води, для яких розраховані значення $ПЕС_i$.

Для речовин 1 і 2 класів небезпеки з однаковою ЛОШ, величина $КПЕС$ розраховується за наступною формулою:

$$КПЕС = 1 - \sum_{i=1}^n (П_i / H_i) \quad (1.24)$$

Величина $КПЕС_{ср}$ розраховується таким чином:

$$КПЕС_{ср} = (1/4)(КПЕС_{\Pi} + КПЕС_{с-т} + КПЕС_{общ} + КПЕС_{орг}), \quad (1.25)$$

де $КПЕС_{с-т}$ – $КПЕС$ для групи речовин 1 і 2 класи небезпеки з санітарно-токсикологічною ЛОШ;

$КПЕС_{общ}$ – $КПЕС$ для групи речовин 1 і 2 класи небезпеки з загально-санітарною ЛОШ;

$КПЕС_{орг}$ – $КПЕС$ для групи речовин 1 і 2 класи небезпеки з органолептичною ЛОШ.

Значення $КПЕС$ можуть характеризувати стійкість екосистеми до певного набору параметрів. При позитивному значенні $КПЕС$ більшість значень параметрів не перевищують гранично допустимих, тобто система стійка. При значенні $КПЕС$, рівному нулю, система знаходиться на межі стійкості. Якщо $КПЕС$ менше нуля, то система є екологічно нестійкою.

Якщо проводити визначення $КПЕС$ за рибогосподарськими вимогами, то для ЗР з однаковою ЛОШ не залежно від класу небезпеки, $КПЕС$ розраховується за формулою (2.24). Для показників загальних вимог $КПЕС$ розраховується за формулою (2.23).

Розрахунок $КПЕС$ дозволяє перейти до більш універсальної характеристики екологічного стану - до *екологічної надійності (ЕН)*. Екологічну надійність будемо оцінювати як імовірність стійкого стану, тобто імовірність перевищення $ПЕС$ чи $КПЕС$ нульового значення, що відповідає межі стійкості.

Розрахунок екологічної надійності проводиться за формулою:

$$ЕН = 1 - \chi^2 / (2N - M + 0,5\chi^2), \quad (1.26)$$

де χ^2 - значення функції «хі-квадрат» при довірчій імовірності γ і числі ступенів свободи $(2M + 2)$;

N - загальне число значень $КПЕС$ (чи $ПЕС$ при оцінці $ЕН$ елементів системи);

M - число значень $КПЕС$ (чи $ПЕС$), менших критичного нульового значення (від'ємні значення $КПЕС$).

Рівні надійності кваліфікуються таким чином: високий: $ЕН = 0,9$; припустимий: $0,9 > ЕН \geq 0,8$; низький: $ЕН < 0,8$ (Тімченко З.В., 2002; Юрасов С.М. та ін., 2012).

До недоліків запропонованих показників можна віднести можливість «перекриття» негативних оцінок одних параметрів позитивними значеннями

оцінок інших. Проте подібні комплексні показники дозволяють охарактеризувати якість води водних об'єктів взагалі.

Оцінка якості поверхневих вод суші за гідрохімічними показниками (методика Гідрохімічного інституту). Головна мета методу полягає в одержанні оцінки якості води і проведенні на її основі класифікації води за ступенем придатності для основних видів водоспоживання – господарсько-питного, культурно-побутового, а також для рибогосподарських цілей.

Структура методу включає такі основні напрямки обробки аналітичного матеріалу:

- визначення характеру забруднення за величиною умовного коефіцієнта комплексності;
- встановлення рівня і класу якості води за величиною комбінаторного індексу забруднення;
- виділення пріоритетних забруднювальних компонентів за кількістю і складом лімітуючих показників забруднення;
- проведення диференційованої оцінки лімітуючих ЗР.

Визначення виду забруднення залежно від умовного коефіцієнта комплексності. З метою визначення доцільності застосування для оцінки якості води диференційованого або комплексного підходів на першій стадії обробки матеріалу оцінюється комплексність забруднення води в створі за допомогою *умовного коефіцієнта комплексності*, вираженого відношенням числа ЗР, вміст яких перевищує функціонуючі в країні нормативи, до загального числа інгредієнтів, визначених програмою дослідження

$$K = \frac{n'}{n} \cdot 100\% , \quad (1.27)$$

де K – умовний коефіцієнт комплексності забруднення;

n' – число інгредієнтів і показників якості, склад яких перевищує встановлені ГДК;

n – загальне число нормованих інгредієнтів і показників якості.

Коефіцієнт комплексності K характеризує в основному участь антропогенної складової у формуванні хімічного складу води водних об'єктів.

Встановлення рівня і класу якості води водних об'єктів за величиною комбінаторного індексу забруднення. З метою встановлення рівня якості води проводиться триступенева класифікація за ознаками повторюваності випадків забруднення, кратності перевищення нормативів, а також з урахуванням характеру забруднення.

Перший ступінь класифікації заснований на встановленні міри стійкості забруднення. Як міра стійкості забруднення використовується загальнопоширена в гідрохімічній практиці величина повторюваності випадків перевищення ГДК

$$H_i = \frac{N_{ГДК}}{N_i} , \quad (1.28)$$

де H_i – повторюваність випадків перевищення ГДК по i -му інгредієнту;

$N_{ГДК}$ – число результатів аналізу, в яких вміст i -го інгредієнта перевищує його ГДК;

N_i – загальне число результатів аналізу по i -му інгредієнту.

Аналіз повторюваності дозволив виділити як якісно відмінні такі характеристики: забруднення може спостерігатися в окремих пробах, тобто бути *одиночним*; забруднення може бути *нестійким*; може не бути домінуючим, але очевидно мати *стійкий характер*; забруднення може бути домінуючим, тобто *характерним*. Якісним вираженням виділених характеристик забруднення води привласнюються кількісні вираження в балах (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Класифікація води водних об'єктів за ознаками повторюваності випадків забруднення

Повторюваність, %	Характеристика забруднення во- ди	Часткові оціночні бали	
		виражені умовно	абсолютні значення
0; 10	Одиночна	a	1
10; 30	Нестійка	b	2
30; 50	Стійка	c	3
50; 100	Характерна	d	4

Другий ступінь класифікації ґрунтується на встановленні рівня забруднення, мірою якого є показник кратності перевищення ГДК:

$$K_i = \frac{C_i}{C_{ГДК}}, \quad (1.29)$$

де K_i – кратність перевищення ГДК по i -му інгредієнту;

C_i – концентрація i -го інгредієнта у воді водного об'єкта, мг/дм³;

$C_{ГДК}$ – ГДК i -го інгредієнта, мг/дм³.

За аналізом забруднення води по кратності перевищень нормативів окремою ЗР також виділяють чотири ступеня рівня забруднення, що якісно відрізняються: *низький, середній, високий, дуже високий*.

Якісним вираженням виділених характеристик також присвоюються кількісні вираження градацій у балах (табл. 1.5)

Таблиця 1.5 – Класифікація води водних об'єктів за рівнем забруднення

Кратність пе- ревищення но- рмативів	Характеристика рівня забруднен- ня	Часткові оціночні бали	
		виражені умовно	абсолютні значення
0; 2	низький	a ₁	1
2; 10	середній	b ₁	2
10; 50	високий	c ₁	3
50; 100	дуже високий	d ₁	4

При сполученні I і II ступенів класифікації води по кожному з урахованих інгредієнтів отримують узагальнені оцінки якості води (табл. 2.6). Узагальненим характеристикам присвоєно узагальнені оціночні бали S_i . Значення S_i мо-

жуть змінюватися від 1 до 16.

Якість води є функцією не тільки окремих її елементів і тривалості їхнього впливу, але і числа цих елементів і комбінаторних відносин їхніх концентрацій. Врахування спільного впливу цих факторів здійснюється в заключному, *третьому ступені класифікації*.

Якість води визначається через комплексний показник, одержаний складанням узагальнених оціночних балів усіх визначених у створі ЗР.

Оскільки при цьому враховуються різні комбінації концентрацій ЗР в умовах їхньої одночасної присутності, можна назвати цей комплексний показник *комбінаторним індексом забруднення (КІЗ)*:

$$KIZ = \sum_{i=1}^n S_i . \quad (1.30)$$

Заключний етап класифікації здійснюється на основі величини КІЗ. Оскільки величина КІЗ значною мірою залежить від числа врахованих інгредієнтів, то встановлення градації якості води щодо її придатності для використання здійснюється в залежності від їхнього числа (табл. 2.7). Виділяють 4 класи якості води: *слабко забруднена, забруднена, брудна, дуже брудна*.

Виділення пріоритетних забруднювальних компонентів по кількості і складу лімітуючих показників. Із загального числа врахованих інгредієнтів і показників якості води визначаються *лімітуючі показники забруднення (ЛПЗ)*.

Це такі інгредієнти і показники, що значно погіршують якість води до класу «недопустимо брудна». До ЛПЗ відносять будь-яку ЗР, забрудненість води якою визначається як «стійка дуже високого рівня» або «характерна високого і дуже високого рівня». Величина сумарного оціночного балу S_i за таким інгредієнтом дорівнює чи більше 11.

Проведення диференційованої оцінки лімітуючи ЗР. Лімітуючі показники забрудненості оцінюються поінгредієнтно. Для одержання якісної оцінки ЛПЗ використовується класифікація води водних об'єктів (Сніжко С.І., 2001).

Таблиця 1.6– Можливі варіації якісного стану води по окремих інгредієнтах і показниках забрудненості

Комплексна характеристика стану забрудненості води	Загальні оціночні бали S_i		Характеристика якості води
	виражені умовно	абсолютні значення	
Одинична забрудненість низького рівня	$a \times a_1$	1	Слабко забруднена
Одинична забрудненість середнього рівня	$a \times b_1$	2	Забруднена
Одинична забрудненість високого рівня	$a \times c_1$	3	Брудна
Одинична забрудненість дуже високого рівня	$a \times d_1$	4	Брудна
Нестійка забрудненість низького рівня	$b \times a_1$	2	Забруднена
Нестійка забрудненість середнього рівня	$b \times b_1$	4	Брудна
Нестійка забрудненість високого рівня	$b \times c_1$	6	Дуже брудна
Нестійка забрудненість дуже високого рівня	$b \times d_1$	8	Дуже брудна
Стійка забрудненість низького рівня	$c \times a_1$	3	Брудна
Стійка забрудненість середнього рівня	$c \times b_1$	6	Дуже брудна
Стійка забрудненість високого рівня	$c \times c_1$	9	Дуже брудна
Стійка забрудненість дуже високого рівня	$c \times d_1$	12	Неприпустимо брудна
Характерна забрудненість низького рівня	$d \times a_1$	4	Брудна
Характерна забрудненість середнього рівня	$d \times b_1$	8	Дуже брудна
Характерна забрудненість високого рівня	$d \times c_1$	12	Неприпустимо брудна
Характерна забрудненість дуже високого рівня	$d \times d_1$	16	Неприпустимо брудна

Таблиця 1.7 – Класифікація якості води за величиною комбінаторного індексу забруднення

Клас якості води	Розряд класу якості води	Характеристика стану забрудненості води	Величина комбінаторного індексу забрудненості з урахуванням кількості лімітуючих показників забрудненості (ЛПЗ)					
			без урахування числа ЛПЗ	1ЛПЗ (k=0,9)	2ЛПЗ (k=0,8)	3ЛПЗ (k=0,7)	4ЛПЗ (k=0,6)	5ЛПЗ (k=0,5)
I	—	Слабко забруднена	1n	0,9n	0,8n	0,7n	0,6n	0,5n
II	—	Забруднена	1n; 2n	0,9n; 1,8n	0,8n; 1,6n	0,7n; 1,4n	0,6n; 1,2n	0,5n; 1,0n
III	—	Брудна	2n; 4n	1,8n; 3,6n	1,6n; 3,2n	1,4n; 2,8n	1,2n; 2,4n	1,0n; 2,0n
III	а	Брудна	2n; 3n	1,8n; 2,7n	1,6n; 2,4n	1,4n; 2,1n	1,2n; 1,8n	1,0n; 1,5n
III	б	Брудна	3n; 4n	2,7n; 3,6n	2,4n; 3,2n	2,1n; 2,8n	1,8n; 2,4n	1,5n; 2,0n
IV	а	Дуже брудна	4n; 6n	3,6n; 5,4n	3,2n; 4,8n	2,8n; 4,2n	2,4n; 3,6n	2,0n; 3,0n
IV	б	Дуже брудна	6n; 8n	5,4n; 7,2n	4,8n; 6,4n	4,2n; 5,6n	3,6n; 4,8n	3,0n; 4,0n
IV	в	Дуже брудна	8n; 10n	7,2n; 9,0n	6,4n; 8,0n	5,6n; 7,0n	4,8n; 6,0n	4,0n; 5,0n
IV	г	Дуже брудна	10n; 11n	9,0n; 9,9n	8,0n; 8,8n	7,0n; 7,7n	6,0n; 6,6n	5,0n; 5,5n

Графічний метод комплексної оцінки якості поверхневих вод. Він базується на складанні графічної моделі якості поверхневих вод, яка є круговою діаграмою з шкалами-радіусами, що відповідають певному гідрохімічному показнику.

Ціна ділення кожного радіусу дорівнює максимальному значенню концентрації показника, що визначає придатність води для певного виду водокористування, тобто ГДК ЗР у водному об'єкті.

Графічна модель складається з двох діаграм, одна з яких є кругом з одиничним радіусом, а друга – багатокутник з кількістю вершин, рівною числу гідрохімічних показників (рис. 1.5). Межа круга є межею екологічного оптимуму – тобто такого екологічного стану водного об'єкту, коли вміст усіх ЗР не перевищує ГДК.

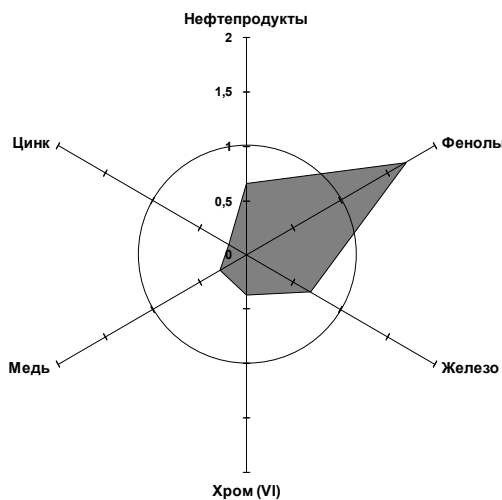


Рис. 1.5 – Приклад графічної моделі якості поверхневих вод.

На підставі побудованої діаграми розраховується сумарний екологічний коефіцієнт якості води ($K_{екв}$)

$$K_{екв} = \frac{F_{\phi}}{F_{опт}}, \quad (1.31)$$

де F_{ϕ} – площа багатокутника, обмежена фактичними значеннями концентрацій гідрохімічних характеристик;

$F_{опт}$ – площа круга - екологічного оптимуму (Ігошин М.І., 2009).

Оцінка якості ґрунтів

Проблема оцінки якості ґрунтового покриву досить складна і мало вивчена. Найбільш розробленим напрямом є оцінка забрудненості ґрунтів з використанням нормативів ГДК, яка дозволяє судити про ступінь хімічного забруднення. ГДК ЗР в ґрунті – це максимальна масова доля речовини, що забруднює ґрунти, яка не справляє прямого або непрямого впливу (включаючи віддалені наслідки) на НПС і людину.

Завдання розробки нормативів ГДК для ґрунту дуже складне, оскільки забруднення впливає на здоров'я людини не прямим шляхом, а по трофічних ланцюгах: ґрунти - рослина - людина, ґрунти - рослина - тварина - людина, ґрунти - вода - людина тощо.

При санітарно-гігієнічному нормуванні враховуються такі ЛОШ: *транслокаційний* (K_1) – лімітуючий перехід нормованої ЗР у рослину; *міграційний водний* (K_2) - лімітуючий перехід нормованої ЗР у водне середовище; *міграційний повітряний* (K_3) - лімітуючий перехід нормованої ЗР у повітряне середовище; *загальносанітарний* (K_4) - оцінюючий здатність ґрунту до самоочищення і ґрунтовий мікробіоценоз, можливості хімічних перетворень (табл. 2.8).

Табл. 1.8 – ГДК окремих хімічних речовин в ґрунтах і допустимий вміст за показником шкідливості

Найменування	Клас небезпеки	Форма, вміст	ГДК, мг/кг з урахуванням фону	Показник шкідливості (K_{max})			
				K_1	K_2	K_3	K_4
Zn	1	рухома	23,0	23,0	200,0	-	37,0
Cu	2	-«-	3,0	3,5	72,0	-	3,0
Ni	2	-«-	4,0	6,7	14,0	-	4,0
Co	2	-«-	5,0	25,0	> 1000,0	-	5,0
Cr	2	-«-	6,0	6,0	6,0	-	6,0
F	1	водорозчинна	10,0	10,0	10,0	-	25,0
Pb	1	валовий вміст	30,0	35,0	260,0	-	30,0
As	1	-«-	2,0	2,0	15,0	-	10,0
Hg	1	-«-	2,1	2,1	33,0	2,5	5,0
Pb + Hg	1	-«-	20,0+1,0	20,0+1,0	30,0+2,0	-	50,0+2,0
Sb	2	-«-	4,5	4,5	4,5	-	50,0
Mn	3	-«-	1500,0	3500,0	1500,0	-	1500,0
V	3	-«-	150,0	170,0	350,0	-	150,0
Mn + V	3	-«-	1000,0 +100,0	1500,0+ 150,0	2500,0 +200,0	-	1000,0 +100,0
H ₂ S	3	-«-	0,4	160,0	140,0	0,4	160,0
H ₂ SO ₄	1	-«-	160,0	180,0	380,0	-	160,0
NO ₃ ⁻	2	-«-	130,0	180,0	130,0	-	225,0
Бензол	2	-«-	0,3	3,0	10,0	0,3	50,0
Толуол	2	-«-	0,3	0,3	100,0	0,3	50,0
Стирол	2	-«-	0,1	0,3	100,0	0,1	1,0
Ксилол	2	-«-	0,3	0,3	100,0	0,4	1,0

Загальну оцінку ступеня забруднення ґрунтового покриву можна проводити за ґрунтовими критеріями (табл. 1.9), або виділяти слабо-, середньо- і сильно забруднені ґрунти. У слабо забруднених ґрунтах вміст ЗР не перевищує ГДК, чи

фонове значення. У середньо забруднених - перевищення *ГДК* (фону) незначне і не приводить до істотних змін властивостей ґрунтів. У сильно забруднених ґрунтах вміст ЗР у кілька разів перевищує *ГДК* (фон), що істотно позначається як на властивостях ґрунтів, так і на якості сільськогосподарської продукції.

Таблиця 1.9 – Класи (зони) екологічного стану ґрунтів

Показник	Класи (зони) екологічного стану			
	<i>З (Н)</i>	<i>УЗ (Р)</i>	<i>НЗ (К)</i>	<i>К (Л)</i>
Родючість ґрунтів, % від потенційного	> 85	85 - 65	65 - 25	< 25
Вміст гумусу, % від початкового	> 90	90 - 70	70 - 30	< 30
Вміст легкорозчинних солей, % от маси	< 0,6	0,6 - 1,0	1,0 - 3,0	> 3
Вміст токсичних солей, % от маси	< 0,3	0,3 - 0,4	0,4 - 0,6	> 0,6
Площа вторинна засолених ґрунтів, %	< 5	5 - 20	20 - 50	> 50
Вміст пестицидів в ґрунті, од. <i>ГДК</i>	< 0,5	0,5 - 1,0	1 - 3	> 5
Вміст ЗР, од. <i>ГДК</i>	< 1	1 - 3	3 - 10	> 10
Залишковий вміст нафти і нафтопродуктів в ґрунті, % от маси	< 1	1 - 5	5 - 10	> 10
Ступінь змитості ґрунтових горизонтів	немає	змити горизонт А або 0,5 горизонту А	змити горизонт А і В і частина АВ	змити горизонти А і В
Глибина змитості ґрунтових горизонтів, % ґрунтового профілю	< 10	10 - 30	30 - 50	> 50
Площа дефляції, %	< 5	10 - 20	20 - 40	> 40
Площа рухомих пісків, %	< 5	5 - 15	15 - 25	> 30

Примітка: за Б.В. Виноградовим та ін. (1993), виділяються 4 рівні (класи) природно-антропогенних порушень: норми, ризику, кризи, катастрофи чи лиха.

Зона екологічної норми (Н) містить у собі території без помітного зниження продуктивності і сталості ЕС, її відносної стабільності. Значення прямих критеріїв нижчі за *ГДК* чи фонові значення. Деградація земель (яружна, вітрова і водяна ерозії зі знищенням гумусового шару і вторинне засолення з втратою родючості; або площа земель, виведена із сільськогосподарського землекористування) складає менш 5 % території.

Зона екологічного ризику (Р) містить у собі території з помітним зниженням продуктивності і сталості ЕС, що веде до спонтанної деградації ЕС, але ще зі зворотними порушеннями. Територія потребує розумного господарського використання і заходів щодо поліпшення екологічних умов. Значення прямих критеріїв перевищують *ГДК* чи фон. Деградовано 5 – 20 % земель від загальної площі.

Зона екологічної кризи (К) містить у собі території із сильним зниженням продуктивності і втратою сталості ЕС, і важко зворотними порушеннями. Необхідне вибіркоче господарське викори-

стання території із застосуванням докорінних заходів щодо поліпшення екологічних умов. Значення прямих критеріїв значно перевищують ГДК чи фон. Деградовано 20 – 50 % земель.

Зона екологічного лиха (Л) містить у собі території з повною втратою продуктивності і сталості ЕС, практично необоротними порушеннями ЕС, що виключають її з господарського використання. Значення прямих критеріїв у десятки разів перевищують ГДК чи фон. Деградовано більше 50 % земель.

Зоні екологічної норми відповідають *задовільні (З)*, зоні екологічного ризику – *умовно задовільні (УЗ)*, зоні екологічної кризи – *незадовільні (НЗ)*, зоні екологічної кризи – *катастрофічні (К)* еколого-геологічні умови.

Іноді проводять оцінку за ступенем забруднення окремими ЗР (важкими металами, бенз(а)піреном, нафтопродуктами і т.д.). Для випадків, коли для ЗР немає ГДК, визначення ступеня забруднення проводиться в порівнянні з фоновими чи кларковими значеннями (*Сафранов Т.А. та ін., 2003; Чугай А.В. та ін., 2009; Боголюбов В.М. та ін., 2010*).

Оцінка рівня аномальності вмісту хімічного елементу (ХЕ) проводиться за *коефіцієнтом концентрації (K_c)*, що розраховується як відношення вмісту елемента *i*-го виду в досліджуваному об'єкті (*C_i*) до фонового значення (*C_ф*):

$$K_c = C_i / C_{\phi} \quad (2.32)$$

Замість фонового значення ХЕ можна використовувати його величину ГДК; у цьому випадку визначається *коефіцієнт техногенного геохімічного навантаження (K_p)*:

$$K_p = C_i / C_{ГДК}, \quad (2.33)$$

де *C_i* - концентрація компонента (ХЕ) *i*-го виду; *C_{ГДК}* – ГДК компонента (ХЕ) *i*-го виду.

У випадку поліелементного складу техногенної або природної аномалії розраховуються *сумарний показник забруднення (Z_c)*, або *сумарний показник навантаження (Z_p)*, які характеризують ефект впливу на групи елементів. Ці показники розраховуються за формулами:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1), \quad (2.34)$$

$$Z_p = \sum_{i=1}^n K_p - (n - 1), \quad (2.35)$$

де *n* – число аномальних компонентів (ХЕ), що враховуються; *K_c* - коефіцієнт концентрації, рівний кратності перевищення вмісту даного компонента (ХЕ) над фоновим значенням; *K_p* - коефіцієнт відносного збільшення загального навантаження.

За значеннями Z_c для важких металів запропоновано оціночну шкалу системи «ґрунт – людина» (Ю.Е Саєт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин, 1990): 1) припустимий ступінь забруднення ($Z_c < 16$); 2) помірний ступінь забруднення ($Z_c = 16-32$); 3) небезпечний ступінь забруднення ($Z_c = 32-128$); 4) надзвичайно небезпечний ступінь забруднення ($Z_c > 128$). При цьому не враховуються класи гігієнічної безпеки; той самий ступінь забруднення може спричинятись різними важкими металами.

Всі перераховані показники можна визначати як для вмісту в окремій пробі, так і для ділянки території (район, функціональна зона, природна ландшафтна одиниця, антропогенний ареал). В останньому випадку дослідження проводиться за геохімічним вибором; для кожної вибірки розраховується середнє значення концентрації ХЕ (C), стандартне відхилення (S) та коефіцієнт варіації (V). Після розрахунків коефіцієнта концентрації (K_c) і коефіцієнта відносного збільшення загального навантаження (K_p), кожна вибірка представляється у вигляді набору відносних характеристик аномальності ХЕ. Більш детально питання оцінки забруднення геологічного середовища та її компонентів викладені в серії методичних рекомендацій.

Показник інтенсивності забруднення ґрунтів (Гуцуляк В.М., 2004):

$$P_i = \sum_{i=1}^n K_{c_i} \cdot M_s, \quad (1.36)$$

де M_s – значення індексу безпеки хімічного елемента відносно класу безпеки:

$$M_s = \frac{A \cdot S}{L \cdot M \cdot ПДК} \quad (1.37)$$

де A – атомна вага відповідного елемента;

S – розчинність у воді хімічної сполуки, мг/дм³;

M – молекулярна маса хімічної сполуки, до складу якої входить елемент;

L – середнє арифметичне з 6 ГДК речовин в різних харчових продуктах.

По показнику інтенсивності забруднення розроблена орієнтовна оціночна шкала екологічної безпеки забруднення ґрунтів: $P_i < 15$ – допустима категорія інтенсивності забруднення; 16-30 – помірно небезпечна; 31-50 – небезпечна; $P_i > 50$ – дуже небезпечна.

Оцінка якості геологічного середовища

Геологічне середовище (ГС) – складна багатокомпонентна система, яка включає ґрунти, гірські породи, рельєф, геологічні, геоморфологічні і інженерно-геологічні процеси і явища, підземні води та ін. Отже, можна використовувати різні методи оцінки стосовно певного компонента, наприклад, оцінка якості підземних вод або ступеню антропогенного перетворення рельєфу.

Розрізняють впливи на ГС фізичної, фізико-хімічної, хімічної і біологічної природи (В.А. Королев, 1995). Для кількісної оцінки стійкості ГС додатково до

техногенного впливу пропонується використовувати *коефіцієнт стійкості* (K_c), значення якого змінюється від 0 до 1. У випадку, коли зниження еколого-геологічної якості системи супроводжується зменшенням якого-небудь показника (наприклад, мінералізації ПВ при їхньому опрісненні), величина коефіцієнту стійкості визначається як

$$K_c = N_t / N_o, \quad (1.38)$$

де N_t - показник будь-якої ознаки чи ґрунту іншого компонента ГС, що зазнав техногенного впливу; N_o – той же показник до впливу.

У випадку, коли зниження якості системи характеризується збільшенням якого-небудь показника (наприклад, вмісту ЗР), K_c визначається як

$$K_c = N_o / N_t \quad (1.39)$$

За величиною коефіцієнту стійкості виділяються наступні категорії стійкості компонентів ГС до техногенного впливу: 1) дуже висока ($K_c = 1,0-0,95$); 2) висока ($K_c = 0,95-0,8$); 3) середня ($K_c = 0,8-0,5$); 4) низька ($K_c = 0,5-0,1$); 5) нестійка ($K_c = 0,1-0$).

Біоіндикація як метод оцінки стану біоценозів

Біоіндикація – оцінка якості НПС за станом її біоти. Біоіндикація заснована на спостереженні за складом і чисельністю видів-індикаторів.

Біоіндикація ґрунтується на адекватному відображенні живим організмом умов середовища, в яких він розвивається і на зміну яких відповідним чином реагує. Біоіндикатори – види, групи видів або угруповування, за наявністю, ступенем розвитку, зміною морфологічних, структурно-функціональних, генетичних характеристик яких судять про якість НПС і стан екосистем.

Біоіндикацію часто плутають з біотестуванням. Але якщо при біоіндикації організми вилучаються з природи і по їх стану оцінюють ступінь забруднення, то при біотестуванні якість води, ґрунтів тощо оцінюється за допомогою лабораторних об'єктів (тварин, рослин, мікроорганізмів), які розміщують в тестованому середовищі вже в лабораторії.

Основним завданням біоіндикації є розробка методів і критеріїв, які могли б адекватно відбивати рівень антропогенного впливу з урахуванням комплексного характеру забруднення і діагностувати ранні порушення в найбільш чутливих компонентах біотичних співтовариств.

Вважається, що використання методу біоіндикації дозволяє вирішувати завдання екологічного моніторингу в тих випадках, коли сукупність чинників антропогенного впливу важко або незручно вимірювати безпосередньо.

На жаль, сучасна практика біоіндикації носить значною мірою феноменологічний характер, виражений в просторовому викладі помічених дослідником фактів поведінки різних видів організмів в конкретних умовах середовища.

Іноді ці описи супроводжуються не завжди обґрунтованими висновками, що носять, як правило, суто оцінний характер (типу "добре / погано", "чисто / брудно"), та ґрунтуються на чисто візуальних методах порівняння або використання недостатньо достовірних індексів. Найчастіше такий "прогноз" робиться, коли "громадська" думка по кінцевому результату оцінки якості екосистеми вже заздалегідь відома, наприклад, по прямих або непрямих параметрах середовища. В результаті цього роль біоіндикації виявилася зведеною до такої сукупності дій, що технологічно співпадає з біомоніторингом:

- виділяється один або декілька досліджуваних чинників середовища (за літературними даними або у зв'язку з наявною програмою моніторингових досліджень);
- збираються польові і експериментальні дані, що характеризують біотичні процеси в даній екосистемі, причому теоретично ці дані повинні вимірюватися в широкому діапазоні варіювання досліджуваного чинника (наприклад, в умовно-чистих і в умовно-брудних районах);
- деяким чином робиться висновок про індикаторну значущість якого-небудь виду або групи видів.

Функції індикатора виконує той вид, який має вузьку амплітуду екологічної толерантності по відношенню до якого-небудь чинника. Переважно індикаторами є рослини – організми, не здатні до активного переміщення. Ряд рослин-індикаторів певним видимим чином реагує на підвищення або зниження концентрації мікро- і макроелементів в ґрунті. Це явище використовується для попередньої оцінки ґрунтів, визначення можливих місць пошуку корисних копалин.

Індикатором забруднення може бути вміст важких металів в організмі хребетних тварин, особливо ссавців. У воді це може бути наступний ланцюжок: вода – донні відкладення – водні рослини – водні безхребетні – плотва – судак.

Одним з найбільш використовуваних видів у біоіндикації є лишайники. Епіфітні лишайники широко використовуються в якості біоіндикаторів забруднення атмосферного повітря, особливо сірчистим ангідридом. Причини низької стійкості в забрудненню атмосферного повітря:

- 1) висока чутливість водоростевого компонента;
- 2) відсутність захисних покривів;
- 3) чутливість до кислотності субстрату;
- 4) невеликі розміри і значна тривалість життя.

По мірі впливу антропогенних чинників на різні види лишайників було виділено 10 класів їх полеотолерантності. Вид відноситься до того класу полеотолерантності, за антропогенних умов якого він найчастіше зустрічається, має найвищі показники покриття і чисельності. Наприклад, перший клас: природні ландшафти без антропогенного впливу; десятий клас: міські і індустриальні ландшафти з дуже сильним антропогенним впливом.

На основі цього розроблений метод ліхеноіндикаційного картування забрудненості атмосферного повітря.

Індекс полеотолерантності Траса:

$$I.P. = \sum_{i=1}^n \frac{a_i \cdot c_i}{C_n}, \quad (1.40)$$

де a_i – клас полеотолерантності виду (екологічний індекс);

c_i – покриття виду, визначається по 10 бальній шкалі. Наприклад, 1 бал - 3 %, 10 балів - 80-100%.

C_n – загальне покриття видів, також дається за 10-бальною шкалою.

У одному місці життя береться не менше 20 дерев одного виду. Для кожного дерева і місця життя в цілому обчислюються середні значення індексу, який коливається від 0 до 10. Чим більше $I.P.$, тим більше забруднено повітря у відповідному місці життя. Розроблена шкала відповідності значень $I.P.$ концентрації діоксиду сірки (табл. 2.11).

Таблиця 1.11 – Концентрації діоксиду сірки, що відповідають певним значенням $I.P.$

$I.P.$	1-2	2-5	5-7	7-10
Концентрація SO_2 , мкг/м ³	0	10-30	30-80	100-300

Індекс чистоти атмосферного повітря (де Слугер і Леблан):

$$И.А.Ч. = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i \cdot f_i}{10}, \quad (1.41)$$

де Q_i – екологічний індекс кожного виду (міра стійкості до забруднення). Змінюється від 1 до 30 і визначається по середніх значеннях кількості видів, які траплялися в досліджуваному районі;

f_i – комбінований показник частоти зустрічаємості-покриття кожного виду. Змінюється від 1 до 5 і визначається візуально (Каплін В.Г., 2001, Кучерявий В.П., 2001).

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 ц 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 во-

дорозчинну форму і виводять з організму; б) консервують в організмі в неактивній формі; в) переводять в 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) *біоаккумуляція ЗР*, яка виражається у збільшенні концентрації ЗР знизу догори по трофічних ланцюгах (такий чинник необхідно враховувати при нормуванні антропогенного навантаження);

4) *зміна структури біоти* – універсальний показник структурно-функціональної перебудови ландшафтів. В цілому, під впливом антропогенних чинників відбувається спрощення видової структури біоценозів. Встановлено, що чим значніше 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 (*Авесаломова І.А.*, 1992).

Згідно *Коробкину В.І. і Передельському Л.В.* (2000 р.), 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 ступеню антропоізації геосистем

Під ступенем антропоізації геосистем (синонім – антропогенна трансформація, перетвореність) розуміють зміненість її структурних і динамічних особливостей в результаті функціонального використання.

Кількісні оцінки ступеню антропоізації ґрунтуються на структурі земельних угідь в межах геосистеми. По співвідношенню між природними і зміненими ПТК в структурі ландшафту Ф.М. Мильков виділяє такі види ландшафтів :

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

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

Оцінка антропогенної перетвореності ландшафтів по П.Г. Шищенко:

$$B = 0,01 \cdot \sum_{i=1}^n b_i \cdot p_i, \quad (1.42)$$

де B – бал антропоізації геосистеми;

b_i – ступінь антропоізації геосистеми при її використанні під угіддя i -го виду;

p_i – частка площі, зайнята угіддям i -го виду по відношенню до площі геосистеми.

Залежно від зонального типу геосистем їх змінність одним видом угіддя буде різним. Наприклад, при заміщенні лісових геосистем ріллею їх зміна буде більше, ніж у випадку степових геосистем. Тому бали ступеню антропоізації b_i визначаються в межах встановлених градацій:

- природоохоронні території – 1-10;
- ліси – 11-20;
- заболочені землі – 21-30;
- луки, 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.

Індекс антропогенного перетворення по К.Г. Гофману:

$$U_{an} = \sum_{i=1}^n r_i \cdot g_i, \quad (1.43)$$

де r_i – ранг антропогенного перетворення (1-10);

g_i – частка території з певним видом природокористування в загальній структурі досліджуваної території, %.

Коефіцієнт ступеню антропогенного перетворення:

$$K_{an} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i \cdot g_i \cdot q_i}{100}, \quad (1.44)$$

де q_i – індекс глибини антропогенного перетворення.

K_{an} - змінюється від 1 до 15: чим більше значення, тим більше перетворений ландшафт.

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. У загальному випадку, визначення комплексного показника K можна представити у вигляді

$$K = \sum_{i=1}^n k_i \alpha_i, \quad (1.45)$$

де k_i – оцінка спостережуваного прояву i -ої екологічної характеристики, бали;

α_i – вага (коефіцієнт ваги, коефіцієнт значущості) i -ої екологічної характеристики, частки одиниці.

Розкладання екологічних характеристик на категорії необхідне для бальної оцінки, яка дозволяє зіставити різні характеристики, привівши до єдиної розмірності – балів. Кожна категорія може бути охарактеризована 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 вагів. Метою розробки комплексних екологічних показників урбанізованої території є інтегральна оцінка якості міського середовища і рівня антропогенного навантаження НПС.

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

- 1) внутрісистемних 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 ПТК, тобто урбанізована територія розглядається як складова територіальних систем регіонального масштабу і джерело антропогенного навантаження на НПС (*критерій екологічності міста*).

Відповідно до цього формуються набори екологічних характеристик для розрахунку критеріїв якості природної складової урбанізованих територій та визначається вага кожної характеристики (табл. 1.12). Запропоновані критерії якості природної складової урбанізованих територій визначаються для міст з населенням від 10 до 250 тис. чол., відповідно до чого поставлені градації кількісних оцінок екологічних характеристик. Кількість градацій для кожної екологічної характеристики – 4.

Таблиця 1.12 – 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	α_i	Екологічна характеристика	α_i
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) $3,0 < K \leq 4,0$ (низький).

Індикатори якості довкілля

Індикатор – це параметр або значення параметра, яке вказує, дає інформацію або описує стан явища, довкілля, території в значно більшій мірі, чим саме значення параметра. Індекс – це набір згрупованих або зважених параметрів або індикаторів. Параметр – це властивість, яка може бути відмічена або виміряна.

Структура екологічних індикаторів включає:

- 1) індикатори навантаження на НПС;
- 2) індикатори екологічних умов (якість і кількість природних ресурсів);
- 3) індикатори зворотної реакції (громадська реакція) (рис. 1.6).

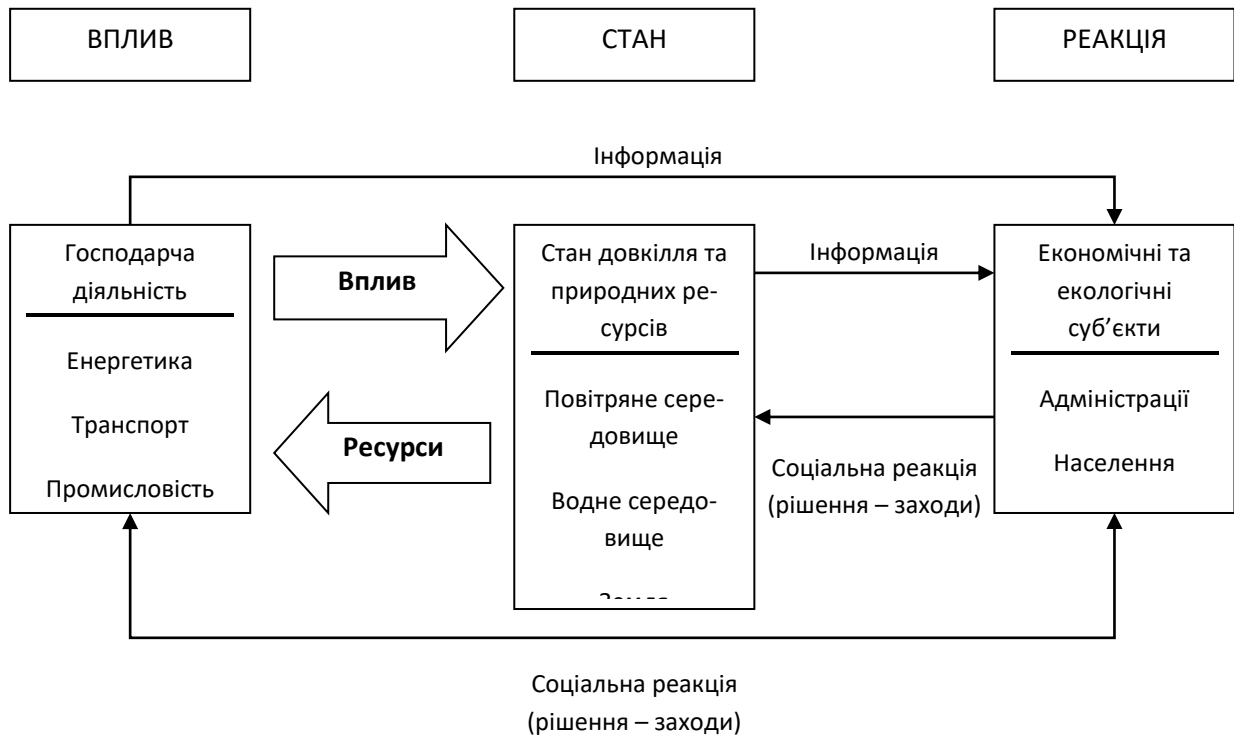


Рис. 1.6 – Схема формування системи індикаторів стану довкілля. **Набір ключових індикаторів.** Нижче представлені п'ять ключових індика-

торів по схемі «проблема, пов'язана із забрудненням – індикатор»:

- 1) зміна клімату – емісія діоксиду вуглецю;
- 2) руйнування озонового шару – індекси існуючого рівня споживання озонруйнуючих речовин;
- 3) якість атмосферного повітря – емісія оксидів сірки і азоту;
- 4) утворення відходів – інтенсивність утворення твердих побутових відходів (ТПВ);
- 5) якість прісної води – величина очищення СВ.

Схема «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: індекс емісії парникових газів :

- емісія діоксиду вуглецю
- 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.

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 CO₂, спричинених людською діяльністю.

- *Біопродуктивність*: вимірює наявні біологічно продуктивні ділянки землі та води, які постачають відновлювані ресурси та поглинають CO₂.
- *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, прісноводних і морських видів. Індекс розраховується для різних видів (морські, наземні, прісноводні) і територій (тропічних лісів, посушливих територій тощо).

З 1970 по 2005 рр. індекс живої планети знизився на 28 % (рис. 1.7)



Рис. 1.7 – Зміна індексу живої планети.

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 тери-

торії/акваторії, необхідної для виробництва використовуваних людиною ресурсів і асиміляції відходів. При визначенні екологічного сліду враховуються:

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

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

3) площа територій, необхідних для асиміляції відходів. На даний момент враховуються відходи у CO₂ еквіваленті, тому цю складову іноді називають «вуглецевий слід». Він оцінюється як покрита рослинністю територія для поглинання діоксиду вуглецю, що виділяється при спалюванні викопного палива.

В десятку 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 чисельне.

Біопродуктивність – це площа біологічно продуктивної території/акваторії (орних земель, пасовищ, лісів і рибпромислових 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 в межах країни, а також продуктивністю цих ділянок та об'єктів.

Біопродуктивність нерівномірно розподілена по країнах світу. Вісім країн з найбільшою біопродуктивністю – це США, Бразилія, Росія, Китай, Канада, Індія, Аргентина і Австралія. Вони мають в 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 (рис. 1.8).

У 2007 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). В той же 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 2007 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 спо-

живання 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. Напроти, якщо кожен буде споживати як середньостатистичний житель Індії, людство буде використовувати менше половини біопродуктивності Планети.

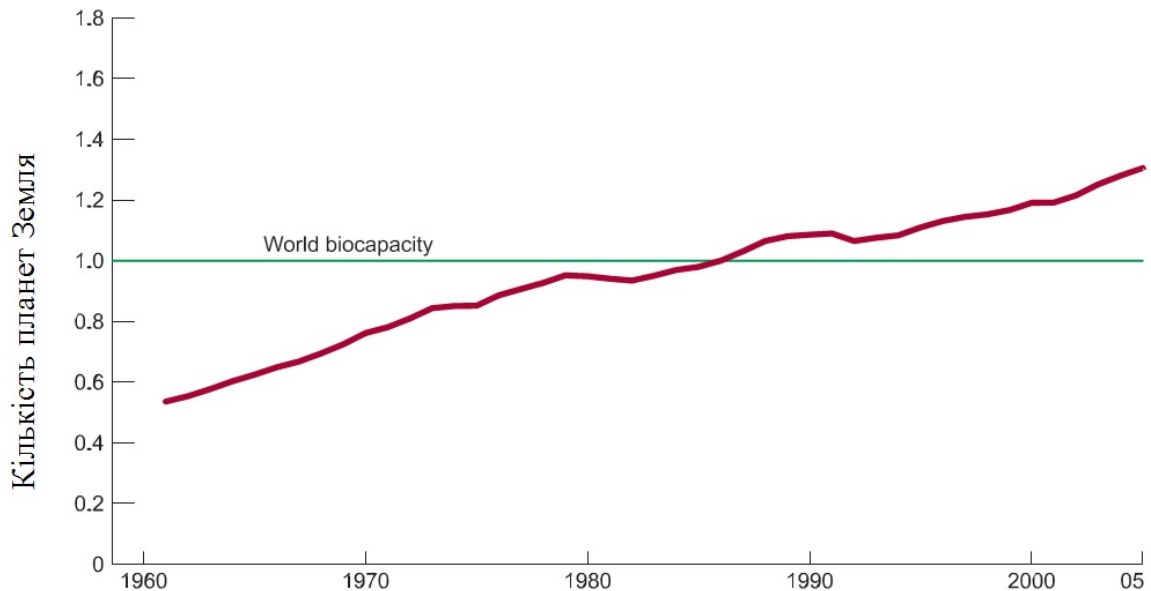


Рис. 1.8 – Екологічний відбиток людства.

Всесвітньою мережею екологічного сліду (GFN) запропоновані найважливіші екологічні поняття:

країни – екологічні кредитори/донори/благодійники

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 восьми країн з найбільшою біопродуктивністю – США, Китай і Індія – є «екологічними боржниками». Це означає, що національний екологічний слід перевищує їх власну біопродуктивність. Інші п'ять країн є «екологічними кредиторами».

На 2012 р. екологічний відбиток України складає 3,19 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 найбільш вразливі країни субсидують спосіб життя багатих країн. Зниження біопродуктивності (здатність регіону у відновленні ре-

сурсів) примусить країну імпортувати основні ресурсів від іноземних екосистем, що потенційно спричинить довгострокові збитки останнім (Жива планета, 2008, 2010, 2012).

Контрольні питання до змістовного модуля 1

- Поясніть термін «еколого-економічна система» . На якому рівні деталізації взаємодії сфери діяльності людини і природного довкілля він застосовується?
- Поясніть термін «природно-технічна система» . На якому рівні деталізації взаємодії сфери діяльності людини і природного довкілля він застосовується?
- Поясніть поняття «Якість довкілля».
- Поясніть поняття «Якість атмосфери»
- Поясніть поняття «Якість води»
- Поясніть поняття «Якість ґрунтів»
- Поясніть поняття «Якість геологічного середовища»
- Що характеризує система критеріїв якості довкілля
- Поясніть поняття «система»
- Поясніть поняття «Компонент системи»
- Поясніть поняття «підсистема»
- Поясніть поняття «елемент системи»
- Поясніть поняття «Ієрархія системи»
- Поясніть поняття «Склад системи»
- Поясніть поняття «Структура системи
- Які бувають зв'язки в системах?
- Що таке «системологія»?
- Які основні принципи системного підходу ?
- У чому полягає екосистемний підхід до дослідження довкілля
- Які етапи проведення системного аналізу ?
- У чому полягає метод експертних оцінок ?
- Послідовність дій та мета побудови «дерева цілей».
- ОВНС як інструмент системного аналізу якості довкілля
- Екологічна оцінка проектів як інструмент системного аналізу якості довкілля
- Екологічний аудит як інструмент системного аналізу якості довкілля
- Оцінка екологічного ризику як інструмент системного аналізу якості довкілля
- Екологічний моніторинг як інструмент системного аналізу якості довкілля
- Коефіцієнт корисної дії установок очищення викиду / скиду
- Коефіцієнт просакування
- Продуктивність способу очищення викиду / скиду, обробки відходу
- Коефіцієнт зміни фізичного стану відходу
- Коефіцієнт зміни хімічного складу відходу
- Коефіцієнт відчуження території для розміщення устаткування
- Коефіцієнт відчуження території для зберігання відходів
- Коефіцієнт корисного використання відходів
- Коефіцієнт технологічної цінності відходів
- Економічність очищення викиду/скиду, обробки відходу
- Ефективність способу очищення викиду/скиду, обробки відходу
- Нормативи санітарної оцінки повітряного середовища.
- Нормативи санітарної оцінки води водоймищ.

Нормативи санітарної оцінки ґрунту.
 Нормативи санітарної оцінки продуктів харчування.
 Еколого-гігієнічні нормативи.
 Метод ГДК як метод оцінки якості атмосферного повітря
 ІЗА як інтегральний показник якості атмосферного повітря
 КІЗА як комплексний показник якості атмосферного повітря
 ПДЗ як показник якості атмосферного повітря
 ПЗ як показник якості атмосферного повітря
 ІЗВ як інтегральний показник якості води водоймищ
 Індекс сапробності як показник якості води водоймищ
 ПЕС як інтегральний показник якості води водоймищ
 КПЕС як комплексний показник якості води водоймищ
 Графічний метод комплексної оцінки якості поверхневих вод
 Коефіцієнт концентрації як метод оцінки якості ґрунтів
 Сумарний показник змісту токсикантів як метод оцінки якості ґрунтів
 Сумарний показник забруднення як метод оцінки якості ґрунтів
 Біоіндикація і біотестування як методи оцінки якості довкілля

Перелік посилань до змістовного модуля 1

1. *Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В.* Экология. Природа - Человек - Техника: Учебник для вузов. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. - 343 с.
1. *Антропогенне забруднення геологічного середовища та ґрунтово-рослинного покриву // Сафранов Т.А., Польовий А.М., Коніков Є.Г. та ін.* – Одеса: ТЭС, 2003. – 260 с.
2. *Баишмаков Д. И.* Системная экология (Применение системного анализа в экологии): Методические указания для студентов специальности «Биоэкология» / Сост. - Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2004. - 32 с.
2. *Беспмятнов Г.П., Кротов Ю.А.* Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде: справ. – Л.: Химия, 1985. – 528 с.
3. *ГосСанПиН 4630-88* «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения». – М.: Минздрав СССР, 1988. – 69 с.
3. *Дедю И.И.* Экологический энциклопедический словарь. - Кишинев: Главная редакция Молдавской советской энциклопедии, 1989.
4. *Джефферс Дм.* Введение в системный анализ: применение в экологии: Пер с. англ. Д.О. Логофета / Под ред. Ю.М. Свирежева. – М.: Мир, 1981. – 252 с.
4. *ДСП 201-97* «Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами. – Режим доступу до докум.: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=803>.
5. *ДСП 173-96* «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів». – Режим доступу до докум.: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0379-96>.

5. *Екологічна енциклопедія: У 3 т. / Редколегія: А.В. Тостоухов (головний редактор) та ін. – К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2006 – Т.1, 2007 – Т.2, 2008 – Т.3.*
6. *Клименко М.О., Скрипчук П.М. Метрологія, стандартизація і сертифікація в екології: Підручник. – К.: Видавничий центр «Академія», 2006. – 368 с.*
7. *Перегудов Ф.І., Тарасенко Ф.П. Введення в системний аналіз. -М.: Высш. шк., 1989г. -367с.*
8. *Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. - М.: Мысль,1990. - 639с.*
9. *Ридей Н.М. Впровадження сучасних магістерських програм з «Якості довкілля та системного аналізу». - Нові освітні концепції і програми. - 2009. – Т. 12. - № 3-4.- С. 72-82.*
10. *Тарасова В.В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище / Заг. ред. професора В.В. Тарасової: Навч. посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007.– 276 с.*
11. *Хомяков П.М. и др. Геоэкологическое моделирование для целей управления природопользованием в условиях изменений природной среды и климата. – М.: УРСС, 2002. – 397 с.*
12. *Хомяков П.М. Системный анализ: Краткий курс лекций/ Под. ред. В.П. Прохорова. – Изд. 2-е, стереотипное. – М.: КомКнига, 2007. – 216 с.*
13. *Шагуахметов М.Р. Основы системного мировоззрения. Системно-онтологическое обоснование.- М.: КМК, 2009. – 263 с.*
14. *Экологическая оценка и экологическая экспертиза/ О.М. Черп, В.Н. Виниченко, М.В. Хотулёва, Я.П. Молчанова, С.Ю.Дайман. 3е издание, переработанное и дополненное. - <http://5fan.ru/wievjob.php?id=15173>*
6. *Экология города / под ред. Стольберга Ф.В. – К.: Либра, 2000. – 464 с.*
7. *Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод. – Одеса: «Екологія», 2012. – 168 с.*

Модуль 2. МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ АНТРОПОГЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

2.1 **Методологія і методика захисту об'єктів навколишнього середовища: вітчизняний та світовий досвід. Планування, впровадження, контроль й аналіз систем екологічного менеджменту. Екологічна стандартизація, сертифікація та ліцензування у сфері охорони довкілля**

Екологічна стандартизація

Стандартизація є функцією державного управління у галузі охорони природного довкілля. Відповідно до ст. 31 Закону «Про охорону навколишнього природного середовища» екологічна *стандартизація проводиться з метою встановлення комплексу обов'язкових норм, правил, вимог відносно охорони природного довкілля, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки.*

Ці вимоги набувають форми нормативно-технічних документів – міжнародних, державних, галузевих, міжгалузевих стандартів і нормативів.

Система екологічних стандартів – найважливіша складова частина природоохоронного законодавства. Недотримання стандартів карається законом. Кожен стандарт містить відмітку: «недотримання стандарту переслідується згідно з» законом.

ст. 32 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», яка визначає державні стандарти в галузі охорони НПС як *обов'язкові для виконання документи, визначають поняття і терміни, режим використання й охорони природних ресурсів, методи контролю за станом навколишнього природного середовища, вимоги щодо запобігання забрудненню навколишнього природного середовища, інші питання, пов'язані з охороною навколишнього природного середовища та використанням природних ресурсів.*

Система екологічної стандартизації містить такі види стандартів.

1. ГОСТи – державні стандарти СРСР, що визнані діючими на території України як міждержавні стандарти зі збереженням аббревіатури «ГОСТ» (Угода СНД про проведення погодженої політики у галузі стандартизації, метрології і сертифікації від 13 березня в 1992 р. з Протоколами до неї від 3 листопада в 1995 р. і 20 червня в 2000 р.).

У сфері охорони НПС діють ГОСТи класу 17 «Система стандартів у сфері охорони довкілля і поліпшення використання природних ресурсів».

17.1. — Охорона природи. Гідросфера;

17.2. — Охорона природи. Атмосфера та інші (табл. 3.1)

У стандартах містяться терміни і визначення, основні вимоги до якості компонентів НПС, методів і засобів контролю за станом об'єктів НПС, а також вимоги до устаткування і споруд по захисту об'єктів НПС тощо (табл. 3.2). Наприклад, ГОСТ 17.1.3.05-82. Охорона природи. Гідросфера. Загальні вимоги до охорони поверхневих і підземних вод від забруднення нафтою і нафтопро-

дуктами.

У цьому прикладі ГОСТ — категорія стандарту (державний стандарт),
17 — номер системи (ССОП — система стандартів в області охорони при-
роди),

1 — номер групи (гідросфера),

3 — номер виду (правила охорони і раціонального використання природ-
ного об'єкту),

05 — порядковий номер стандарту (стандарт номер 5)

82 — рік реєстрації стандарту (1982 рік).

Таблиця 2.1 – Класифікація груп стандартів у сфері охорони довкілля і поліпшення використання природних ресурсів

Номер групи	Найменування	Кодове найменування
0	Організаційно-методичні стандарти ССОП	Основні положення
1	Стандарти в області охорони і раціонального використання вод	Гідросфера
2	Стандарти в області захисту атмосфери	Атмосфера
3	Стандарти в області охорони і раціонального використання ґрунтів	Ґрунти
4	Стандарти в області поліпшення використання земель	Землі
5	Стандарти в області охорони флори	Флора
6	Стандарти в області охорони фауни	Фауна
7	Стандарти в області охорони і раціонального використання надр	Надра

Таблиця 2.2 – Класифікація видів стандартів у сфері охорони довкілля і поліпшення використання природних ресурсів

Номер виду	Найменування виду
0	Основні положення
1	Терміни, визначення, класифікації
2	Норми і методи вимірів забруднюючих викидів і скидань, інтенсивності використання природних ресурсів
3	Правила охорони природи і раціонального використання природних ресурсів
4	Методи визначення параметрів стану природних об'єктів і інтенсивності господарських дій
5	Вимоги до засобів контролю і вимірів стану природного довкілля
6	Вимоги до пристроїв, апаратів, і споруд по захисту довкілля від забруднень
7	Інші стандарти

ГОСТи періодично переглядаються, для деяких поновлюється термін дії. У

сфері охорони довкілля на початку ХХІ століття в Україні діяло 159 ГОСТів.

2. ДСТУ – державні стандарти України. Система таких стандартів, у тому числі у сфері охорони довкілля, почала розвиватися в Україні з 1992 року.

Відповідно до Державного класифікатора України «Український класифікатор нормативних документів ДК 004-2003», встановлена трирівнева класифікація ДСТУ :

- двозначний цифровий код класу стандартів,
- тризначний код групи
- двозначний код підгрупи (кожен код відділяється точкою).

Клас 13 охоплює проблематику «Довкілля. Захист довкілля і здоров'я людини. Безпека», а саме:

13.020 Захист довкілля

13.020.10 Управління довкіллям (охоплює також сертифікацію і аудит систем управління довкіллям (EMS))

13.020.20 Економіка довкілля

13.020.30 Оцінювання впливу на довкілля (охоплює також управління довкіллям у разі ризику)

13.020.40 Забруднення, боротьба із забрудненням і консервація

13.020.50 Екологічне маркування

13.020.70 Проекти у сфері захисту довкілля

13.020.99 Інші стандарти відносно захисту довкілля

13.030 Відходи

13.040 Якість повітря

13.060 Якість води

13.080 Якість ґрунту

13.140 Шум і його вплив на людину і інші.

Номери відповідних стандартів ДСТУ приймаються в порядку їх прийняття. Наприклад, ДСТУ 3041-95 "Система стандартів у галузі охорони довкілля і раціонального використання ресурсів. Гідросфера. Використання і охорона води. Терміни і визначення".

При набутті чинності державного стандарту України (ДСТУ) міждержавний стандарт (ГОСТ), який регулював відповідні відносини у сфері охорони довкілля, втрачає дію в Україні.

Окрім системи стандартів з охорони НПС, в Україні діє *система санітарних норм і правил* (СанПіН). Наприклад: ГосСанПіН 4630-88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения», які діють з 1989 р.; ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» (1996 р.).

Виконання вимог СанПіН є також обов'язковим для усіх господарчих суб'єктів, незалежно від форм їх власності, але основна мета СанПіН – захист людини від впливу негативних факторів довкілля.

Як і ДСТУ, система санітарних правил і норм також не має чіткої структури.

3. Галузеві стандарти/технічні умови – стандарти, дія яких поширюється на підприємства (установи, організації), підлеглі певному міністерству або ін-

шому центральному органу виконавчої влади, яким і затверджуються відповідні стандарти. Якщо дія стандартів поширюється на підприємства, які підпорядковані двом (декільком) центральним органам виконавчої влади, вони підлягають затвердженню усіма цими органами і мають юридичну силу міжгалузевих стандартів.

4. Стандарти підприємства – нормативно-технічні документи, затверджені наказом керівника конкретного підприємства, на яке і поширюється їх дія. Іноді дія таких екологічних стандартів може бути поширена на групу аналогічних підприємств галузі (в цьому випадку потрібне затвердження стандарту найвищим органом управління, при цьому він втрачає юридичну силу стандарту підприємства, але приймає силу галузевого/міжгалузевого стандарту).

5. Міжнародні стандарти (за значимістю вони займають 3-є місце після ГОСТів і ДСТУ), в першу чергу стандарти міжнародної організації з питань стандартизації (ISO). В Україні адаптовані стандарти групи ISO, якими регулюються питання екологічного менеджменту, екологічного аудиту, а також екологічного маркування. Сьогодні в Україні є діючими такі міжнародні стандарти ISO: ДСТУ ISO 14001, ДСТУ ISO 14004, ДСТУ ISO 14020, ДСТУ ISO 14021, ДСТУ ISO 14024, ДСТУ ISO/TR 14025, ДСТУ ISO 19011.

Екологічна сертифікація

Щоб офіційно підтвердити екологічність продукції і виробництва, а також їх нешкідливість для довкілля, проводиться екологічна сертифікація.

Сертифікація – це процедура, за допомогою якої третя сторона дає письмову гарантію, що продукція, процес або послуга відповідають заданим вимогам.

Мета екологічної сертифікації: стимулювання виробників до впровадження таких технологічних процесів і розробки такої продукції, яка мінімально забруднює НПС і дає споживачеві гарантію її безпеки для життя, здоров'я, майна і місця існування.

У світовій практиці екологічну сертифікацію почали вводити з 1992 р. на основі Директиви 92/880/ЄС "Про екологічні знаки", британського стандарту BS 7750 "Система екологічного управління", міжнародних стандартів ISO/TC207 "Управління довкіллям" тощо.

Впровадження екологічної сертифікації ставить метою рішення невідкладних завдань в трьох сферах діяльності держави. По-перше, у сфері функціонування господарського комплексу :

- реалізація обов'язкових екологічних вимог природоохоронного законодавства під час ведення господарської діяльності;
- впровадження систем екологічного менеджменту в структури об'єктів управління державної системи екологічного управління;
- створення екологічно безпечних виробництв, технологічних процесів і устаткування;
- виконання вимог екологічної безпеки і запобігання забрудненню довкілля

під час розміщення, переробки, транспортування, ліквідації і поховання відходів виробництва і споживання;

- виконання вимог екологічної безпеки упродовж усього життєвого циклу будь-якої продукції;

- запобігання ввезенню в Україну екологічно небезпечних продукції, відходів, технологій і послуг.

По-друге, у сфері інтеграції України до Європейського союзу:

- сприяння інтеграції економіки країни в Європейський ринок;
- гармонізація системи екологічної сертифікації з міжнародними і національними системами акредитації і сертифікації;
- підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції;
- усунення технічних бар'єрів в міжнародній торгівлі;
- надання екологічному сертифікату і екологічному знаку відповідності статусу документів, які в особі уповноваженого органу державної влади по екологічній сертифікації гарантують виконання вимог природоохоронного законодавства України.

Втретє, у сфері міжнародної співпраці у сфері охорони природного довкілля:

- сприяння участі України у формуванні світового механізму охорони НПС;
- забезпечення виконання Україною міжнародних угод, конвенцій і договорів в природоохоронній галузі;
- виконання Україною міжнародних зобов'язань у сфері управління якістю НПС;
- забезпечення контролю за транскордонним переміщенням ЗР і перевезенням небезпечних відходів.

Ефективність механізму екологічної сертифікації забезпечується за умови, що системна методологія побудови цього механізму має своїми обов'язковими принципами відомі *"сертифікаційні" принципи*:

- незалежність (виключається вплив будь-яких юридичних або фізичних осіб на результати сертифікації);
- об'єктивність (виключається надання переваг будь-яким юридичним або фізичним особам);
- компетентність (учасники системи екологічної сертифікації мають необхідну кваліфікацію, засоби і повноваження для виконання покладених на них завдань);
- відкритість (відсутні обмеження на доступ юридичних і фізичних осіб до участі в роботі системи екологічної сертифікації і до інформації про її діяльність);
- закритість (дотримання конфіденційності інформації, яка представляє комерційну таємницю);
- відсутність комерційних інтересів (відмова від отримання прибутку в процесі роботи).

За своїм характером сертифікація може бути обов'язковою і добровільною.

Згідно із стандартом ДСТУ 3410-96 "Система сертифікації УкрСЕПРО", *обов'язкова сертифікація* проводиться на відповідність об'єкту сертифікації вимогам чинних законодавчих актів України і вимогам нормативних документів міжнародних і національних стандартів інших держав, які діють в Україні. Обов'язкова сертифікація є формою державного контролю за безпекою продукції в державній системі екологічного управління і повинна проводитися в законодавчо регульованій сфері.

Добровільна сертифікація проводиться на відповідність усім необхідним споживчим вимогам, які не віднесені до обов'язкових, на договірних принципах між заявником і органом з сертифікації. Добровільна сертифікація проводиться в законодавчо нерегульованій сфері і може здійснюватися як в державній, так і в недержавній системах сертифікації.

Сертифікацію в недержавній сфері, на відміну від державної, може проводити як вітчизняний орган з сертифікації, так і представництво закордонного органу з сертифікації. У Європейському союзі переважає добровільна сертифікація.

Для державної системи сертифікації можна визначити такі об'єкти обов'язкової екологічної сертифікації:

- системи екологічного управління на виробництвах, пов'язаних з випуском екологічно небезпечної продукції;
- продукція, шкідлива для довкілля, включаючи озоноруйнуючі речовини і продукція, яка містить ці компоненти, що планується до ввезення в Україну і вивезення з України, а також товари, що ввозяться на митну територію України;
- екологічно шкідливі технології, включаючи ті, які ввезені на митну територію України і використовуються на промислових і дослідно-експериментальних об'єктах підприємств і організацій оборонних галузей промисловості;
- відходи виробництва і споживання, у тому числі екологічно небезпечні і такі, що є об'єктом трансграничного перевезення;
- діяльність у сфері поводження з відходами;
- очисні споруди;
- технології і устаткування для підготовки питної води;
- види тварин і рослин, які підпадають під дію Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, які знаходяться під загрозою винищення.

Основні знаки екологічної сертифікації, широко вживані нині для маркування продукції і упаковки, можна умовно розбити на три групи:

- знаки, що інформують про безпеку продукції для життя і здоров'я, а також довкілля;
- знаки, що інформують про можливість вторинної переробки або використання відходів упаковки або продукції;

• знаки, що інформують про небезпеку продукції для довкілля в ході транспортування, зберігання або експлуатації.

Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») утворено постановою Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2003 року № 1337. У складі Центру працюють: Науково-дослідний інститут стандартизації, Інститут управління якістю, Інститут оцінки відповідності, Інститут підготовки фахівців у сфері управління якістю, стандартизації, оцінки відповідності та метрології та єдиний в Україні Головний фонд нормативних документів, який накопичує інформаційні ресурси у сфері технічного регулювання, забезпечує їх зберігання, облік та доступ до них користувачів.

УкрСЕПРО – українська національна система сертифікації, роботу якої визначають 149 органів по сертифікації продукції (робіт, послуг) і 811 випробувальних лабораторій (центрів) (рис. 3.1).

Видача сертифікату відповідності «УкрСЕПРО» передбачає:

- вивчення профільними фахівцями «УкрСЕПРО» технічної документації на продукцію, або послуги (паспорт виробу, керівництво по експлуатації, система контролю за якістю), які виробляються або надаються, на відповідність (ТУ, ГОСТам, ДСТУ);

- відвідування виробництва і проведення аудиту,



Рис. – Знак УкрСЕПРО.

- проведення лабораторних випробувань продукції, яка заявляється на сертифікацію.

В ніч з 11 на 12 серпня 2010 року електронна база даних системи сертифікації УкрСЕПРО припинила своє існування, оскільки була фізично знищена. Натомість з 13 серпня Держспоживстандарт ввів новий порядок видачі сертифікатів відповідності якості, при якій документи видаються регіональними відділеннями без фіксації в електронній базі даних.

Екологічне ліцензування

Відповідно до Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища" природокористування в Україні здійснюється в порядку загального і спеціального використання природних ресурсів. У сфері спеціального використання природні ресурси надаються у володіння, користування або оренду на підставі спеціальних дозволів, зареєстрованих в установленому порядку, за плату для здійснення виробничої і іншої діяльності.

Залежно від виду діяльності, природного ресурсу, мірі шкідливості впливу на природно довкілля і інших чинників видаються дозвільні документи різної юридичної сили: дозволи, узгодження, сертифікати, ліцензії.

Право на проведення тих видів господарської діяльності, які підлягають

обмеженню, реалізується через ліцензування.

Отже, ліцензія є єдиним документом дозвільного характеру, який надає право на ведення певного виду господарської діяльності, яка, відповідно до законодавства, підлягає екологічному обмеженню. Ліцензування таких видів діяльності (а їх 64) стосується екологічних аспектів господарчої діяльності і зумовлює необхідність обліку екологічних вимог до її реалізації (табл. 3.3)

Таблиця 2.3 – Види господарської діяльності, що підлягають екологічному ліцензуванню

Вид господарської діяльності	Орган ліцензування
пошук (розвідка) корисних копалин	Державна служба геології та надр України
видобування корисних копалин із родовищ, що мають загальнодержавне значення та включені до Державного фонду родовищ корисних копалин	Державна служба геології та надр України
видобування дорогоцінних металів і дорогоцінного каміння, дорогоцінного каміння органогенного утворення, напівдорогоцінного каміння	Державна служба геології та надр України
виробництво особливо небезпечних хімічних речовин (за переліком, який визначається Кабінетом Міністрів України)	Міністерство промислової політики України
виробництво пестицидів і агрохімікатів (тільки регуляторів росту рослин)	Міністерство промислової політики України
оптова, роздрібна торгівля пестицидами і агрохімікатами (тільки регуляторами росту рослин)	Міністерство аграрної політики та продовольства України, Рада міністрів Автономної Республіки Крим, обласні, Київська та Севастопольська міські держадміністрації
транспортування нафти, нафтопродуктів магістральним трубопроводом, транспортування природного і нафтового газу трубопроводами та його розподіл	Міністерство енергетики та вугільної промисловості України
централізоване водопостачання та водовідведення	Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України
культивування, використання рослин, що містять наркотичні засоби, для промислових цілей	Міністерство аграрної політики та продовольства України

заготівля, переробка, металургійна переробка металобрухту кольорових і чорних металів	Міністерство промислової політики України
збирання, заготівля окремих видів відходів як вторинної сировини (за переліками, які визначаються Кабінетом Міністрів України)	Міністерство екології та природних ресурсів України
операції у сфері поводження з небезпечними відходами	Міністерство екології та природних ресурсів України
заготівля та утилізація відпрацьованих хімічних джерел струму	Міністерство екології та природних ресурсів України
проведення робіт із землеустрою, землеоціночних робіт та земельних торгів	Державне агентство земельних ресурсів України
проектування, будівництво нових і реконструкція існуючих меліоративних систем	Державне агентство водних ресурсів України
діяльність, пов'язана з промисловим виловом риби на промислових ділянках рибогосподарських вододойм, крім внутрішніх вододойм (ставків) господарств	Державне агентство рибного господарства України
виробництво, зберігання і реалізація шіємінних (генетичних) ресурсів, проведення генетичної експертизи походження та аномалій тварин	Головна державна плеємінна інспекція Мінагрополітики
проведення знезараження підкарантинних матеріалів та об'єктів, які переміщуються через державний кордон України та карантинні зони	Державна служба з карантину рослин Мінагрополітики
виробництво теплової енергії, транспортування її магістральними та місцевими (розподільчими) тепловими мережами та постачання теплової енергії	Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, Рада міністрів АРК, обласні, Київська та Севастопольська міські держадміністрації

Ліцензування природокористування і природоохоронної діяльності отримує усе більш широкий розвиток, оскільки воно належить до ефективних інструментів екологічного управління. Ефективність ліцензування полягає в його комплексності, яке, окрім адміністративних важелів управління, об'єднує інструменти:

- інформаційний – екологічний аудит і екологічну експертизу
- економічний – визначення умов здійснення платежів

Право на видачу ліцензій мають органи ліцензування (табл.3.3), за якими

закріплені певні види господарської діяльності, які підлягають ліцензуванню. За видачу ліцензій здійснюється плата, розмір і порядок зарахування якої до Державного бюджету встановлюються Кабінетом Міністрів України.

Ліцензування екологічно небезпечних видів діяльності належить тільки до функцій державного рівня управління.

Розвиток екологічного ліцензування має два стратегічні напрями: окреме і комплексне ліцензування. Окреме ліцензування торкається видів діяльності у галузі охорони НПС і здоров'я населення, а також окремих видів природокористування з введенням спеціальних дозволів на право розміщення в НПС викидів, скидів ЗР і відходів. До сфери окремого ліцензування належать небезпечні відходи. Комплексне ліцензування визначає право на здійснення одночасно викидів, скидів ЗР в НПС і розміщення відходів. Цей вид ліцензування поки не знайшов свого застосування в Україні і вимагає формування відповідної законодавчої бази.

В цілому екологічне ліцензування є процесом, що складається з декількох етапів :

- встановлення нормативів впливу на НПС: гранично допустимих викидів і скидів, норм розміщення відходів, граничних норм вилучення природних ресурсів або ж відповідних тимчасових лімітів впливу і вилучення;
- визначення з урахуванням різних коефіцієнтів відповідних ставок платежів за використання природного ресурсу або впливу на довкілля і встановлення конкретного розміру плати;
- внесення нормативів, лімітів і ставок платежів в ліцензію і у відповідний договір на природокористування.

Після оформлення ліцензії ліцензіат стає об'єктом екологічного контролю. Екологічна ліцензія видається на певний строк (зазвичай на 5 років). Ліцензія видається окремо на кожен вид діяльності. Передача ліцензії іншій юридичній або фізичній особі забороняється. Ліцензія, видана центральним органом виконавчої влади, дає можливість здійснювати діяльність на всій території України, а ліцензія, що видана місцевим органом виконавчої влади – лише у межах відповідної адміністративно-територіальної одиниці.

Планування, впровадження, контроль й аналіз систем екологічного менеджменту

Екологічний менеджмент – це система управління НС, тобто частина загальної системи управління, що включає організаційну структуру, діяльність із планування, обов'язки, відповідальність, досвід, методи, методика, процеси і ресурси для розробки, здійснення й аналізу екологічної політики. З метою узгодження національної системи управління у галузі охорони довкілля Держстандартом України з 1 січня в 1998 р. прийняті на національному рівні міжнародні стандарти серії ДСТУ ISO 14000-97 "Система управління довкіллям". Основним предметом ISO 14000 є система *екологічного менеджменту* (environmental management system, EMS). Введення цих стандартів дає мож-

ливість реалізувати механізм екологічного менеджменту, поліпшення умов роботи, дотримання технологічної дисципліни і мінімізації негативного впливу на довкілля. Крім того, це дає можливість Україні брати участь в тих заходах з довкілля охорони, які здійснюють європейські країни.

Система стандартів ISO 14000, на відміну від багатьох інших природоохоронних стандартів, орієнтована не на кількісні параметри (об'єм викидів, концентрації речовини і тощо) і не на технології (вимоги використовувати або не використовувати певні технології, вимога використовувати "найкращу доступну технологію"). Типові положення цих стандартів полягають в тому, що в організації мають бути введені і дотримуватися певні процедури, мають бути підготовлені певні документи, має бути призначений відповідальний за певну область. Основний документ серії - ISO 14001 не містить ніяких "абсолютних" вимог до впливу організації на НПС, за винятком того, що організація в спеціальному документі повинна оголосити про своє прагнення відповідати національним стандартам.

Етапи створення системи управління НС

1. Екологічна політика

На першому етапі вище керівництво повинне визначити екологічну політику організації. Екологічна політика повинна відповідати наступним основним вимогам:

- відповідати характеру, масштабу і впливам діяльності організації, її продукції або послуг на довкілля;
- включає зобов'язання відносно постійного поліпшення НС і запобігання його забрудненню;
- включає зобов'язання відповідати чинному природоохоронному законодавству, а також іншим вимогам природоохоронного характеру;
- повинна передбачати основу для встановлення цільових і планових екологічних показників і їх аналізу;
- має бути доступна для громадськості.

Екологічна політика повинна відповідати масштабу, природі і екологічним впливам, що створюються діяльністю, продуктами і послугами компанії. Екологічна політика, серед інших, повинна містити заяви про прагнення до відповідності нормативам, а також до "постійного поліпшення" (continual improvement) системи екологічного менеджменту і до "запобігання забрудненню" (pollution prevention).

2. Планування

На стадії планування необхідно, по-перше, вибрати екологічні аспекти, які враховуватимуться при роботі системи екологічного менеджменту. Необхідно, щоб на підприємстві постійно робилося оновлення інформації по наступних аспектах:

- викиди в повітря
- скиди у воду;
- видалення і очищення стічних вод;
- радіоактивне зараження місцевості;

- використання сировини і природних ресурсів;
- інші локальні екологічні і громадські проблеми.

По-друге, організація повинна створити і підтримувати в робочому стані систему «відстежування» вимог законодавчих актів, що постійно змінюються.

Втретє, в організації мають бути визначені цільові і планові екологічні показники. При встановленні і аналізі своїх цільових показників організація повинна враховувати вимоги чинних законодавчих актів. Цільові і планові екологічні показники мають бути погоджені з екологічною політикою.

Вчетверте, на стадії планування має бути вироблена програма управління НС. Ця програма повинна включати:

- розподіл відповідальності за досягнення цільових і планових екологічних показників
- засоби і терміни, в які вони мають бути досягнуті.

3. Впровадження і функціонування системи управління довкілля

Першим етапом стадії впровадження є розподіл між конкретними людьми обов'язків, відповідальності і повноважень. У організації має бути визначена відповідна структура відповідальності. Для забезпечення роботи цієї системи мають бути виділені достатні людські, технологічні і фінансові ресурси. Має бути призначений відповідальний за роботу системи екологічного менеджменту на рівні організації, в обов'язки якого повинно входити періодично докладати керівництву про роботу системи екологічного менеджменту.

Далі організація повинна визначити свої потреби в навчанні персоналу. Це пов'язано з тим, що персонал, що виконує роботи, які можуть значно вплинути на НПС, повинен мати компетентність. Необхідно, щоб увесь персонал, чия робота може значною мірою вплинути на довкілля, пройшов відповідне навчання.

Наступним етапом впровадження є встановлення системи внутрішнього зв'язку між різними рівнями і підрозділами організації. На цьому ж етапі організація повинна передбачити процеси зовнішньої інформації про свої екологічні аспекти і реєстрацію своїх рішень.

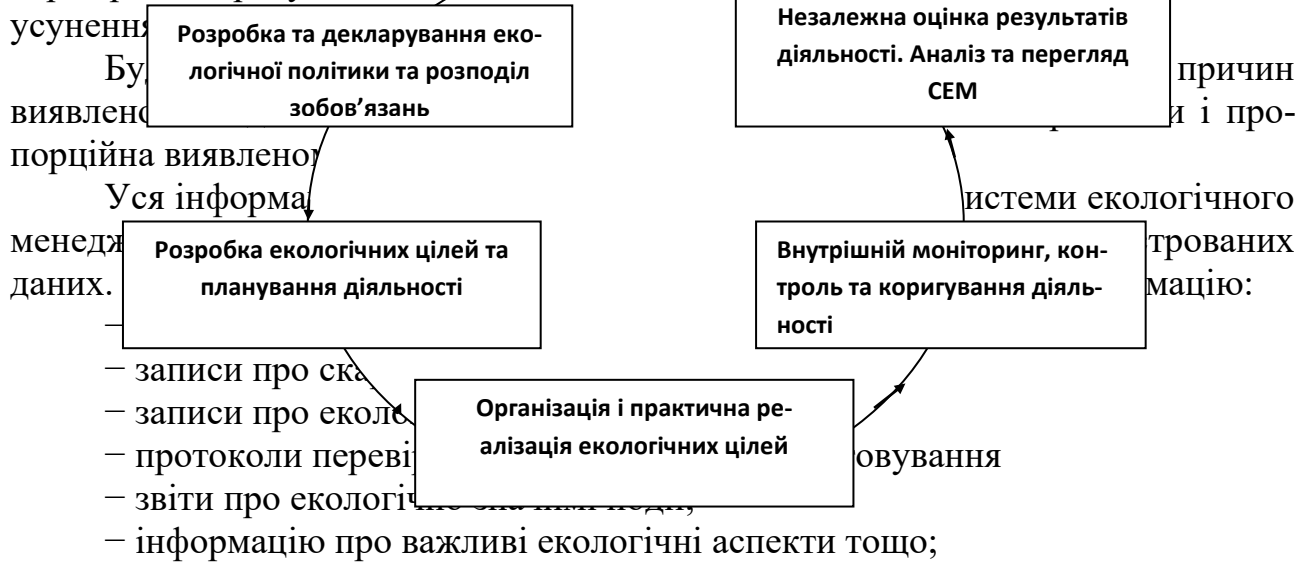
Усю інформацію за системою екологічного менеджменту організація повинна підтримувати належному стані. Ця інформація повинна включати основні елементи системи адміністративного управління і їх взаємодію, а також містити вказівки на пов'язані з ними документи. Має бути розроблена і впроваджена система управління усіма документами, які пов'язані з екологічним управлінням на підприємстві. Ця система повинна забезпечити швидкий пошук необхідного документу, полегшити проведення періодичного аналізу і його перегляду на предмет їх адекватності.

Наступна стадія впровадження носить назву «Управління операціями». Необхідно визначити ті стадії технологічного процесу і види діяльності, які пов'язані з основними екологічними аспектами.

Потім організація повинна побудувати і забезпечити функціонування системи, що дозволяє визначати можливості виникнення катастроф і аварійних ситуацій.

4. Проведення перевірок і коригувальних дій

При переході до цього етапу підприємство повинно створити і підтримувати в робочому стані систему регулювання рингу операцій і видів діяльності, які можуть істотно впливати на вдосконалення. Об'єкти моніторингу проводяться перевірки і коригування в тех...



На підприємстві має бути складена програма і представлені процедури періодичних аудитів системи управління НС.

Завершальною стадією етапу перевірок і коригувань є аналіз системи екологічного менеджменту з боку керівництва. Вище керівництво організації повинне аналізувати систему управління довкіллям через певні проміжки часу. Мета такого аналізу полягає в тому, щоб забезпечити постійну адекватність і ефективність системи екологічного менеджменту. В результаті можливе внесення змін до екологічної політики, в цільові екологічні показники і в інші елементи системи управління довкіллям.

Якщо побудована система екологічного менеджменту функціонує нормально, то це неминуче призводить до підвищення рівня екологічної ефективності підприємства. І, навпаки, по рівню екологічної ефективності підприємства можна оцінювати адекватність функціонування системи екологічного менеджменту.

На рис. 2.2 представлена модель системи екологічного менеджменту, яка включає вищезначені етапи.

Рис. 2.2 – Модель системи екологічного менеджменту.

Система екологічного менеджменту є ключовим поняттям серії ISO 14000. Центральним документом стандарту вважається ISO 14001 "Специфікації і керівництво по використанню систем екологічного менеджменту". На відміну від інших документів, усі його вимоги є такими, які можна "аудувати" – передбачається, що відповідність або невідповідність ним конкретній організації може бути встановлено з високою мірою визначеності. Саме відповідність стандарту ISO 14001 і є предметом формальної сертифікації.

Усі інші документи розглядаються як допоміжні. Наприклад, ISO 14004 містить більше розгорнуте керівництво по створенню системи екологічного менеджменту, серія документів 14010 визначає принципи аудиту EMS. Серія 14040 визначає методологію "оцінки життєвого циклу", яка може використовуватися при оцінці екологічних впливів, пов'язаних з продукцією організації.

Переваги створення системи екологічного менеджменту та екологічної сертифікації на відповідність ISO 1400:

1. Гарантія якості, надійності і поліпшених екологічних характеристик в порівнянні з аналогічними об'єктами в тому ж ціновому сегменті.
2. Привертання уваги засобів масовій інформації і клієнтів.
3. Більше можливостей в рекламі і PR.
4. Можливість підтвердити екологічні кваліфікаційні вимоги для участі в тендерних процедурах.
5. Інвестиційна привабливість підприємства.
6. Можливість підтвердити екологічну і соціальну відповідальність бізнесу.

Недоліки стандартів:

1. Немає чітких вимог, а це означає, що, знижуючи викиди на незначну величину, підприємство формально відповідає стандарту.
2. Створюють сприятливі умови для "експорту забруднень" – перенесення

шкідливих виробництв в країні, що розвиваються, з більш м'якими нормативами.

3. Екологічна політика, яка є єдиним документом, доступним громадськості, носить занадто загальний характер.

СИСТЕМА СТАНДАРТІВ СЕРІЇ ISO 14000

Принципи екологічного менеджменту

ISO 14001 Системи екологічного менеджменту. Вимоги і посібник по застосуванню

ISO 14004 Системи екологічного менеджменту. Керівні вказівки по принципах, системах і методах забезпечення функціонування.

ISO 14014 Керівництво по визначенню "початкового рівня" екологічної ефективності підприємства. Повинно використовуватися перед створенням формальної системи екологічного менеджменту

ISO 14015 Екологічний менеджмент. Екологічна оцінка майданчиків і організацій

Інструменти екологічного регулювання і оцінки

ISO 14010 Керівні вказівки по екологічному аудиту.

ISO 14011 Керівні вказівки по екологічному аудиту. Процедура аудиту систем управління довкіллям.

ISO 14012 Керівні вказівки по екологічному аудиту. Кваліфікаційні критерії для аудиторів в області екології.

ISO 19011 Загальний стандарт, присвячений аудиту систем менеджменту якості і екологічного менеджменту, замінює собою вимоги ISO 14010, ISO 14011 і ISO 14012.

ISO 14031 Екологічний менеджмент. Оцінка екологічної результативності. Керівництво.

ISO 14032 Екологічний менеджмент. Приклади оцінки екологічної результативності.

Стандарти, орієнтовані на продукцію

ISO 14020 (Серія документів) Екологічні етикетки і декларації. Основні принципи.

ISO 14021 Етикетки і декларації екологічні. Самодекларовані екологічні заяви (Екологічне маркування за типом II)

ISO 14024 Етикетки і декларації екологічні. Екологічне маркування типу I. Принципи і процедури.

ISO/TR 14025 Екологічне маркування і декларування. Екологічні декларації типу III

Оцінювання життєвого циклу продукції і послуг

ISO 14040 Управління довкіллям. Оцінка життєвого циклу. Принципи і структура.

ISO 14041 Управління довкіллям. Оцінка життєвого циклу. Певна мета, області дослідження і інвентаризаційний аналіз.

ISO 14042 Управління довкіллям. Оцінка впливу життєвого циклу про-

дукції і послуг.

ISO 14043 Управління довкіллям. Інтерпретація життєвого циклу.

ISO 14047 Управління довкіллям. Оцінка життєвого циклу. Приклади застосування стандарту ISO 14042.

ISO 14048 Управління довкіллям. Оцінка життєвого циклу. Формат документування даних за оцінкою життєвого циклу.

ISO 14049 Управління довкіллям. Оцінка життєвого циклу. Приклади застосування стандарту ISO 14041 для визначення мети і області дослідження, а також інвентаризаційного аналізу.

ISO 14050 Управління довкіллям. Глосарій.

Екологічний менеджмент. Інтеграція екологічних аспектів в проектування і розробку продукції

ISO 14060 Керівництво по обліку екологічних аспектів в стандартах на продукцію.

ISO/TR 14061 Інформація в допомогу організаціям, працюючим в лісовому господарстві, по використанню стандартів для систем екологічного менеджменту ISO 14001 і ISO 14004.

ISO 14063 Екологічний менеджмент. Обмін екологічною інформацією. Рекомендації і приклади.

ISO 14064 Керівних вказівки по вимірюванню, звітності і підтвердженню виділення парникових газів на рівні окремих організацій і проектів.

2.2 Аналіз життєвого циклу продукції та визначення його впливу на довкілля

Існує декілька тлумачень «життєвого циклу (ЖЦ) продукту». Економічний – час з моменту первинної появи продукту на ринку до припинення його реалізації на цьому ринку. Виробничий – включає науково-дослідні та інженерно-конструкторські розробки, впровадження у виробництво, само виробництво, експлуатацію і зняття з виробництва.

Увесь комплекс складних взаємозв'язків між виробництвом продукції і довкіллям може бути представлений за допомогою концепції ЖЦ продукції у вигляді продукційного ланцюжка. З точки зору екологічного менеджменту ЖЦ є сукупністю послідовних і взаємозв'язаних стадій продукційного ланцюжка (рис. 2.3).

Концепція екологічного життєвого циклу товару полягає у впливі товару на стан НПС і людину починаючи від видобутку сировини на виробництво і закінчуючи похованням і розкладенням відходів після споживання товару, похованням відпрацьованого товару.



Рис. 2.3 – Продукційний ланцюг.

Екологічний ЖЦ товару ширший, ніж ЖЦ товару, оскільки вплив на стан ПР відбувається з моменту видобутку сировини на виробництво товару до утилізації і поховання відпрацьованого товару, який упродовж тривалого часу екологічно впливає на природні об'єкти і людину.

Екологічний ЖЦ товару триває навіть тоді, коли закінчений його життєвий цикл і товар знятий з виробництва.

Отже, Екологічний ЖЦ товару складається з таких етапів:

- Видобуток сировини для виробництва товару і його вплив на НПС і стан ПР.
- Транспортування сировини до товаровиробника і його вплив на НПС і стан ПР.
- Виробництво товару і його вплив на НПС і стан ПР.
- Транспортування сировини до споживача і його вплив на НПС і стан ПР.
- Споживання товару і його вплив на НПС і стан ПР.
- Сервісне обслуговування, ремонт і модернізація устаткування з урахуванням екологічних чинників впливу на НПС і стан ПР.
- Утилізація, розміщення в НПС товару після закінчення терміну служби.

На всіх стадіях екологічного ЖЦ товару в процесі його виробництва і споживання відбуваються викиди ЗР в атмосферу, скид ЗР у водні об'єкти і поховання відходів виробництва і споживання товару в земельних і водних об'єктах.

Метод екологічної оцінки життєвого циклу (ОЦЖ) або Life-Cycle Assessment (LCA) (англ.) – один з провідних інструментів екологічного менеджменту в Європейському союзі, що ґрунтується на серії ISO -стандартів і призначений для оцінки еколого-економічних, соціальних аспектів і впливів на НС в системах виробництва продукції і утилізації відходів.

Універсальний у своєму роді метод ОЖЦ використовують практично в усіх галузях промисловості, зокрема в машинобудуванні, будівництві, електроніці, традиційній і альтернативній енергетиці, виробництві полімерів, продуктів харчування, дизайні продукції і утилізації відходів.

Існує декілька визначень ОЖЦ. Наприклад, Міжнародна організація стандартів так визначила поняття ЖЦ: «...послідовні і взаємозв'язані стадії життєвої системи продукту або процесу, починаючи із видобутку ПР і закінчуючи утилізацією відходів», а ОЖЦ – це: «...систематизований набір процедур по збору і аналізу усіх матеріальних і енергетичних потоків системи, включаючи вплив на НПС під час усього ЖЦ продукту і/або процесу».

Оцінка життєвого циклу – це процес оцінки екологічних впливів, пов'язаних з продуктом, процесом або іншою дією шляхом визначення і кількісного обчислення:

- об'ємів спожитої енергії, матеріальних ресурсів і викидів/скидів/розміщення відходів в довкіллі;
- кількісної і якісної оцінки впливу на НПС;
- визначення і оцінки можливостей для поліпшення екологічного стану системи.

Оцінка проводиться з метою отримання вичерпної оцінки екологічного впливу, яка дає надійнішу інформацію для ухвалення економічних, технічних і соціальних рішень. Слід підкреслити, що сама ОЖЦ не вирішує екологічні проблеми, а швидше надає потрібну інформацію для їх вирішення. Виходячи з головного принципу ОЖЦ – «від колиски до могили» – екологізації підлягає увесь продукційний ланцюжок: від виробництва продукції до її утилізації.

ОЖЦ є ітеративним методом, тобто усі роботи виконуються паралельно з безперервним аналізом отриманих результатів і коригуванням попередніх етапів. Ітеративний підхід у рамках системи і між етапами забезпечує всебічність і послідовність дослідження і представлення результатів. Принципи, зміст, вимоги етапів проведення ОЖЦ регламентуються стандартами ISO.

Згідно ISO 14040 оцінка життєвого циклу складається з чотирьох етапів.

1. Визначення мети і сфери застосування (ISO 14041).

При визначенні мети і сфери застосування слід встановити мету дослідження і межі системи, що вивчається (тимчасові і просторові), описати використовувані джерела даних, а також методи, які вживаються для оцінки екологічних впливів, і обґрунтувати їх вибір. Проте на наступних етапах може виникнути необхідність переглянути і скоректувати прийняті параметри, наприклад, звужити межі або круг даних про екологічні впливи за умов нестачі інформації.

2. Інвентаризаційний аналіз ЖЦ (ISO 14041).

Інвентаризаційний аналіз ЖЦ (life cycle inventory analysis) є найбільш тривалим і витратним етапом, на якому збираються дані про вхідні і вихідні потоки матеріалів і енергії, залучених у виробництво. Для їх обліку виробнича система підрозділяється на окремі модулі, виходячи із стадій ЖЦ продукції (видобуток сировини, отримання напівфабрикатів, виготовлення, реалізація, використання, утилізація продукту). Окрім цього, в межах деяких стадій, особливо складних в технологічному плані, можуть бути виділені модулі, що відповідають одиничним виробничим процесам. Наприклад, при виробництві пакувальної поліетиленової плівки з напівфабрикату (гранульованого поліетилену низької щільності) доцільно виділити такі модулі: розплав гранул, екструзія, охолодження і

упаковка плівки. Важливим при проведенні інвентаризаційного аналізу є облік усіх супутніх ЖЦ продукції транспортних перевезень як між окремими етапами ЖЦ (наприклад, від постачальника сировини до виробника), так і в їх межах (наприклад, в цехах підприємства).

3. Оцінка впливу упродовж ЖЦ (ISO 14042).

Оцінка впливу упродовж ЖЦ (life cycle impact assessment), тобто оцінка значущості потенційних впливів на довкілля, проводиться за результатами інвентаризаційного аналізу і є методологічно найскладнішим і тому самим спірним етапом ОЖЦ.

У цій фазі ОЖЦ в першу чергу важливо упорядкувати зафіксовані на попередньому етапі екологічні впливи по так званих категоріях впливів (споживання мінеральних ресурсів і енергії, утворення токсичних відходів, руйнування озонового шару стратосфери, парниковий ефект, зниження біологічної різноманітності, збиток здоров'ю людини та ін.). Надалі необхідно кількісно охарактеризувати кожен з категорій і зіставити ці різнопланові впливи, щоб відповісти на питання, яке з них завдає найбільшого збитку НПС (наприклад, викиди парникових газів або ерозія ґрунтів). Для оцінки впливів розроблений ряд методик (і відповідних програмних продуктів), жодна з яких не є універсальною і не позбавлена суб'єктивізму.

4. Інтерпретація ЖЦ (ISO 14043).

Завданням останнього етапу ОЖЦ (life cycle interpretation) є розробка рекомендацій по мінімізації шкідливих впливів на довкілля. Поліпшення екологічних характеристик продукції завдяки обліку рекомендацій ОЖЦ зрештою несе з собою безліч екологічних (наприклад, зниження матеріало- і енергоємності продукту) і економічних переваг (наприклад, економія коштів на закупівлю сировини, підвищення попиту з боку екологічно свідомого споживача, поліпшення економічного іміджу підприємства та ін.).

Головними причинами для проведення ОЖЦ для продукту або послуги є:

- бажання організації зібрати інформацію про екологічні впливи продукту або послуги з метою виявлення можливостей для зменшення їх впливу на довкілля;
- роз'яснення споживачам найкращих способів використання і кінцевої утилізації продукції;
- збір інформації для підтримки і забезпечення екосертифікатів (наприклад, для отримання знаку екомаркування).

В Додатку А наведена схема ЖЦ паперової продукції.

2.3 Критерії, методика та процедури проведення екологічного маркування

Екологічне маркування – це комплекс відомостей екологічного характеру про продукцію, процес або послугу, що входить до складу їх маркування та(чи) супровідної документації.

Екологічне маркування є інструментом інформування про екологічні особ-

ливості продукції і процесів її розробки, виробництва і використання. Екомакування – це знак саме екологічності, а не знак якості або безпеки, хоча ці аспекти також беруться до уваги.

При розробці критеріїв екологічності береться до уваги увесь ЖЦ продукту, тобто ці критерії носять комплексний характер і не обмежені лише характеристиками самого продукту. Постійне оновлення наявних знань і методів виробництва, обумовлює необхідність регулярного внесення змін і доповнень в існуючі вимоги, які, як правило, встановлюються на період від двох до трьох років.

Уперше використання екологічного маркування на міжнародному рівні було рекомендоване на Всесвітній конференції ООН з довкілля і розвитку в Ріо-де-Жанейро в 1992 р. В прийнятому на конференції «Порядку денному на XXI століття» (гл. 4, § 21) відзначається, що «Урядам в співпраці з промисловим сектором і іншими відповідними групами слід заохочувати розширення інформаційних програм, що передбачають введення екологічної маркування товарів і поширення інформації про екологічні характеристики продукції, що реалізовується, з тим, щоб покупці мали можливість робити свідомий вибір того або іншого товару».

Нині маркування набуває все більшої значущості в контексті міжнародної торгівлі. Питання екологічного маркування входять в сферу уваги Комітету з торгівлі і довкілля Світової організації Торгівлі ((The WTO Committee on Trade and Environment). Це обумовлено тим, що екологічне маркування стає усе більш дієвим засобом просування «екологічно орієнтованої» продукції, що відрізняється більш низьким негативним антропогенним впливом на довкілля в ході усього її ЖЦ. Світовий Банк також позитивно оцінює екологічне маркування, включивши його у свою нову Програму підтримки екологічних і соціальних робіт (ESRP).

Екологічний знак, екологічна декларація – це заява, що вказує на екологічні аспекти продукції або послуги (ISO 14020), які можуть, серед іншого, мати форму висловлювання, символу або графічного зображення на етикетці продукції або упаковці, в супровідній документації, в технічному бюлетені, в рекламній пропозиції або інших публікаціях.

Екологічна заява – висловлювання або символ, що вказує на екологічний аспект продукції, її елементу або упаковки (ISO 14021). При цьому екологічна заява може бути нанесена на етикетки продукції або упаковку, включена в супровідну документацію на продукцію, поширено за допомогою технічних бюлетенів, реклами, публікації, телемаркетингу, а також з використанням цифрових або електронних засобів, таких як Інтернет.

Екологічне маркування служить для урядів підставою до заохочення вдалого екологічного досвіду, а для бізнесу – засобом просування екологічних товарів на ринок. Багато країн мають власні системи екологічного маркування, але при усьому їх різноманітті основні цілі екологічного маркування такі:

- захист довкілля. За допомогою використання державних та(чи) неурядових програм екологічного маркування органи влади можуть впливати на

переваги споживачів і заохочувати виробництво і споживання екологічних товарів і послуг. В зв'язку з цим екологічно орієнтовані послуги виступають ринковим засобом заяви про екологічні переваги;

- заохочення екологічних інновацій і лідерства в цій області. Програми екологічного маркування через поширення екологічних знаків пропонують ринку стимулювати екологічні ініціативи і розвиток бізнесу в цій області. Через просування продукції, що зменшує антропогенне навантаження на довкілля, компанії можуть створити або зміцнити свої позиції в ринковій ніші і сформулювати позитивне відношення споживачів;

- інформування споживачів про екологічні аспекти. У країнах, де інформованість споживачів відносно довкілля висока, використання екологічного маркування дозволяє спрямувати їх вибір саме на екологічно дружні товари і послуги. Тоді як в країнах з низькою інформованістю споживачів екомаркування може використовуватися для поширення інформації про можливості різного споживчого вибору.

У міжнародних стандартах ISO серії 14000 визначені вимоги до екологічного маркування, які покликані:

- понизити невизначеність в стосунках споживач – постачальник, оскільки широке поширення різних екологічних знаків викликає недовіру споживача до усіх знаків;

- сприяти поліпшенню екологічних показників і зниженню антропогенного навантаження на довкілля на всіх стадіях ЖЦ, включаючи виробництво, використання і утилізацію продукції і упаковки;

- сприяти розвитку міжнародної торгівлі, оскільки екологічний знак – завжди один з об'єктів розгляду при експорті та імпорті продукції;

- дозволяти споживачеві робити усвідомлений вибір.

Міжнародний стандарт ISO 14020 визначає такі основні принципи екологічного маркування :

Екологічні знаки і декларації мають бути точними, такими, що перевіряються, доречними і такими, що не вводять в оману.

Екологічне маркування і декларація повинні ґрунтуватися на об'єктивних критеріях і методах оцінки, що забезпечують достатню точність і відтворюваність використовуваних даних.

Інформація, використовувана для забезпечення екологічного маркування, має бути доступною для зацікавлених сторін.

Згідно ISO 14020 екологічні етикетки і декларації дають інформацію про продукцію або послуги відносно їх загальних екологічних характеристик, одного або декількох екологічних аспектів. Покупці і потенційні покупці можуть використовувати цю інформацію при виборі продукції або послуг, якщо такий вибір ґрунтується на міркуваннях екологічності або інших чинниках. Основними учасниками програм по екологічному маркуванню виступають уряди, менеджери конкретної програми, виробничі і комерційні асоціації, продавці, споживачі, інші зацікавлені сторони: вчені, ЗМІ, міжнародне співтовариство.

Перші маркування за ознакою екологічності з'явилися в промислово роз-

винених країнах. До них відносилися такі заяви, як «можна переробити повторно», «дружній довкіллю», «споживає менше енергії», «містить повторно перероблену сировину». Таке маркування привертало увагу споживачів, що оцінюють свій вклад в антропогенне навантаження на довкілля. Проте при відсутності стандартів таке маркування могло вводити в оману. Тому були розроблені процедури сертифікації продукції і послуг незалежною (третьою) стороною, покликані захистити споживача від помилкової або некоректної інформації і гарантувати перевагу продукту над аналогічними за ознакою впливу на довкілля. Таким чином, стала розвиватися система сертифікації, визнана на регіональному і міжнародному рівнях.

Міжнародні стандарти ISO 14021, 14024 і 14025 встановлюють вимоги до розробки добровільного екологічного маркування трьох основних типів в залежності від критеріїв і ступеню залучення до процесу екологічного маркування третьої сторони.

Класифікація екологічного маркування. Екологічне маркування типу I (власне екологічне маркування). Добровільна багатокритеріальна програма сертифікації третьою стороною, в результаті якої видається ліцензія на використання на продукції екологічних знаків, що свідчать про загальну екологічну перевагу продукції у рамках певної групи однорідної продукції, заснованої на розгляді ЖЦ (ISO 14024).

Особливість програми маркування за типом I саме в її проведенні третьою стороною. Критерії враховують показники впливу на довкілля на всіх стадіях ЖЦ продукції. Вони мають бути реально досяжними і вимірюваними з певною достовірністю. Критерії повинні діяти впродовж певного терміну; їх перегляд здійснюється з урахуванням появи нових технологій, технічних рішень, нової продукції, нової інформації про стан довкілля і зміни ринкових умов. Довіра до програми визначається, в першу чергу, довірою до організації, що здійснює її, відкритістю інформації про критерії оцінки і їх ясністю.

Екологічне маркування типу II (екологічна самодекларація). Екологічна заява виробника, імпортера, дистриб'ютора, продавця або будь-якої іншої сторони, яка може отримати вигоду від такої декларації, зроблене без сертифікації незалежною третьою стороною. Появою необґрунтованих, неясних або недостовірних заяв була викликана розробка стандарту ISO 14021, який визначає вимоги до самостійно декларованих властивостей продукції, які могли б забезпечити упевненість сьогоденних або потенційних споживачів в достовірності заяви. Стандарт описує підходи до складання таких заяв, використання певних термінів, а також вимоги відносно підтвердження таких заяв третьою стороною. При дотриманні певних вимог відносно змісту, обґрунтованості і достовірності публікованої інформації самодекларація може викликати довіру споживача і без її оцінки третьою стороною.

Екологічна декларація типу III (екологічна декларація). Кількісні екологічні дані для будь-якого виду продукції по заздалегідь встановлених категоріях параметрів, заснованих на стандартах серії ISO 14040. Програма екологічного декларування типу III – добровільний процес, в ході якого галузь економіки або

незалежний орган розробляє вимоги до екологічної декларації типу III, включаючи встановлення мінімальних вимог, вибір категорій параметрів, визначення форми участі третіх сторін, а також способів обміну інформацією із зовнішніми сторонами. Екологічне декларування типу III засноване на даних оцінки ЖЦ продукції і служить для порівняння продуктів різних категорій. Основним призначенням екологічного декларування третього типу є порівняння продуктів різних категорій (можливо таких, що забезпечують одні і ті ж потреби). У зв'язку з високою складністю аналізу, неоднозначністю підсумкових даних, а також багатьма іншими перешкодами програми цього типу широкого поширення у світі доки не отримали.

Екомаркування можуть отримати дуже багато товарів і послуг. Головна вимога – прагнення до зниження навантаження на довкілля і якісний продукт або послуга. Екомаркуванням відмічають:

- нехарчові товари (комп'ютери, папір, канцелярські товари, одяг, будівельні і обробні матеріали, миючі і чистячі засоби, підлогові покриття, побутова і оргтехніка, меблі, транспортні засоби, паливо та ін.);
- харчові продукти (питна вода, хлібобулочні вироби, бакалія, продукція сільськогосподарства та ін.);
- послуги (ресторани, магазини, готелі, виробництво різних видів енергії, туризм та ін.);
- роботи (будівельні і обробні роботи та ін.).

Під дію Директиви ЄС з екомаркування не підпадають такі види продукції:

- фармацевтичні продукти;
- деякі медичні прилади;
- речовини або препарати, класифіковані як небезпечні у рамках відповідних Директив ЄС;
- продукти, вироблені в процесах, потенційно небезпечних для здоров'я людини або довкілля.

Проте отримання екологічного знаку вимагає значних витрат на ліцензування (сертифікацію), інспекційний контроль і інші заходи, пов'язані з придбанням і підтримкою цього знаку. В результаті ціна «зеленої» продукції може значно зрости.

Нині маркуванням переважно непродукції займається Глобальна мережа екологічного маркування (Global Ecolabelling Network, GEN), що об'єднує більше 30 країн світу, у тому числі усі країни ЄС. Маркування продовольчих товарів здійснює Міжнародна федерація органічного землеробства (International Federation of Organic Agricultural Movements, IFOAM), що налічує більше 750 організацій-членів з 108 країн світу.

Україна увійшла до складу GEN в 2004 році, а в 2011 році українська програма екологічного маркування пройшла сертифікацію за Міжнародною програмою взаємної довіри і визнання GEN-GENICES, яка передбачає взаємне визнання результатів оцінки відповідності між програмами, які прийшли процедуру сертифікації. Це дає можливість українським виробникам продуктів, товарів, продукції і послуг, які підтвердили екологічні переваги продукції в україн-

ських органах по екологічному маркуванню, просувати екологічно сертифіковані товари і послуги на світовий ринок за спрощеною процедурою підтвердження відповідності.

Приклади екологічного маркування



Рис. 2.4 – «Блакитний ангел» (Німеччина)



Рис. 2.5 – Екологічний знак ЄС



Рис. 2.6 – «Білий лебідь»



Рис. 2.7 – "Екологічний вибір" (Канада)



Рис. 2.8 – Шведський екологічний символ

Перша з європейських систем екологічної маркування «Блакитний ангел» (Blue Angel) з'явилася в Німеччині в 1977 р. Наступного року був виданий перший екологічний знак. «Блакитний ангел» привласнюється тільки тим продуктам, які задовольняють строгим критеріям захисту довкілля (рис. 2.4).

З 1992 р. існує екологічний знак Європейського союзу, виконаний у вигляді квітки (The Euro flower Label) (рис. 3.5). При цьому в країнах Євросоюзу разом із загальною для усіх Схемою екологічного маркування ЄС як і раніше діють національні системи екомаркування

«Білий лебідь» – екологічний сертифікаційний символ введений чотирма Скандинавськими країнами (Швецією, Норвегією, Фінляндією і Ісландією) в 1990 році. Означає, що товар відповідає скандинавським екологічним вимогам (рис. 2.6)

"Екологічний вибір" (Канада) (рис. 2.7). Даним знаком маркірується продукція і послуги, які дозволяють економити енергію і матеріали, а також дозволяють мінімізувати кількість шкідливих викидів.

Шведський екологічний символ видається Шведським Товариством Контролю Сільгосппродукції (Kontrollföreningen för ekologisk odling). Означає товари вирощені без застосування хімічних добрив і пестицидів. У випадку з продуктами тваринного походження застосовуються інші критерії. Іноді зустрічається на продуктах, зроблених за межами Швеції (каві, чаї, фруктах) (рис. 2.8).



Рис. 2.9 – Логотип Fairtrade



Рис. 2.10 – «Зелений журавель» (Україна)

Логотип Fairtrade («чесна торгівля») застосовується для «колоніальних» товарів - масових сільськогосподарських продуктів, вироблених в країнах, що розвиваються, для споживання у багатих економіках Заходу. Під сертифікацію потрапляють: кава, чай, какао, горіхи, рис, киноа, фрукти, банани, соки, спеції, мед і вино. Марка Fairtrade може застосовуватися не лише для чистих продуктів, то також для товарів, в яких є компонент (істотний, з долею не менш певного значення), сертифікований за відповідними стандартами. Приклад такого застосування - сухі сніданки Musli, які можуть містити вироблені в країнах, що розвиваються, сухофрукти, горіхи, цукор (рис. 2.9).

З 1 липня 2011 р. в Україні впроваджена оновлена версія знаку екологічного маркування товарів і послуг українського знаку екомаркування «Зелений журавель» (рис. 2.10). Контуру знака - «Екологічний сертифікат». Під знаком розташовується код екологічного стандарту, на відповідність якому пройшла сертифікацію маркірована ним продукція. Термін використання знаку відповідає терміну дії сертифікату (3 роки) і може бути продовжений за результатами ресертифікації.

2.4 Інженерно-екологічні методи та технології охорони атмосферного повітря, водних об'єктів, ґрунтового покриву, геологічного середовища, біоценозів та ландшафтів

Методи запобігання забрудненню навколишнього середовища (НС) діляться на пасивні і активні.

Пасивні пов'язані із зменшенням концентрації забруднюючих речовин (ЗР) в атмосферному повітрі або водному середовищі без зміни абсолютних кількостей ЗР, що поступають в 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 250м), або глибоководних скидів..

Активні методи зниження забруднення НС зменшують абсолютні кількості ЗР, розміщуваних в НС. До таких методів відносяться технологічні і інструментальні методи.

До технологічних методів зниження забруднення НС відносяться:

- перехід виробництва на нову технологію, пов'язану з утворенням меншої кількості ЗР, потрапляючих в атмосферу і гідросферу;
- перехід на менш ресурсо- і енергоємні технології;

➤ внесення змін в технологічний процес, які або зв'язують ЗР, що утворюються, або перешкоджають їх утворенню.

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

Очищення промислових викидів

Промислові гази містять тверді, рідкі і газоподібні домішки. Повна технологічна схема очищення (рис.2.11) складається з етапів, на яких відбувається видалення кожного виду домішок:

- видалення твердих та/або рідких (гетерогенних) домішок відбувається послідовно: на першому етапі відділяються крупнодисперсні домішки, на другому етапі відбувається уловлювання тонкодисперсних часток;
- уловлювання або знешкодження газоподібних (гомогенних) домішок за допомогою відповідних методів.

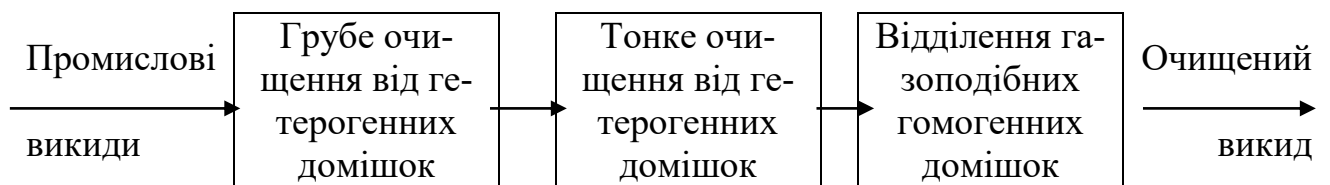


Рис. 2.11 - Принципова технологічна схема очищення промислових викидів.

Існуюча класифікація методів очищення викидів (рис. 2.12) відповідає принципівій технологічній схемі очищення промислових викидів.

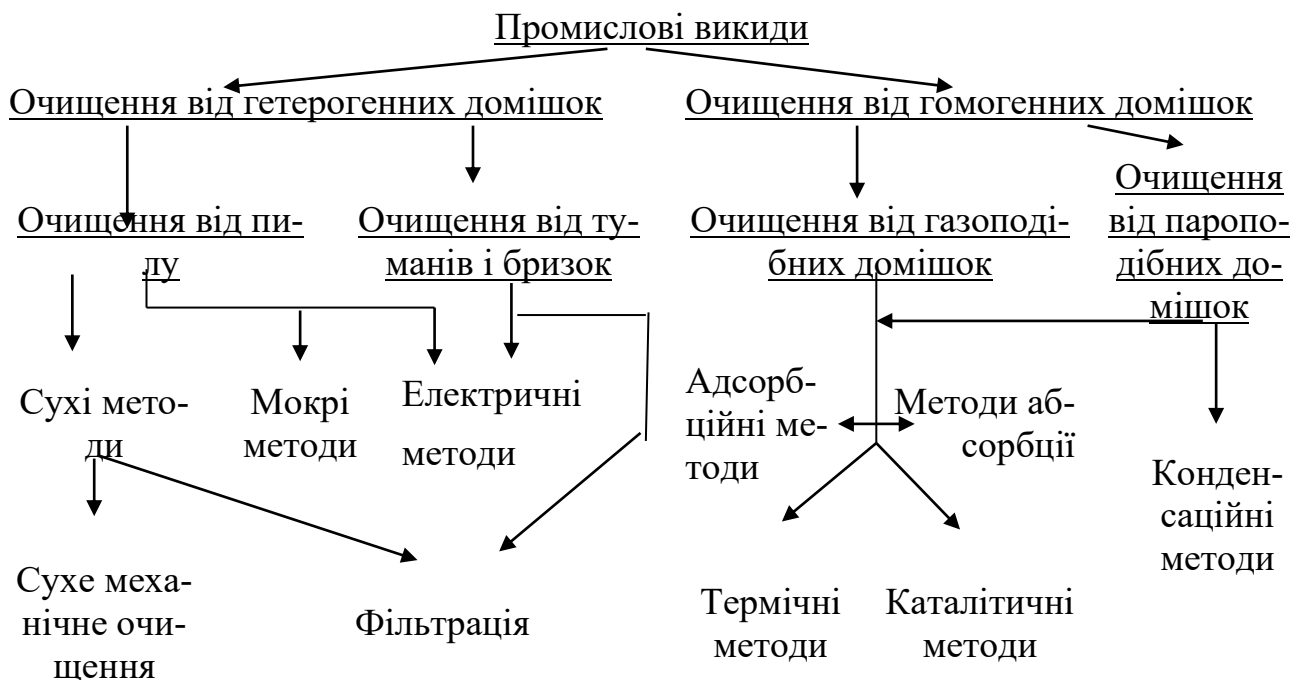


Рис. 2.12 - Класифікація методів очищення викидів.

У складі промислових викидів містяться різноманітні забруднювальні речовини. Класифікація їх відюувається за хімічним складом (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Класифікація основних забруднювальних речовин по хімічному складу

Осно- вний хіміч- ний еле- мент	Тип спо- лук	Приклади
Сірка	неорганічні	туман H_2SO_4 , H_2S , CS_2 , SO_2 , SO_3
	органічні	меркаптани ($R-SH$), діметилсульфід ($(CH_3)_2S$), ді- метилдісульфід ($(CH_3)_2S_2$)
Азот	неорганічні	HNO_3 , NH_3 , NH_2- , $CN-$, HCN , оксиди азоту
	органічні	пероксонітрати ($-O-O-NO_2$) -, аміни (продукти заміщення H в NH_3 : первинні, вторинні або тре- тинні; по числу NH_2 -груп – моно-, ді, триаміни; діметилформамід ($(CH_3)_2NCHO$) $CH_3-C-O-O-NO_2$ пероксоацетилнітрат (ПАН) O $C_6H_5-C-O-O-NO_2$ пероксобензоілнітрат (ПБН) O
Галогени	неорганічні	F_2 , HF , SiF_4 , Cl_2 , Br_2
	органічні	хлоровані вуглеводні (ДДТ ($(C_6H_4Cl)_2CH-CCl_3$), трихлоретилен, хлорбензол, хлороформ, три- фторметан
Вуглець	неорганічні	CO , CO_2
	органічні	C_mH_n , аліфатичні, ароматичні, полігетероцик- лічні, спирти $R-OH$, фенол C_6H_5OH , альдегіди – $C=O$, кислоти $-C=O$, H OH кетони $>C=O$

Класифікація твердих забруднюючих речовин здійснюється за вмістом за вмістом шкідливих компонентів:

1. Пил, що містить токсичні компоненти (важкі метали і їх сполуки, токсичні біологічно активні речовини, радіоактивні речовини).

2. Пил, що не містить біологічно активних токсичних компонентів:

А. Пил з домінуючим фіброгенним ефектом (фіброз – надмірний розвиток сполучних тканин в організмі): пил, що містить азбест, кам'яновугільний пил, графіт, тальк, слюда, керамічні глини, польовий шпат, каолін, вогнетривкі глини, пил від очищення сталевих відливок, агломераційний пил, пил з різним вмістом SiO_2 .

В. Пил, що не має фіброгенного ефекту, але з яскраво вираженою дратівливою дією: бавовна, льон, прядиво, джут, шерсть, волокна базальту, скловолокна, карбонати лужних металів, обпалений вапняк.

С. Пил без фіброгенного і дратівливого ефектів: буро-вугільний, борошняний, цукровий.

Промислові гази, що містять завислі частинки, є двофазною системою, яка складається з суцільної (дисперсійної) фази — газів, і дисперсної — тверді частинки або крапельки рідини. Дисперсна фаза може складатися з частинок однакової величини (монодисперсна система) або з частинок різної величини (полідисперсна система). Такі двофазні системи називаються аерозолями. Аерозолі, що містять тверді частинки з розмірами більше 10 мкм, називаються грубим пилом, 10—1 мкм — дрібним пилом, менше 1 мкм — димом. Аерозолі з рідкими частинками розмірами менше 1 мкм називаються туманом.

До властивостей твердих домішок, які найбільше впливають на вибір способу їх відділення від викиду відносяться наступні:

1. Щільність частинок. Розрізняють істинну, насипну і уявну щільність.

Істинна щільність – це відношення маси речовини частинки до займаного цією речовиною об'єму без урахування об'єму пір і газових включень, які можуть бути в частинці.

Уявна щільність – це відношення маси частинки до займаного нею об'єму, з урахуванням пір і газових включень. Для гладких частинок і крапель істинна щільність дорівнює уявній.

Насипна щільність – це відношення маси свіжонасипаних частинок до займаного ними об'єму з урахуванням повітряних проміжків між частинками. У часі (при злежуванні) насипна щільність зростає в 1,5-2 рази.

2. Дисперсність частинок. Розмір частинки є її основним параметром.

Частинки промислового пилу мають різну форму, можуть коагулювати і об'єднуватися в агломерати, тому поняття розміру частинок достатньо умовне. Найбільший і якнайменший розміри частинок характеризують діапазон дисперсності даного пилу. Для характеристики дисперсного складу пилу всю його масу розділяють на фракції, обмежені частинками певного розміру з вказівкою, яку частину у відсотках по масі вони складають від загальної кількості пилу. Дисперсний склад пилу зображається у вигляді інтегральних кривих. Більшість промислового пилу підкоряється нормально логарифмічному закону розподілу частинок за розмірами. Дисперсність пилу визначає швидкість і ступінь його уловлювання.

Існує класифікація пилу по ступеню дисперсності (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 - Класифікація пилу по ступеню дисперсності

Група	Характеристика пилу	Розмір, мкм
I	Дуже крупнодисперсний	$n > 10$
II	Крупнодисперсний (дрібний пісок для будробіт)	$2 < n < 10$
III	Середньодисперсний (наприклад, цементний)	$0,2 < n < 2$
IV	Дрібнодисперсний (зважений атмосферний)	$0,1 < n < 0,2$
V	Дуже дрібнодисперсний	$n < 0,1$

Ступінь уловлювання пилу в різних апаратах наведена у табл.2.6.

Таблиця 2.6 - Ступінь уловлювання пилу в різних апаратах

Апарат	Ступінь уловлювання, %, залежно від фракції, мкм		
	50	5	1
Циклон	95	27	8
Скрубер порожнинний	99	98	58
з насадкою	100	98	80
Електрофільтр сухий	99	98	86
Скрубер Вентурі			
середньоенергоємний	99	92	90
високошвидкісний	100	99	92
Тканинний фільтр	100	99	99

3. Адгезійні і абразивні властивості.

Адгезійні властивості визначають їх схильність до зклеювання між собою і здатність налипати на поверхні устаткування. Підвищене зклеювання часток може привести до повного або часткового забивання апарату.

Чим менше розмір частинок, тим легше вони прилипають до поверхні апарату. Пил, у якому 60-70% частинок мають діаметр менше 10 мкм, веде себе як той, що злипається, хоча такий же пил з розміром частинок більше 10 мкм має хорошу сипучість. По зклеюваності пил поділяється на 4 групи:

- що не злипається (шлаковий, глина суха),
- слабкозклеюваний (коксівний, доменний),
- середньозклеюваний (торф'яний, сажа, тирса),
- сильнозклеюваний (цемент, азбест, бавовна).

Із зклеюваністю пов'язана інша характеристика пилу – його сипучість.

Абразивні властивості пилу характеризують інтенсивність зносу матеріалів при певних швидкостях газів і концентраціях пилу. Ці властивості залежать від твердості, форми, розмірів і щільності частинок. Присутність у пилу значної кількості абразивного матеріалу обумовлює необхідність захисту устаткування шляхом збільшення товщини стінок апаратів або застосування в них спеціальних високостійких до абразивного зносу вставок. Абразивний пил також унеможливорює застосування як пилоочисного апарату тканинного фільтру через

швидкий знос ворсу на фільтрувальній тканині.

4. Змочуваність і гігроскопічність.

Змочуваність впливає на ефективність роботи мокрих пиловловлювачів (особливо при роботі з рециркуляцією). Гладкі частинки змочуються краще, ніж частинки з нерівною поверхнею, оскільки останні більшою мірою покриті абсорбованою газовою оболонкою, що утрудняє змочування. По характеру змочування всі тверді тіла діляться на три основні групи:

- гідрофільні матеріали - добре змочувані (кварц, вапняк),
- гідрофобні - погано змочувані (графіти, вугілля, сірка),
- абсолютно гідрофобні - парафін, тефлон, бітуми.

Гігроскопічність частинок - це здатність пилу вбирати вологу. Гігроскопічність залежить від хімічного складу, розміру, форми і ступеня шорсткості поверхні частинок. Гігроскопічність сприяє уловлюванню пилу в апаратах мокрого типу.

5. Електропровідність і електрозарядженість.

Електропровідність оцінюється по питомому електроопору шару пилу ρ , який залежить від властивостей окремих частинок (поверхневої і внутрішньої електропровідності, форми і розмірів частинок), а також від структури шару і параметрів газового потоку. Електропровідність шару впливає на роботу електрофільтрів.

Залежно від питомого електроопору пил ділять на 3 групи:

- низькоомний пил - $\rho < 10^4$ Ом*см (при осадженні на електроді дуже швидко розряджаються, що може привести до вторинного віднесення),
- пил з опором $10^4 - 10^{10}$ Ом*см (добре уловлюються, оскільки розрядка частинок відбувається не відразу, а протягом часу, необхідного для накопичення шару),
- пил з опором $\rho > 10^{10}$ Ом*см (його уловлювати складно, оскільки він утворює на електроді пористі ізолюючі шари).

Електрична зарядженість частинок впливає на ефективність уловлювання, на вибухонебезпечність і адгезійні властивості частинок. Знак заряду залежить від способу їх утворення, хімічного складу, властивостей речовини, з якою вони стикалися.

6. Здатність до самозагорання і утворення вибухонебезпечних сумішей з повітрям.

Горючий пил внаслідок сильно розвиненої поверхні контакту частинок з киснем повітря здібний до самозагорання і утворення вибухонебезпечних сумішей з повітрям. Здатність до самозаймання має пил з органічних речовин, а також пил металів.

Розмежують нижню і верхню концентраційні межі вибуховості, поза якими суміші не є вибухонебезпечними. Ці межі змінюються залежно від температури і тиску суміші, вмісту інертних речовин.

Класифікація по вибухо- і вогненебезпечності сумішей горючого пилу з повітрям:

- 1 клас (найбільш вибухонебезпечні) - речовини з нижньою межею вибу-

ховості до 15 г/м^3 (цукор, торф, ебоніт, сірка, каніфоль, крохмаль).

2 клас (вибухонебезпечні) - речовини з нижньою межею вибуховості від 15 до 65 г/м^3 .

3 клас (найбільш вогненебезпечні) складають речовини з температурою самозаймання до 250°C (тютюнова – 205°C , елеваторна – 245°C).

4 клас (вогненебезпечні) -- речовини з температурою самозаймання вищі 250°C (деревна тирса - 275°C).

Максимальні вибухонебезпечні концентрації зваженого в повітрі пилю $700\text{-}800 \text{ г/м}^3$. Інтенсивність вибуху залежить від його хімічного складу, термічних властивостей, від розмірів і форми частинок, їх концентрації в повітрі, від вологості і складу газів, відносного вмісту інертного пилю.

Пиловловлювачі застосовують для уловлювання з викидів пилю II, III і IV груп по дисперсності. V група, як правило, в пиловловлювачах ефективно не уловлюється через високу дисперсність.

Для знешкодження гетерогенних домішок викидів – пилю і туманів – використовують сухі, мокрі і електричні методи.

Методи очищення промислових викидів від зважених в них частинок об'єднані в 4 основні групи:

- сухе механічне очищення, в їх основі лежать гравітаційні, інерційні, відцентрові механізми осадження або фільтраційні механізми
- фільтрація використовує пористі перегородки,
- мокра газоочистка, очищення газових викидів здійснюється шляхом тісної взаємодії між рідиною і запиленним газом на поверхні газових міхурів, крапель або рідкої плівки
- електричне очищення засноване на іонізації молекул газу електричним розрядом і електризації зважених в газі частинок

Класифікація найбільш використовуваних пиловловлювачів наведена в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 - Класифікація найбільш використовуваних пиловловлювачів

Клас пиловловлювачів	Розмір ефективно уловлюваних частинок, мкм	Ефективність уловлювання, % по групах дисперсності пилю				
		I	II	III	IV	V
I	>0,3-0,5	-	-	-	99,9-80	<80
II	>2	-	-	99,9-92	92-45	-
III	>4	-	99,9-99	99-80	-	-
IV	>8	>99,9	99,9-95	-	-	-
V	>20	>99	-	-	-	-

Приклади пиловловлювачів за класами:

I класу – високонапірні труби Вентурі;

II – середньонапірні труби Вентурі, тканинні фільтри, електрофільтри;

III – тканинні фільтри, мокрі інерційні пиловловлювачі;

IV – високоефективні циклони;

V – пилоосаджувальні камери, циклони великої пропускної спроможності.

При обробці викидів, що містять тверді аерозольні забруднювачі, низьких величин проскоку (1 ... 2 % і менше) можна досягти, як правило, тільки двоступеневим очищенням. Для попереднього очищення можуть бути застосовані жалюзійні решітки та циклонні апарати (іноді для невеликих викидів - пилоосаджувальні камери), а для остаточної - пористі фільтри, електрофільтри або мокрі пилоосаджувачі. Рідкі аерозолі (тумани) можуть бути відділені від викиду за допомогою зміни параметрів стану (охолодження і підвищення тиску) з метою осадження в подальшому з використанням як правило мокрих способів уловлювання в мокрих скрубберах, пористих і електричних фільтрах, в абсорберах. Мокрі способи очищення твердих і рідких аерозолів мають істотний недолік - необхідність відділення уловленого забруднювача від уловлюючої рідини. З цієї причини мокрі способи слід застосовувати лише за відсутності інших методів очищення, віддаючи перевагу способам з мінімальною витратою рідини.

Очищення гомогенних шкідливих компонентів більш складне завдання, тому в промисловості використовуються фізико-хімічні методи очищення газових викидів: абсорбційні, адсорбційні, каталітичні, термічні.

Очищення промислових стічних вод

Виробничі стічні води утворюються в результаті використання води в різних технологічних процесах. Їх кількість, склад і концентрації забруднюючих речовин визначаються наступними факторами: видом промислового виробництва та характером технологічного процесу, складом вихідної сировини і продукції, що випускається, складом вихідної свіжої води, режимами технологічних процесів.

До основних санітарно-хімічними показників забруднення стічних вод відносяться температура; забарвлення, запах, прозорість; реакція середовища; сухий і щільний залишки; завислі речовини; втрати при прожарюванні, зольність твердих домішок; хімічна та біохімічна окислюваність; сполуки азоту та фосфору; сульфати і хлориди, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР); розчинений кисень; токсичні речовини; біологічні забруднення

Зазвичай кількість і якісний склад промислових стічних вод вкрай непостійні. Це обумовлено ходом технологічних процесів і нерівномірністю у використанні води на виробничі потреби. Мінливість кількості і складу стічних вод вкрай ускладнює каналізування промислових підприємств і особливо роботу очисних споруд. Так, при різких коливаннях припливу стічних вод в першу чергу порушується робота відстійників і фільтрів; при коливаннях складу стічних вод порушується робота нейтралізаційних установок і окислювачів. Тому на практиці в багатьох випадках виявляється необхідним усереднити склад стічних вод.

Метод очищення і склад очисних споруд вибирають залежно від необхідного ступеня очистки, складу забруднень, пропускної здатності очисної станції, ґрунтових умов і потужності водного об'єкта з відповідним техніко-

економічним обґрунтуванням.

Основними класифікаціями методів очищення стічних вод є наступні.

Класифікація методів очищення води Лапшина М.І. розглядає метод очищення щодо певного технологічного процесу. Всі методи очищення розбиті на 3 групи:

- 1 – засновані на видаленні домішок,
- 2 – засновані на перетворенні домішок,
- 3 – біохімічні методи.

Методи 1-ї групи видаляють домішки із стічних вод без зміни їх хімічного стану і підрозділяються на підгрупи:

а) безпосереднє видалення домішок з води (механічне відділення крупних домішок, проціджування, центрифугування, фільтрування, флотація, мембранні методи);

б) розділення після зміни фазового стану води або домішок. По характеру розділення фаз виділяють дегазацію, відгонку, випаровування, екстракцію, сорбцію, коагуляцію.

Методи 2-ї групи діляться на підгрупи:

- а) методи, засновані на утворенні малорозчинних сполук;
- б) методи, засновані на утворенні малодисоційованих сполук;
- в) методи, засновані на окислювально-відновних процесах, зокрема електрохімічні процеси.

Класифікація методів очищення води Кульського Л.А., заснована на класифікації домішок стічних вод за фазово-дисперсним станом (табл. 2.8).

Таблиця 2.8 - Класифікація домішок стічних вод за фазово-дисперсним станом

Група домішок	Розмір частинок, м	Коротка характеристика домішки
Гетерогенні забруднюючі речовини		
I - суспензії	$10^{-3} - 10^{-5}$	Суспензії і емульсії, що обумовлюють каламутність води; мікроорганізми, планктон
II – колоїдні розчини, високомолекулярні сполуки (ВМС), віруси	$10^{-7} - 10^{-8}$	Колоїди і ВМС, що обумовлюють окислюваність і кольоровість води; віруси
Гомогенні забруднюючі речовини		
III – молекулярні розчини	10^{-9}	Гази, розчинні у воді; органічні речовини, що додають воді запахи і смаки
IV – іонні розчини	10^{-10}	Солі, луки і кислоти, що додають воді мінералізованість, лужність або кислотність

Для видалення домішок використовують різні методи (табл. 2.9), згрупо-

вані відповідно до класифікації домішок стічних вод за фазово-дисперсним станом.

Таблиця 2 9 - Класифікація методів очищення води Кульського Л.А.

Група домішок	Використовувані методи очищення
I - група	Механічне безреагентне розділення (відстоювання, проціджування, центрифугування, фільтрація), флотація, коагуляція.
II - група	Діаліз, ультрафільтрація, окислення, електрофлотація, коагуляція, електрокоагуляція, флокуляція.
III - група	Окислення, екстракція, адсорбція, зворотний осмос, діаліз, ультрафільтрація, біохімічне розкладання.
IV - група	Переведення іонів в малорозчинні сполуки, обробка на іонообмінних смолах, переведення у малодисоціюючі сполуки, електродіаліз.

Класифікація методів очищення стічних вод за видами процесів, на яких вони засновані:

- механічні (фізичні),
- фізико-хімічні,
- хімічні,
- біохімічні.

В основі механічних (фізичних) методів лежить використання інерційних і відцентрових сил, сил тяжіння, тобто суто фізичні сили і процеси: проціджування, відстоювання, фільтрація, центрифугування.

До фізико-хімічних методів відносяться методи, що використовують фізико-хімічну взаємодію для видалення домішок з потоку стічних вод: адсорбція, екстракція, флотація, коагуляція, флокуляція, іонний обмін, мембранні методи.

До хімічних методів відносяться нейтралізація стічних вод, реагентні методи знешкодження, окислення, електрохімічне окислення.

До біохімічних методів очищення відносяться аеробний і анаеробний методи знешкодження стічних вод.

На практиці найбільше поширена остання класифікація.

Механічне очищення стічних вод застосовується, як правило, в якості попереднього, тобто передує іншим методам очищення. Призначення механічного очищення полягає в підготовці виробничих стічних вод при необхідності до біологічного, фізико - хімічного або іншого методу більш глибокого очищення. Воно сприяє видаленню з стічних вод нерозчинених і частково колоїдних мінеральних і органічних домішок. Механічне очищення забезпечує виділення зі стічних вод до 90 - 95 % зважених речовин і зниження органічних забруднень (по БПКполн) на 20 - 25 %. У ряді випадків механічне очищення є єдиним і достатнім способом для вилучення з виробничих стічних вод механічних забруднень і підготовки їх до повторного використання в системах оборотного водопостачання.

Хімічне та фізико-хімічне очищення зазвичай застосовують для виробничих стічних вод на локальних каналізаційних очисних спорудах підприємств. Застосування хімічного очищення доцільне (як попереднє) перед біологічним або фізико-хімічним. Хімічне очищення виробничих стічних вод може також застосовуватися як самостійний метод перед їх подачею в систему оборотного водопостачання, перед спуском у водойму або в міську каналізаційну мережу. Хімічна обробка також застосовується як метод глибокого очищення стічних вод з метою їх дезінфекції, знебарвлення або вилучення з них різних компонентів. При локальному очищенні виробничих стічних вод в більшості випадків перевага віддається хімічним методам. Хімічне очищення застосовують у випадках, коли виділення домішок можливо тільки в результаті хімічної реакції між домішкою і реагентом. До основних хімічних способів очищення ставляться нейтралізація, окислення, відновлення, реагентні методи виділення забруднюючих речовин у вигляді малорозчинних і нерозчинних сполук. До окислювальних методів відноситься також електрохімічна обробка.

Реакція нейтралізації - це хімічна реакція між речовинами, що мають властивості кислоти і гідроксиду, яка приводить до втрати характерних властивостей обох сполук. В результаті такої реакції концентрація H^+ і OH^- стає рівною 10^{-7} , а рН такої системи стає рівним 7.

Нейтралізація застосовується для обробки виробничих стічних вод, що містять кислоти і луги. У більшості кислих стічних вод містяться солі важких металів, які необхідно виділяти з цих вод. Нейтралізацію здійснюють у таких цілях:

- Для запобігання корозії матеріалів каналізаційних мереж та очисних споруд;
- Щоб уникнути порушення біохімічних процесів в біологічних окислювачах і у водоймах;
- Для осадження із стічних вод солей важких металів.

Практично нейтральними вважаються суміші з рН = 6,5 - 8,5. Отже, піддавати нейтралізації необхідно стічні води з рН менше 6,5 і більше 8,5, при цьому необхідно враховувати здатність водойми до нейтралізації, а також лужний резерв міських стічних вод. З умов скидання виробничих стічних вод у водойму або в міську каналізацію велику небезпеку становлять кислі стоки, які до того ж зустрічаються значно частіше, ніж лужні. Найчастіше стічні води забруднені мінеральними кислотами: сірчаною, соляною, азотною, а також їх сумішами.

Окислювальний метод заснований на зміні ступеню окислення атомів у молекулі забруднювальної речовини, що призводить до виникнення нових, менш токсичних речовин. Застосовується для знешкодження виробничих стічних вод, які містять токсичні домішки (ціаніди, феноли), а також для вилучення із стічних вод речовин, які не можна або недоцільно вилучати іншими методами. Метод застосовується в наступних галузях промисловості:

- Машинобудівної (у цехах гальванічних покриттів);
- Гірничодобувної (на збагачувальних фабриках);
- Нафтохімічною (на нафтопереробних і нафтохімічних заводах);
- Целюлозно - паперової та інших.

Реагентами (окислювачами) є хлор і його похідні (хлорне вапно, гіпохлорит кальцію і натрію, хлорне вапно, діоксид хлору), озон, технічний кисень і кисень повітря.

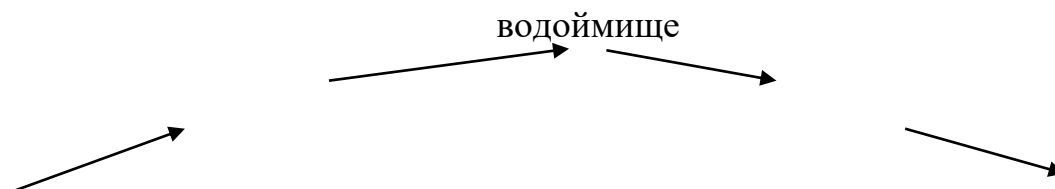
Хлорування є найбільш поширеним методом знезараження. Хлорування застосовують для видалення із стічних вод фенолів, ціанідів, сірководню та інших сполук, а також для боротьби з біологічними обростаннями споруд.

Озонування застосовується для очищення стічних вод від фенолів, нафтопродуктів, сірководню, сполук миш'яку, ПАР, ціанідів, барвників, канцерогенних ароматичних вуглеводнів, пестицидів та ін.

Фізико-хімічні методи грають істотну роль при обробці виробничих стічних вод. Фізико-хімічне очищення стічних вод включає безліч різних способів, які можуть використовуватися як самостійно, так і в поєднанні з механічними, біологічними і хімічними методами очищення. Вони забезпечує видалення як твердих зважених часток, так і розчинених домішок. Найбільше поширеними методами фізико-хімічного очищення стічних вод від забруднювальних речовин колоїдного ступеню диспергування є коагуляція та флокуляція.

У практиці обробки води терміном "коагуляція" визначають процеси дестабілізації колоїдних систем, які найчастіше пов'язані з нейтралізацією поверхневого електричного заряду таких домішок, терміном "флокуляція" визначають процеси, що протікають без зміни електричних властивостей частинок з утворенням пластівців, в яких колоїдні частинки зв'язані за рахунок хімічних сил містками з макромолекул флокулянтів. При флокуляції відбувається утворення крупних агрегатів, які швидше, ніж при коагуляції осідають під дією сили тяжіння, при цьому підвищується механічна міцність пластівців до укрупнення (агломерації) нейтральних колоїдних часток. Відповідні реагенти відомі як коагулянти і флокулянти.

Біохімічні методи очищення місцевих стічних вод. Вода - один з найважливіших компонентів системи життєзабезпечення. Людині вода необхідна для задоволення фізіологічних потреб, для господарських потреб, величезна її кількість споживається для потреб сільського господарства і промисловості. Використана вода відводиться назад у водоймище. Так виникає штучний кругообіг води, можливий лише за умови очищення води перед скиданням її у водоймище і відповідної підготовки природної води перед подачею її споживачеві. Для будь-якого об'єкту - споживача води - такий кругообіг можна умовно уявити у вигляді такої схеми (рис. 2.13). Природні водоймища одночасно служать і джерелами водопостачання, і приймачами СВ. Взаємозв'язок і взаємозалежність окремих ланок штучного кругообігу дозволяє розглядати процеси водопідготовки, очищення СВ і самоочищення природних водоймищ як елементи єдиного інтегрального процесу.



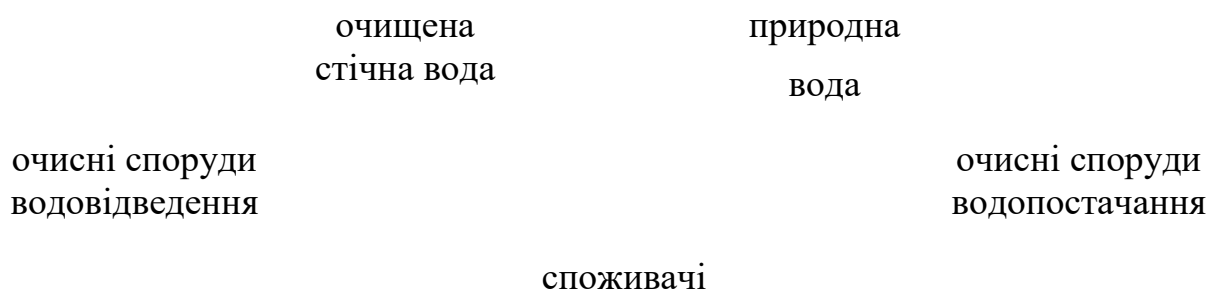


Рис. 2.13 - Кругообіг води, яка використовується у містах.

Склад міських стічних вод визначається нормами водовідведення, системою каналізування населеного пункту (повної чи неповної роздільної, загальноносливної, напівроздільної, комбінованої), характером забруднення виробничих стічних вод та іншими факторами. Таким чином, на міські очисні споруди потрапляє суміш стічних вод, яка може складатись з виробничих стічних вод, які підлягають локальному очищенню і відведенню сумісно з господарсько-побутовими стоками, які утворились на території підприємств, господарсько-побутовими стоками, які утворились в житловій частині міст та поверхневого стоку. Атмосферні (зливові) стічні води (поверхневий стік) утворюються в результаті змиву домішок, які накопичуються на території, дощовою, талою та поливальною водою. Відмінною особливістю зливового стоку є його епізодичність і різко виражена нерівномірність по витраті і концентраціям забруднень. Поверхневий стік містить в основному мінеральні забруднення - тверді (зважені) частки, а також нафтопродукти. Зливові води з територій промислових підприємств можуть містити специфічні домішки, характерні для того чи іншого виробництва. На забрудненість поверхневого стоку впливають багато факторів: рівень благоустрою території, щільність населення, інтенсивність руху транспорту. Поверхневий стік з промислових майданчиків має, як правило, більш складний склад, а концентрація забруднень в ньому вище, ніж у міському стоці. Господарсько-побутові стічні води утворюються в житловій частині міст, а також на території підприємств при експлуатації санвузлів, душових, пралень та їдалень. У складі таких вод розрізняють фекальні, забруднені в основному фізіологічними виділеннями людей, і господарські, забруднені різними господарськими покидьками, миючими засобами. Відмінною особливістю господарсько-побутових вод є відносна сталість їх складу і висока ступінь забрудненості. Основну масу забруднень складають органічні речовини рослинного і тваринного походження. Господарсько-побутові стічні води завжди містять велику кількість мікроорганізмів, які є продуктами життєдіяльності людини, серед яких можуть бути і патогенні. Це найбільш небезпечна в епідеміологічному відношенні частина забруднень.

За фізичним станом забруднення міських стічних вод діляться на нерозчинні домішки, що знаходяться у воді у вигляді великих зважених часток розміром більше 0,1 мм, у вигляді суспензії, емульсії і піни, і на розчинні домішки, що знаходяться у воді у вигляді колоїдних і розчинних частинок. За характером забруднення міських стічних вод діляться на мінеральні та органічні. Приблиз-

не співвідношення мінеральних і органічних речовин 42:58. Для очищення міських стічних вод, як правило, застосовують біологічні методи.

Біологічне окислення - процес природний, його характер однаковий як для процесів, що протікають у водоймищі, так і для очисних споруд. Біохімічний метод очищення застосовують для очищення господарсько-побутових (комунальних) і промислових СВ від багатьох розчинених органічних і неорганічних (сірководню, сульфідів, аміаку, нітриту і так далі) сполук. Цей процес заснований на здатності мікроорганізмів використовувати перераховані речовини в процесі живлення.

Ступінь забрудненості СВ органічними речовинами можна оцінити величиною БСК - кількістю кисню, споживаного для біохімічного окислення цих речовин в аеробному процесі за певний інтервал часу. БСК виражають в міліграмах $O_2/л$.

БСК - це біохімічна потреба в кисні або кількість кисню, використаного при біохімічних процесах окислення органічних сполук (не включаючи процеси нітрифікації) за певний проміжок часу (5 - 20 діб). Виражається кількістю кисню в міліграмах на 1 літр СВ (міліграм $O_2/дм^3$ СВ), або грамах $O_2/м^3$ СВ, або грамах $O_2/г$ окислюваної речовини. Наприклад, БСК₅ - біохімічна потреба в кисні за 5 діб при 20°C. Основний показник при розрахунку очисних споруд - БСК_{повн} - біохімічна потреба в кисні, що витрачається для повного окислення органічних речовин, що містяться в СВ, мікроорганізмами до початку процесів нітрифікації.

БСК не враховує стійкі органічні речовини, що не зачіпаються біохімічним процесом, і частину речовин, що йдуть на приріст бактерій. Тому для повної оцінки кількості органічних речовин в СВ, окрім БСК, визначають ХСК.

ХСК (хімічне споживання кисню) - це кількість кисню, необхідного для перекладу вуглецю органічних сполук в CO_2 , водню - в H_2O , сірки - в SO_2 , фосфора - в P_2O_5 , азоту - в NH_4^+ , але не враховується кисень, що витрачається на окислення аміаку, оскільки утворення нітриту і нітратів не входить у величину ХСК. ХСК теж виражається в міліграмах $O_2/дм^3$, або грамах $O_2/м^3$ СВ, або грамах $O_2/г$ речовини. Величину ХСК можна розрахувати за стехіометричними рівняннями. ХСК завжди більше БСК, оскільки при біохімічних процесах не всі речовини мінералізуються, крім того, в навколишнє середовище повертаються продукти життєдіяльності мікроорганізмів.

Величина БСК₂₀ побутових СВ складає приблизно 86% ХСК.

Для встановлення можливості подачі промислових СВ на біохімічне очищення встановлюють максимальні концентрації токсичних речовин, які не впливають на процеси біохімічного окислення (МК₆) і на роботу очисних споруд (МК_{6,о.с}). За відсутності таких даних можливість біохімічного окислення встановлюють по відношенню БСК_{повн} і ХСК. Це відношення, яке характеризує біорозкладність СВ, називають біохімічним показником. Для різних груп СВ його значення коливаються в широких межах (табл. 2.10).

Таблиця 2.10 - Значення ХСК, БСК та біохімічного показника

для деяких органічних речовин.

Компонент СВ	Формула	ХСК, мг/мг	БСК _{повн} , мг/мг	БСК/ХСК, %
Молочна кислота	CH ₃ CH(OH)COOH	1,07	0,95	89
Метанол	CH ₃ OH	1,50	1,02	68
Етанол	C ₂ H ₅ OH	2,09	1,57	75
Пропіоновий альдегід	CH ₃ CH ₂ CHO	2,21	1,22	55
Бензиловий спирт	C ₆ H ₅ CH ₂ OH	2,52	0,78	31

За величиною біохімічного показника СВ підрозділяють на 4 групи:

1 група має біохімічний показник вище 20%. До цієї групи відносяться СВ харчової промисловості (дріжджових, крохмальних, цукрових, пивоварних заводів), заводів нафтопереробних, синтетичних жирних кислот, БВК і ін. Органічні забруднення цієї групи не є токсичними для мікробів.

2 група має показник 10 - 2%, сюди відносять СВ коксування, азототукових, коксохімічних, содових заводів. Після механічного очищення ці СВ можуть бути спрямовані на біохімічне очищення.

3 група має показник 1 - 0,1%. До неї відносяться, наприклад, СВ процесів хлорування, виробництва мастил і ПАР, сірчанокислотних заводів, підприємств чорної металургії, важкого машинобудування і ін. Ці води після механічного, хімічного і фізико-хімічного очищення (локального) можуть бути спрямовані на біохімічне окислення.

4 група має показник нижче 0,1%. СВ цієї групи містять, в основному, завислі речовини. Для них використовуються механічні методи очищення. До таких вод відносяться СВ вугле- і рудозбагачувальних фабрик і ін.

СВ 1 і 2 груп відносно постійні за складом і характером забруднень. Вони можуть бути застосовані в системах оборотного водопостачання. СВ 3 групи утворюються періодично і відрізняються змінною концентрацією забруднень, стійких до біохімічного окислення. Вони забруднені речовинами, добре розчинними у воді. Ці води непридатні для оборотного водопостачання.

Біохімічне очищення може здійснюватися в аеробних і анаеробних умовах. Аеробні методи застосовують, в основному, для малоконцентрованих субстратів (концентрація по БСК до 500 - 1000 мг/л), оскільки в аеробних умовах значна частина забруднень використовується мікроорганізмами в конструктивному метаболізмі, внаслідок чого утворюється біомаса, пропорційна масі знятих забруднень. Концентрація міських СВ по БСК зазвичай не перевищує 200-400 мг/л. Для їх очищення застосовують аеробні методи.

При аеробному очищенні мікроби культивуються в активному мулі (АМ) і біоплівці.

Біохімічне очищення вважають за повне, якщо БСК_{повн} очищеної води складає менше 20 мг/дм³ і неповною при БСК_{повн} більше 20 мг/дм³. У свою чергу повне біохімічне очищення підрозділяють на дві категорії:

- з нітрифікацією азоту амонійних солей
- без нітрифікації азоту амонійних солей.

У першому випадку поряд з окисленням вихідних вуглецевмісних сполук передбачається переведення амонійного азоту в нітрит і нітрати, в другому випадку очищення закінчують у той момент, коли фіксується початок процесу окислення амонійного азоту.

Процес нітрифікації відбувається одночасно з окисленням клітинної речовини АМ, тому варіант повного біохімічного очищення з нітрифікацією називають процесом очищення з мінералізацією мулу.

В процесі біохімічного очищення зниження ХСК досягає 50-80%, азот амонійний в процесі без нітрифікації зменшується не більше ніж на 30%, а з нітрифікацією - на 80 - 85%, концентрація фосфатів знижується на 60 - 90%, концентрація хлоридів і сульфатів не міняється.

Біохімічне очищення СВ відбувається в нестерильних умовах, дезінфекція води здійснюється після біохімічного очищення хлоруванням, озонуванням або УФ-опроміненням.

Аеробні процеси біохімічного очищення можуть протікати в природних умовах і в штучних спорудах. У природних умовах очищення СВ протікає на полях зрошування, полях фільтрації і в біологічних ставках.

Поля зрошування - це спеціально підготовлені ділянки ґрунту, що використовуються одночасно для очищення СВ і агрокультурних цілей. Очищення в цих умовах йде під впливом сонця, повітря, під впливом життєдіяльності рослин, а також внаслідок спільної роботи ґрунтової мікрофлори і мікрофауни і мікроорганізмів СВ. Бактерії мінералізують органічні речовини, водорості продукують кисень, найпростіші знищують надлишкові кількості бактерій. Дощові хробаки, личинки комах розпушують ґрунт і сприяють проникненню повітря в замулені ділянки. Крім того, вони переробляють важко розщеплювані органічні речовини (целюлозу, хітин). Землеробські поля зрошування після біохімічного очищення СВ, зволоження, внесення добрив використовуються для вирощування зернових, силосних культур, трав, овочів, а також для посадки чагарників і дерев.

Поля фільтрації - не призначені для вирощування сільськогосподарських культур, вони використовуються тільки для очищення СВ, тому на них дається максимально можливе навантаження. В процесі очищення СВ проходять через шар фільтруючого ґрунту, в якому затримуються завислі і колоїдні частинки. Проникаючий з повітря в пори ґрунту кисень окислює органічні речовини, перетворюючи їх на мінеральні сполуки. У глибокі шари проникнення кисню утруднене, тому основне окислення органіки відбувається на глибині до 0,5 м. У зимовий час СВ направляють лише на поля фільтрації.

Біологічні ставки - це трьох-, п'ятиступінчастий каскад ставків, через які з невеликою швидкістю протікає освітлена або заздалегідь очищена вода. Вони призначені для остаточного біохімічного очищення або для доочищення СВ в комплексі з іншими очисними спорудами.

Біохімічне очищення СВ в штучних аеробних умовах проводять у біофільтрах різних конструкцій і аеротенках. У біофільтрах мікроорганізми активно мулу формують біоплівку, в аеротенках знаходяться у вигляді вільно плава-

ючих пластівців.

Сучасні станції очищення міських СВ вважаються за промислові комплекси, що продукують очищену воду. Комплекс очисних споруд включає чотири основні блоки (на станціях їх називають цехами): механічного очищення, біологічного очищення, знезараження води і обробки осадів.

Принципову схему міської станції очищення стічних вод наведено на рис. 2.14.

У блоці механічного очищення (1) з води вилучаються нерозчинні домішки, при цьому вони розділяються на переважно органічні і переважно неорганічні. Послідовність видалення різних домішок обумовлена ступенем їх дисперсності і питомою масою.

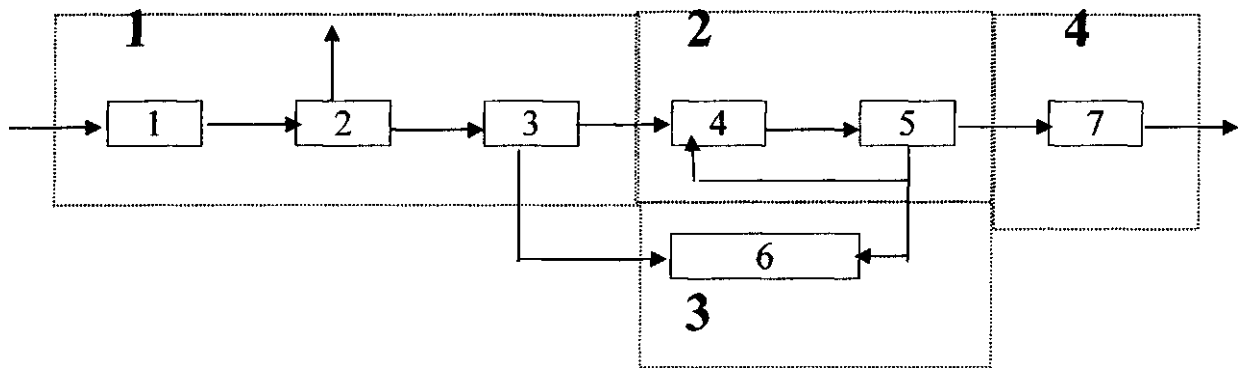


Рис. 2.14 - Принципова схема міської станції очищення стічних вод.

На першій стадії очищення воду проціджують через ґрати, що затримують крупні домішки - покидьки. Суха речовина покидьків на 93 - 95% складається з органічних сполук. На наступній стадії - в пісколовках - вода звільняється від важких мінеральних домішок (пісок), що оберігає подальші споруди від абразивної дії піску. Нарешті, на останній стадії механічного очищення в первинних відстійниках виділяють частину завислих речовин, які в результаті седиментації утворюють осад, зазвичай званий сирим. Осад, як і покидьки, що знімаються з ґрат, містить, в основному, легко загниваючі домішки органічного характеру. Тому сирі осад і покидьки передаються в цех обробки осадів (3) для знешкодження та стабілізації. Органічні забруднюючі речовини, які містяться в стічних водах у вигляді колоїдів і розчинених речовин, вилучаються на 90 - 95 % шляхом біохімічної очистки в цеху біохімічного очищення (2) у спеціальних спорудах (аеротенки, біофільтри, метантенки). Останній етап обробки стічних вод у цеху знезараження (4) - їх дезінфекція (знезараження) хлором, який впливає на бактеріальні організми, які залишилися після біологічного, фізичного та додаткового очищення. Для цього служать такі споруди, як хлоратори, контактні резервуари.

У даний час поширюється анаеробне очищення СВ. Воно має ряд суттєвих недоліків, особливо при обробці концентрованих стоків: високі енерговитрати на аерацію, необхідність обробки і утилізації надлишкового АМ (біомаси мікроорганізмів), що має дуже низьку водовіддаючу спроможність, використання великих площ, великі капітальні і експлуатаційні витрати. Виключити вказані недоліки аеробних технологій може використання технології анаероб-

ного зброджування, яка не вимагає витрат на аерацію і пов'язана з утворенням цінного енергоносія - метану. Крім того, в анаеробних процесах утворюється всього до 0,2 кг активної біомаси на кожен кілограм видаленої БСК, тоді як в аеробних - до 2 кг АМ. Менший приріст біомаси в анаеробному процесі знімає проблему обробки і утилізації надлишкової біомаси.

Анаероби (від грецького. an – заперечна частка і аероби), організми, що здатні жити і розвиватися за відсутності вільного кисню і одержуючі енергію для життєдіяльності розщеплюванням органічних і неорганічних речовин. Анаероби ділять на облігатні і факультативні.

Облігатні (обов'язкові, суворі) анаероби добре розвиваються при повній відсутності кисню, швидко гинуть при зіткненні з повітрям, спори стійкі до кисню. Вони позбавлені ферментних систем, здатних переносити водень на вільний кисень. До облігатних анаеробів відносяться біфідобактерії, що живуть у кишечниках людей і тварин, а також маслянокислі і ін. бактерії, що розвиваються в середовищах, позбавлених кисню (глибокі ділянки рани, дозріваючий сир, мул донних відкладень і ін.). Серед багатоклітинних організмів облігатні анаероби не зустрічаються.

Факультативні (умовні) анаероби здатні розвиватися як без кисню, так і в його присутності. До факультативних анаеробів відносяться як мікроорганізми (дріжджі, коки і ін.), так і деякі прості і багатоклітинні тварини - мешканці гниючого мулу (війкові інфузорії, малощетинкові черв'яки, моллюски і ін.). Відношення до кисню у факультативних анаеробів різне: розвиток одних йде краще у відсутності кисню, інших - в його присутності. Це пов'язано з тим, що у багатьох факультативних анаеробів разом з ферментами, здатними переносити водень на різні сполуки (як це має місце у облігатних анаеробів), що легко відновлюються, є і ферменти, що переносять водень на вільний кисень. Анаероби широко поширені в природі (у ґрунті, морській воді - на великих глибинах, в донних відкладеннях і ін.) і грають важливу роль в перетвореннях органічних і неорганічних речовин.

При проведенні біохімічного очищення в анаеробних умовах в системі немає зовнішніх акцепторів електронів, немає молекулярного кисню. Не маючи доступу ні до кисню, ні до інших акцепторів електронів (нітрат, сульфат, сірка і ін.), мікроби вимушені використовувати для цього вуглець стічних вод, що приводить до утворення найбільш відновленої з вуглецевих сполук, що існують в природі, - метану. Як донор використовується також вуглець органічних речовин з окисленням його до CO_2 , тобто з хімічної точки зору відбувається типова реакція диспропорціонування, при цьому вуглець з твердої або рідкої фази переходить у газоподібну. Біогаз, що отримується в анаеробних умовах, як правило, складається з 70-80% CH_4 , 20-30% CO_2 , незначних кількостей H_2S , N_2 , H_2 , NH_3 і CO .

Сучасні методи поводження з відходами

Державний класифікатор відходів України ДК 005-96: *відходи* – це будь-які речовини і предмети, що утворюються в процесі виробництва і життєдіяльності людини або внаслідок природних або техногенних катастроф, які не мають свого подальшого призначення за місцем утворення і підлягають видаленню або переробці з метою забезпечення захисту НС і здоров'я людей або з метою повторного їх залучення до господарської діяльності як матеріально-сировинних або енергетичних ресурсів.

Класифікація відходів – процес упорядкування даних про відходи, який включає:

- 1) ідентифікацію відходів відповідно до їх стану, складу і властивостей;
- 2) співвідношення з певним процесом утворення і видом економічної діяльності;
- 3) віднесення до будь-яких інших систем групування, що діють, або переліків (забруднень, вторинних ресурсів, токсикантів тощо), категорій речовин, матеріалів і інших об'єктів;
- 4) віднесення до певних видів переробки, утилізації і видалення відходів.

Як видно з визначення, залежно від цілей, за якими створюється класифікатор, класифікацій відходів, може бути досить багато.

Наприклад, *виробничі відходи* – це різноманітні за складом і фізико-хімічними властивостями залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, що утворилися при виробництві продукції або виконанні робіт, що характеризуються потенційною споживчою цінністю (придатністю для корисного використання) і що є за своєю природою вторинними матеріальними ресурсами, використання яких у матеріальному виробництві вимагає певних додаткових операцій з метою надання їм необхідних властивостей або чіткої фіксації цих властивостей.

Відходи певної продукції – це залишки сировини та/або виникаючі у ході технологічних процесів речовини і енергії, що не піддаються утилізації. Частина відходів, яка може бути використана в тому ж виробництві, називається зворотними відходами. Сюди входять залишки сировини та інших видів матеріальних ресурсів, які утворилися в процесі виробництва товарів (виконання робіт, надання послуг). Через часткової втрати деяких споживчих властивостей зворотні відходи можуть використовуватися в умовах зі зниженими вимогами до продукту, або з підвищеною витратою, іноді вони не використовуються за прямим призначенням, а лише в підсобному виробництві (наприклад, автомобільні відпрацьовані масла - для змащення невідповідальних вузлів техніки). При цьому залишки сировини та ін матеріальних цінностей, які передаються в інші підрозділи в якості повноцінної сировини, у відповідності з технологічним процесом, а також попутна продукція, що отримується в результаті здійснення технологічного процесу, до зворотних відходів не належать. Відходи, які в рамках даного виробництва не можуть бути використані, але можуть застосовуватися в інших виробництвах, є вторинною сировиною. Відходи, які на даному етапі економічного розвитку переробляти недоцільно, утворюють безповоротні втрати, їх знешкоджують в разі небезпеки та захоронюють на

спецполігонах .

Для виробничих відходів виділяють декілька груп відходів за ступенем впливу на людину:

- *небезпечні відходи* – фізичні, хімічні або біологічні характеристики яких можуть створити або створюють значну небезпеку для НС і здоров'я людини, у зв'язку з чим виникає необхідність у спеціальних методах і способах поводження з ними;

- *токсичні відходи* – різновид небезпечних відходів, які при проникненні всередину організму через органи дихання, травлення або шкіру справляють отруйливий вплив, можуть спричинити затяжні або хронічні захворювання, включаючи захворювання раком;

- *радіоактивні відходи*.

Тверді побутові відходи (ТПВ) є специфічною формою речовинної субстанції, що утворюється у сфері споживання людиною матеріальних благ, тобто це гетерогенна суміш складного морфологічного складу, яка включає чорні і кольорові метали, папір і текстильні компоненти, скло, пластмаси, що відрізняються за хімічним складом та призначенням, харчові і рослинні залишки, каміння, кістки, гуму та ін. Відмітними особливостями ТПВ від інших субстанціональних відходів (енергетичних, речовинних, інформаційних, інтелектуальних) є:

- 1) локалізоване просторове розташування;
- 2) генетично властива їм хімічна неоднорідність.

До відходів підприємств невиробничої сфери належать відходи, які утворюються на підприємствах торгівлі, підприємствах громадського харчування, ринках, дитячих та навчальних закладах, організаціях культурної сфери, у готелях, пансіонатах, медичних закладах (за винятком відходів небезпечних у санітарному відношенні), а також в адміністративних і громадських закладах, інститутах, офісах, банках, на пошті, тощо. До ТПВ невиробничої сфери належать також відходи, які утворюються на промислових підприємствах, в тому випадку, коли їх збирають в окремі контейнери і не змішують з виробничими відходами.

Утилізація твердих відходів у більшості випадків приводить до необхідності їх розділення на компоненти (у процесах очищення, збагачення, вилучення цінних складових) з подальшою переробкою сепарованих матеріалів різними методами, або надання їм певного вигляду, що забезпечує саму можливість утилізації відходів як ВМР. Сукупність найпоширеніших методів підготовки і переробки твердих відходів представлена на схемі (рис. 2.15).

Підготовлені таким чином промислові відходи та їх компоненти переходять до стану вторинних матеріальних або енергетичних ресурсів. Решта їх повинна бути імобілізована на відповідних полігонах.



Рис. 2.15 – Методи підготовки та переробки твердих відходів.

Основні методи поводження з ТПВ за кінцевою метою можна умовно розділити на три групи: 1) *ліквідаційні* (вирішують в основному санітарно-гігієнічні завдання); 2) *утилізаційні* (вирішують завдання економічні – використання вторинних ресурсів); 3) *змішані*.

За технологічним принципом методи поводження з ТПВ розділяють на: *механічні, термічні, біологічні, змішані*.

Основними факторами, які обумовлюють вибір методів перероблення ТПВ, можуть бути: склад, властивості, кількість ТПВ, методи їх збирання; місцеві умови – наявність місцевих підприємств, які можуть переробляти окремі компоненти ТПВ; можливість використання корисних властивостей компонентів ТПВ; капітальні та інші початкові витрати на впровадження та перероблення ТПВ; експлуатаційні витрати на перероблення ТПВ з урахуванням повернених сум вартості продуктів перероблення.

Найбільшого поширення в Україні отримали наступні технології: складування ТПВ на полігонах або звалищах (ліквідаційний біолого-механічний); спалювання ТПВ (ліквідаційний термічний).

Складування ТПВ на полігонах або звалищах. Переважна маса ТПВ поки складається на сміттєвих звалищах, стихійних або спеціально організованих у вигляді «сміттєвих полігонів». Це найменш ефективний спосіб поводження з ТПВ, так як сміттєві звалища, які займають величезні території часто родючих земель (для складування 1 т сміття необхідна площа в 3 м²). Переважна біль-

шість звалищ (від 80 до 90%) працюють у режимі перевантаження, з давно порушеними проектними показниками щодо обсягів надходження відходів.

Полігони та особливо звалища ТПВ є потужними джерелами забруднення всього НС – атмосфери, гідросфери, ґрунтів. Полігон ТПВ є в деякому розумінні «біохімічним реактором» – у його товщі відбувається утворення значної кількості токсичних фільтратів і газів (а деякі гази ще і вибухонебезпечні), виплід мух, розвиток хвороботворних мікроорганізмів (дизентерія, гепатит, туберкульоз, навіть тиф); звалища ТПВ приваблюють до себе дрібних гризунів та птахів. Звалища (особливо стихійні) здатні до утворення галогенопохідних, при цьому в атмосферу виділяється велика кількість шкідливих газів, здатних до самозагоряння, діоксинів, *HCl* (адже в ТПВ міститься до 10% пластмас, в тому числі хлорованих полімерів) та ін. Через різноманіття відходів, що надходять на звалища та полігони, оцінити хімічний склад відходів досить складно. Крім того, на полігони ТПВ надходять різноманітні промислові відходи, оскільки нормативними документами допускається їх складування на полігонах ТПВ в кількості, що не перевищує 30% їх загального об'єму.

Спалювання твердих побутових відходів. Спалювання – ще недавно вважалося перспективним методом знищення ТПВ. В даний час рівень спалювання побутових відходів в окремих країнах різний.

За зарубіжними даними, спалювання сміття доцільно застосовувати в містах з населенням не менше 15 тис. жителів при продуктивності печі близько 100 т/добу. З кожної тонни відходів можна виробити близько 300-400 кВт·год електроенергії. Вартість спалювання ТПВ на сміттеспалювальних заводах продуктивністю 180-1450 т/добу складає в середньому 18 \$/т, найбільш рентабельна технологічна схема продуктивністю 100 тис. т/рік (300 т/добу), розрахована на місто з населенням 300 тис. чол.

Переваги методу спалювання: 1) зменшення обсягу відходів приблизно в 10 разів; 2) стерилізація залишків дією високих температур; 3) зниження собівартості за рахунок процесу рекуперації утворюваного тепла.

При спалюванні відходів утворюються димові гази, зола, шлак і виробляється теплова енергія у вигляді пари. Димові гази після очистки в електрофільтрі викидаються через димову трубу (табл. 2.11).

Сміттеспалювання забезпечує мінімальний вміст у шлаку і золі речовин, що розкладаються, проте воно є джерелом викидів в атмосферу. Дослідження викидів, що надходять в атмосферу від сміттеспалювальних заводів та установок показали, що склад газової суміші становить серйозну загрозу для здоров'я населення та НС (табл. 2.12).

Таблиця 2.11 – Вміст токсичних домішок в очищених електрофільтрами димових газах ССЗ

Компонент	Вміст, мг/м ³
Летюча зола (нетоксичний пил)	120-220
SO ₂	30-180
NO ₂	10 -160
CO	140-250
HCl	10-210
HF	0,07-3,0
Формальдегід	0,0007-0,001
Хлорорганічні сполуки	100 -120
Складні ефіри (бутилацетат)	1,9-6,4
Сума карбонових кислот	25-49
Спирти (бутиловий спирт)	11,3-24,8
Ацетон	0,87-1,85
Смолисті сполуки	5-0

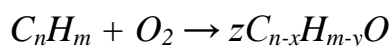
Таблиця 2.12 – Деякі складові газів, що відходять від СЗЗ при спалюванні несортованих ТПВ

1,4-Діхлорбензол	19	Нафталін	37	Пентахлорнітробензол
Піридин	20	2,6-Діхлорфенол	38	Пронамід
Нітрозодиметіланіл	21	Гексахлорбутадиєн	39	Фенантрин
2-Піколін	22	1,2,4,5-Тетрахлорбензол	40	Антрацен
Метилметансульфонат	23	Аценафтен	41	Ді-n-бутилфталін
2-Фторфенол	24	Аценафтилен	42	Хлоропрен
Етилметилсульфонат	25	3-Нітроанілін	43	Хризен
Фенол-d5	26	Пентахлорбензол	44	Пірен
Фенол	27	Флуорен	45	Терфініл
Анілін	28	Діетилфталат	46	Бутилфенілфталат
2-Хлорофенол	29	Діфеніламін	47	Бензо(a)антрацен
1,3-Діхлорбензол	30	2,4-Дінітрофтолуол	48	Ді-n-октилфталат
1,4-Діхлорбензол	31	Діфеніламін	49	Бензо(b)флорантрен
Бензоловий спирт	32	Діфенілгідразин	50	3-Метилхолантрен
Ацетофенон	33	Фенантрин-d10	51	Гексахлорбензол
Гексахлоретан	34	2,4,6-Трибромфенол	52	4-Амінобіфеніл
Нітробензол-d5	35	Фенатрен	53	Пентахлорфенол
Нафталін-d8	36	2-Нітрофенол	54	Ізофорон

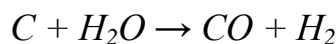
Таким чином, в процесі спалювання, особливо при поступовому нагріванні, сміттєспалювальні агрегати перетворюються на «генератори» стійких органічних забруднювальних речовин, зокрема діоксинів та СПАР – як у процесі згоряння, так і в процесі охолодження газів.

Наближений процес утворення стійких органічних сполук виглядає наступним чином:

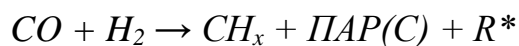
а) на початковій фазі – окислювальний піроліз складних полімерів:



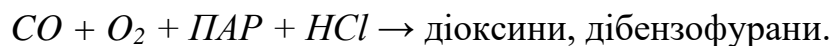
б) утворення сажі та синтез-газу при більш високій температурі:



в) синтез нових органічних сполук та радикалів, їх сорбція на поверхні часток аерозолів сажі:



г) синтез стійких органічних сполук, сорбція продуктів на поверхні сажі:



Недоліки сміттєспалювання: 1) знищення цінних компонентів; 2) високий вихід золи і шлаків (близько 30% за масою); 3) високий ступінь вторинного забруднення НС – при спалюванні 1 т ТПВ утворюється в середньому 300 кг шлаку, 30 кг летючої золи і 6 тис. м³ димових газів, що містять: хлористого водню – 780 мг/м³, фтористого водню – 8 мг/м³, діоксиду сірки – 660 мг/м³, оксидів азоту – 260 мг/м³, оксиду вуглецю – 400 мг/м³, вуглеводнів – 300 мг/м³ (в т.ч. токсичних поліциклічних ароматичних вуглеводнів, діоксинів, дібензофуранів).

Важкі метали осідають на частинках летючої золи. Їх середній вміст (мг/м³): алюміній – 12,05; мідь – 0,185; цинк – 3,08; свинець – 1,76; кадмій – 0,071; олово – 0,167; хром – 0,044; ртуть – 0,001.

Утворений твердий залишок відрізняється за властивостями від шлаків ТЕС високим вмістом свинцю в рухливій формі.

Встановлено, що вміст кадмію, свинцю, цинку та олова в кіптяві і пилу, що виділяються при спалюванні твердих горючих відходів, змінюється пропорційно вмісту в смітті пластмасових відходів. Викиди ртуті обумовлені присутністю у відходах термометрів, сухих гальванічних елементів і люмінесцентних ламп. Найбільша кількість кадмію міститься в синтетичних матеріалах, а також у склі, шкірі, гумі. Дослідженнями в США виявлено, що при прямому спалюванні ТПВ велика частина сурми, кобальту, ртуті, нікелю та деяких інших металів надходить у газову суміш з негорючих компонентів, тобто видалення негорючої фракції з побутових відходів знижує концентрацію в атмосфері цих металів. Джерелами забруднення атмосфери кадмієм, хромом, свинцем, марганцем, оловом, цинком є в однаковій мірі як горюча, так і негорюча фракції ТПВ. Суттєве зменшення забруднення атмосферного повітря кадмієм і міддю можливо за рахунок відділення з горючою фракції полімерних матеріалів.

Тому останнім часом відмовилися від експлуатації сміттєспалювальних заводів.

Сортування ТПВ. Під час сортування ТПВ рекомендується проводити механічний розподіл відходів за їх фізико-хімічними властивостями, технічними складовими, товарними показниками тощо з метою підготовки ТПВ для їх перероблення, утилізації чи захоронення. Сортування доцільно здійснювати на сортувальних комплексах із подальшим переробленням. На

рис. 2.16 наведена принципова схема переробки ТПВ з утилізацією цінних компонентів.

Сортування відходів здійснюється на сміттесортувальних підприємствах (ССП). ССП – промислові підприємства, що обробляють тверді відходи виробництва та споживання (як змішані, так і зібрані окремо), з метою отримання корисних і цінних матеріалів для продажу, або подальшої обробки або переробки. Залежно від структури і ступеня механізації підприємства виділяють ручне, механізоване та напівавтоматичне сортування. Механізоване сортування здійснюється з використанням системи конвеєрів, брикетувальних пресів, дробарок, сепараторів чорних і кольорових металів, аеросепараторів.

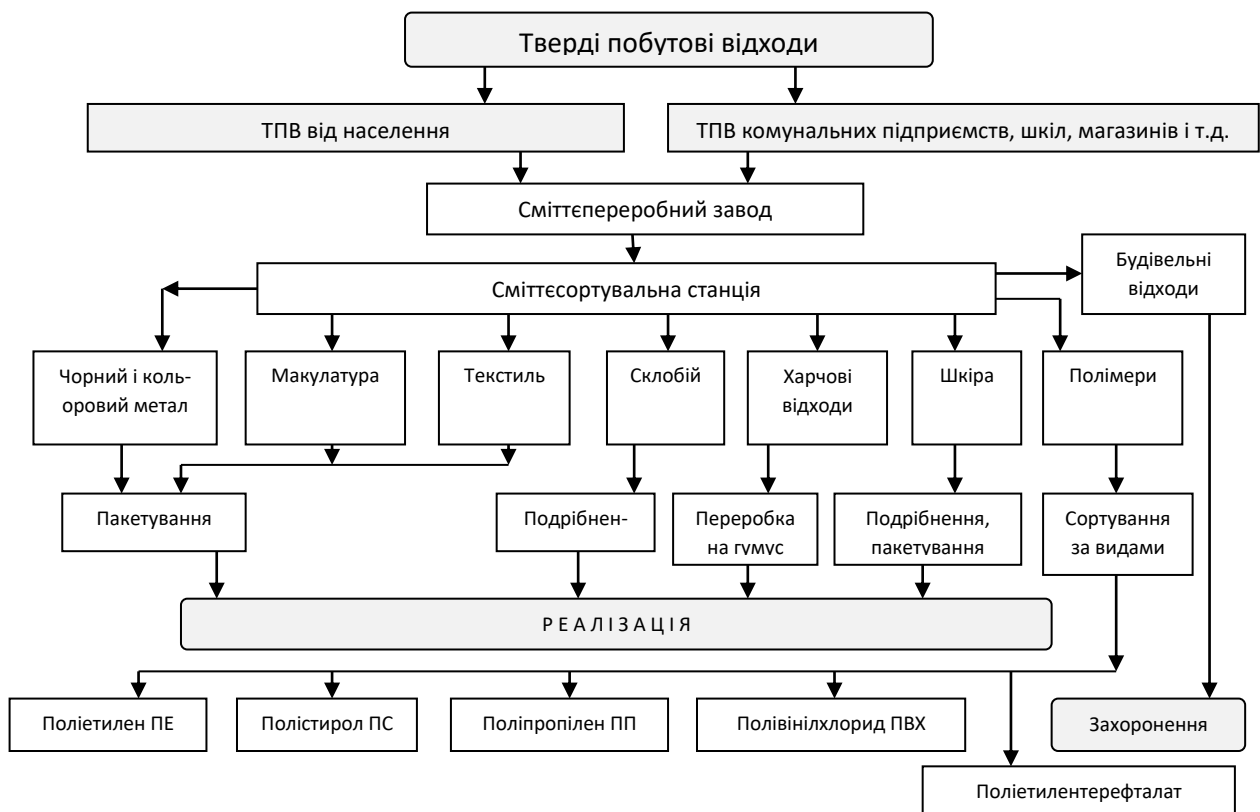


Рис. 2.16 – Принципова схема переробки ТПВ з утилізацією цінних компонентів.

Брикетування ТПВ. Брикетування ТПВ рекомендується здійснювати на спеціальних пресах з питомим тиском не менше 20 кг/см^2 . Брикетуванню підлягають компоненти ТПВ, отримані або при роздільному зборі відходів, або в результаті сортування загального потоку відходів на сміттесортувальних лініях. Ущільнення сприяє зменшенню займаного об'єму в 5-6 разів і приводить до економії місця при зберіганні і транспортуванні для подальшої переробки.

Піроліз та газифікація ТПВ. Піроліз та газифікація ТПВ – методи термічної переробки, альтернатива традиційному спалюванню. Обидва ці методи використовують, щоб термічно розкласти відходи та отримати гази з високою теплотворністю, які потім можна спалити, щоб отримати енергію.

Піроліз – спосіб нагрівання органічних речовин до відносно високих тем-

ператур без доступу повітря, який супроводжується розкладанням високомолекулярних сполук на низькомолекулярні (рідку і газоподібну фракції), коксуванням і смолоутворенням. В результаті процесу пролізу утворюються газоподібні продукти - пар і паливний горючий газ, які можна розділити і використовувати в самому процесі термічної обробки ТПВ або поза ним. При цьому викид газоподібних продуктів в атмосферу різко знижується. При піролізі утворюються продукти, які можуть знайти застосування в господарській діяльності: газоподібне паливо (~ 30-40%), твердий вуглецевий залишок (30-40%) і смола (20-30%). В якості побічного продукту утворюється підсмольна вода. Твердий вуглецевий залишок (пірокарбон), в якому вміст вуглецю складає 30-40%, використовується як замітник низькосортних графітів, заповнювач в асфальтобетонних сумішах, низькосортне паливо, сорбент. Смола використовується як паливо, складова асфальтобетонних сумішей, сировина для добування хімічних сполук. Підсмольна вода використовується як антисептичний засіб, зокрема для просочення шпал.

Залежно від температури реалізації розрізняють *три види піролізу*:

1) *низькотемпературний*, або напівкоксування (макс. 450-550 °С), для якого характерний мінімальний вихід газів, максимальна кількість смол та твердих залишків;

2) *середньотемпературний*, або середньотемпературне коксування (до 800 °С), яке характеризується помірним виходом газу із зменшеною кількістю смол і масла;

3) *високотемпературний*, або коксування (900-1050 °С), для якого характерний максимальний вихід газів та мінімальна кількість смол.

З підвищенням температури знижується вихід рідких і збільшується – газоподібних продуктів. Тому низькотемпературний піроліз зазвичай проводять для отримання первинної піролізної смоли і твердого залишку. Основне завдання високотемпературного піролізу - отримання високоякісного пального газу.

Процес піролізу є енергозатратним процесом і піролізний газ, що складається від 80% до 98% з CO , H_2 , CH_4 , CO_2 з нижчою теплотою згоряння 5,4-6,3 МДж/м³, який виробляється при протіканні процесу, повністю витрачається на підтримання необхідної температури. При цьому утворюється до 200 кг/т шлаку.

Позитивні сторони процесу піролізу полягають у тому, що парниковий ефект емісії істотно зменшений, тому що процес відбувається без кисню. Крім того, менш леткі важкі метали залишаються у коксі, а більш леткі уловлюються в очисних установках і обробляються як небезпечні матеріали. Обсяг енергії, яка повертається, – приблизно 200-400 кВт·год на тону відходів.

Для успішного ходу процесу піролізу потрібно забезпечити певні і незмінні параметри дії процесу, такі як температура і тиск, а також гомогенність матеріалів у використовуваній сировині. Під час процесу важко зберігати співвідношення одержуваних продуктів (гази, смола і кокс). Піроліз не вважається енергоефективним методом, так як багато енергії витрачається на

проведення процесу.

Процес газифікації – це термохімічне розкладання органічної речовини на газоподібні продукти при неповному окисленні.

Сутність газифікації полягає в обробці речовин, що містять вуглець, при температурі 600-1100 °С водяною парою, киснем (повітрям) або діоксидом вуглецю. У результаті відповідно парової, кисневої, вуглекислотної або комбінованої конверсії вугілля утворюється суміш новостворених (водень, оксид вуглецю) і вихідних газів. Ця суміш (генераторний газ, синтез-газ), що включає продукт неповного окислення вугілля (оксид вуглецю), а також водень, має відновний потенціал і використовується як газоподібне паливо. Синтез-газ може містити туман рідких смолянистих речовин, однак його відновний потенціал практично виключає наявність в ньому оксидів сірки та азоту.

Генераторний газ, отриманий при газифікації на повітряному або пароповітряному дутті, внаслідок значного вмісту азоту має низьку (3,5 - 6 МДж/м³) теплоту згоряння. Він зазвичай використовується за місцем отримання в низькотемпературних технологічних процесах.

Газ паро-кисневої конверсії більш калорійний (до 16 МДж/м³), тому може застосовуватися як технологічне паливо для високотемпературних печей і транспортується на значні відстані від газогенераторної станції. Він є також цінною хімічною сировиною (вміст H_2 і CO доходить до 70%).

Розрізняють пряму і зворотну газифікацію.

При прямому способі газифікації дуття подається знизу через отвори колосникових ґрат, а одержуваний генераторний газ забирається зверху, вимушено проходячи через весь шар газифікованої органічної речовини, несучи з собою велику кількість твердих механічних частинок і смол, які виходять при термічному розкладанні органічної речовини. Тобто генераторний газ при прямому процесі за своєю забрудненістю і неможливістю очищення до вимог що пред'являються до чистоти газу, який працює в двигунах внутрішнього згоряння, не може застосовуватися в газопоршневих електростанціях. Такий газ без попереднього остудження, може застосовуватися тільки в пароводогрійних котлах.

У зворотному процесі газифікації дуття подається в зону горіння, відбір генераторного газу йде знизу, при цьому смоли розкладаються на горючі газові складові. Отриманий генераторний газ при зворотному процесі газифікації набагато чистіше, ніж газ, отримуваний при прямому процесі, він не містить механічних домішок і смол і, в результаті, може застосовуватися у вигляді палива на електростанціях.

Газифікація відходів вигідніша, ніж піроліз, бо створює тільки газоподібні продукти і дає більше енергії – 500-600 кВт·год/т відходів.

Компостування. Термін «компостування» стосовно ТПВ не зовсім вдалий: по суті, мова йде про ферментацію, про стабілізацію органічних компонентів; стабілізований органічний продукт може бути використаний не тільки в сільському господарстві (як компост), але і в інших напрямках - для виробництва етанолу, для енергетичного застосування та ін. У різних країнах з отри-

манням компосту переробляється не більше 5% ТПВ. Слід зазначити, що через гетерогенний склад відходів пряме компостування ТПВ недоцільно, оскільки отримуваний компост забруднюється склом і важкими металами (останні містяться в небезпечних побутових відходах – відпрацьованих гальванічних елементах, люмінесцентних лампах та ін.)

Вермікомпостування – метод аеробного компостування з використанням дощових хробаків та інших безхребетних. Активна переробка органічного матеріалу хробаками, які пропускають його через травний тракт, забезпечує отримання сильно гумованої маси - так званого біогумусу - з високим вмістом біогенних елементів в легкодоступній формі. Під впливом хробаків процес компостування проходить у 3 рази швидше. Компост характеризується великою однорідністю і є розсипчастим. Пропускаючи через свій кишечник землю і рослинні залишки, хробаки збагачують ґрунт.

2.5 Норми, методи контролю та ефективності природоохоронних технологій

До природоохоронних заходів відносяться усі види господарської діяльності, спрямовані на зниження або ліквідацію негативної антропогенного впливу на НПС, збереження, поліпшення і раціональне використання природно-ресурсного потенціалу. Таких заходів належить, наприклад, будівництво і експлуатація очисних споруд і пристроїв; розвиток маловідходних і безвідходних технологічних процесів і виробництв; розміщення підприємств і систем транспортних потоків з урахуванням екологічних вимог; проведення робіт по рекультивації земель, боротьбі з ерозією ґрунтів, охороні і відтворенню флори і фауни, охороні надр і раціональному використанню мінеральних ресурсів і ін.

Природоохоронні заходи повинні забезпечувати:

- 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;
- 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, скорочення обсягів забруднення, що надходять у НПС і рівня його забруднення (концентрації шкідливих речовин у водоймах, атмосфері, рівень шуму, радіації і 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, скорочення 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'яток природи, заповідних зон і 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 в 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 і у сфері особистого споживання.

2.6 Зменшення інтегрального деструктивного впливу виробничої сфери на довкілля. екологічне вдосконалення зв'язків «виробництво – споживання», а також сфери споживання виробів і послуг

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.

Л.Г. Мельник (Екологічна енциклопедія, 2006, Т. 1, - С. 304-305) дає 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 *В.Я. Шевчук та ін. (2004)* 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 біо-

логічні об'єкти). Під *інтегральним екодеструктивним впливом* розуміють зведені до єдиної критеріальної бази результати негативних наслідків впливу людини та 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 дана стисла характеристика 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.

У загальному вигляді формула реалізації даного підходу для оцінки екологічного рівня виробництва (споживання) продукції для окремо взятої сфери господарства може бути виражена таким чином:

$$y_e = \sum_{i=1}^n D_{zi} \cdot y_{zi} + \sum_{j=1}^m D_{lj} \cdot y_{lj} + \sum_{z=1}^k D_{oz} \cdot y_{oz} + \sum_{q=1}^l D_{nq} \cdot y_{nq} + \sum_{d=1}^p D_{\delta d} + y_{\delta d} / Q \quad (2.1)$$

де y_e – показник оцінки екологічного через вартісні оцінки;

D_{zi} – кількісний показник i -го виду забруднення компонентів природного середовища, яким супроводжується даний вид економічного процесу виробництва-споживання продукції (наприклад: валовий за вагою показник викиду шкідливих речовин в компоненти середовища, концентрація цих речовин, інтенсивність шуму чи інших видів фізичного впливу);

y_{zi} – питомий показник економічних витрат, обумовлених одиницею i -го виду забруднення;

D_{lj} – кількісний показник j -го виду екодеструктивного впливу на ландшафти (наприклад: площа зруйнованих або затоплених земель, довжина штучних дамб, транспортних магістралей);

y_{lj} – питомий показник економічних витрат, обумовлених одиницею j -го виду екодеструктивного впливу на ландшафти;

D_{oz} – кількісний показник z -го виду екодеструктивного впливу безпосередньо на організм людини (наприклад, кількість людей, що працюють протягом року під впливом шкідливих факторів – температур, вологості, підвищеного ризику);

y_{oz} – питомий показник економічних витрат, обумовлених одиничним показником z -го екодеструктивного впливу на організм людини;

D_{nq} – кількісний показник q -го виду екодеструктивного впливу психологічного дискомфорту, пов'язаного з процесами виробництва або споживання продукції (наприклад, кількість психічних порушень або встановлених випадків незадоволеності різними факторами);

y_{nq} – питомий показник можливих економічних витрат працюючих, обумовлених одиничним показником q -м видом психологічного дискомфорту;

$D_{\delta d}$ – кількісний показник d -го виду екологічного впливу на біологічні об'єкти (наприклад, знищення певних рослинних культур чи тварин);

$y_{\delta d}$ – питомий показник економічних витрат, обумовлених даним видом

екодеструкції;

Q – вартісний вираз товарів і послуг (виконаної роботи), виробництва чи споживання яких обумовило коло процесів екодеструкції.

Енергетичні показники. Підхід передбачає оцінку рівня екологічності на основі інтегральних показників енергоємності продукції. Концептуально підхід може бути переданий формулою:

$$y_e = \sum K_{ei} \cdot \gamma_i / Q \quad (2.2)$$

де y_e – показник оцінки екологічного рівня через оцінки енергоємності;

K_{ei} – обсяг i -го компонента (сировини, комплектуючих, послуг, робіт – у кількісних одиницях), використаного для виробництва (споживання) даного продукту;

γ_i – енергоємність i -го компоненту в енергетичних одиницях на кількісну одиницю даного компонента;

Q – показник, аналогічний однойменному показнику формули (2.1).

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 км², 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:

$$y_a = D_{ci} / D_{ai} \quad (2.3)$$

де y_a – показник оцінки екологічного рівня через порівняння кількісних показників, що існують у даній економічній сфері виробництва і/чи споживання i -виду продукції (виду діяльності, послуг);

D_{ci} – кількісний питомий показник екодеструктивної діяльності (наприклад: викид шкідливих речовин на одиницю i -го виду продукції, кількість відходів на одного жителя, або питомі екологічні показники, що характеризують збиток від відповідних деструктивних дій) у розглянутій сфері;

D_{ai} – аналогічний показник для i -виду продукції (виду діяльності, послуг) у кращих вітчизняних і/чи 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) двох 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).

Може бути також запропонований відповідний інструментарій до комплексної оцінки різних факторів:

$$y_a = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot B_{ci} / \sum_{i=1}^n \alpha_i B_{ai} \quad (2.4)$$

де y_a комплексний якісний показник оцінки екологічного рівня за методом порівняння з аналогом;

B_{ci} - показник якісної оцінки i -виду екодеструктивного впливу в оцінюваному зразку (виду діяльності, послуг);

B_{ai} - те саме для аналогу;

α_i – ступінь значимості i -го виду впливу стосовно інших видів екодеструкції; оцінюється експертним шляхом і може набувати будь-яких значень від «нуля» і вище (0,5; 1; 1,5; 2; 3; 10 і т.д.).

Порівняння з попереднім зразком. Даний підхід аналогічний попередньому з тією тільки різницею, що як аналог виступає зразок, який замінюється оцінюваним виробом. Таким чином, той виріб, який його заміняє, має виступати в ролі оцінюваного. Такі оцінки можуть бути зроблені також відповідно до різних видів діяльності або послуг у сферах господарства (на підприємстві, в галузі, у сфері споживання). У цьому випадку той самий методичний інструментарій, що й у попередньому підході. Зокрема, вихідна формула має вигляд:

$$y_b = B_{ci} / B_{bi} \quad (2.5)$$

де y_b – показник оцінки екологічного рівня за методом порівняння з попереднім (базовим) зразком;

B_{ci} - показник, аналогічний формулі (2.4);

B_{bi} - те саме для попереднього зразка.

За наявністю чи відсутністю вузлів екологічної деструкції у виробничому циклі виробництво-споживання виробів. При 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 – гальваніч-

них, термічних і т.д.; використання тих чи інших матеріалів – токсичних, горючих, вибухонебезпечних і т.д.). У цьому випадку оцінка рівня екологічності може бути виражена формулою:

$$Y_{n(e)} = \sum_{j=1}^m \alpha_j \cdot K_j / Q \quad (2.6)$$

де $Y_{n(e)}$ - показник оцінки екологічного рівня за наявності (відсутності) факторів екодеструктивного впливу в умовних одиницях екодеструктивної діяльності на одиницю вартісної оцінки обсягу продукції, виробництва і споживання якої пов'язане з даною деструктивною діяльністю;

K_j - кількість вузлів j -го виду екодеструктивної діяльності;

α_j - ступінь значимості j -го виду екодеструктивної діяльності.

Q – вартісна оцінка продукції, з якою пов'язані дані види екодеструктивної діяльності.

Принципи екологізації економіки. Як вважає *Л.Г. Мельник* (2002, 2006), традиційні «атрибути» екологізації (очисні споруди, маловідходні технології, пристрої з переробки відходів і т.д.), є дуже важливими складовими механізму екологізації, однак не вичерпують його і навіть не є в ньому вирішальними ланками. На його думку, до основних елементів відтворювального механізму екологізації економіки відносяться: 1) *відтворення екологічного попиту*; 2) *відтворення екологічно орієнтованих пропозицій (виробничої основи)*; 3) *відтворення екологічно орієнтованих людських чинників*; 4) *відтворення мотивів екологізації*.

- *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 усвідомлені людьми. Інтерес перетворюється в попит тільки за умови підкріплення його фінансовими можливостями.

- *Відтворення екологічно орієнтованих пропозицій* – 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 матеріалоемності та енергоемності 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.

- *Відтворення екологічно орієнтованих людських чинників* – постійне відновленні процеси здійснення виховних, освітніх, тренінгових та інформаційних програм і заходів, спрямованих на формування у виробників і споживачів продукції, світогляду, знань, навичок і бажань, достатніх для реалізації завдань екологізації національної економіки.

- *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 і досягати їх.

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 органи, 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 систем, 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.

Моделі виробничих процесів з екологічної точки зору. Будь 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 за рахунок фізико-хімічних процесів. До відходів належать усі речовини і матеріали, теплові викиди, фізичні та біологічні агенти, які потрапляють у зовнішнє середовище і надалі вже не беруть участь в отриманні продукції або енергії.

Якщо користуватися уявленнями термодинаміки, то, як і всі системи, технологічні процеси в принципі поділяються на три категорії: незамкнуті (відкриті), замкнуті і ізолювані. Абсолютна більшість реальних технологічних процесів відносяться до категорії *незамкнутих систем*. Замкнутими вважаються 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 береться, хоча продукцію також можна розглядати як відкладений відхід. Теоретично можливі й *ізолювана 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 в рамках певних кількісних співвідношень не порушує нормального функціонування природних екосистем. *Неекологічними процесами* створюють підвищене техногенне навантаження й має негативний вплив на стан НПС. Неєкологічним може бути будь-який технологічний про-

цес. 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.

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

Незамкнутому виробничому процесу відповідає наступне рівняння матеріально-технічного балансу:

$$R = P + W = (R - W_y) + W, \quad (2.7)$$

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;

W_y - потік вловлених відходів;

P - потік готової продукції.

Дужки в рівнянні вказують на єдність потоку (ресурсів і відходів). «Відходність виробництва» можна оцінити за коефіцієнтом $K_{ex} = W/R$. Відповідно коефіцієнт безвідходності $K_6 = P/R$.

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

$$P = R - W, \quad (2.8)$$

При використанні вловлених речовин W_y як вторинної сировини матеріально-технічний баланс описується системою рівнянь:

$$(R + W_y) = (R + W_y - W) + W \quad (2.9)$$

$$W = (W - W_y) + W_y \quad (2.10)$$

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

$$P = R + W_y - W = R. \quad (2.11)$$

В основі екологізації виробничих ресурсних циклів лежить ресурсозбереження, засноване на передових технологіях переробки природних ресурсів (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 значить, 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, так як розвиток народного господарства та що до нього суб'єктів передбачає довготривалі програми раціонального ПП.

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, в 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. Що стосується ядерної і майбутньої термоядерної енергетики, то навіть при абсолютному усунення всіх форм радіаційного забруднення (що дуже проблематично) залишається непереборні теплове забруднення біосфери. Екологізація енергетики в рамках перетворення її паливних ресурсів містить безліч резервів і принципів технічних рішень - від загального скорочення обсягу енергетики на основі всіх форм економії енергії до зміни структури використання палив і технологій перетворення енергії. Зараз уже й стає ясно, 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 за рахунок скорочення холостих пробігів та оптимізації маршрутів; 2) придушення тенденції індивідуалізації транспортних засобів та сприяння розвитку комфортного та економічного громадського транспорту з метою зменшення загального числа 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 згорання; 7) пасивний та активний захист від шуму і вібрації. Всі ці заходи дуже важливі, так як без них спільна природоємність транспорту незаба-

ром може перевершити природоємність стаціонарної енергетики і промислового виробництва.

Екологізація сільського господарства ще в недавньому минулому здавалася б зайвим вимогою, так як неіндустріалізовані землеробство і тваринництво були по суті самою екологічною сферою господарської діяльності людини. Однак у ХХ 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 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 з 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.

2.7 Формування ноосферно-світоглядних позицій, нової біоцентричної філософії життя, взаємовідносин між людиною й природою шляхом впровадження принципів безперервної екологічної освіти та освіти в інтересах сталого розвитку в навчальні програми усіх начальних закладів України, програми післядипломної освіти та підвищення кваліфікації

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 потрібно 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 три рівня екологізації: внутрішньодисциплінарна, міждисциплінарна і проблемна.

Пропонується здійснити послідовну екологізацію вузівських навчальних дисциплін. Цей процес зачіпає як навчальну, так і позанавчальну діяльність студентів, будується на принципах цілісності, єдності і наступності всіх ланок і етапів вузівського навчання, а також на встановленні міжпредметних зв'язків та інтеграції навчальних дисциплін.

Інформація з проблем НС вводиться в основні навчальні курси з урахуванням

специфіки кожного предмета . Це можливо реалізувати в курсі лекцій, на семінарських та лабораторних заняттях, по закінченні викладу теми (розділу), в кінці вивчення всього теоретичного курсу. При цьому екологічному змістом має бути чітко визначено 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 аспектах екології в ряді навчальних предметів середньої і вищої школи, переорієнтувати зміст хімічного експерименту і хімічних задач на екологічну проблематику, осмислити нові функції кабінету хімії в умовах екологізації шкільної освіти. Хімія тут вибрана не випадково. Останнім часом виявляється виразна тенденція в нашому вже досить екологізованому суспільному свідомості протиставляти екологію людини і хімію. Дійсно, хімічне виробництво за свою історію завдало чималої шкоди природному середовищу. Коли при наявності такого гострого і актуального протиріччя ставиться питання про екологізації хімічної освіти, тоді мова йде не про механічному поєднанні екології та хімії, а про інтегративному підході до даної проблеми. Досить цікавою є досвід ФРН у вирішенні даної проблеми. З кінця 1980-х років у ФРН 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 екологічній освіті у ФРН характеризується такими основними принципами

1) екологізація охоплює не тільки всі шкільні програми, але все шкільне життя, коли школа розглядається як якесь «екологічне господарство», полігон для впровадження екологічного знання;

2) освіта набуває не цільовий , а в більшій мірі процесуальний характер - від формування самостійності учня , його самовизначення по відношенню до 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 обслуговуючого 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 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 первозданному 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 самого 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 по відношенню до природи, щоб у дитини сформувалося світорозуміння, включає його в навколишній світ не як господаря, а як учасника природного його розвитку.

Екологія - велика наукова дисципліна, але її викладання має бути дозовано 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 «природознавче 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.

Сьогодні багато говорять про *екологізацію освіти*. Це дуже важливий елемент екологічного виховання. Екологічне мислення, уявлення про довкілля і місце в ній людини повинні бути присутніми у всіх проявах його активності. Досить ефективним засобом реалізації цього принципу і є екологізація освіти. Вона полягає в тому, що практично все викладаються 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. Воно безпосередньо продовжує те 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'язано з необхідністю підготовки фахівців, здатних вирішувати численні завдання, пов'язані з взаємовідношеннями людини і навколишнього середовища. Це мають бути фахівці, що поєднують екологічні знання з широкою гуманітарною підготовкою: в області економіки, правознавства та багатьох інших гуманітарних дисциплін.

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

Ці ідеї акад. *Н.М. Моїсєєва* (2010) відображені в «Концепції екологічної освіти України», затвердженій Колегією Міністерства освіти і науки України (протокол № 13/6-19 від 20.12.2001р.). 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 неодноразово не тільки в Україні, але в країнах всього пострадянського простору.

Екологізація суспільної свідомості. Історичні долі цивілізації залежать від того, які взаємовідносини людини і природи. До недавнього часу ставлення суспільства до НПС носило споживчий характер. Природа цікавила людини 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, таким чином, 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 потребою всього природного співтовариства; 4) характер взаємодії з природою не порушує існуюче в природі рівновагу; 5) етичні норми і правила рівним чином поширюються як на взаємодії між людьми, так і на взаємодію з світом природи; 6) розвиток людини і природи - процес взаємовигідного співробітництва; 7) діяльність з охорони природи продиктована необхідністю зберегти природу заради неї самої.

Екологічна свідомість, тобто відношення людини до природи, формується в процесі екологічного виховання та освіти.

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 видаваної 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 відчувати свою співпричетність до вирішення загальної для всіх проблеми.

На нашій планеті стане трохи чистішим, 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 задуматися про зниження споживання, другий крок - знайти конструктивне застосування стали непотрібними речам і матеріалами.

- *Що можна переробити, а що не можна.* Уважно читайте етикетки, що стосуються можливості вторинної переробки упаковки і вийшли з ужитку речей. Відслужила техніку - в переробку. Городяни все більше звикають до переробки електронних пристроїв. Якщо у вас є відпрацьований своє прилад, запропонуйте його ремонтній майстерні або приватного майстра 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 душа - 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 використаного 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 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 пакетів: при згорянні тютюну виділяється приблизно 4000 речовин, лєвова частка з яких токсичні. Недопалки, які розпадаються протягом 10 років, виділяють агресивні речовини (ртуть, миш'як, кадмій), які проникають в 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 в силах 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 вважається, що економіка є залежним компонентом природного середовища, в межах якої вона існує і є її 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 він суперечить першій аксіомі. «Зростізм» (*Growthism*), вважають прихильники зеленої економіки, порушує нормальне функціонування природних екосистем. Зеленими економістами пропонується встановлення податку Тобіна в розмірі 1 % від усіх міжнародних торгових угод, з тим, щоб направляти зібрані кошти бідним країнам з метою гальмування посилюється диференціації між розвиненими і не дуже країнами. Крім цього, пропонується використовувати категорію «природний капітал» (*Natural capital*) замість категорії «природні ресурси», яка як би свідчить про пасивну роль природи в економіці.

Світовій економіці необхідна екологізація, вважають фахівці і закликають інвестувати в екологічні технології додаткові \$ 14 трлн. до 2030 р. Про це йде мова в «Огляді екологічних інвестицій: шляхи і способи відкрити приватні фінанси для екологічного зростання», підготовленому експертами Світового банку, Deutsche bank 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 посприє 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, транспорту, будівництво, сільське господарство та інші галузі.

За останній час в світі були зроблені серйозні успіхи в «зеленому» напрямку. Глобальні інвестиції в поновлювані енергоресурси в 2011 р. виросли на 17% порівняно з 2010 р. і склали \$ 257 млрд. Паливна ефективність транспорту більш ніж подвоїлася з 1970-х рр. Ефективність використання енергії широко визнана запорукою економічної стабільності. Країни, що розвиваються грають зростаючу роль у збільшенні «зелених» інвестицій. Міжнародні та внутрішні інвестиції, що походять з країн, що не входять до ОЕСР, виросли в 15 разів за 2004-2011 рр., та щорічно вони збільшуються на 47% (для порівняння, в країнах ОЕСР, їх зростання становить 27%).

Контрольні питання до змістовного модуля 2

Поясніть поняття «Життєвий цикл продукту/процесу» і «екологічний життєвий цикл продукту/процесу».

Поясніть поняття «Оцінка життєвого циклу».

Чим відрізняються поняття «Життєвий цикл продукту/процесу» і «екологічний життєвий цикл продукту/процесу» ?

Мета оцінки екологічного життєвого циклу продукту/процесу.

У чому полягає оцінка дії впродовж життєвого циклу (ISO 14042)?

Мета і процедура екологічної сертифікації.

Мета і процедура екологічного ліцензування.

Екологічне маркування.

Цілі екологічного маркування.

Вимоги до екологічного маркування.

Основні принципи екологічного маркування.

Класифікація екологічного маркування.

Екологічне маркування типу I

Екологічне маркування типу II

Які товари можуть отримати екомаркування?

Які види робіт можуть отримати екомаркування?

Які види продукції не підпадають під екомаркування?

Як здійснюється процедура отримання сертифікату на право застосування екомаркування?

Класифікація екологічних стандартів, діючих в Україні.

ГОСТи - як екологічні стандарти.

ДСТУ - як екологічні стандарти.

Галузеві стандарти/технічні умови - як екологічні стандарти.

Стандарти підприємства - як екологічні стандарти.

Характеристики стандартів серії ISO 14000.

Основні принципи і методологія стандартів серії ISO 14000.

Екологізація промислового виробництва - шляхи і цілі.

Класифікація принципів моделей технологічних процесів.

Шляхи ресурсозберігання в промисловості.

Класифікації методів охорони довкілля.

Технологічні методи охорони атмосфери.

Принципова технологічна схема очищення промислових викидів

Класифікація методів очищення викидів

Класифікація основних забруднюючих речовин за хімічним складом

Класифікація твердих забруднюючих речовин за змістом шкідливих компонентів

Основні характеристики гетерогенних (твердих) часток.

Очищення викиду від гетерогенних домішок.

Очищення викиду фільтрацією.

Схеми водопостачання.

Класифікації методів очищення стічних вод

Механічні методи очищення СВ
 Фізико-хімічні методи очищення СВ.
 Хімічні методи очищення СВ.
 Біохімічні методи очищення СВ.
 Збільшена загроза інфекційних захворювань.
 Загрози, пов'язані з використанням та поширенням генетично модифікованих організмів.
 Концепція біологічної безпеки держав.
 Ризики, пов'язані з електромагнітними випромінюваннями.

Перелік посилань до змістовного модуля 2

1. *Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В.* Экология. Природа - Человек - Техника: Учебник для вузов. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. - 343 с.
2. *Ананишинов В.В., Ананишинова О.В.* Экономика природопользования. Методические указания и контрольные задания. - <http://www.dvo.sut.ru/libr/eius/i190anae/index.htm>
3. *Арбузов В.В., Грузин Д.П., Симакин В.И.* Экономика природопользования и природоохраны: уч. пособие. – Пенза: ПГУ, 2004. – 251 с.
 - а. *Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г.* Охрана окружающей среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 422 с.
4. *Дзятковская Е.Н., Захлебный А.Н., Либеров А.Ю.* Методические рекомендации по реализации экологического образования в федеральных государственных стандартах второго поколения. - М. : Образование и экология, 2011.
5. *Инженерная экология и экологический менеджмент* // М.В. Буторина, П.В. Воробьев, А.П. Дмитриева и др.; под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадиной. – М.: Логос, 2003. – 528 с.
6. *Калыгин В.Г.* Промышленная экология: курс лекций. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 240 с.
7. *Мельник Л.Г.* Екологічна економіка: Підручник. - Суми, ВТД «Університетська книга», 2002. – 346 с.
8. *Моисеев Н.Н.* Экологическое образование и экологизация образования // *Экология и жизнь* . – 2010 . - № 8 . – С. 4-6.
9. *Охрана окружающей среды* // Белов С.В., Барбинов Ф.А., Козьяков А.Ф. и др. – М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
10. *Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С.* Техника защиты окружающей среды. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
11. *Степановских А.С.* Прикладная экология: охрана окружающей среды. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 751 с.
12. *Тимонин А.С.* Инженерно-экологический справочник: в 3-х томах. – Калуга: Изд. Н.Бочкарёвой, 2003.
13. *Экология города* / под ред. Стольберга Ф.В. – К.: Либра, 2000. – 464 с.
14. *Екологічне управління* // В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, Г.О. Білявський та ін. – К.: Либідь, 2004. – 432 с.

Навчальне електронне видання

САФРАНОВ ТАМЕРЛАН АБІСАЛОВИЧ,
ПРИХОДЬКО ВЕРОНІКА ЮЇВНА,
ШАНІНА ТЕТЯНА ПЕТРІВНА

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Конспект лекцій

для спеціалістів-екологів

Видавець і виготовлювач

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016

тел./факс: (0482) 32-67-35

E-mail: info@odeku.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 5242 від 08.11.2016